









МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

---



# ГЕОЛОГИЯ СССР



Главный редактор  
академик А. В. Сидоренко

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
МОСКВА 1973

<http://jurassic.ru/>



МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР  
УРАЛЬСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

---

# ГЕОЛОГИЯ СССР



ТОМ XII

ПЕРМСКАЯ, СВЕРДЛОВСКАЯ,  
ЧЕЛЯБИНСКАЯ  
И КУРГАНСКАЯ ОБЛАСТИ

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Редакторы *К. К. Золоев, А. А. Корольков, В. А. Перваго*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
МОСКВА 1973

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ  
«ГЕОЛОГИИ СССР»**

**АССОВСКИЙ А. Н.**  
**БЕЛОУСОВ В. В.**  
**БЕЛЯЕВСКИЙ Н. А.**  
**БОРОВИКОВ Л. И.**  
**ГАРЬКОВЕЦ В. Г.**  
**ГОРБУНОВ Г. И.**  
(зам. главного редактора)  
**ДЗОЦЕНИДЗЕ Г. С.**  
**ЕСЕНОВ Ш. Е.**  
**ЗУБАРЕВ Б. М.**  
**КОСОВ Б. М.**  
**КУЗНЕЦОВ Ю. А.**  
**МАГАКЬЯН И. Г.**  
**МАЛИНОВСКИЙ Ф. М.**  
(зам. главного редактора)  
**МАЛЫШЕВ И. И.**  
**МАРКОВСКИЙ А. П.**  
**МАШРЫКОВ К. К.**

**МЕННЕР В. В.**  
**МИРЛИН Г. А.**  
**МИРЧИНК М. Ф.**  
**МУРАТОВ М. В.**  
**НАЛИВКИН Д. В.**  
**ОРВИКУ К. К.**  
**ПЕЙВЕ А. В.**  
(зам. главного редактора)  
**ПОПОВ В. С.**  
**РОГОВСКАЯ Н. В.**  
**СЕМЕНЕНКО Н. П.**  
**СЕМЕНОВИЧ В. В.**  
**СИДОРЕНКО А. В.**  
(главный редактор)  
**СМИРНОВ В. И.**  
**ТРОФИМУК А. А.**  
**ШАТАЛОВ Е. Т.**  
**ЩЕГЛОВ А. Д.**  
**ЯНШИН А. Л.**  
**ЯРМОЛЮК В. А.**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ XII ТОМА**

**АЛАДИНСКИЙ П. И.**

**АЛЕШИН М. И.**

**АНАНЬЕВА Е. М.**

**БЕЛОВ В. В.**

**ЕГОРОВ П. И.**

**ЕРМАКОВ Н. П.**

**ЗАВОДЧИКОВ С. Г.**

**ЗОЛОЕВ К. К.**

**ИОНОВА Т. Н.**

**КОЖЕВНИКОВ К. Е.**

**КОРОЛЬКОВ А. А.**

**МОКРУШИН К. В.**

**НЕЧАЕВ П. В.**

**ОВЧИННИКОВ Н. Л.**

**ПЕРВАГО В. А.**

**ПЕРВОВ В. П.**

**ПРЕЙС В. Ф.**

**ПРЯМОНОСОВ П. С.**

**ПУРКИН А. В.**

**РЫЖКОВ Е. Ф.**

**СОБОЛЕВ И. Д.**

**ТАРХАНЕЕВ Б. Ф.**





# ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ



**Геология СССР. Том XII. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Полезные ископаемые.** Ред. тома К. К. Золоев. М., «Недра», 1973, 632 с. (Уральское территориальное геологическое управление).

В томе описаны основные черты металлогении Урала, условия образования и закономерности размещения месторождений черных металлов, горючих и неметаллических полезных ископаемых. Приводится генетическая классификация месторождений указанных полезных ископаемых и описание главнейших рудных районов, узлов и месторождений рассматриваемой территории. Дана инженерно-геологическая характеристика горных пород, краткая история развития горной промышленности Урала, состояние и перспективы расширения рудной базы.

Книга рассчитана на широкий круг геологов, занимающихся изучением месторождений полезных ископаемых, и прежде всего будет полезна геологам, работающим на Урале.

Таблиц 68, иллюстраций 164, список литературы 136 названий.



## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящей работе обобщены итоги многолетних работ по изучению геологии месторождений различных полезных ископаемых рассматриваемой территории.

В последние годы эти работы сопровождались всесторонними металлогеническими исследованиями, основанными на анализе истории геологического развития Уральского региона. Была разработана рудноформационная классификация месторождений полезных ископаемых, выяснены закономерности размещения их в различных и разновозрастных структурах Урала и определены главнейшие направления дальнейших поисково-разведочных работ с целью упрочения и расширения минерально-сырьевой базы Урала. Результаты металлогенических исследований в том или ином виде нашли отражение в соответствующих разделах данной работы.

Со времени подготовки к изданию XII тома (Геологическое описание) были пересмотрены некоторые положения формационного деления магматических образований Урала. Так, взамен трех ранее выделявшихся групп формаций — гранитовых, габбровых и перидотитовых — в настоящее время в составе интрузивных магматических ассоциаций выделяются разновозрастные формации сиалического гранитоидного типа (собственно гранитоидные, мигматит-гранитовые, гранитолипаритовые формации и формация гранит-рапакиви), базальтоидного типа натровой и калинатровой серий (габбро-гранитоидные, габбро-диабазовые, диорит-гранодиоритовые и др.) и формации ультрабазитового типа (дунит-пироксенитовые, пироксенит-перидотитовые и дунит-гарцбургитовые). Это привело к появлению в некоторых статьях новой терминологии, в связи с чем в соответствующих местах текста даются необходимые редакционные примечания. С другой стороны, в результате детального картирования ряда рудных районов получены новые данные, уточняющие стратиграфическое положение отдельных рудовмещающих свит и толщ. Связанные с этим обстоятельством изменения в представлениях о геологическом строении указанных рудных районов оговариваются также в каждом конкретном случае.

Подземные воды как полезные ископаемые в настоящем томе не рассматриваются в связи с тем, что в 1972 г. вышел т. 14 «Гидрогеология СССР» (изд-во «Недра»), в котором приведено монографическое описание подземных вод Урала.

Многообразие генетических типов месторождений различных полезных ископаемых Урала, неодинаковая изученность рудных районов и полей, а также не всегда полная ясность в некоторых вопросах генезиса отдельных месторождений приводят в ряде случаев к высказыванию различных точек зрения по тем или иным вопросам, затрагиваемым в монографии. К ним относятся разные генетические концепции отдельных авторов работы (например, на происхождение титаномагнетитовых, сидеритовых, магнезитовых и других месторождений) и различное толкова-

ние геологических понятий и терминов при выделении рудных формаций и минеральных типов некоторых полезных ископаемых. Редакция в этом случае придерживалась основных положений, выработанных Редакционным советом по составлению металлогенической карты Урала.

Том подготовлен к изданию коллективом геологов Уральского территориального геологического управления. В редактировании отдельных разделов тома принимали участие П. И. Аладинский, К. Е. Кожевников, В. П. Первов, Б. Ф. Тарханев, Е. А. Муравьева, С. В. Пашевская, А. П. Мазилина, В. М. Груздева, Т. Б. Пигулевская.

Большая работа по подготовке материалов к изданию проведена сотрудниками Уральского комплексной съемочной экспедиции М. Я. Шмаиной, Т. Н. Медведевой и Э. И. Гуревич.

### **ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ УРАЛА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЕГО МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ**

Урал является одной из уникальнейших металлогенических провинций мира, на территории которой сосредоточено большое количество месторождений разнообразных полезных ископаемых различных генетических типов.

В развитии экономики нашей страны Урал был и остается важнейшим горнорудным районом, на базе полезных ископаемых которого создана разносторонняя промышленность и прежде всего — металлургическая, химическая, машиностроительная. По запасам целого ряда полезных ископаемых Урал занимает первое место в Советском Союзе, а по некоторым — является единственным в стране поставщиком минерального сырья.

Наличие собственных минерально-сырьевых баз, расположенных в непосредственной близости от промышленных предприятий, обеспечивало высокую экономическую эффективность горнорудной, металлургической и химической отраслей народного хозяйства региона. Однако к началу последнего десятилетия, в связи со значительным увеличением мощностей промышленных предприятий, потребляющих минеральное сырье, и усилением добычи полезных ископаемых, а также в связи с переходом на некоторых месторождениях на отработку руд более глубоких горизонтов, начал создаваться определенный разрыв между потребностью и добычей руд. Обнаруживать новые промышленные месторождения в старых горнорудных районах Урала становилось с каждым годом все труднее, поиски руд велись на больших глубинах.

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на ближайшие годы и на более отдаленную перспективу по Уралу предусматривается дальнейшее значительное расширение мощностей предприятий и соответственное увеличение потребления руд и вспомогательного горно-металлургического и иного сырья.

В связи с этим перед уральскими геологами встали весьма ответственные и сложные задачи — обнаружить и в кратчайшие сроки разведать новые минерально-сырьевые базы с запасами, обеспечивающими действующие и планируемые к строительству предприятия, и создать необходимые резервы на будущее. Решение указанных задач началось с разработок обоснований для переоценки перспектив давно отработывающихся месторождений и старых рудных районов в целом, с создания высокодостоверных геолого-геофизических основ для выявления общих перспектив региона и выделения первоочередных, наиболее благоприятных площадей для поисков новых промышленных месторождений полез-

ных ископаемых. В конечном счете была научно обоснована история геологического развития региона, на современном уровне знаний выяснены закономерности размещения месторождений разновозрастных и разнообразных полезных ископаемых и на этой основе составлены прогнозно-металлогенические карты. Все это позволило по-новому подойти к решению вопроса резкого расширения минерально-сырьевой базы Урала.

В разработке теоретических основ металлогении и в составлении прогнозных карт рассматриваемой в настоящем томе территории и сопредельных с ней площадей принимал участие большой коллектив специалистов всех уральских территориальных геологических управлений, а также научных сотрудников геологических институтов Академии наук СССР и Министерства геологии СССР.

### **КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УРАЛА И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЕГО МЕТАЛЛОГЕНИИ**

Рудообразование (минералообразование) на Урале является одной из сторон сложного процесса формирования земной коры, тесно связанного с другими геологическими явлениями — тектоническими движениями, осадконакоплением, магматизмом, метаморфизмом, гипергенезом и другими процессами.

В историческом развитии Урал представляет собой полициклическую геосинклинальную систему, первоначально заложенную на консолидированном платформенного типа основании архейско-раннепротерозойского возраста. В дальнейшей истории этой системы отчетливо выделяются два крупных законченных цикла геосинклинального развития: позднепротерозойско-кембрийский и ордовикско-позднепалеозойский, а также этап эпипалеозойского (мезо-кайнозойского) платформенного развития. Указанные четыре естественноисторических периода, или тектоно-магматических цикла: архейско-раннепротерозойский (догеосинклинальный), позднекембрийско-кембрийский (геосинклинальный), ордовикско-позднепалеозойский (геосинклинальный), мезо-кайнозойский (платформенный) — в свою очередь подразделяются на тектоно-магматические этапы и подэтапы, фиксируемые качественными изменениями облика региона (перерывы, перестройка структурного плана). Геологические образования каждого тектоно-магматического цикла объединены в структурные этажи, а последние, в соответствии с тектоно-магматическими этапами и подэтапами, подразделены на структурные ярусы и структурные подъярусы.

Неотъемлемым содержанием каждого выделенного естественноисторического этапа развития региона являются также и сформированные за это время полезные ископаемые, т. е. его металлогения.

Магматические образования Урала подразделяются на три естественные ассоциации, или группы магматических формаций: гранитовые, базальтоидные, гипербазитовые. Анализ геологических соотношений показывает, что каждой магматической формации свойственны определенные ассоциации полезных ископаемых (рудных формаций), не характерные для других формаций. Таким образом, группам магматических формаций отвечают и группы металлогенических формаций: гранитоидные, базальтоидные и гипербазитовые. Гнейсово-мигматитовые комплексы со свойственной им специфической минерагенией выделяются в самостоятельную геологическую и металлогеническую формации. В размещении и развитии различных генетических и минеральных типов относительно интрузий или их метаморфических ореолов наблюдается некоторая зональность и стадийность образования, однако эти связи часто оказываются весьма сложными и противоречивыми и, во всяком случае, не непо-

средственными. Рудообразование в этих случаях не является следствием становления интрузива, с которым ассоциирует оруденение. Большое значение в рудообразовании имеют постмагматические процессы. Оруденение в большинстве случаев эпигенетично к интрузивам.

Развитие уральских рифейской и палеозойской геосинклиналей и их металлогении отчетливо предопределялось строением и составом земной коры в целом и почти непрерывной связью с базальтовыми и подкоровыми слоями Земли. Особенности Урала — наличие разветвленной системы глубинных долгоживущих разломов, обусловивших последовательное заложение двух пространственно почти совпадающих геосинклиналей, неоднократные внутренние перестройки их в ходе развития, многократное и обильное поступление ультраосновных и основных магм. Отсюда определяется и специфическая черта эндогенной металлогении Урала — преобладание базальтоидных магматических и рудных формаций, весьма широкое развитие, гипербазитовых и гранитовых формаций. Геотектонические условия формирования экзогенных месторождений полезных ископаемых были на Урале также весьма разнообразны.

При современном эрозионном срезе на поверхность Урала выходят геологические образования всех четырех структурных этажей. Раннедокембрийский структурный этаж представлен тараташским гнейсовым комплексом, параллелизуемым по возрасту и составу с кристаллическим основанием восточной окраины Русской (Восточно-Европейской) платформы. Изолированный выступ раннедокембрийских образований сложен очковыми гнейсами: биотитовыми, гранат-биотитовыми, гранат-силлиманит-биотитовыми, инъекционными гнейсами, амфиболитами и железистыми (магнетитовыми) кварцитами. Интрузивные породы представлены сравнительно мелкими телами габбро, габбро-диабазов, габбро-амфиболитов, гипербазитов и гранитов, во многом аналогичными встречающимся среди верхнепротерозойских пород, окружающих Тараташский выступ.

Образования позднедокембрийско-кембрийского структурного этажа, соответствующие рифейской геосинклинали, широко развиты в области Башкирского поднятия и в прилегающей части Уралтау; отсюда они сравнительно более узкой полосой прослеживаются по западному склону Урала далеко на север, до побережья Карского моря. По составу пород, характеру разрезов и проявлений магматизма отчетливо устанавливается преимущественно миогеосинклинальный режим формирования этой зоны. Зона эвгеосинклинали располагалась, по-видимому, в пределах современного восточного склона, ее образования перекрыты в настоящее время палеозойскими и послепалеозойскими образованиями большой мощности.

Экзогенная металлогения позднедокембрийско-кембрийской эпохи представлена метаморфизованными титано-циркониевыми россыпями среди кварцитов и песчаников каратауской серии, гематит-магнетитовыми рудами и фосфоритами в отложениях висимской и ашинской свит, сидеритами и магнезитами в карбонатных отложениях бурзянской и юрматинской серий верхнего протерозоя.<sup>1</sup> Эндогенное оруденение в области развития протерозойских и кембрийских образований Центрально-Уральской зоны весьма разнообразно. Здесь известны месторождения высокотитанистых ильменит-магнетитовых и скварновых железных руд, хромитов, серного и медного колчедана, барита, молибденита, редких

<sup>1</sup> Месторождения сидеритов Бакальского района, кристаллических магнезитов Саккинской группы и другие в соответствии с взглядами большинства авторов и составителей настоящего тома рассматриваются как экзогенные образования. Некоторые исследователи относят эти месторождения к гидротермальному типу.— *Прим. ред.*



металлов, золота, рудопоявления медно-никелевых и полиметаллических руд, кварца, флюорита и некоторых других полезных ископаемых. Некоторые месторождения относятся, вероятно, к более поздним металлогеническим этапам, когда отдельные части консолидированной Центрально-Уральской зоны вовлекались в сферу активизации более поздних тектоно-магматических процессов. Основанием для этого являются наличие в этой зоне петрографических и возрастных аналогов интрузивных пород, относящихся на восточном склоне Урала к ордовикско-позднепалеозойской эпохе. В то же время в пределах Центрально-Уральской зоны имеются магматические образования специфического облика и геохимической характеристики, приближающих их к платформенным типам, — граниты-рапакиви, высокотитанистые габбро-диабазы, щелочные гипербазиты, с которыми ассоциируют известные месторождения ильменит-магнетитовых и медно-никелевых руд, сидерита, барита и кристаллического магнетита. В настоящее время особое внимание обращается на изучение геотектонического режима, существовавшего в пределах современной Центрально-Уральской зоны в отрезке времени венд — кембрий, в связи с вероятным формированием здесь в это же время алмазоносных кимберлитовых трубок или иных первично алмазоносных пород.

Уральская складчатая система окончательно сформировалась в результате нового полного цикла геосинклинального развития в период ордовик — поздний палеозой. Положение геосинклинали было предопределено существованием верхнепротерозойско-кембрийского геосинклинального прогиба и, по-видимому, унаследованием некоторых ранее заложённых региональных глубинных разломов. История формирования палеозойской геосинклинали представляется более отчетливой в связи с тем, что большинство ее структурно-фациальных зон доступно, в той или иной мере, непосредственному изучению. Выделяются следующие тектоно-магматические и металлогенические этапы и подэтапы развития этой геосинклинали:

- 1) ордовикско-раннедевонский этап с ордовикско-раннесилурийским и позднесилурийско-раннедевонским подэтапами;
- 2) среднедевонско-раннетурнейский этап со среднедевонским и позднедевонско-раннетурнейским подэтапами;
- 3) познетурнейско-намюрский этап с познетурнейско-ранневизейским и ранневизейско-намюрским подэтапами;
- 4) позднепалеозойский этап со средне-позднекаменноугольным и пермским подэтапами.

Расчленение геосинклинали в результате образования внутренних продольных поднятий и прогибов, моделируемых региональными глубинными разломами, меняющиеся амплитуды и знаки тектонических движений во времени в пределах различных зон и по их простиранию, многократные обильные проявления магматизма базальтоидного и гипербазитового типов и, наконец, общая инверсия геосинклинали, сопровождавшаяся формированием нескольких протяженных поясов крупных гранитных интрузий, — все это и определило наличие чрезвычайно разнообразных геологических, тектонических, палеогеографических, фациальных и других условий образования и размещения месторождений ордовикско-позднепалеозойской металлогенической эпохи.

Приосевая зона Урала, сложенная преимущественно породами протерозойского и кембрийского возраста, в период формирования палеозойской геосинклинали, по-видимому, представляла собой цепь жестких срединных массивов. Она и явилась естественной границей между миогеосинклинальной и эвгеосинклинальной областями. К области миогеосинклинали по современному структурному плану относятся Пред-

уральский краевой прогиб, Западно-Уральская внешняя зона линейной складчатости и Центрально-Уральское поднятие с его виргациями (Пайхойской, Тиманской, Башкирской); область эвгеосинклинали охватывает Тагильско-Магнитогорский прогиб, Восточно-Уральское поднятие (включая Центрально-Мугоджарское), Восточно-Уральский прогиб, Зауральское поднятие и Тюменско-Кустанайский прогиб.

Эвгеосинклинали область в течение всего цикла развития палеозойской геосинклинали, от ее заложения до общей инверсии, на всем протяжении являлась ареной мощных магматических процессов. Магматические образования в открытой части восточного склона Урала занимают до 45% площади, в том числе базальтоидные формации 24%, гипербазитовые 6%, гранитоидные 15%. В связи с этим на восточном склоне Урала сосредоточено и преобладающее количество месторождений эндогенных полезных ископаемых.

Палеозойский магматизм проявлялся неравномерно как во времени, так и по площади; всего выделяется четыре этапа магматизма. Начальная стадия первого этапа (ордовик — ранний силур) характеризуется интенсивной вулканической деятельностью, обусловившей накопление мощных толщ пород базальтовой формации на значительных территориях. В позднесилурийско-раннедевонском подэтапе развивался интрузивный магматизм габброидных и гипербазитовых формаций. Этому подэтапу соответствует образование Кемпирсайского, Салатимского и других гипербазитовых и Платиноносного дунит-пироксенит-габбрового поясов. В последующие два этапа также имели место интрузии ультраосновной магмы по зонам глубинных разломов, приведшие к формированию протяженных гипербазитовых поясов, и интенсивные излияния лав с образованием пирокластов и комагматичных интрузий базальтового состава. Позднепалеозойский этап, соответствующий общей инверсии палеозойской геосинклинали, является периодом исключительно широкого развития гранитового магматизма, обусловившего образование крупных интрузий, протянувшихся в виде нескольких поясов внутри Восточно-Уральского и Зауральского поднятий на восточном склоне Урала.

В размещении разновозрастных магматических образований в общем виде намечается преимущественная приуроченность базальтоидных формаций к прогибам, гранитовых — к поднятиям, гипербазитовых — к глубинным разломам на границах прогибов и поднятий. Намечается также смена в восточном направлении более ранних магматических образований приосевой части Урала более молодыми; исключением является средняя часть Магнитогорского погружения, где раннекаменноугольный магматизм пространственно совмещен с зонами развития девонского и силурийского магматизма.

Полезные ископаемые палеозойской эндогенной металлогении представлены на Урале несколькими тысячами месторождений и рудопроявлений железа, хрома, титана, ванадия, платины, меди, золота, цинка, свинца, тантала, ниобия, вольфрама, молибдена, циркона, редких земель, асбеста, слюды, кварца, талька, барита, корунда, полевых шпатов, графита, драгоценных камней и др., которые объединяются в ряд металлогенических зон (рис. 1). В мезо-кайнозойский этап платформенного развития Урала формируются многочисленные месторождения экзогенного типа.

### ***Металлогения базальтоидных формаций***

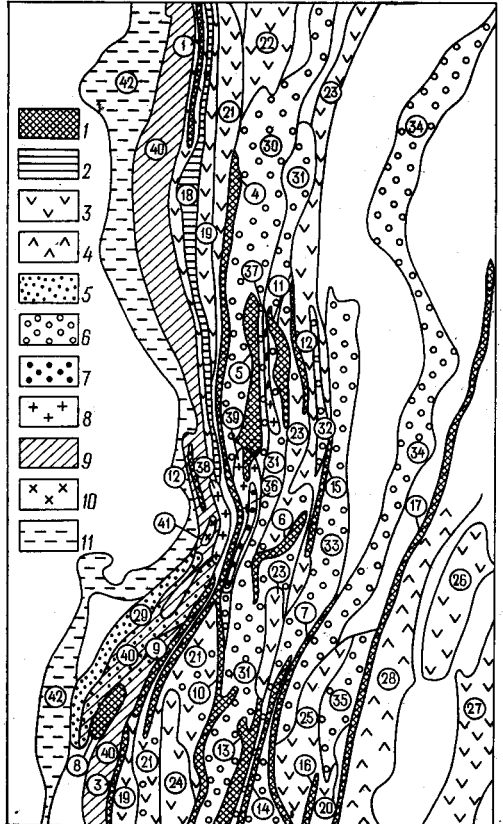
С базальтоидами, представленными на Урале интрузивными и эффузивными комагматами, ассоциируют ильменит-магнетитовое и титаномагнетитовое оруденение в габбро и габбро-диабазам; медно-

титаномагнетитовое в габбро; скарновое (магнетитовое, медно-магнетитовое, медное и марганцевое) в эффузивно-осадочных толщах; гидротермальное: мушкетовит-гематитовое в доломитах, гаусманит-родохрозитовое, колчеданное и баритовое, ассоциирующие с вулканогенно-осадочными толщами кислого и среднего состава, медно-кобальтовое, медно-порфирировое, полиметаллическое и некоторые другие.

На примерах детального изучения массивов Платиноносного пояса установлено, что слагающие их породы не всегда являются следствием

Рис. 1. Схема металлогенического районирования Урала

1 — металлогенические зоны дунит-гарцбургитовой формации: 1 — Салатимская (O-D<sub>1</sub>), 2 — Бардымская (O-D<sub>1</sub>), 3 — Байгускаровско-Кемпирсайская (O-D<sub>1</sub>), 4 — Серовско-Мнаскайская (O-D<sub>1</sub>, D<sub>2-3</sub>), 5 — Салдинско-Первомайская (D<sub>2-3</sub>), 6 — Казбаевско-Муслимовская (D<sub>2-3</sub>), 7 — Аккаргинско-Джетыгаринская (D<sub>2-3</sub>-C<sub>1</sub>), 8 — Кракинская (C<sub>1</sub>), 9 — Карабашско-Нуралинская (C<sub>1</sub>), 10 — Куликовско-Кацбахская (C<sub>1</sub>), 11 — Алапаевско-Асбестовская (C<sub>1</sub>), 12 — Артемовская (C<sub>1</sub>), 13 — Успенско-Могутовская (C<sub>1</sub>), 14 — Наследниково-Киембаевская (C<sub>1</sub>), 15 — Монастырско-Курмановская (C<sub>1</sub>), 16 — Батмановско-Гришинская (C<sub>1</sub>), 17 — Каргапольско-Иргизская (C<sub>1</sub>); 2 — металлогенические зоны дунит-клинопироксенитовой формации и габбровой субформации габбро-гранитоидной формации: 18 — Чистопско-Ревдинская (O-D<sub>1</sub>); 3 — металлогенические зоны габбро-гранитоидной интрузивной формации, кварц-альбитофир-диабазовой и андезитодацитов эффузивных формаций: 19 — Тагилло-Баймакская (O-D<sub>1</sub>), 20 — Денисовская (O-D<sub>1</sub>), 21 — Красноуральско-Сибайская (D<sub>2</sub>-C<sub>1t1</sub>), 22 — Северо-Сосьвинская (D<sub>2</sub>-C<sub>1t1</sub>), 23 — Восточно-Уральская (D<sub>2</sub>-C<sub>1t1</sub>, C<sub>1t2</sub>-n), 24 — Магнитогорская (C<sub>1t2</sub>-n), 25 — Кулевчинская (C<sub>1t2</sub>-n), 26 — Курганская (C<sub>1t2</sub>-n), 27 — Убаганская (C<sub>1t2</sub>-n); 4 — металлогенические зоны диорит-гранодиоритовой формации: 28 — Валерьяновская (C<sub>1t2</sub>-n); 5 — металлогенические зоны габбро-диабазовой формации: 29 — Бакало-Златоустовская (PcM<sub>2</sub>); 6 — металлогенические зоны гранитоидной формации и формации малых интрузий пестрого состава: 30 — Верхотурско-Верхисетская (Pz<sub>3</sub>), 31 — Мурзинско-Адамовско-Мугоджарская (Pz<sub>3</sub>), 32 — Алтынайская (Pz<sub>3</sub>), 33 — Красногвардейско-Акулакайская (Pz<sub>3</sub>), 34 — Шадринско-Троицкая (Pz<sub>3</sub>), 35 — Смирновская (Pz<sub>3</sub>); 7 — металлогенические зоны миаскитовой формации: 36 — Вишневогорско-Ильменогорская (Pz<sub>3</sub>); 8 — металлогенические зоны гнейсово-мигматитовых комплексов: 37 — Западнo-Мурзинская, 38 — Уфалейская, 39 — Сысертская; 9 — полихронные и полиформационные зоны: 40 — Центрально-Уральская (PcM<sub>2</sub>, Ст, O-D<sub>1</sub>, Pz<sub>3</sub>); 10 — металлогенические зоны кристаллического фундамента: 41 — Тараташская (PcM<sub>1</sub>); 11 — металлогенические зоны миогеосинклинальной области с телетермальным оруденением: 42 — Пайхойско-Башкирская (Pz<sub>3</sub>)



дифференциации на месте габбровой магмы, как считалось ранее, в них пространственно совмещены, по-видимому, самостоятельные интрузии дунитового, габбро-норитового и плагиигранитового состава. Некоторые интрузии пережили длительный процесс метасоматической эволюции, приведший к замещению части первичных дунитов и габбро-норитов разнообразными гипербазитами и базитами. В этих случаях процессы петрогенеза сопровождались существенным перераспределением рудных компонентов — железа, титана, ванадия, хрома, меди, никеля. В размещении титаномагнетитового оруденения определенное значение имеет псевдостратификация ультрабазитов и базитов; руды располагаются среди пироксенитов (диаллагитов) и крупнозернистых горнблендитов, а также в пироксеновых биотитовых габбро и оливинитах. Медное и медно-никелевое оруденение более позднее по отношению к титаномагнетитам и в большей мере контролируется разрывными структурами.

Скарновые месторождения железа и меди ассоциируют с гранитоидами повышенной основности и щелочности (сиениты, гранодиориты), относящимися к базальтоидным (габбровым) формациям и залегающими среди слоистых вулканогенно-осадочных толщ, представленных основными вулканитами с прослоями и линзами карбонатных или карбонатсодержащих пород. Оруденение встречается как непосредственно в приконтактных зонах интрузий, так и в отдалении, без видимой связи с интрузиями. В настоящее время убедительно доказывается отсутствие непосредственной генетической связи оруденения с интрузивными породами, в контакте или вблизи которых оно находится. Постмагматические метасоматические изменения рудовмещающих пород захватывают как вмещающие, так и сами интрузивные породы. Изменения проявляются в ороговикании, скаполитизации, скарнировании (образование пироксена, граната, эпидота) и развитии водных силикатов (актинолита, хлорита), причем оруденение является более поздним по отношению к скарнам, приурочивается обычно к зонам тектонических нарушений. В месторождениях медно-магнетитовой формации сульфиды железа, меди и иногда цинка накладываются на магнетитовое оруденение.

Колчеданные месторождения Урала пространственно связываются с проявлениями кварц-альбитофир-диабазовой и андезито-дацитово-эффузивных формаций и их интрузивных, субвулканических аналогов. Месторождения формируются в тектонически мобильных зонах и длительно развивающихся структурах, характеризующихся большой мощностью вулканокластических образований. По взаимоотношению рудных тел со слоистыми вмещающими породами, с субвулканическими образованиями и малыми интрузиями доколчеданного возраста, а также по взаимоотношениям с околорудными метасоматически измененными вмещающими породами в большинстве случаев устанавливается эпигенетический характер оруденения, приуроченность его к вулкано-купольным структурам, к зонам расщепления, складкам изгиба и другим пликативным и дизъюнктивным дислокациям. Породы вдоль рудовмещающих структур несут следы интенсивной гидротермальной переработки в виде ореолов вторичных кварцитов, зон серицитизации, хлоритизации, пропилитизации и баритизации. Оруденение представлено серноколчеданным, медноколчеданным и колчеданно-полиметаллическим типами и встречается как в виде отдельных самостоятельных тел, так и в совместном нахождении; отчетливо устанавливается многоэтапность формирования месторождений и зональность в их размещении.

Во многих случаях колчеданные и магнетитовые руды сформированы в одних и тех же рудных зонах и рудных полях. Это дает основание считать железорудные зоны базальтоидных формаций всех этапов перспективными для поисков колчеданного оруденения и наоборот. Установлено наличие колчеданного оруденения также в миогеосинклинальных зонах Урала. Сведения о нем и его окружении пока что весьма скудные.

### *Металлогения гипербазитовых формаций*

Широкое развитие ультраосновных пород и связанных с ними месторождений полезных ископаемых, а также большой временной диапазон проявления гипербазитового магматизма являются одной из особенностей формирования Уральской палеозойской геосинклинали. Вопреки существующим представлениям о принадлежности гипербазитового магматизма к начальной стадии развития геосинклиналей, на Урале устанавливается несколько его этапов от периода заложения геосинклинали до предорогенного этапа включительно: ордовикско-раннедевонский,



средне-позднедевонский и раннекаменноугольный. Гипербазитовый магматизм на Урале проявляется во всех основных тектоно-магматических этапах, на их ранних стадиях. Выделяются три ассоциации (формации) ультраосновных пород: дунит-клинопироксенитовая, дунит-гарцбургитовая и пироксенит-перидотитовая<sup>1</sup>. Первые две ассоциации являются типичными геосинклинальными, они широко развиты на всем протяжении Урала и во всех структурных зонах эвгеосинклинали от Платиноносного и Салатимского перидотитовых поясов на западе до перекрытых зауральских структур на востоке.

Дунит-клинопироксенитовая ассоциация наиболее широко представлена в массивах Платиноносного пояса, реже отмечается в отдельных массивах восточного склона Урала. С нею связаны месторождения платины, титаномагнетитовых, апатит-титаномагнетитовых и медно-никелевых сульфидных руд. Дунит-гарцбургитовая ассоциация широко развита на всем восточном склоне Урала. С ней генетически и пространственно связываются месторождения хромитов (иногда с платиноидами), хризотил-асбеста, щелочных амфибол-асбестов, талька и талькового камня, сульфидного никеля; в корях выветривания гипербазитов образуются месторождения природно-легированных бурых железняков, силикатно-никелевых руд и магнезита.

В миогеосинклинальной зоне, соответствующей западному склону Урала, установлены сравнительно небольшие массивы гипербазитов пироксенит-перидотитовой ассоциации, располагающиеся цепочкообразно среди пород досреднедевонского возраста. Помимо указанного особого геоструктурного положения пород этой ассоциации, они отличаются от восточноуральских содержанием железа, титана, хрома и глинозема, приближаясь по составу к платформенному типу ультраосновных пород. С этой ассоциацией связана хромитовая и хризотил-асбестовая минерализация. Начато весьма тщательное изучение и картирование проявлений ультраосновных пород в этой зоне в связи с поисками первоисточников алмазов.

Особенностью металлогении гипербазитовых формаций является то, что эндогенное оруденение размещается лишь непосредственно в пределах интрузивных тел. Известные в ряде ультраосновных массивов или вблизи них рудопроявления золота, медноколчеданных и медно-кобальтовых руд, медистых магнетитов и некоторых других полезных ископаемых, по-видимому, не относятся к данной металлогенической формации.

Хромитовое оруденение известно на всех этапах проявления гипербазитового магматизма, но наиболее крупные месторождения относятся к ордовикско-раннедевонскому этапу (Кемпирсайская группа). Большинство месторождений хромитов восточных гипербазитовых поясов относится к средне-позднедевонскому и раннекаменноугольному этапам. Высокохромистые руды залегают среди дунитов и аподунитовых серпентинитов. Большинство исследователей относят хромиты к позднемагматическим образованиям, однако имеются сторонники метасоматического их происхождения.

<sup>1</sup> В принятом в I части тома делении ультраосновные породы выделяются в составе двух формаций — перидотитовой и габбровой. Согласно новейшим исследованиям (Д. С. Штейнберг, И. Д. Соболев и др.), ультрабазитовые формации подразделяются на преобладающие дунит-гарцбургитовые (гипербазитовые), дунит-клинопироксенитовые и резко подчиненные им по объему пироксенит-перидотитовые, что и принимается авторами настоящего очерка. Некоторыми геологами (Булькин, Золоев, 1968) выделяется самостоятельная ассоциация (формация) регенерированных оливин-пироксеновых пород, с которой генетически и пространственно связываются месторождения антофиллит-асбеста. Последние рассматриваются в данной главе в группе рудных формаций гнейсово-мигматитовых комплексов.

Образование месторождений хризотил-асбеста связывается с воздействием более молодых гранитоидов на ультраосновные породы преимущественно дунит-гарцбургитового состава, подвергшиеся частичной автометаморфической серпентинизации. Замечено, что именно вокруг сохранившихся перидотитовых ядер формируется сеть жил и прожилков хризотил-асбеста различного строения и концентрации. В близких к этим условиям формируются месторождения режикит-асбеста, однако здесь особое значение имеет широкое развитие среди перидотитов жильных комагматов основного и ультраосновного состава, а также проявление в жильных полях щелочного (натрового) метасоматоза и оталькования.

С ультрабазитами связан еще один тип асбестов — антофиллитовый, имеющий важное промышленное значение. Антофиллит-асбест развивается псевдоморфно по энстатиту и антофиллиту в своеобразных породах, состоящих из указанных минералов и оливина в разных соотношениях и образовавшихся, в свою очередь, за счет глубокого метаморфизма серпентинитов, залегающих в виде мелких тел среди гнейсово-мигматитовых комплексов.

Месторождения талька и талькового камня размещаются среди серпентинитовых массивов в зонах влияния гранитовых интрузий. Одно из крупных месторождений талька (Тальковый Камень) приурочено к массиву серпентинитов, залегающему среди сысертского гнейсового комплекса.

### ***Металлогения гранитоидных формаций***

Гранитовый магматизм ордовикско-позднепалеозойского тектономагматического цикла отчетливо связан с заключительной орогенной стадией и общей инверсией геосинклинали. Менее отчетливо выделяется посторогенная стадия так называемых малых интрузий; открытым остается вопрос о наличии на Урале каледонских гранитных интрузий. Гранитовые формации более ранних этапов имеют сравнительно ограниченное распространение, встречаются только в пределах Центрально-Уральского поднятия.

Гранитовая позднепалеозойская формация представлена четырьмя ассоциациями пород кислого состава: гранодиорит-кварцево-диоритовой, нормальных гранитов, лейкократовых и аляскитовых гранитов и гранит-порфировой (посторогенной), а также ассоциацией щелочных пород (сиениты, нефелиновые сиениты).

С гранитовыми формациями на Урале связаны промышленные концентрации золота, мышьяка, вольфрама, ниобия, тантала, молибдена, редких земель, циркония, сурьмы и ртути в месторождениях различных генетических типов (скарновых, пегматитовых, пневматолито-гидротермальных), а также месторождения слюды, керамического сырья, кварца, драгоценных камней. Устанавливается связь минерального состава оруденения с определенными ассоциациями гранитоидов: с гранодиоритовой — золота, арсенопирита, шеелита, молибденита; с гранитовой — золота, шеелита, колумбита, ксенотима; с аляскитовой — вольфрамита, танталит-колумбита, ксенотима; со щелочной миаскитовой ассоциацией — пирохлора, циркона и других редкоземельных минералов. Оруденению везде предшествуют или сопутствуют гидротермально-пневматолитические изменения рудовмещающих пород, как интрузивных, так и пород кровли, выражающиеся в их калишпатизации, альбитизации, грейзенизации, окварцевании, скарнировании.

Месторождения располагаются часто непосредственно среди гранитов или в секущих их жильных образованиях, преимущественно в эндо-



контактных зонах, а также во вмещающих породах. По форме рудных тел это жилы заполнения трещин, штокверки или тела метасоматитов, развивающиеся вдоль тектонически ослабленных зон по гранитам, дайкам, вдоль слоистости вмещающих пород, по контактам других разнородных сред и т. п.

Редкометалльные месторождения обычно являются комплексными. Это связано с многоэтапностью формирования месторождений и наложением одних фаз оруденения на другие.

### ***Металлогения гнейсово-мигматитовых комплексов***

Металлогения (минерагения) гнейсово-мигматитовых комплексов, занимающих обширные территории в пределах уральских региональных поднятий, определяется особенностями их многоэтапного развития. Неоднократно возникающие и относительно долго сохраняющиеся условия высокой подвижности компонентов, высокие давления, низкий термодинамический градиент оказались неблагоприятными для концентрации большинства рудных элементов. В то же время такая обстановка способствовала перекристаллизации и некоторой перегруппировке главных петрогенных элементов, т. е. процессам, играющим ведущую роль при формировании нерудных полезных ископаемых. Именно поэтому в гнейсово-мигматитовых комплексах Урала сформированы месторождения мусковита, кианита, силлиманита, граната, графита, корунда, рутила, полевошпатового сырья, гранулированного кварца, антофиллит-асбеста, талька и некоторых других полезных ископаемых. Пространственное размещение этих месторождений контролировалось метаморфической зональностью, отражающей термодинамические условия в той или иной части гнейсово-мигматитового комплекса, режим щелочности — кислотности, характер и интенсивность метасоматических процессов и т. д.

Особенности металлогении отдельных гнейсово-мигматитовых комплексов определяются составом субстрата, различным характером метаморфических процессов ранних и поздних этапов, спецификой тектонических структур и другими локальными факторами. Наибольший промышленный интерес в настоящее время представляют месторождения антофиллит-асбеста, графита, талька и гранулированного кварца. Изучаются месторождения железа, титана, мусковита и др.

### ***Экзогенная металлогения Урала***

Экзогенная металлогения Урала тесно связана во времени с определенными тектоно-климатическими режимами и, как правило, с развитием древних пенепленов и кор выветривания. Такие режимы имели место как в геосинклинальный, так и в платформенный периоды развития Урала.

Бурзянский, юрматинский и каратауский металлогенические этапы характеризуются широким развитием кварцитов, филлитовидных сланцев (нередко приобретающих черный цвет от избытка углистого материала), магнезиальных карбонатных пород, а также метаморфизованных титано-циркониевых россыпей (зильмердакская и другие свиты), железных руд (зигазино-комаровская свита), гематитизированных пород (россолинская свита) и проявлений осадочных медных руд в пестроцветных сериях пород. Интенсивное проявление осадочной дифференциации с обособлением чисто кварцевых, отчасти аркозовых, псефитов и псаммитов, титановых минералов и циркона и хемогенного железа, наличие пестроцветных серий пород — все это указывает на важную роль древних кор выветривания при рифейском осадкообразовании. Обнаружен-

ные к настоящему времени типы полезных ископаемых, вероятно, не исчерпывают их полный перечень. В частности, правомерна постановка исследований, а в дальнейшем и поисков высокоглиноземистых пород, метаморфизованных россыпей золота и т. д.

В предордовике значительная часть Русской платформы и западного склона Урала являлась сушей, где происходило раннепалеозойское (древнее) выветривание. Ордовикско-раннедевонский металлогенический этап характеризуется наличием продуктов древнего выветривания в виде кварцитов и пестроцветных серий пород. С последними связано накопление осадочной меди. Обломочные породы ордовика содержат отдельные кристаллы алмазов.

В среднем и позднем девоне на Русской платформе и в ряде мест Урала происходило корообразование, с которым было связано отложение бокситов (СУБР, ЮУБР), оолитовых железняков и флинткляя (пашийская свита), титан-циркониевых россыпей и накопление алмазонасной кластической толщи (такатинская свита). Сходный характер и близкий комплекс полезных ископаемых имеют толщи, принадлежащие нижнекаменноугольному металлогеническому этапу.

Своеобразный комплекс полезных ископаемых связан с аридизацией климата в пермском металлогеническом этапе (каменная и калийная соли, медистые песчаники, гипсы, ангидриты).

Платформенному этапу развития Урала соответствует одна из крупнейших металлогенических эпох — мезо-кайнозойская. Мощное корообразование каолинового, а временами и латеритного типа в мезозое стимулировало накопление многих видов полезных ископаемых. В отличие от всех предыдущих металлогенических этапов, в данном случае значительную роль играют месторождения остаточного генезиса — никелевые и природно-легированные железные руды, ильменитовые и колумбитовые элювиальные россыпи, магнезит, зоны вторичного обогащения коренных месторождений меди и золота, первичные каолины, маршалиты и т. д. Большую группу составляют осадочные месторождения железных руд халиловского, алапаевского и аятского типов, бокситов, огнеупорных глин, фосфоритов, марганцевых руд, россыпей золота, платины, титановых минералов, циркона, алмаза.

В палеогеновое время происходило образование железных руд лисаковского типа, марганцевых руд, фосфоритов, россыпей золота, платины, алмазов и минералов титана и циркония.

В неоген-четвертичное время большинство упомянутых ранее видов минерального сырья не образовывалось ввиду полного прекращения как каолинового, так и латеритного выветривания. Продолжалось лишь образование россыпей золота, платины, алмазов, главным образом за счет переотложения этих ценных компонентов при размыве мезозойских и палеогеновых россыпей.

### МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ УРАЛА

Металлогеническое районирование производилось на основе тщательного исследования богатой событиями истории развития и становления Уральской геосинклинальной системы в целом и ее важнейших структурно-фациальных зон. При этом учитывались и использовались все установленные на Урале связи и зависимости между геологическими и металлогеническими формациями. В результате такого анализа на Урале выявились обширные и более узкие области, которые в определенные промежутки геологического времени подчинялись единому тектоническому режиму. В пределах этих областей в сходной геологической обстановке проявлялся близкий по типу магматизм и формировались тож-

дественные комплексы месторождений полезных ископаемых. Такие области рассматриваются как металлогенические зоны.

Выделение металлогенических зон и их типизация в общеуральском плане позволяют делать общие прогнозные заключения о вероятности нахождения месторождений того или иного полезного ископаемого в новых районах в пределах выделенных металлогенических зон.

Выделяются следующие типы металлогенических зон эндогенного оруденения.

1. Зоны развития дунит-гарцбургитовой формации, приуроченные к глубинным разломам, развитым преимущественно на границах прогибов и поднятий. С ними связано хромитовое, медно-кобальт-никелевое, осмисто-иридиевое, хризотил-асбестовое, режикит-асбестовое, тремолит-асбестовое, тальковое и силикатно-никелевое (экзогенное) оруденение (см. рис. 1).

Формирование зон происходило главным образом в ордовикско-раннедевонское, среднедевонско-раннетурнейское и поздне-турнейско-намюрское время. Крупные месторождения асбеста и талька возникли главным образом в позднем палеозое в связи с воздействием на гипербазиты эманаций гранитовой магмы. Месторождения силикатного никеля формировались в процессе развития мезозойской коры выветривания. В зонах развития дунит-гарцбургитовой формации расположены известные месторождения хромита (Алапаевская группа, Ключевское), хризотил-асбеста (Баженовское, Красноуральское) и талька (Сысертское, Шабровское), промышленные месторождения силикатно-никелевых руд (Верхне-Уфалейская группа, Серовское и др.) и перспективные месторождения медно-кобальт-никелевых руд.

В физических полях рассматриваемых зон проявляются гравитационные ступени и линейные интенсивные магнитные аномалии.

2. Зоны развития дунит-клинопироксенитовой формации и габбровой субформации габбро-гранитовой формации, располагающиеся вдоль глубинных разломов, преимущественно в прогибах, вблизи границ с поднятиями.

Образование зон относится к ордовикско-раннедевонскому и, в меньшей мере, к среднедевонско-раннетурнейскому и поздне-турнейско-намюрскому этапам. В зонах этого типа расположены многочисленные месторождения титаномагнетитовых (Качканарское) и медно-титаномагнетитовых (Волковское) руд. Типичным представителем рассматриваемого типа зон является Чистопско-Ревдинская металлогеническая зона, или так называемый Платиноносный пояс (см. рис. 1). Эта зона протягивается вдоль западного борта Тагильско-Магнитогорского прогиба на 1200 км, уходя на севере за пределы рассматриваемой территории. Она включает цепь сложно построенных интрузивных массивов габбрового, дунит-пироксенитового и плагиогранитового составов: Хорасюрский (на севере), Чистопский, Помурский, Денежкинский, Кумбинский, Кытлымский, Павдинский, Качканарский, Баранчинский, Тагильский и Ревдинский (на Среднем Урале). Далее на юг продолжение Платиноносного пояса можно предполагать на глубине по наличию высоких гравитационных аномалий, прослеживающихся вплоть до Мугоджар. Металлогеническое значение Платиноносного пояса Урала весьма велико как в связи с приуроченностью к нему комплекса эндогенных полезных ископаемых, так и по его влиянию на формирование широкой зоны россыпных месторождений платины.

3. Зоны развития габбро-гранитоидной и диорит-гранодиоритовой интрузивных формаций, кварц-альбитофир-диабазовой, андезито-базальтовой и андезито-дацитовой эффузивных формаций и малых субвулканических тел со скарново-магнетитовым, скарново-марганцевым,

скарново-медным, колчеданным, меднопорфировым, медно-турмалиновым, медно-кобальтовым, медно-цеолитовым, баритовым и золотым оруденением (см. рис. 1).

Металлогенические зоны этого типа располагаются преимущественно в пределах прогибов, реже — в отрицательных структурах поднятий. Они характеризуются высокими значениями поля силы тяжести с локальными максимумами и сложным магнитным полем. Зоны сформировались в ордовикско-раннедевонское, среднедевонско-раннетурнейское и познетурнейско-намюрское время, включают крупные промышленные скарново-магнетитовые (гора Высокая, гора Магнитная, Кустанайская группа), медноколчеданные (Красноуральская группа, III Интернационала, Левихинские) и промышленные скарново-медные, медно-кобальтовые, медно-турмалиновые и золоторудные месторождения.

4. Зоны развития гранитоидной интрузивной формации и формации малых интрузий располагаются преимущественно в пределах поднятий и формируются в орогенную стадию развития геосинклинали. Образование зон этого типа происходило в кембрийском и позднепалеозойском тектоно-магматических этапах. Одна из наиболее крупных металлогенических зон этого типа — Мурзинско-Адамовско-Мугоджарская — охватывает огромный пояс крупных гранитных интрузий Восточно-Уральского поднятия. Протяженность зоны в открытой части восточного склона Урала 1300 км; на севере и юге она выходит за пределы описываемой территории. С данной зоной связано большинство месторождений золота, редких металлов, керамического сырья, драгоценных камней и ряда других полезных ископаемых.

Зоны характеризуются пониженными значениями поля силы тяжести с локальными минимумами, отвечающими гранитным массивам, и сложным, преимущественно пониженным магнитным полем с локальными положительными аномалиями.

5. Зоны развития миаскитовой интрузивной формации с циркониевой и ниобиевой минерализацией. К этому типу относится Вишневогорская позднепалеозойская металлогеническая зона.

Для нее характерно относительно повышенное гравитационное поле и сложное магнитное поле с интенсивными положительными аномалиями над массивами миаскитов.

6. Зоны развития посторогенных малых интрузий пестрого состава с золоторудной минерализацией. Образование зон этого типа имело место в позднепалеозойском металлогеническом этапе (Джетыгаринская и Березовско-Первомайская зоны<sup>1</sup>).

7. Зоны развития гнейсово-мигматитовых комплексов с месторождениями антофиллит-асбеста, мусковита, рутила, графита, граната, и других, располагающиеся в пределах поднятий. К ним относятся Западно-Мурзинская, Уфалейская, Сысертская и другие зоны. Формирование их происходит в течение нескольких тектоно-магматических этапов.

В физических полях большинству зон отвечают относительно повышенные значения поля силы тяжести и пониженное магнитное поле с локальными положительными магнитными аномалиями.

8. Зоны развития липарит-базальтовой формации, потенциально перспективные на цветные (медь, цинк, свинец) и редкие металлы. Зоны располагаются вдоль глубинных разломов в палеозойском фундаменте эпигерцинской платформы и формируются в платформенный этап развития складчатого пояса. К этому типу относится Зауральская зона.

<sup>1</sup> На рис. 1 эти зоны, а также зоны Зауральска не показаны.

9. Металлогенические зоны с телетермальным полиметаллическим, пьезокварцевым и флюоритовым оруденением. Зоны располагаются в пределах миогеосинклинальной области и характеризуются отсутствием магматических проявлений. Телетермальное оруденение формируется, по-видимому, в орогенную стадию развития геосинклинали. К этому типу относится Пайхойско-Башкирская зона.

10. Полихронные и полиформационные металлогенические зоны (зоны срединных массивов) с хромитовым, ильменит-магнетитовым, медным, редкометальным, золотым и другим оруденением. Зоны располагаются в пределах поднятий, характеризуются развитием магматических образований разных этапов. Наиболее важными полезными ископаемыми этого типа зон являются свинец, тантал, ниобий, молибден, вольфрам, пьезокварц. К рассматриваемому типу относится Централь-но-Уральская зона.

11. Металлогенические зоны кристаллического фундамента (Тараташская зона) с месторождениями железистых кварцитов и силлиманитовой минерализацией.

Металлогеническое районирование экзогенных месторождений Урала проведено с учетом геотектонических и палеогеографических условий формирования региона, а также стратиграфических, фациально-литологических, ландшафтно-геохимических и климатических факторов. По условиям образования и связи месторождений с различными геологическими формациями выделяются следующие главные типы металлогенических зон:

1) терригенных прибрежно-морских геосинклинальных формаций (железо, фосфориты, титан, цирконий, алмазы, бокситы);

2) известняковых (рифогенных) морских геосинклинальных формаций (бокситы);

3) вулканогенно-кремнистых геосинклинальных формаций (марганец);

4) угленосных прибрежно-морских геосинклинальных формаций (уголь, титан, цирконий);

5) галогенных лагунно-морских формаций (гипс, каменная и калийная соли);

6) красноцветных континентальных и прибрежно-морских платформенных формаций (медь);

7) угленосных платформенных формаций (каменные и бурые угли, бокситы);

8) терригенно-кремнистых морских платформенных формаций (марганец, фосфорит);

9) терригенных морских платформенных формаций (железо, фосфорит);

10) терригенных континентальных формаций (железо, бокситы, россыпи золота, платины, алмазов, титановых минералов, циркония и др.);

11) формации кор выветривания (остаточные месторождения природно-лепированных железных руд, силикатного никеля, тантало-ниобатов, каолинов, маршалитов и других ископаемых).

Образование концентраций экзогенных полезных ископаемых происходило в архее и раннем протерозое (тараташские железистые кварциты), позднем протерозое (железные руды, титано-циркониевые россыпи), ордовике (железные руды), среднем девоне (бокситы, алмазы, титан, цирконий), позднем девоне (бокситы, железо), раннем карбоне (уголь, бокситы), среднем карбоне (гипс), ранней перми (калийная и каменная соли), поздней перми (уголь, медистые песчаники), триасе — ранней юре (уголь), средней — поздней юре (уголь, железо, никель, золото), мелу (бокситы, железо), палеогене (марганец, железо,



уголь, золото, алмазы), неоген — квартере (россыпи золота, платины, алмазов и других устойчивых минералов).

Закономерная связь оруденения с этапами тектоно-магматического развития геосинклинали отражена в табл. 1. Размещение месторожде-

Таблица 1

Распределение полезных ископаемых во времени  
и сравнительные масштабы оруденения

Месторождения полезных ископаемых	Pt <sub>1</sub>		Pt - Cm				O - P				T - O		
	A - Pt <sub>1</sub>	Pt <sub>3</sub> br	Pt <sub>3</sub> j	Pt <sub>3</sub> kr	Cm	O - Pt <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> - O <sub>1</sub> - t <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> - t <sub>2</sub> p	C <sub>2</sub> - P	T - J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub> - N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> - O	
<u>Эндогенные</u>													
Титаномагнетитовые			■			■							
Скарново-магнетитовые						■	■	■	■				
Скарново-медные						■	■	■	■				
Хромитовые					■	■	■	■	■				
Медноколчеданные						■	■	■	■				
Меднопорфировые							■	■	■				
Медно-кобальт-никелевые								■	■				
Полиметаллические								■	■				
Золотые						■	■	■	■				
Редкометалльные								■	■				
Кварцевые						■	■	■	■				
Хризотил-асбестовые						■	■	■	■				
Тальковые						■	■	■	■				
Мусковитовые								■	■				
<u>Экзогенные</u>													
Железорудные	■	■									■		
Сидеритовые	■	■	■										
Марганцевые											■		
Бокситовые							■	■	■		■		
Медистых песчаников								■	■		■		
Силикатно-никелевые								■	■		■		
Калийных солей								■	■				
Магнетитовые		■	■										
Ископаемых углей								■	■		■		
Титано-циркониевые (россыпи)				■			■	■	■		■		
Золото-платиновые (россыпи)											■	■	
Алмазные (россыпи)												■	

ний главнейших полезных ископаемых, рассматриваемых в настоящей книге тома, показано на прилагаемых схемах (приложения 1 и 2). На указанные схемы нанесены все известные месторождения и проявления, часть из которых не описывается в тексте. Так, в разделе «Неметалли-



ческие полезные ископаемые» не приводятся описания месторождений самородной серы, минеральных пигментов и других полезных ископаемых, не имеющих принципиального значения для отражения состояния сырьевой базы Урала.

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ УРАЛА

Металлогеническими исследованиями определились широкие возможности дальнейшего развития существующих и создания новых минерально-сырьевых баз на Урале. И не только по традиционным для региона полезным ископаемым, но и по металлам, казавшимся ранее не свойственным ему, — свинцу, сульфидному никелю, молибдену, танталу, рутути, а также коренным алмазоносным породам и др.

В самом крупном плане перспективы рудоносности Урала раскрылись сразу же после того, как непредвзятый металлогенический анализ показал, что история становления Уральской геосинклинальной системы и отдельно взятой палеозойской геосинклинали бесконечно богаче укоренившихся официальных представлений о стадиях развития геосинклиналей вообще и проявлениях в них определенного магматизма и рудоносности в строго положенные этапы.

С ордовика по раннекаменноугольное время на Урале трижды повторялись внедрения гипербазитов и проявлялся мощный базальтоидный магматизм. Соответственно трижды формировались хромитовые, скарново-магнетитовые, колчеданные и многие другие месторождения. При этом трудно отдать предпочтение тому или иному периоду в отношении продуктивности рудообразования. Формирование промышленных эндогенных руд и неметаллических полезных ископаемых происходило на Урале, помимо палеозоя, также и в верхнепротерозойско-кембрийскую эпоху, а экзогенных месторождений еще в архее — нижнем протерозое, в мезозое и кайнозое.

Промышленные месторождения бокситов на Урале и Тимане формировались в раннем и позднем эйфеле, в позднем фране, нижнем карбоне и нижнем мелу, а бокситообразование происходило также в предэйфеле, раннем фране, триасе и палеогене. Возможно бокситообразование и в допалеозойских комплексах пород. Таким образом, в относительно узкой зоне Урала совмещена металлогения двух геосинклинальных и двух платформенных режимов. В течение существования геосинклиналей процессы одного и того же рудообразования многократно повторялись, отдельные зоны Урала испытывали близкий к платформенному режим в стадию развития геосинклиналей. Всем этим следует объяснить исключительную насыщенность Урала разнообразными полезными ископаемыми, это же определяет и большие его перспективы.

Известные горнопромышленные районы Урала занимают небольшие площади на Среднем и в северной части Южного Урала, главным образом в пределах Тагильско-Магнитогорского прогиба и в ряде других мест. Выявление и прослеживание металлогенических зон на строгой разносторонней комплексной основе показало, что в ряде случаев они имеют большую протяженность и выходят далеко за пределы тех площадей, к которым ранее проявлялся практический интерес. К таким зонам относятся: протяженная Валерьяновская железорудная зона (см. рис. 1), включающая известные кустанайские месторождения; высокопродуктивные Мугоджарская и Карпинско-Ивдельская медноколчеданные рудные зоны; Зауральская зона вероятного развития медноколчеданных месторождений; редкометальный пояс западного склона Урала; мезо-кайнозойские платино- и золотоносные депрессии; области но-

вых крупных бассейнов бокситонакопления; площади вероятного развития асбестовых месторождений и многие другие. Некоторые из них к настоящему времени уже выступают в качестве новых сырьевых баз.

Одновременно сделаны первые шаги, имеющие большое значение в направлении обоснования глубинных поисков для возобновления и дальнейшего развития рудосырьевой базы в старой горнопромышленной части Урала. Наиболее важным и определяющим благоприятные возможности глубинных поисков оказалось установление большого вертикального размаха промышленного оруденения в уральских месторождениях железа, медных колчеданов, хризотил-асбеста, золота и многих других. Разведочными скважинами вскрываются непрерывно продолжающиеся от дневной поверхности цинково-медные колчеданные руды на глубинах до одного (Карабаш, Левиха, Тарньер) и даже до 1,5 км и более (Гай). В Валерьяновской железорудной зоне скважинами и детальными геофизическими исследованиями и расчетами устанавливается протяженность скарново-магнетитовых и скарново-скаполит-магнетитовых тел по падению более чем на 2 км. Залежи хризотил-асбеста Баженовского месторождения вскрыты скважинами до глубины 1 км и более.

Вопреки многим самым современным взглядам на генезис колчеданных месторождений, на Урале удалось однозначно доказать неизменную и ведущую роль структурных факторов в формировании колчеданных залежей. Последние подчиняются разрывным нарушениям, различным элементам вулканических структур и контактам интрузивных гранитоидных и габбро-диоритовых массивов. Крупные промышленные колчеданные месторождения открываются в мощных толщах основного состава, начаты поиски колчеданных руд среди осадочных комплексов в миогеосинклинальной части Урала. Конкретный структурный анализ позволил обосновать многоярусное строение уральских колчеданных месторождений. Эти факты успешно используются в практике глубинных поисков, которые привели к открытию таких месторождений, как Узельгинское в старом рудном поле месторождения им. XIX партсъезда, Октябрьское в Маканском рудном поле, ряда рудных тел в Левихинском поле и др.

Немаловажными для судьбы глубинных поисков оказались и исследования становления, формы и строения уральских интрузивных массивов и отношения к ним постмагматического оруденения. Оказалось, что в подавляющем большинстве массивы многофазные и очень сложно построенные. В общем случае поступление магматического материала шло по разрывным нарушениям, и становление пород происходило в пределах тектонически ослабленных секущих зон, а также путем межпластовых заполнений и замещений. Вследствие этого формы массивов очень сложны, и нередко интрузивные породы, распространенные на значительной площади, оказываются лишь маломощными согласными ответвлениями и «запылами» от более ограниченных по размеру стволых интрузивных тел. Было установлено также, что постмагматическое оруденение во всех случаях отчетливо эпигенетично по отношению к интрузивным породам.

Все это позволило обосновать во многих местах глубинные поиски скарново-магнетитовых и других рудных залежей под интрузивными массивами или же внутри них. Таким путем были открыты крупные и важные скарново-магнетитовые залежи Песчанского месторождения в старом Воронцовско-Ауэрбаховском рудном поле. В настоящее время ведутся поиски подобных месторождений в Тагильском и Магнитогорском районах.

При комплексных металлогенических исследованиях удалось проанализировать также возможности расширения известных и создания

новых минерально-сырьевых баз Урала за счет новых генетических типов месторождений и новых видов полезных ископаемых. Для этого имеются определенные геологические обоснования. Например, обширные миогеосинклинальные области Урала считались ранее перспективными только для поисков таких полезных ископаемых, как сидериты, магнезиты и в какой-то мере бокситы. Накопленный материал и металлогенические отстройки показывают, что указанные области обладают определенными, а в ряде мест и существенными предпосылками для поисков медноколчеданных, полиметаллических, молибденовых, танталовых, золоторудных, первичных алмазов, сульфидного никеля и других месторождений. Детальное геологическое картирование и поиски на некоторых площадях уже проводятся.

О возможности выявления в пределах рассматриваемой территории промышленных месторождений новых полезных ископаемых свидетельствует также проявление на Урале и Тимане магматизма платформенного типа, что позволяет обособить поиски алмазоносных кимберлитов и сульфидных медно-никелевых руд. Геологическими съемками последних лет и специальными исследованиями удалось установить, что в ходе развития рифейской и палеозойской геосинклинали в отдельных зонах Урала неоднократно устанавливался режим, близкий к платформенному. В это время формировались основные интрузии, по своим данным отвечающие типичным интрузиям платформенного типа. На протяжении всего западного склона Урала формировались разновозрастные рифейские и палеозойские образования типа трапповых. Здесь же установлены типичные покрывы и щелочные ультраосновные базальтоиды. Подобного типа породы изучены и на восточном склоне Урала.

Ниже приводятся основные данные о перспективах выявления на Урале промышленных месторождений некоторых новых видов полезных ископаемых.

**Алмазоносные кимберлиты.** Алмазы найдены на Урале в обломочных толщах ордовика, среднего девона и в мезозойских, кайнозойских и современных рыхлых отложениях. Все известные на сегодня месторождения и проявления алмазов лежат непосредственно в зонах развития магматических пород платформенного типа. В такатинской свите нижней эйфеля в заметных количествах обнаруживаются и генетические спутники алмазов — пиропы, пироп-альмандины, хромшпинелиды. Специальными палеогеографическими исследованиями нижнеэйфельских образований доказано, что поступление алмазов в них происходило за счет близко расположенных источников. Все это говорит о полной возможности поисков в пределах западного склона Урала и Тимана первично алмазоносных пород. Появление кимберлитов в пределах жестких структур фундамента здесь могло происходить неоднократно, начиная со среднего протерозоя и вплоть до мезозоя. Однако, учитывая наличие алмазов и пиропов в такатинских отложениях и присутствие их в более древних толщах, главной эпохой проявления первично алмазоносных пород на западном склоне Урала, Тимане и востоке Русской платформы следует считать период на границе верхнего протерозоя и палеозоя.

**Сульфидные медно-никелевые руды.** Отдельные незначительные проявления сульфидных медно-никелевых руд на Урале были известны давно. В последнее время сделаны важные находки таких руд в весьма обнадеживающей геологической обстановке, а именно в связи с полосчатыми дунит-клинопироксенитовыми и расслоенными габбро-диабазовыми комплексами. Оруденение представлено пирротинном, пентландитом, халькопиритом. В некоторых рудах наравне с медью, никелем и кобальтом устанавливается присутствие платиноидов. Размещение сульфидов подчинено отдельным дифференциатам интрузий. Пока что отчетливо

выделились три площади проявления сульфидных медно-никелевых руд: Хабарнинско-Кемпирсайская в Мугоджарах, Кизило-Уртазымский синклиниорий с распространенными в его пределах основными никеленосными интрузиями так называемого «худолозовского комплекса» на восточном склоне Южного Урала и Вишерско-Пайхойская на западном склоне Северного и Полярного Урала.

**Железистые кварциты.** Взамен прежних, крайне скудных, сведений о наличии в нижнепротерозойском комплексе Уфалейского района мелких разрозненных проявлений железистых кварцитов, в последнее время в составе комплекса закономерно выделяются две продуктивные толщи. Наиболее интересно оруденение в нижней из них. Мощность этой толщи не менее 1000 м, сложена она параамфиболитами и парагаббро и вмещает сложный рудный горизонт. Вверху этого горизонта руды представлены маломощными (не более 20 м) резко выклинивающимися линзами магнетитовых кварцитов. Нижняя часть рудного горизонта содержит мощные (до 50—100 м) тела магнетитовых кварцитов, вероятно образующих единый пласт, несколько нарушенный тектоническими перемещениями и разобщенный зонами более поздней мигматизации пород.

На тараташском комплексе проводятся крупные поисковые работы. Магнетитовые кварциты могут стать серьезной сырьевой базой для металлургических заводов Южного Урала.

**Меднопорфировые руды.** Геотектоническая и металлогеническая обстановка ряда областей Урала свидетельствует о наличии благоприятных условий для формирования месторождений меднопорфировой рудной формации. Выбранные направления поисков уже привели к установлению такого типа оруденения на Биргильдинской и Томинской площадях в Челябинской области и Вознесенского и Салаватского рудопроявлений в Башкирии, приуроченных к интрузивным породам среднего и умеренно кислого состава и вмещающим вулканогенным образованиям. Намечены новые площади, перспективные для выявления меднопорфирового оруденения: на Среднем Урале — Валенторско-Кушвинская с Андрушинским рудопроявлением, Туринско-Лобвинская, Елкинский массив, Зауральская полоса мелких меднопорфировых рудопроявлений; на Южном Урале — Биргильдинско-Поляковская и восточное крыло Магнитогорского синклинория в Челябинской области и Вознесенско-Салаватская в Башкирии.

Открытие промышленных месторождений меднопорфирового типа сможет решительным образом укрепить сырьевую базу уральских металлургических заводов.

**Осадочная медь.** Известно, что осадочные месторождения меди могут быть наиболее крупными по запасам металла среди всех остальных генетических типов медных месторождений. Бесчисленные мелкие месторождения осадочной меди в пермских отложениях Приуралья известны с XVIII в. Многократные попытки обнаружить среди них сколь-либо интересные в промышленном отношении месторождения кончались неудачей.

Металлогенические исследования по проблеме осадочной меди начались с выделения на Урале и в его окружении пестроцветных формаций. К настоящему времени серии пестроцветных осадков установлены в верхнепротерозойских, нижнеордовикских, среднедевонских, верхнедевонских, нижне- и среднекаменноугольных, нижне- и верхнепермских и рэт-юрских отложениях. И если на сегодня еще нельзя уверенно говорить о накоплении осадочной меди в протерозойских и среднедевонских пестроцветах, то во всех остальных стратиграфических подразделениях осадочные медные руды уже обнаружены.



Исследование природы уральской осадочной меди на основе специально составленных литолого-фациальных и структурно-палеогеографических карт показало, что следует различать два типа накоплений меди: в континентальных отложениях и в прибрежно-морских и дельтовых осадках. Первый тип месторождений промышленного интереса не представляет. Было установлено, что есть основания рассчитывать на обнаружение месторождений как «мансфельдского», так и «джезказганского» типов и что на накопление промышленной меди в условиях водоемов решающее влияние оказывает план формирующихся конседиментационных структур. Большое внимание было уделено также вопросу накопления осадочной меди во вторичных коллекторах и роли перемива подобных коллекторов при формировании промышленных руд.

Развернувшиеся на новой методической основе начальные поиски еще не обнаружили промышленных месторождений. Установлен ряд площадей с устойчивым распространением медных руд, на которых могут и должны проводиться детальные поиски. Первоочередные из них: в Приуралье — площадь, непосредственно примыкающая к г. Оренбургу — так называемый «Салмышский залив» нижнеказанского времени; продолжение «Яйвинского залива» уфимского времени от г. Березники к северу, к месту смыкания Предуральского и Притиманского прогибов, а также Шалымо-Сылвинский прогиб того же времени; на западном склоне Полярного и Северного Урала — полоса меденосных пестроцветных нижеордовикских отложений с уже выявленными весьма перспективными рудопроявлениями Саурипэй, Падьяга, Тумбал-Из, Моллюдов, Серебряное и другими; в Зауралье — ряд верхнепалеозойских структур с меденосными горизонтами верхнеамюрского — нижнебашкирского времени.

**Руды свинца и цинка.** До недавнего времени перспективы Урала в отношении обнаружения самостоятельных месторождений свинца и цинка оценивались отрицательно. Однако открытие на Полярном Урале крупного Саурейского месторождения и ряда рудопроявлений, расположенных в пределах миогеосинклинальной зоны, свидетельствует о значительных возможностях Урала в отношении этого минерального сырья. Поиски месторождений полиметаллических руд целесообразно проводить в пределах миогеосинклинальной зоны на западном склоне и в осевой части Урала. Имеются благоприятные предпосылки для открытия полиметаллических месторождений среди древних терригенно-карбонатных толщ на Южном Урале, где геологическая обстановка сходна с обстановкой крупного Озерного месторождения Бурятии.

Промышленные месторождения могут быть выявлены также в Кочкарском районе Южного Урала среди карбонатных толщ нижнего карбона и в Тагило-Кушвинском районе. Необходимо проведение специальных исследований с целью оценки перспектив телетермальных полиметаллических месторождений Пай-Хоя и западного склона Урала.

**Молибденовые руды.** При металлогеническом анализе и по данным поисков отчетливо выявились два пояса развития молибденовых руд на Урале. Первый из них — Западный — совпадает с Центральной зоной Урала; здесь, кроме ранее известных месторождений на Полярном и Приполярном Урале, установлены промышленные руды на Южном Урале. Молибденит проявляется в различных парагенетических ассоциациях, по-видимому, молибденовые месторождения формировались как в верхнепалеозойско-кембрийское, так и в позднепалеозойское время.

Восточный пояс молибденовых месторождений приурочен к Восточно-Уральскому поднятию, месторождения парагенетически связаны с верхнепалеозойскими гранитами и малыми интрузиями гранит-порфиоров и аплитов. Молибденит чаще всего находится здесь в ассоциации с квар-

цем, калиевым полевым шпатом, пиритом и вольфрамитом; обильны редкометалльные жилы. Промышленные накопления молибдена заключены в мощных штокверковых зонах. Последние уже известны от широты г. Свердловска на севере до Мугоджар на юге.

Перспективы обнаружения новых промышленных молибденовых месторождений в обоих упомянутых поясах Урала весьма благоприятные.

**Руды ртути.** Проявления киновари в рыхлых образованиях в виде обособленных зерен, мелкой щебенки и реже крупных обломков, иногда в ассоциации с жильными минералами, распространены на Урале довольно широко; нередко наблюдается и самородная ртуть. Известны также коренные месторождения и рудопроявления киновари. Основная масса всех проявлений ртутной минерализации располагается на восточном склоне Урала в пределах Восточно-Уральского и Зауральского поднятий, от широты г. Салехарда до южных частей Мугоджар.

Недавно обнаружено интересное ртутное рудопроявление в южном продолжении зоны Уралтау. Систематических поисков заслуживают Лялинско-Исовская, Невьянско-Аятская и Егоршинско-Каменская зоны ртутных проявлений.

В Лялинско-Исовской зоне известен ряд рудопроявлений киновари в золото-кварцевых жилах (Лялинское, Олень-Травянское, Вилуйское), а на известняках сохранились реликты межпластовых брекчий с киноварным оруденением (Елкинское, Глубоковское, 8-го Лога). Имеются все геологические основания к проведению в этой зоне поисков промышленных месторождений ртути типа пластообразных залежей, приуроченных к межпластовым деформациям пород.

В Невьянско-Аятской зоне вблизи г. Свердловска также известен ряд киноварь-антимонитсодержащих золотоносных кварцевых жил, не представляющих в отношении ртути промышленной ценности. В 1967 г. в Аятском рудном поле были вскрыты межпластовые залежи дробленых и окварцованных известняков и порфиринов с золотом, антимонитом и арсенопиритом. Таким образом, и в этой зоне раскрылись возможности поисков ртутных месторождений типа межпластовых или межформационных залежей.

Егоршино-Каменская зона ртутных проявлений является на Урале самой восточной. Лежит она между Восточно-Уральским и Зауральским поднятиями. В ней известно Егоршинское коренное проявление киновари и несколько шлиховых ореолов. Первое представлено короткой и мало-мощной полосой метасоматической вкрапленности киновари и пирита в катаклазированных кварцевых порфирах. Специальных поисковых работ здесь пока не проводилось.

**Россыпные месторождения золота и платины.** Перспективность мезокайнозойского аллювия на золото и платину отмечалась рядом уральских исследователей (И. С. Рожков, А. С. Эдельштейн, А. П. Сигов, С. Г. Заводчиков и др). В процессе металлогенических исследований под руководством А. П. Сигова в 1964 г. было завершено составление комплекса уральских сводных карт: неотектонических движений, геоморфологической, кор выветривания, карты шлиховой. При этом удалось установить основные этапы россыпеобразования на Урале, отстроить положение целого ряда эрозивно-структурных депрессионных зон, перспективных на погребенные мезо-кайнозойские россыпи. Все это дало возможность организовать целенаправленные поисковые и разведочные работы.

Перспективы развития Уральской минерально-сырьевой базы весьма благоприятны. Урал еще долго будет служить Родине неиссякаемым источником разнообразных полезных ископаемых.



# ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

---

Месторождения группы горючих полезных ископаемых широко развиты на Урале. Здесь известны каменные и бурые угли различных, преимущественно позднепалеозойских и мезо-кайнозойских этапов угленакопления, многочисленные залежи торфяников, а также промышленные месторождения нефти и газа, связанные с девонскими, каменноугольными и отчасти нижнепермскими нефтегазоносными коллекторами.

## **УГОЛЬ И ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ**

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ УГЛЕНАКОПЛЕНИЯ НА УРАЛЕ**

На Урале широко развиты разнообразные угленосные формации — прибрежно-морские (паралические) и внутриконтинентальные (лимнические).

Область Уральской геосинклинальной системы длительное время была подвижной. С позднего докембрия до ранней перми здесь господствовал геосинклинальный режим, а затем, после герцинского орогенеза, территория консолидированного горного Урала вплоть до миоцена оставалась мобильной платформой. В связи с этим на Урале с различной степенью интенсивности проявились почти все этапы угленакопления, имевшие место на Земле. Угленакопление первого этажа (каменноугольного), возникнув в турнейском веке, достигло своего максимума в ранневизейское время. Угленосные формации этого этапа сформировались на обширных пространствах современного восточного и западного склонов Урала. Угленакопление пермского этапа весьма интенсивно проявилось в приполярной части Предуральяского прогиба за пределами рассматриваемой территории, где в кунгурское и уфимское время отлагались угленосные формации Печорского каменноугольного бассейна. В следующем, нижнемезозойском этапе угленакопление, начавшееся, по-видимому, со среднего триаса, продолжалось с небольшими перерывами до средней юры на восточном склоне герцинского Урала (от южных до приполярных его широт), а также и в приполярной части Предуральяского прогиба. В верхнемезозойском этапе угленакопление весьма интенсивно развивалось в верхней юре (келловей — оксфорд) на значительных площадях восточного склона Северного и Приполярного Урала, на территории современного Северо-Сосьвинского бурогоугольного бассейна. Здесь паралические келловей-оксфордские угленосные формации несогласно налегают на триасовые — лимнические.

В нижнем мелу (баррем — апт) слабая вспышка угленакопления возникла на всем восточном склоне Урала; в этот период одновременно с формированием залежей огнеупорных глин и бокситов отложились отдельные, подчас мощные (до 20 м) линзообразные скопления высокозольных лигнитов, не имеющих практического значения. И, на-

конец, последний на Урале этап угленакопления — палеоген-неогеновый — проявился в олигоцен-миоценовое время в пределах южной части Предуральского прогиба на территории Южно-Уральского бурогоугольного бассейна.

В предлагаемом очерке рассматриваются закономерности угленакопления и история геологического развития областей угленакопления для большей части обширного Уральского региона за исключением приполярной части Предуральского прогиба, в пределах которой расположен Печорский каменноугольный бассейн.

### *Каменноугольный этап угленакопления*

В пределах Уральской ордовикско-позднепалеозойской геосинклинали каменноугольный этап угленакопления начался в турнейское время, когда в юго-восточной ее части (Бер-Чогур и Полтаво-Брединский угленосный район) возникли условия, благоприятные для угленакопления. В раннем визе угленосные фации получили максимальное развитие и распространились в северо-восточную часть геосинклинали, на территорию современного Егоршино-Каменского бассейна. Таким образом, Восточно-Уральский нижнекарбонный пояс угленакопления протянулся более чем на 1100 км, причем северная его граница пока не установлена, так как при бурении скважин нижнекаменноугольные отложения с пластами угля мощностью 0,8—1,0 м встречены к северу от г. Ивдель. Вероятно, в Северном Зауралье нижнекаменноугольные формации залегают под мощным мезо-кайнозойским покровом на значительных площадях.

В западной и северо-западной краевых частях Уральской геосинклинали, в пределах Кизеловского бассейна и к северу от него, отложение угленосных формаций происходило также в ранневизейское время, т. е. каменноугольный этап угленакопления в восточной и западной частях Уральской геосинклинали в целом развивался синхронно, главным образом в начале визейского века, но отложение угленосных фаций происходило при различных геотектонических и палеогеографических условиях. Это привело к возникновению в разновозрастных угленосных отложениях двух типов угленосных формаций: а) угленосных формаций прогибов внутренних (эвгеосинклинали) подвижных зон геосинклинали — Восточно-Уральский (Егоршино-Брединский); б) угленосных формаций прогиба внешних (миогеосинклинали) менее подвижных зон геосинклинали — Западно-Уральский (Кизеловский).

**Восточноуральский (егоршино-брединский) тип угленосных формаций** отличается значительными колебаниями мощностей угленосных толщ. В Полтаво-Брединском районе мощность их достигает 1000 м (Брединское месторождение), в Егоршино-Каменском бассейне она колеблется от 170 м (Сухоложское месторождение) до 1200—1300 м (Егоршинское и Махневское месторождения). В центральной и северной частях Егоршино-Каменского бассейна отмечается уменьшение мощности угленосных отложений с востока на запад.

Литологический состав угленосных формаций, несмотря на то, что они являются параличскими, характеризуется непостоянством и невыдержанностью, иногда линзовидным характером слоев слагающих их пород и частыми фаціальными переходами.

Общей закономерностью для формаций егоршино-брединского типа является их трехчленное строение с подразделением на подугленосную (нижнюю), угленосную (среднюю) и надугленосную (верхнюю) подсвиты, отличающиеся между собою литологическим и фаціальным

составом, а также угленосностью. При этом наблюдается: 1) широкое развитие грубообломочных отложений в низах разреза (часто присутствуют базальные конгломераты); 2) постепенный переход в средних частях разреза к более мелкозернистым терригенным и глинистым осадкам угленосных подсвит и 3) появление в верхних частях разреза глинистых и глинисто-карбонатных тонкоотмученных осадков.

Строение угленосных формаций по характеру распределения в них осадков указывает на проявление региональной ритмичности, на фоне которой внутри угленосных подсвит наблюдаются более мелкие ритмы в виде повторяющейся закономерной смены песчаников, глинистых сланцев и углей. Эти ритмы более отчетливы в угленосных свитах Егоршино-Каменского бассейна и менее — в южноуральских.

Восточноуральские угленосные формации обычно залегают несогласно на более древних образованиях — от верхне-среднедевонских до силурийских. При нормальном залегании угленосные формации перекрываются средневизейскими карбонатными осадками, при этом наряду с постепенными переходами наблюдается налегание с размывом, иногда при глубоких эрозионных срезях (Бородиновское и Полтавское месторождения).

Угленосность формаций отличается большим непостоянством как в вертикальном разрезе, так и по площади. Она приурочена к средним стратиграфическим горизонтам — угленосным подсвитам, мощность которых колеблется от 140—150 до 500—800 м. Развитие угленосности в пределах углесодержащих структур по площади характеризуется нарушением сплошности и локальным распространением обособленных местных узлов угленакопления, с которыми связаны все известные месторождения углей.

На Среднем Урале для центральной части Главной Егоршино-Каменской синклинали разведочными работами установлено, что промышленная угленосность распространена на ограниченных участках, занимающих всего около 20% площади. Количество пластов угля в угленосной толще колеблется от 5 (Алапаевское месторождение) до 40 (Брединское месторождение), причем пласты угля внутри угленосных подсвит (в условиях ненарушенного залегания) в большинстве месторождений залегают сближенными группами. Протяженность отдельных пластов обычно невелика — от сотен метров до 5—6 км (Егоршинское месторождение); мощность колеблется от десятков сантиметров до 5—9 м, обычно близка 1,0—2,5 м. Весьма характерна изменчивость мощности пластов, наблюдаемая иногда на очень коротких расстояниях.

Строение пластов в основном сложное, отмечаются частые переходы пластов простого строения в сложные многопачечные, а также постепенные переходы углей в углистые сланцы. Пласты обычно резко выклиниваются на коротких расстояниях, редко постепенно. Сложное строение их обусловлено особенностями угленакопления, а последующая тектоника лишь усугубила первичную сложность строения пластов, вызвав в них дополнительные пережимы и раздувы.

Угли гумусовые, преимущественно клареновые и реже кларен-дюреновые. Степень углефикации их высокая — от углей газовых до антрацитов (иногда графитизированных), причем в южноуральских месторождениях наблюдаются только антрацитовые угли, в Егоршино-Каменском бассейне — от газовых и ПЖ до полуантрацитов. Вмещающие породы также отличаются повышенной степенью метаморфизации, особенно на Южном Урале, где изучение литологии угленосных свит весьма затрудняется вторичными их изменениями, что не всегда позволяет установить первичную природу слагающих эти свиты осадков

(Петренко, 1953). Метаморфизм углей и вмещающих пород объясняется проявлением регионального и в меньшей степени термального метаморфизма. Под влиянием герцинских интрузий угли местами графитизированы (Боевское месторождение графита).

В период формирования восточноуральских угленосных формаций имел место вулканизм значительной силы, о чем свидетельствует присутствие в них эффузивно-вулканогенных образований — порфиритов, туфов, на Южном Урале нередко замещающих угленосные отложения (Петренко, 1953). На Среднем Урале вулканизм проявился несколько слабее; здесь в угленосных толщах отмечаются порфиритовые и альбитофиритовые покровы, излияние которых произошло в две фазы (А. А. Пронин, 1947 г.).

Формирование восточноуральских угленосных формаций связано с усилением нисходящих движений в области современного Восточно-Уральского прогиба, зародившегося в среднем палеозое и развивавшегося в раннетурнейско-визейское время. В прогибе располагалась прибрежная зона, к востоку от которой находилась относительно неширокая зона приподнятой суши (Соболев, 1969). В этой прибрежной зоне отлагался сносившийся с востока (из зоны приподнятой суши) терригенный материал. Ритмичная седиментация в угленосных толщах свидетельствует об интенсивности проявления мелких колебательных движений в области осадконакопления. Поднятие восточноуральской суши, подвергавшееся размыву, зародилось в раннетурнейское время на Южном Урале и в течение всего турне и раннего визе распространялось в северном направлении на территорию Среднего Урала. В областях седиментации создавались благоприятные условия для развития прибрежных реликтовых озер и низинных торфяников. Таким образом, в турнейском и ранневизейском веках угленосные фации на восточном склоне современного Урала мигрировали с юга на север.

Субтропический жаркий и влажный климат, господствовавший в турне-ранневизейское время, благоприятствовал произрастанию в низинных болотах пышной влаголюбивой растительности — папортников, птеридосперм, сигиллярий и редких каламитов. Торфяные массивы развивались на ограниченных участках прибрежно-морской равнины, в связи с чем угленакопление приобрело характер локальных «узлов».

Развитие процессов угленакопления было прервано общим опусканием Урала вместе с Русской платформой и наступлением трансгрессии средневизейского моря.

В намюрском веке на восточном склоне Урала вновь возникли прибрежно-морские и континентальные условия осадконакопления, в связи с чем в северо-восточной части Восточно-Уральского синклиналя на ограниченных участках происходит отложение угленосных фаций. Отложения намюра изучены слабо (А. А. Пронин, 1953 г.), но имеющиеся данные свидетельствуют о неустойчивом режиме угленакопления; мощность единичных угольных прослоев не превышает 0,7 м (Ярославская полоса).

В конце среднего и начале верхнего карбона осадконакопление в пределах восточной части Уральской геосинклинали закончилось. В период герцинского орогенеза (верхний карбон — пермь) весь комплекс отложений был собран в линейные складки, осложненные многочисленными разрывными нарушениями. Последующей денудацией большая часть восточноуральских горных сооружений была уничтожена, и от некогда обширных угленосных структур к настоящему времени сохранились только приосевые части синклиналей, протягивающихся в виде меридиональных изолированных, иногда прерывистых полос.

**Западноуральский (кизеловский) тип угленосных формаций** развит на западном склоне Среднего и Северного Урала от широты бассейна р. Шугор на севере до широты верхнего течения р. Чусовой на юге. На этом громадном пространстве угленосные отложения распространены не везде. На крайнем севере угленосная толща установлена и изучена на правом берегу р. Печоры (Шугор-Вуктыльский угленосный район). Южнее угленосные отложения, по-видимому, без промышленной угленосности обнажены на р. Илыч. Еще южнее, до Вишерского района, на протяжении многих сотен километров угленосные отложения пока не установлены. Далее к югу расположен обширный Кизеловский каменноугольный бассейн.

Мощность угленосной толщи и ее литологический состав непостоянны. В Шугор-Вуктыльском районе мощность ее достигает 350—400 м, толща представлена дельтовыми фациями, наполовину сложенными мелко-среднезернистыми кварцевыми песчаниками. В северной и северо-западной частях районов (к северу от Еджит-Кырта) угленосные фации постепенно замещаются карбонатными морскими осадками.

В Вишерском районе Кизеловского бассейна мощность угленосной толщи значительно снижается (до 15—80 м) при увеличении в разрезе количества песчаников (до 85—90%). Несколько южнее (бассейн рек Язвы и Яйвы) мощность угленосных отложений вновь возрастает до 80—100 м, а в Кизеловском районе до 160—260 м, где она также сложена дельтовыми фациями, содержащими (до 50%) мелко-тонкозернистые кварцевые песчаники. В Чусовском районе средняя мощность угленосной толщи примерно 135 м, к югу она постепенно снижается до 80 м (устье р. Илим) и до 50 м (близ Старо-Уткинского завода). Несколько южнее р. Илим угленосные континентальные фации постепенно замещаются морскими карбонатными (Смирнов, 1957). По данным разведочного бурения, в Кизеловском районе отмечается уменьшение мощности угленосной толщи с 260—160 м на востоке до 120—100 м на западе. В процессе разведки нефтяных месторождений установлено, что мощность угленосной толщи в области платформы также снижается до 40—50 м.

Литологически угленосная толща состоит в основном из песчаников, алевролитов и аргиллитов с подчиненными им пластами и пропластками угля. В переходных свитах, залегающих в верхних и нижних частях угленосной толщи, отмечаются прослойки известняков, мергелей и кремней.

Для Кизеловского бассейна в составе угленосной толщи И. И. Горским (1932) выделяется пять свит, а П. В. Васильевым (1950) — девять фациальных комплексов, которые и являются общепризнанными в настоящее время. В средней части угленосной толщи широко развиты песчано-глинистые отложения и здесь же отмечается основная угленосность. В общих чертах элементы строения угленосной толщи сохраняются в Чусовском, а также и в Шугор-Вуктыльском районах.

В пределах всей рассматриваемой территории западного склона Урала угленосные отложения в основном согласно залегают на верхнетурнейских известняках. Исключением является несогласное наложение нижневизейской угленосной толщи на песчаники эйфеля в бассейне р. Илыч. Повсеместно на угленосных отложениях также с постепенными переходами залегают средне-визейские известняки.

Угленосность западноуральских угленосных формаций как в разрезе, так и по площади весьма изменчива. В Шугор-Вуктыльском районе установлено до 7 пластов угля, из них рабочих 3. Мощность их колеблется от 0,4 до 3,8 м. Иногда пласты имеют линзообразный характер. Строение их обычно сложное. В Кизеловском бассейне общее ко-



личество пластов и пропластков каменного угля колеблется от 18 (Чусовской район) до 24 (Кизеловский район), но количество основных рабочих пластов не превышает 4, при этом число их в разрезе изменяется как по простиранию, так и вкрест простирания угленосной толщи, при некотором уменьшении количества пластов и пропластков угля с востока на запад (И. В. Пахомов).

В целом для бассейна наиболее высокая угленасыщенность рабочими пластами (до 4-х) отмечается в Кизеловском районе, в южном и северном направлениях она снижается. В Чусовском районе обычно развит один, редко два рабочих пласта, которые еще южнее, у Кыновского завода, прослеживаются лишь в виде пропластков мощностью 0,4—0,6 м. На север от Кизела рабочие пласты из разреза также постепенно исчезают, и в пределах Вишерского района наблюдаются лишь маломощные угольные пропластки. Мощность рабочих угольных пластов в Кизеловском бассейне колеблется от 0,4—0,5 до 3,0—6,0 м, превагируют мощности 1,0—1,5 м.

Строение пластов обычно простое, реже сложное, двух-, трехпачечное. Пласты угля в разрезе распределяются сближенными группами, причем рабочие пласты приурочены к средней части угленосной толщи. Отдельные пласты угля прослеживаются на десятки километров, но сплошность их нарушается широко развитыми внутрiformационными размывами. В этом случае выклинивание пластов происходит резко и на коротких расстояниях. Генетическое выклинивание происходит весьма постепенно (Васильев, 1950).

Угли главным образом гумусовые, сапропелевые разности (кеннели) встречаются редко (около 0,1% от массы угля); по внешнему виду угли большей частью матовые, реже полуматовые и полублестящие, в целом характеризуются повышенной зольностью. По петрографическим исследованиям угли на 80% сложены дюреном; в результате проявления регионального метаморфизма по степени углефикации относятся к марке газовых и жирных, значительная часть (около 36%) их пригодна для коксования.

Проявлений вулканизма в угленосных формациях пока не установлено.

Геотектонический режим формирования западноуральских угленосных формаций обуславливается развитием их в области краевой (западной) части Уральской геосинклинали. Сама мощность угленосных отложений свидетельствует в общем о небольшом прогибании области их накопления. Колебательные движения, вызвавшие зональное строение угленосных формаций, П. В. Васильевым (1950) разделяются на три вида: 1) большие движения, породившие ритмическое чередование свит в угленосных толщах; 2) средние движения, развивавшиеся на фоне больших и вызвавшие развитие ритмов внутри угленосных свит; 3) малые колебательные движения, сказавшиеся на характере строения угольных пластов (микроритмы внутри пластов). Осадконакопление в целом происходило на фоне общего погружения всей области седиментации. Таким образом, движения в период осадконакопления имели колебательный характер.

Относительно палеогеографической обстановки в период отложения угленосных формаций существует две гипотезы. Д. В. Наливкин (1943 г.) и П. В. Васильев (1950 г.) считают, что формирование западноуральских угленосных толщ происходило в дельте большой реки, стекавшей с Сибирского палеоконтинента, т. е. область сноса находилась на востоке. Г. А. Смирнов (1957), на основании изучения кривой слоистости в песчаниках Кизеловского бассейна, пришел к выводу о том, что область сноса терригенного материала располагалась



на западе, в пределах Русской платформы. Там, по мнению Г. А. Смирнова, и находился нижневизейский палеоконтинент. К востоку от него было открытое море, распространявшееся через центральную часть геосинклинали до берегов восточного Сибирского палеоконтинента, в прибрежных областях которого в это же время происходило отложение Восточноуральских угленосных формаций. Гипотеза Г. А. Смирнова является более стройной и обоснованной.

Независимо от положения палеоконтинента, все исследователи, изучавшие западноуральские угленосные формации (И. И. Горский, Н. С. Городецкая, П. В. Васильев, Г. А. Смирнов и др.), пришли к единому мнению, что сложены они дельтовыми и прибрежно-морскими фациями, отлагавшимися в прибрежно-морской обстановке.

Угленакопление во внешних зонах геосинклинали (современного западного склона Урала) происходило в нижневизейское время одновременно во всех пунктах седиментации угленосных фаций и одновременно было прекращено с наступлением средневизейской трансгрессии.

В период герцинского складкообразования, которое произошло на западном склоне Урала в позднепермское время, весь комплекс отложенный был собран в сравнительно пологие синклинали и антиклинальные складки общеуральского субмеридионального простирания, осложненные сбросами и надвигами. Последние иногда имеют шарьяжный характер. В результате энергичных эрозионных процессов, развивавшихся в послепермское время, горные сооружения западного склона Урала были частично эродированы, и на поверхности современного эродированного рельефа остались выходы линейно-складчатых угленосных структур, наблюдающихся в настоящее время.

### *Нижнемезозойский этап угленакопления*

После длительного перерыва (с намюра до среднего триаса) на восточном склоне Урала вновь создались благоприятные условия для угленакопления, распространившегося на отдельных площадях обширной территории от 50° с. ш. до Приполярного Урала. Формирование внутриконтинентальных (лимнических) угленосных формаций во времени произошло в две фазы — с конца нижнего триаса до нижней юры (лейаса) и в средней юре (байос — бат). По геотектоническим условиям формирования угленосные толщи первой фазы угленакопления (Челябинский буроугольный бассейн, Буланаш-Елкинский каменноугольный район, Богословское, Веселовское и Волчанское буроугольные месторождения Серовского района) могут быть отнесены к формациям внутренних прогибов молодой, подвижной платформы.

Во вторую фазу угленакопления геотектонические условия были уже иными, и среднеюрские угленосные толщи (Орский буроугольный бассейн, Атюсское и Чапонское буроугольные месторождения) следует относить к формациям внутренних прогибов устойчивой платформы (по Г. А. Иванову). Следовательно, для нижнемезозойского этапа угленакопления на восточном склоне Урала выделяется два типа угленосных формаций: челябинско-богословский и орско-атюсский.

**Челябинско-богословский тип угленосных формаций** довольно широко развит на восточном склоне Урала. В приполярной части его расположены недавно открытые (1966—1967 гг.) Люльинское и Турупинское месторождения; в пределах Тагильского мегасинклинория — Волчанское, Богословское и Веселовское буроугольные месторождения Серовского района; к Восточно-Уральскому прогибу приурочены Була-

наш-Елкинский каменноугольный район и Челябинский бурогольный бассейн.

Континентальные угленосные отложения залегают в довольно глубоких, меридионально вытянутых тектонических впадинах — депрессиях в палеозойском фундаменте.

Наряду с депрессиями, заполненными отложениями с промышленной угленосностью, к настоящему времени установлены и «безугольные» депрессии — Мостовская (Именновская) в южной части Тагильского мегасинклинария; обширная Анохинская депрессия — на восток от Буланаша и целый ряд малых депрессий — на восток от Челябинского бассейна (Назаровская, Юломановская, Петровская и др.).

Мощность угленосных формаций челябинско-богословского типа находится в прямой зависимости от глубины вмещающих их депрессий. Значительная часть угленосных толщ с поверхности эродирована, в связи с чем мощности их в полном развитии установить невозможно. Для различных депрессий максимальные мощности угленосных толщ (считая от горизонта пестроцветных отложений) установлены следующие: для Волчанской депрессии — 620 м, Богословско-Веселовской — 350 м, Буланаш-Елкинской — 1250 м и Челябинской — 2500 м.

Литологический состав пород в угленосных формациях рассматриваемого типа исключительно не выдержан. В качестве общей закономерности отмечается большее развитие грубообломочных пород (конгломератов, гравелитов, песчаников) в нижних стратиграфических горизонтах угленосных толщ и возрастание роли тонкоотмученных пород (аргиллитов, алевролитов, тонкозернистых песчаников) в средних и верхних стратиграфических горизонтах. Окраска пород изменяется снизу вверх от зеленоватых и темно-серых до серых и светло-серых тонов.

Угленосные толщи, формировавшиеся в условиях внутриконтинентального режима, сложены осадками пролювиальных, аллювиальных, озерных и болотных фаций. Причем условия осадконакопления в областях седиментации во времени и пространстве отличались большим непостоянством, и это порождало быструю смену фаций, что, в свою очередь, привело к весьма сложному и невыдержанному строению угленосных толщ. Некоторую закономерность можно отметить в развитии болотных фаций, с которыми связано угленакопление. Постепенное количественное возрастание осадков этих фаций наблюдается от нижних стратиграфических горизонтов до средних включительно, а значительный упадок их — в верхних стратиграфических горизонтах угленосных толщ.

Осадки пролювиальных фаций отлагались на всех этапах формирования угленосных толщ, но наиболее широко при отложении нижних свит. Аллювиальные и озерные фации спорадически развиты на протяжении всего периода формирования угленосных толщ, однако наибольшее количество отложений этих фаций сосредоточено в верхних свитах.

Указанные закономерности, в той или иной мере проявившиеся при формировании угленосных формаций челябинско-богословского типа, вполне увязываются; наблюдающиеся закономерности в развитии фаций различного типа в стратиграфическом разрезе толщ отразились на их литологическом строении и угленосности. Наиболее отчетливо эти закономерности проявляются в Челябинском бассейне и Буланаш-Елкинском районе, менее отчетливо — в месторождениях Серовского района.

Расчленение угленосных формаций челябинско-богословского типа на отдельные угленосные свиты, нижние слои которых обычно сложены грубообломочными породами, указывает на проявление макрорит-

мичности в осадконакоплении. Макроритмы, несомненно имели региональный характер; отложение отдельно взятых свит в общем происходило синхронно на всей рассматриваемой территории восточного склона Урала. Это положение доказывается при сопоставлении стратиграфии угленосных толщ Челябинского бассейна, Буланаш-Елкинского и Серовского районов. Количество макроритмов колеблется от четырех (Челябинский район) до двух-трех (Серовский район).

Внутри макроритмов наблюдается более мелкая ритмичность в осадконакоплении, которая наиболее четко проявилась в копейской и сугоякской свитах Челябинского бассейна и в буланашской и бобровской свитах Буланаш-Елкинского района. Мощность этих ритмов обычно колеблется от нескольких метров до 10—20 м, но если рассматривать каждый мощный угольный пласт как производную одного ритма, то в этом случае мощность отдельных ритмов превышает 200 м (Коркинское и Волчанское месторождения).

В основании угленосных толщ согласно залегают среднетриасовые пестроцветные отложения, мощность которых 200—500 м (сарыкульская свита в Челябинском бассейне, пестроцветная свита в Буланаш-Елкинском и Серовском районах). В депрессиях Серовского района пестроцветные отложения с резким угловым несогласием залегают на девонских и силурийских известняках, слагающих дно и борта депрессий. В Челябинском бассейне и Буланаш-Елкинском районе пестроцветные свиты подстилаются нижнетриасовыми вулканогенно-осадочными образованиями туринской серии. На Буланаше мощность последних не превышает 300 м, и здесь они с резким угловым несогласием налегают на визейские известняки, которые слагают дно и борта депрессии. В Челябинском бассейне палеозойское ложе депрессии вскрыто у восточного борта центральной части бассейна на глубине 1750 м. Здесь палеозой представлен, по-видимому, породами нижнекарбонového возраста. В западном борту депрессии угленосная толща имеет тектонический контакт с визейскими известняками, в восточном — с ордовикскими.

Угленасыщенность продуктивных свит, слагающих угленосные формации челябинско-богословского типа, в общем довольно высокая, но вместе с тем отличается неравномерностью и прямо пропорциональна развитию в них болотных фаций. В нижних свитах угленосность незначительная, иногда не имеющая промышленного характера; постепенно возрастая, она достигает максимума в средних свитах и снижается в верхних. Распределение угленосности внутри свит по площади их развития также отличается неравномерностью, которая особенно хорошо проявляется в Челябинском бассейне. Для последнего характерным является чередование «центров угленакопления», отличающихся высокой угленасыщенностью при сближенном залегании пластов, с участками, обедненными углем, при постепенных переходах иногда до полного исчезновения промышленной угленосности. Расстояние между центрами угленакопления колеблется от 4 до 12 км (Г. К. Любашев). Аналогичная картина наблюдается в пределах Буланаш-Елкинского района, где «центрами» или вернее «узлами» угленакопления являются взаимно разобщенные месторождения (с севера на юг): Буланашское, Дальне-Буланашское и Елкинское. В Богословско-Веселовской и Волчанской депрессиях промышленная угленосность сосредоточена в северных и южных периферических частях. В Волчанской депрессии максимум угленакопления приурочен к южной части, а в Богословско-Веселовской — к северной. Такая неравномерность угленосности по площади отдельно взятых продуктивных свит обусловлена изменчивостью фациальных условий при осадконакоплении и прежде

всего замещением болотных фаций пролювиальными, в связи с развитием конусов выноса во все периоды угленакопления. Мощность угольных пластов колеблется в широких пределах: от маломощных (0,7—1,0 м) и средней мощности (1,5—3,5 м) до мощных угольных залежей (30—200 м). Мощные пласты-залежи наиболее развиты в пределах Люльинского и Турупинского месторождений (до 46 м), Богословского месторождения (свита С, 30—50 м), Волчанского (18—200 м) и в Челябинском бассейне (Красносельский пласт 55 м, Куллярский — 64 м, пласт Мощный Еманжелинского района — 93 м, Батуринский — 75 м и Коркинский II — 200 м). Мощности пластов подвержены значительным колебаниям на сравнительно коротких расстояниях. По простирацию они более выдержаны, чем по падению.

Строение пластов чаще сложное, многопачечное. Простое строение обычно имеют пласты малой и средней мощности. Мощные залежи угля имеют сложное строение, причем мощность пачек чистого угля колеблется от десятков сантиметров до 10—15 м. Расслаивание и выклинивание мощных угольных залежей обычно происходят на коротких расстояниях (100—400 м), чем больше мощность пласта, тем быстрее он расслаивается.

В угленосных формациях челябинско-богословского типа угли исключительно гумусовые, по внешнему виду они довольно однородны: черные, преимущественно полублестящие, полосчатые, реже полуматовые и матовые. Последние являются наиболее зольными, причем степень матовости и зольность возрастают главным образом за счет увеличения глинистых примесей в самом веществе угля. Сажистые угли встречаются исключительно редко. Петрографические типы углей для отдельных районов несколько различны, но в массе преобладают клареновые угли с витреном и фюзеном. Кларен-дюреновые и дюреновые угли имеются лишь на Буланаше.

Степень метаморфизма углей и вмещающих пород различна. По направлению с севера на юг наблюдается следующая закономерность: на Волчанском и Богословско-Веселовском месторождениях угли бурые (хотя и высокой степени углефикации), а вмещающие породы слабо литифицированы, в них редко наблюдаются прожилки кальцита. В пределах Буланаш-Елкинского района угли каменные, от длиннопламенных до газовых, и здесь проявляется правило Хильта — угли елкинской свиты и нижней части буланашской относятся к марке Г6, а более верхних стратиграфических горизонтов — к марке Д. Вмещающие породы отличаются повышенной литификацией и несут признаки метаморфизма — аргиллиты и алевролиты в значительной части превращены в сланцы, породы часто окремнены, в них развита густая сеть прожилков кальцита и талькоподобного минерала. Все это позволяет говорить о проявлении регионального метаморфизма в пределах Буланаш-Елкинского района.

В Челябинском бассейне, несмотря на значительно большую мощность угленосной толщи, угли и вмещающие породы метаморфизованы намного слабее, чем в Буланаш-Елкинском районе. Здесь угли относятся к бурым, правда, стоящим на грани перехода в каменные. Для отдельных проб угля из калачевской свиты иногда получается слабо спекшийся коксовый королек. Степень литификации пород возрастает от верхних стратиграфических свит к нижним; так, в сугоякской свите литификация пород слабая, в коркинской и копейской — повышенная, а в калачевской, саркульской свитах и туринской серии — высокая.

Несомненные проявления вулканизма установлены в нижних стратиграфических свитах угленосных формаций в Челябинском бассейне, в Буланаш-Елкинском районе и в Анохинской депрессии (Ту-



жикова, 1958). В нижнетриасовых отложениях туринской серии отмечается развитие покровов эффузивных пород, представленных базальтовыми порфиритами, диабазами и свежими гиалобазальтами кайнотипного облика, текстура их обычно пористая или миндалекаменная. Покровы разобщены нормальными осадочными или туфогенными образованиями. Выше по разрезу, в сарыкульской свите Челябинского бассейна и пестроцветной Буланаш-Елкинского района, относимых к среднему триасу, отмечено лишь присутствие туфогенных пород.

Локальные грабенообразные депрессии, вмещающие угленосные формации челябинско-богословского типа, приурочены к зонам глубинных тектонических разломов, заложенных, вероятно, в период герцинских складкообразовательных движений. Основные зоны таких разломов общеуральского, почти меридионального простирания к настоящему времени установлены на восточном склоне Приполярного, Северного, Среднего и Южного Урала. Самая северная из них — Люльинско-Турупьинская на стыке уральских структур с Западно-Сибирской синеклизой; Тагило-Волчанская зона разломов проходит почти вдоль меридиана  $60^\circ$  в приосевой части Тагильского мегасинклинория. С этой зоной разломов связаны депрессии: Волчанская, Богословско-Веселовская и Мостовская (Именновская).

Главная Восточно-Уральская зона разломов протягивается от широты г. Егоршино на севере до широты г. Троицка на юге, примерно вдоль меридиана  $62^\circ$ , в западной части Восточно-Уральского прогиба. К северной части этой региональной зоны тектонических разломов приурочена Буланаш-Елкинская депрессия, южнее которой безугольные триасовые отложения в виде узкой, почти непрерывной полосы прослеживаются от южной части Елкинского месторождения (пос. Указатель) до с. Колчедан (классическое обнажение триасовых пород А. П. Карпинского). Еще несколько южнее триасовые отложения обнажены у с. Борисово. К югу от этого обнажения и до р. Течи присутствие триасовых образований пока не установлено. Южнее р. Течи начинает развиваться обширный Челябинский грабен, протягивающийся почти на 165 км до р. Уй. Далее к югу от р. Уй триасовые отложения на протяжении 150 км отмечаются в виде узкой, прерывистой полосы, сложенной преимущественно конгломератами.

К востоку от Главной Восточно-Уральской зоны разломов, на обширных пространствах Зауралья, вскрыто несколько аналогичных, но слабо проявленных зон разломов — Анохино-Камышловская, Юломановская, Назаровская, Петровская и др. Не являясь по своему характеру региональными, они не создали крупных коллекторов для триасового осадконакопления, за исключением значительной по площади, но мелкой по глубине Анохинской депрессии.

Начало интенсивных движений в области Главной Восточно-Уральской зоны разломов и всех более мелких зауральских зон относится к раннему триасу. В это время зарождались грабенообразные депрессии, в которых отлагались осадки туринской серии. По обновленным глубинным трещинам в зонах разломов происходит изливание лав основного состава. В конце раннего триаса в развитии депрессий наступает некоторый период затишья, фиксируемый корой выветривания в самых верхах туринской серии (в Челябинском бассейне мощностью до 50 м, в Буланаш-Елкинском районе — 1,5 м, в Анохинской депрессии 5—10 м). Развитие большинства мелких зауральских депрессий, таких, как Юломановская, Назаровская, Петровская, закончилось в конце раннего или в начале среднего триаса.

В среднем триасе возобновились подвижки палеозойского фундамента в пределах Главной Восточно-Уральской и Анохино-Камышлов-



ской зон разломов, которые сопровождалась слабой вулканической деятельностью. К этому времени относится начало движений и в области северной Тагило-Волчанской и приполярной Люльинско-Турупинской зон тектонических разломов, но излияния лав здесь не происходило. В среднем триасе депрессии-грабены развивались медленно, и в них накапливались лишь сравнительно маломощные (не более 200—500 м) толщи грубообломочных пестроцветных отложений за счет перетолжения продуктов древней коры выветривания.

В раннем кейпере интенсивность опускания палеозойского фундамента в депрессиях значительно возросла, причем в пределах депрессий установился режим колебательных движений, проявлявшийся на фоне общего погружения дна депрессий. Об этом свидетельствует развитие региональных макроритмов и более мелких ритмов в угленосных формациях челябинско-богословского типа.

Жесткий палеозойский фундамент (консолидированный герцинским складкообразованием) в пределах развивавшихся тектонических депрессий раскалывался и опускался преимущественно крупными блоками. При этом в центральных приосевых частях депрессий радиальные дизъюнктивы иногда развивались по антитетическому принципу, т. е. образовывали ряд элементарных грабенов и промежуточных горстов, чередованием которых обусловлена сложность рельефа ложа Челябинской, Анохинской и частично Буланаш-Елкинской депрессий. Плавные прогибания палеозойского ложа имели место на небольших участках депрессий (западные крылья Волчанской, Богословской и Буланашской синклиналей).

В период формирования угленосных формаций челябинско-богословского типа восточный склон Урала был горной страной, в рельефе которой в известной мере была отражена унаследованность палеозойских складчатых структур. К настоящему времени элементы этого рельефа сохранились на Северном Урале в окрестностях Волчанской и Богословско-Веселовской депрессий. Зоны тектонических разломов и связанные с ними депрессии развивались в приосевых частях синклинорий, которые в рельефе земной поверхности того периода представляли собой обширные межгорные впадины. Терригенный материал поступал в области седиментации преимущественно при двухстороннем сносе. Таким образом, фациальная обстановка была типичной внутриконтинентальной.

Формирование угленосных толщ формаций начинается с кейпера, когда в области седиментации установился устойчивый режим колебательных движений, проявлявшихся на фоне общего погружения дна депрессий. При этом происходила непрерывная компенсация погружения осадконакоплением, что привело к развитию в угленосных формациях полнокомпенсированных разрезов с начала и до конца их формирования — с кейпера и до лейаса включительно.

Временные потоки, стекавшие со склонов возвышенностей, прилегающих к депрессиям, и речная сеть в их пределах благоприятствовали развитию пролювиальных и аллювиальных фаций. Проявлявшиеся подвижки блокового характера приводили к запруживанию речных долин и к возникновению озер и заболоченных пространств, где отлагались образования озерно-болотных фаций. Деятельность речных систем и временных потоков в начальный период формирования угленосных толщ была наиболее энергичной, и в это время господствовало развитие пролювиальных фаций. По мере сглаживания рельефа окружающей местности режим водных потоков становился более спокойным, и это благоприятствовало развитию аллювиальных, озерных и болот-

ных фаций, роль которых возрастает в разрезах угленосных формаций от нижних стратиграфических горизонтов к верхним.

Развитию описанной фациальной обстановки при формировании угленосных толщ способствовало изменение климатических условий. Субаридный климат, господствовавший в среднетриасовое время, в нижнем кейпере сменился гумидным (А. И. Турутанова-Кетова, 1958 г.). Пышно произраставшие гинкговые, папоротники, цикадовые, хвойные дали тот обильный растительный материал, который явился исходным продуктом для угленакопления.

Начало угленакопления в пределах всех известных депрессий с угленосными формациями относится к концу раннего кейпера (калачевская свита Челябинского бассейна, елкинская свита Буланаш-Елкинского района). К этому времени устойчивый режим колебательных движений в пределах депрессий, а также появление растительности создали благоприятные условия для угленакопления. Однако в начальной стадии угленакопление развивалось на ограниченных пространствах, и масштабы его были незначительными. Начало максимального угленакопления во всех депрессиях относится к позднему кейперу, но дальнейшее его развитие во времени в отдельных депрессиях протекало различно.

Так, если в Челябинском грабене максимальное угленакопление приурочено к копейской (верхний кейпер) и коркинской (рэт) свитам, то в Буланаш-Елкинской депрессии этот максимум не поднялся выше буланашской свиты (норийский век). В бобровской свите (рэт) угленакопление резко сократилось и к концу формирования ее полностью прекратилось. В пределах северных и приполярных депрессий (Богословско-Веселовской, Волчанской, Люльинской и Турупьинской) угленакопление во времени развивалось, по-видимому, аналогично Буланаш-Елкинской депрессии. В некоторых депрессиях — Мостовской (Именновской), Анохинской — процессы угленакопления не получили развития, по всей вероятности, из-за неблагоприятных геотектонических условий.

К концу лейаса относится начало древнекеммерийской фазы складкообразования на восточном склоне Урала. Довольно энергичными движениями этой фазы угленосные формации челябинско-богословского типа были собраны в сложные складчатые структуры, осложненные многочисленными тектоническими разрывами. К этому же времени относится возникновение крупных надвигов с востока, которые имеются в пределах почти всех известных депрессий.

Верхнемеловой абразией, захватившей значительное пространство восточного склона Среднего и Южного Урала, складчатые сооружения, созданные древнекеммерийской фазой, были сnivelированы и погребены под горизонтально залегающими верхнемеловыми и палеогеновыми морскими осадками суммарной мощностью до 20—90 м. В пределах Северного Урала, куда влияние абразии не распространилось, до четвертичного времени развивались эрозионные процессы, которыми значительная часть триасовых толщ была разрушена, а на эрозионном срезе сложных складчатых структур отложился маломощный покров четвертичных флювиогляциальных песчано-глинистых образований (до 10 м), а в результате заболачивания возникли торфяники. На Приполярном Урале угленосные отложения Люльинского и Турупьинского месторождения были, по-видимому, вначале погребены под келловей-оксфордскими отложениями, в последующее время частично уничтоженными эрозией; здесь получили развитие ледниковые морены.

**Орско-атюсский тип угленосных формаций** имеет ограниченное развитие на восточном склоне Среднего и Южного Урала. В северо-вос-

точной части Тагильского мегасинклинория расположены небольшие по размерам и запасам Атюсское и Чаповское буроугольные месторождения. Несколько южнее, в пределах Свердловского синклинория, известно несколько небольших по площади и мелких по глубине (до 80 м) депрессий (Юрьинская и две Юконских) со среднеюрскими континентальными отложениями, содержащими маломощные (0,4—0,5 м) пропластки бурых углей. На Южном Урале к южному погружению Магнитогорского мегасинклинория приурочен Орский буроугольный район, расположенный в 80 км от г. Орска на левобережье р. Ори. Еще южнее этот тип угленосных формаций широко развит в пределах Урало-Каспийского буроугольного бассейна.

Среднеюрские континентальные угленосные отложения залегают в неглубоких, с пологими склонами впадинах-депрессиях в палеозойском субстрате. Угленакопление второй фазы нижнемезозойского этапа на Урале происходило вне какой-либо связи с областями угленакопления первой фазы (средний триас — нижняя юра), нет ни одного угольного месторождения, на котором оказались бы совмещенными угольные пласты обеих фаз нижнемезозойского этапа угленакопления.

По своему происхождению депрессии со среднеюрскими угленосными отложениями являются эрозионно-тектоническими, глубина их в максимально погруженных частях колеблется от 100 (Атюсское месторождение) до 300 м (Орский угленосный район). Соответственно и мощность угленосных формаций колеблется от 85 до 270 м. Литолого-фациальные особенности угленосных формаций этого типа характеризуются некоторыми общими закономерностями в процессах осадконакопления.

В основании угленосных формаций залегают пестроцветные отложения, представленные древней корой выветривания подстилающих пород палеозойского фундамента, которые постепенно сменяются продуктами ее переотложения — красно-бурыми и зеленоватыми песчано-глинистыми образованиями. Суммарная мощность всех пестроцветных образований — 55 м. На пестроцветах с размывом залегает базальный слой галечников и грубозернистых песков, мощность которого обычно не превышает 5 м. Залегающая выше угленосная толща по литолого-фациальному строению расчленяется на три зоны, которые не всегда совпадают со стратиграфическими свитами.

Нижняя зона сложена песками, алевролитами и глинами преимущественно темно-серых тонов, причем пески занимают до 50% разреза. Преобладают озерно-речные фации, болотные фации имеют ничтожное развитие (низы хайбуллинской свиты Орского района и «подугольный горизонт» Атюсского месторождения). Мощность зоны колеблется в пределах 45 (Атюсское месторождение) — 100 м (Орский район).

Средняя (угленасыщенная) зона отличается присутствием алевроитистых слюдястых глин с обильной флорой, преимущественно светло-серых тонов, занимающих в разрезе зоны 60—80%. Здесь преобладают озерно-болотные фации, с которыми и связано появление угольных пластов (верхи хайбуллинской свиты и мамытская свита Орского района, «угольный горизонт» Атюсского месторождения). Мощность угленасыщенной зоны — 70 м на Атюсском месторождении и 120—130 м в Орском районе.

Верхняя (третья) зона, венчающая разрез угленосных формаций, сложена преимущественно галечниками и грубозернистыми песками; растительные остатки наблюдаются редко и плохой сохранности. Здесь преобладают пролювиальные фации и очень слабо развиты озерно-речные фации (зирень-агачская свита Орского района и «надугольный

горизонт» Атюсского месторождения). В местах, где сохранились от размыва отложения этой зоны, мощность их 40—50 м.

Орско-атюсский тип угленосных формаций характеризуется в общем невысокой угленосностью, но имеет относительно высокий коэффициент угленасыщенности, который для Восточно-Уральского месторождения колеблется от 6,4 до 8,5% (по рабочим пластам).

Угли бурые гумусовые, тонкослоистые, листоватые, реже сажистые темно-кофейного цвета. По петрографическому составу — дюрен-кларковые и фюзен-ксиленовые.

Породы угленосной толщи отличаются низкой степенью литификации, а угли слабо метаморфизованные обладают повышенной влажностью (до 30%). На воздухе быстро превращаются в мелкую крупу и сажу.

Каких-либо проявлений вулканизма в этом типе угленосных формаций не наблюдается.

Угленосные формации, залегая в мелких депрессиях с пологими бортами, лежат почти горизонтально при незначительной волнистости (1—4°). Отмечаются очень редкие разрывы типа сбросов преимущественно в прибортовых частях депрессий, и здесь же в ряде случаев отмечается возрастание углов падения до 6—15°.

Заложение депрессий, явившихся коллекторами для среднеюрского осадконакопления и углеобразования, произошло в результате блоковых движений палеозойского фундамента во время древнекимерийской фазы тектогенеза, проявившейся на Урале в конце лейаса. Кора выветривания образовалась до возникновения депрессий, скорее всего со среднего триаса; переотложенные же пестроцветные песчано-глинистые породы отлагались в период первоначального формирования депрессий, когда происходило углубление их эрозионными процессами. Последующее накопление среднеюрских угленосных формаций происходило в условиях внутриплатформенного континентального режима с преобладанием лимнического осадконакопления.

В начале ааленского века (вероятно, в результате подвижек отдельных блоков) дно депрессий опускалось, причем в то время когда отлагался базальный слой и формировалась нижняя песчано-глинистая зона угленосных формаций, седиментация происходила при значительном преобладании скорости погружения над скоростью накопления осадков. В этот период развивались озерные и речные (дельтовые) фации. С конца аалена и в байос-бате в условиях влажного субтропического климата и при общей замедленности опускания дна депрессий произошло формирование средней угленосной зоны угленосных формаций. В это время преобладали отложения озерно-болотных фаций, при этом снос обломочного материала в области седиментации происходил со склонов прилегающих пологих холмов за счет разрушения палеозойских пород при незначительной транспортировке терригенного материала.

В конце батского века вновь произошло изменение условий осадконакопления; в результате тектонических движений возник новый седиментационный цикл и получили развитие отложения пролювиальных фаций. В этих условиях образовалась верхняя безугольная зона угленосных формаций орско-атюсского типа.

Условия, благоприятные для угленакопления, возникнув в конце ааленского века, сохранялись на протяжении байос-бата. Господствовавший в то время влажный субтропический климат благоприятствовал произрастанию пышной растительности — гинговых, цикодофитов, папоротников, хвощей и хвойных. В пределах областей седиментации образовались многочисленные низинные болота с часто меняющимися



уровнями грунтовых вод, которые и явились коллекторами для угленакопления. Исходным материалом для формирования торфяников были остатки высших растений, причем главную роль играли стеблевые ткани, а подчиненную — листва и другие нежные части растений. Вероятно, в этот период углеобразования богатый растительный покров был распространен на большей части современного Урала, однако геотектонические условия, способствовавшие угленакоплению, имели место только в пределах тех ослабленных тектонических зон, где возникли депрессии в палеозойском фундаменте.

Вторая фаза нижнемезозойского этапа угленакопления, породившая орско-атюсский тип угленосных формаций, завершилась в конце батского века на всей территории Урала, и углесодержащие слои были погребены под песчано-галечниково-глинистыми образованиями верхней зоны угленосных формаций.

Среднеюрские угленосные формации сохранили свое первоначальное почти горизонтальное положение. Некоторая волнистость в залегании слоев и наличие сбросов, по всей вероятности, обязаны своим происхождением последующим эпейрогеническим движениям, имевшим, по мнению А. Л. Яншина (1948), место на Южном Урале в нижнетретичное и даже верхнетретичное время.

После завершения формирования угленосных формаций они были погребены под меловыми, третичными и четвертичными отложениями. В результате общего эпейрогенического поднятия Урала в четвертичное время произошло резкое омоложение эрозионного цикла и начал формироваться современный рельеф. При этом покровные образования были частично денудированы эрозионными процессами.

### ***Верхнемезозойский этап угленакопления***

На восточном склоне Урала верхнемезозойский этап угленакопления во времени последовал почти без перерыва вслед за нижнемезозойским. В верхнеюрское время (келловей-оксфорд) в пределах восточного склона Северного и Приполярного Урала на обширной территории — от южной границы Северо-Сосьвинского бурогоугольного района (62° с. ш.) до Нижне-Ханмейского (Обского) бурогоугольного месторождения (67° с. ш.) — создались условия, благоприятные для угленакопления. Здесь, в области примыкания зарождавшейся в то время Западно-Сибирской синеклизы к горному герцинскому Уралу, в прибрежно-морской обстановке открытого на восток верхнеюрского моря происходило весьма своеобразное паралическое угленакопление, связанное с образованием угленосных формаций северососьвинского типа. По геотектонической классификации Г. А. Иванова, этот тип угленосных формаций с большой долей условности можно отнести к группе платформенных формаций внешних прогибов.

Верхнемезозойский этап угленакопления очень слабо проявился на восточном склоне Урала и в баррем-апте, но отсутствие в то время благоприятных геотектонических условий не позволило развиваться процессам угленакопления, несмотря на произрастание богатой растительности почти на всей территории Урала. Отдельные непромышленные скопления высокозольных нижнемеловых лигнитов сохранились лишь в карстовых впадинах, где они отлагались совместно с огнеупорными глинами, которые иногда настолько перенасыщены углистым веществом, что становятся нацело углистыми (Троицко-Байновское, Белкинское и другие месторождения нижнемеловых огнеупорных глин). В это же время отлагались и нижнемеловые залежи бокситов.



**Северососьвинский тип угленосных формаций** по данным поисковых буровых разведок и довольно редких естественных обнажений в долинах рек прослеживается непрерывно по площади к северу от Усть-Маньинского буроугольного месторождения. Однако промышленная угленосность не имеет сплошного развития в пределах этой южной вскрытой разведками части, по-видимому, весьма обширного буроугольного бассейна, которому присвоено название Северо-Сосьвинского. К настоящему времени здесь установлено, кроме упомянутого Усть-Маньинского месторождения, Лопсинское, Няисское, Оторьинское и Тольинское месторождения и слабо исследованный Сарминский угленосный участок. В промежутках между указанными угольными месторождениями угленосная толща не содержит промышленной угленосности, отмечаются лишь маломощные пропластки и линзы бурого угля.

По данным, полученным при бурении многочисленных газо- и нефтеразведочных скважин, угленосные формации северососьвинского типа отмечаются далеко на восток от Северо-Сосьвинского угленосного бассейна, в пределах Западно-Сибирской синеклизы (Березово-Шаимский нефтегазоносный район). Здесь к ним приурочены нефтепроизводящие горизонты.

Угленосные отложения, залегая с размывом на коре выветривания палеозойских пород или непосредственно на вулканогенных и нормально-осадочных образованиях палеозоя, перекрываются морскими осадками верхнего оксфорда, а еще выше по разрезу — морскими отложениями верхней юры и серией морских и континентальных осадков мела и палеогена.

Северососьвинский тип угленосных формаций отличается сложностью фациально-литологического и стратиграфического строения (В. А. Лидер, 1957 г.). Угленосная толща состоит из трех разновозрастных свит, объединяемых в так называемую обскую серию угленосных отложений.

Основание угленосной толщи слагает яны-маньинская свита бат(?)-келловейского возраста. Отличаясь фациальной изменчивостью при наличии внутрифракционных размывов и невыдержанным литологическим строением, свита сложена главным образом полимиктовыми песками и конгломератами, песчаниками с кальцитовым или сидеритовым цементом; аргиллиты занимают в ее разрезе около 12%. Свита является промышленно угленосной. Мощность ее колеблется от 40 до 150 м.

На яны-маньинской свите с угловым несогласием залегают тольинская и оторьинская свиты, относящиеся к оксфордскому ярусу. Тольинская свита сложена гравелитами, разнозернистыми песками полевошпат-кварцевого и аркозового состава и алевритами. Аргиллиты и глины составляют всего лишь 10% ее разреза. Мощность свиты 80 м, но развита она не повсеместно. Промышленной угленосности не содержит.

Оторьинская свита является самой верхней частью угленосной толщи, повсеместно развита и содержит основную промышленную угленосность. В основании свиты залегают пески и гравий (до 25%) и алевриты (до 24%); средняя часть свиты сложена каолин-гидрослюдистыми глинами и заключенными в них пластами бурого угля. В кровле свиты залегают самый мощный и наиболее выдержанный «Главный» пласт угля. Мощность свиты — 40—50 м. Отложения оторьинской свиты постепенно переходят в верхнеоксфордские каолин-гидрослюдистые аргиллиты с конкрециями сидерита и богатой морской фауной аммонитов и фораминифер. Мощность этих отложений возрастает от 3 м на юге до 45 м в северной части района. Выше залегают довольно

мощная (до 100 м) и однородная по составу толща слюдистых алевроитов с глауконитом и богатой фауной аммонитов.

На верхнеюрских отложениях расположен сложный по литолого-фациальному составу комплекс морских и континентальных образований, имеющих возраст от нижнего мела до неогена. Суммарная мощность этого комплекса возрастает в восточном направлении от десятков и сотен метров до 1,0—1,5 км в пределах Западно-Сибирской синеклизы.

Промышленная угленосность в угленосной толще сосредоточена в нижней и верхней ее частях, т. е. в яны-маньинской и оторьинской свитах. Средняя часть толщи — тольинская свита — практически является безугольной. Нижняя продуктивная яны-маньинская свита распространена не повсеместно, она ограничено развита в Тольинском и Няисском месторождениях, где содержит до 11 пластов угля, из которых 7 достигают рабочей мощности — 1 м. Наиболее распространенный пласт «Нижний» в пределах Тольинского месторождения достигает мощности 5,3 м и прослеживается на площади в несколько квадратных километров. Остальные пласты не выдержаны и залегают преимущественно разобщенными линзами.

Основная угленосность в пределах Северо-Сосьвинского бассейна связана с верхней продуктивной свитой — оторьинской, повсеместно распространенной в районе. В свите содержится до 9 пластов угля, из которых 7 почти повсюду имеют рабочую мощность, однако большинство из них сплошным развитием не пользуется. В верхней части свиты залегает «Главный» угольный пласт, содержащий основную массу запасов угля (более 82%). Мощность его от 3—5 до 10,8 м (Оторьинское месторождение). В целом угленосность в пределах района возрастает с юга на север и достигает максимума на Тольинском и Оторьинском месторождениях, где мощность суммарного рабочего пласта угля составляет соответственно 7,9 и 13,4 м. Строение угольных пластов обычно простое, выклинивание происходит весьма постепенно.

Угли бурые, в подавляющей части гумусовые. В небольшом количестве присутствуют липтобиолиты и гумусо-липтобиолитовые угли, слагающие отдельные небольшие прослои в гумусовых углях. Преобладают полублестящие угли (до 70%) полосчатые, штриховатые, иногда однородные с лигнитовой структурой. Петрографические угли представлены клареном и дюрэн-клареном с полосками и линзами витрена. В нижней продуктивной свите наблюдаются в значительном количестве матовые и полуматовые дюрэновые и дюрэн-клареновые с фюзеном зольные угли. Цвет углей черный, реже буроватый. Угли преимущественно плотные, хрупкие, сажистые разности встречаются редко. Обладая высокой влажностью (29—38%), угли при хранении на открытом воздухе разваливаются в мелочь.

В структурно-тектоническом отношении Северо-Сосьвинский бассейн представляет собой моноклираль, полого погружающуюся на восток. Системой ступенчатых разрывов субмеридионального направления она разбита на крупные, многокилометровые тектонические блоки, в пределах которых угленосная толща залегает со слабым наклоном в 1—2° и реже до 5—10°. Тектонические разрывы были заложены в послевизейское время и продолжали развиваться в мезозое и кайнозое.

Начало формирования северососьвинских угленосных формаций относится к бат(?)-келловейскому времени, когда в западной краевой части Западно-Сибирской синеклизы установился устойчивый режим колебательных движений. Как отмечает В. А. Лидер, в период накопления угленосной толщи в области седиментации сохранилась общая

тенденция к нисходящему развитию рельефа. При накоплении осадков нижней усть-маньинской свиты происходили активные тектонические подвижки, следствием чего явилось непостоянство угольных пластов этой свиты и их быстрое выклинивание. Наряду с этим наблюдаются внутриформационные размыты.

В тольинской и оторьинской свитах установлено присутствие морских образований с аутигенным глауконитом, фораминиферами и битой ракушкой пластинчатожаберных, что свидетельствует о периодическом затоплении морем области угленакопления и одновременно указывает на своеобразный паралический характер углеобразования при трансгрессивной стадии осадконакопления. В связи с последним обстоятельством преобладающая часть углей сосредоточена в верхней части угленосной толщи.

О режиме колебательных движений в области седиментации на фоне ее общего погружения в период формирования северососьвинских угленосных формаций свидетельствует проявление ритмичности в осадконакоплении. В. А. Лидером установлено от 2 до 6 ритмов в усть-маньинской свите, 2—3 ритма в тольинской и до трех ритмов — в оторьинской. Область седиментации с запада ограничивалась уральскими герцинидами, со склонов которых и происходил снос терригенного материала в восточном направлении, где на обширной низменной равнине зарождавшейся в то время подвижной Западно-Сибирской синеклизы происходило осадконакопление в прибрежно-морской обстановке. При формировании нижней свиты угленосных формаций наряду с озерно-болотными фациями широко развиты были русловые. В оторьинском веке, когда формировалась верхняя угленосная свита, господствующая роль принадлежала пойменным, озерным и болотным фациям. Русловые фации резко сократились.

Гумидный, субтропический приморский климат, господствовавший в келловей-оксфордское время на территории Северного и Приполярного Урала, способствовал произрастанию на заболоченной равнине тучной растительности, представленной главным образом разнообразными видами гинкговых, цикадофитов, хвощей и режее хвойных. Установившийся с начала келловей геотектонический режим колебательных движений способствовал развитию процессов угленакопления, которые, по данным В. А. Лидера, мигрировали по площади с северо-востока на юго-запад, а во времени — от келловей до начала позднего оксфорда. Угленакопление, завершившееся формированием «Главного» угольного пласта, везде было прервано трансгрессией верхнеоксфордского моря.

На территории Северо-Сосьвинского бурогоугольного бассейна морской режим сохранялся с небольшими перерывами до конца раннего олигоцена.

В результате блоковых движений в мезозое и кайнозое, максимальная активность которых относится к древнеолигоценному времени, угленосная толща была разбита на крупные блоки, взаимно перемещенные по отношению друг к другу. Угленосная толща и входящие в нее угольные пласты почти не подверглись метаморфизму, породы весьма слабо литифицированы (пески, глины), а угли остались на стадии бурых, сравнительно низкой степени углефикации.

В антропогене ледниками двухкратного покровного оледенения отдельные участки угленосной толщи в блоках неглубокого залегания были частично уничтожены, а вся территория современного Северо-Сосьвинского бурогоугольного бассейна покрыта мощным чехлом морены — от 10—30 м на водоразделах до 40—60 м в долинах крупных рек.

### *Палеоген-неогеновый этап угленакопления*

С конца среднего оксфорда и до верхнего олигоцена на Урале наступил перерыв в развитии процессов угленакопления (если не считать небольшой вспышки угленакопления в барреме — апте). Лишь на грани палеогена и неогена они вновь получили довольно бурное развитие в южной части Предуральского прогиба от  $51^{\circ}50'$  до  $54^{\circ}$  с. ш., в пределах современного Южно-Уральского бурогоугольного бассейна. Благоприятные для угленакопления геотектонические условия создались здесь в период начиная с позднего олигоцена до конца среднего миоцена. На остальной части прогиба на Горном Урале палеоген-неогеновый этап угленакопления проявился лишь в возникновении непромышленных скоплений бурых углей в небольших карстовых воронках и мелких эрозивных впадинах (Кунгуро-Красноуфимская площадь в среднеуральской части Предуральского прогиба и Липовская площадь в Режевском районе на восточном склоне Урала).

Угленосные формации Южно-Уральского бурогоугольного бассейна не имеют аналогов на Урале и выделяются в обособленный тип. Г. А. Иванов относит их к угленосным формациям подвижных платформ, а по типу прогибов — к прогибам в солянокупольных структурах.

**Южноуральский тип угленосных формаций** распространен на ограниченной территории в южной части Предуральского прогиба. Здесь к северу от р. Сакмары расположено более пятидесяти бурогоугольных месторождений, объединяемых в Южно-Уральский бурогоугольный бассейн. Крупнейшие месторождения бассейна (в которых сосредоточено более 80% запасов угля) — Репьевское, Хабаровское, Тюльганское, Яман-Юшатырское, Южно-Куюргазинское, Куюргазинское, Маячное и Бабаевское — группируются на площади около 4000 км<sup>2</sup> в южной части бассейна, в пределах Сакмаро-Бельского водораздела (Сакмаро-Бельская зона; Яхимович, 1958). В центральной части бассейна (Стерлитамакско-Мелеузская зона) сосредоточены только небольшие по запасам угля месторождения, из которых очень немногие представляют незначительную промышленную ценность (Семеновское, Ротатбашевское, Загребайловское). В северной части бассейна (Ашино-Стерлитамакская зона) промышленных месторождений угля нет.

Олигоцен-миоценовые внутриконтинентальные лимнические угленосные формации в южной части бассейна выполняют относительно неглубокие (до 400—500 м, считая до мезозоя) и небольшие по размерам депрессии-грабены (Бабаевский  $5 \times 4$  км). Депрессии чаще вытянуты в меридиональном или субмеридиональном, реже в широтном направлении. В центральной части бассейна депрессии имеют эрозионно-тектоническое происхождение, а в северной периферической части развиты лишь карстовые провалы и воронки.

Субстратом ложа депрессий в пределах основной (южной) части бассейна являются верхнепермские красноцветные толщи казанского и татарского ярусов; в центральной и северной частях — галогенные породы кунгура и уфимские терригенные образования. До отложения олигоцен-миоценовых угленосных формаций депрессии-грабены претерпели сложные геологические изменения, что нашло свое отражение в построении заполняющих их осадочных толщ.

В большинстве грабенов южной части бассейна в начале их формирования произошло накопление средне-верхнетриасовых континентальных образований, представленных ярко окрашенными аргиллитами с прослоями песчаников (калтаевская свита) и залегающими выше песчаниками с прослоями слабо сцементированных песчани-



ков, песков и серых аргиллитов, иногда с маломощными (0,4—0,5 м) пропластками угля черного цвета (суракайская свита). Суммарная мощность этой пестроцветной толщи предположительно определяется в 500—600 м.

После длительного перерыва в средней юре в ряде депрессий отложились континентальные глинисто-песчаные сероцветные толщи, в которых иногда наблюдаются маломощные линзочки черного и бурого угля. Мощность сероцветных толщ — 300 м.

Нижнемеловые, валанжинские морские отложения в виде останцов мощностью до 18—63 м сохранились в немногих грабенах (Яман-Юшатырском, Хабаровском), это косослоистые темно-серые глины с глинистыми песками, содержащими переотложенную фауну.

Более широко, но не повсеместно в грабенах развиты верхнемеловые морские отложения, представленные глинистыми кварцевыми песками, вязкой серо-зеленой глиной и мелоподобными породами. Максимальная суммарная мощность этих образований — 70—80 м (Маячный и Куюргазинский грабены).

На размытой поверхности континентального и морского мезозоя залегает комплекс палеоген-неогеновых отложений, наиболее полный разрез которого установлен в южной части бассейна. По В. Л. Яхимович (1958), литолого-стратиграфическое строение этого комплекса характеризуется следующим образом. В депрессиях-грабенах в основании палеоген-неогенового комплекса залегают континентальные нерасчлененные отложения нижнего и среднего олигоцена, обычно погребенные в глубоких частях грабенов (Куюргазинского, Бабаевского и др.), представленные зеленовато-серыми и пестроцветными глинами, алевролитами и песками, мощность которых по данным бурения 45 м.

Начало формирования южноуральских угленосных формаций в южной части бассейна относится к концу позднего олигоцена. Угленосная толща, мощность которой колеблется от 64 до 380 м, состоит из четырех свит, различных по возрасту, литологическому и фациальному строению, объединяемых в «угленосную серию Южно-Уральского бурогольного бассейна» или, по В. Л. Яхимович (1958), в «предуральскую серию».

В основании южноуральских угленосных формаций залегает тюльганская (базальная, или нижняя угленосная) свита, которая ложится с резким угловым несогласием и размывом (фиксируемым слоем базального галечника) на различные по возрасту отложения от средне-триасовых (иногда даже пермских) до нижне-среднеолигоценовых. Литологический состав свиты довольно однообразный. В основании она сложена белыми и светло-серыми мелкозернистыми песками и алевролитами. Нижние слои ее содержат грубозернистые пески и галечники из кремневой, кварцевой и кварцитово-галли. В верхних частях свиты иногда залегают слои сильно слюдястых, жирных глин, среди которых встречаются углистые разности и прослои бурого угля, преимущественно маломощные (0,1—1,0 м), но иногда достигающие промышленной мощности 3—12 м (Тюльганское и Хабаровское месторождения). В тюльганской свите преобладают озерные фации, в верхних слоях появляются озерно-болотные отложения. Свита повсеместно развита в пределах всех известных грабенов-депрессий бассейна. Мощность ее от 15 м на севере бассейна до 90 м в южной его части.

Куюргазинская (основная угленосная) свита связана с тюльганской постепенными переходами. Она сложена осадками озерно-болотных и болотных фаций, представленными главным образом глинами преимущественно светло-серой характерной для этой свиты окраски. Некоторая запесоченность глин наблюдается в основании свиты; про-



слои песков встречаются редко. Среди глин залегают буроугольные залежи средней мощностью до 30—40 м. Возраст отложений свиты — нижнемиоценовый. Наиболее полно развита свита в южной части бассейна; мощность ее колеблется от 40 до 120 м.

Ворошиловская (верхняя угленосная) свита залегает на куюргазинской со следами размыва. Отложения ее представлены также образованиями озерно-болотных и болотных фаций. Нижняя часть свиты сложена разнозернистыми песками с примесью гравия и галечника; средняя и верхняя — глинами жирными или песчанистыми, серой и бурой окраски. В глинах залегают буроугольные залежи иногда значительной мощности. Возраст отложений свиты определяется условно как среднемиоценовый. Наиболее развита ворошиловская свита в центральной и северной частях бассейна. Мощность ее колеблется от 4 до 90 м.

Ушкатлинская (надугольная свита) завершает угленосные формации Южноуральского бассейна и перекрывает угленасыщенную часть этих формаций. Развита она в пределах всего бассейна. До начала формирования свиты произошло значительное поднятие всей Уральской системы, в связи с чем эта свита лежит с размывом на ворошиловской свите или более древних отложениях (до пермских включительно). Литологический состав свиты непостоянен, она складывается галечниками, глинистыми неравномерно-зернистыми песками и преимущественно песчанистыми глинами, переслаивающимися между собой и замещающими друг друга по простиранию. Окраска пород преимущественно белая и светло-серая с характерным пятнистым вторичным окрашиванием в бледные тона желтого, фиолетового и красного оттенков. Местами в северной части бассейна среди глин встречаются тонкие прослой углистых разностей и глинистых углей.

Свита характеризуется пестротой фациального состава, в ней развиты отложения русловых аллювиальных фаций, конусов выноса и озерных фаций. Возраст ее верхнемиоценовый. Полная мощность ушкатлинской свиты не установлена, так как верхние горизонты ее уничтожены эрозией, в сохранившихся частях она колеблется от 5 до 80 м.

Южноуральские угленосные формации перекрыты континентальными и морскими осадками плиоцена, в нижних слоях не имеющими четкого стратиграфического расчленения с верхнеолигоценными образованиями. Представлены они песчано-глинистыми с прослоями галечников отложениями, залегающими с размывом на ушкатлинской свите. Суммарная мощность их колеблется в широких пределах — от 50 до 250 м (Куюргазинский, Тюльганский, Ворошиловский, Хабаровский грабены). В ряде депрессий плиоценовые толщи уничтожены эрозионными процессами, и угленосные отложения покрываются лишь делювиальными суглинками антропогена.

Для южноуральских угленосных формаций характерно присутствие мощных залежей бурого угля; в пределах одного месторождения наблюдается 1—2, реже 3—4 залежи (Ворошиловское месторождение). Обычно основной мощной залежи сопутствует до двух-трех второстепенных маломощных. Основные буроугольные залежи приурочены к куюргазинской — основной угленосной свите, в которой сосредоточена подавляющая масса углей бассейна — 93,1% всех его геологических запасов, в то время как в подстилающей тюльганской свите содержится 2,7% этих запасов, а в залегающей выше ворошиловской — 4,2%. Таким образом, основная угленосность в южноуральских угленосных формациях сосредоточена в средней части их разреза.

Буроугольные залежи по форме своей являются пластообразными или же крупными линзообразными телами. Мощность их колеблется

в широких пределах: от 2—3 до 110 м (соответственно Бабаевское и Хабаровское месторождения), при средней мощности основных залежей от 6,5 до 40 м.

Встречаются залежи как простого, так и сложного строения. При сложном строении залежи расщеплены на 4—7 угольных пачек и более, разобщенных глинистыми породами. Размеры залежей различные: от десятков и сотен метров до нескольких километров. Они обычно несколько вытянуты по простиранию (Репьевское месторождение  $3,6 \times 0,5$  км, Хабаровское —  $5,8 \times 2,5$  км, Тюльганское —  $6,5 \times 1,3$  км, Бабаевское —  $3,1 \times 2,4$  км).

Буроугольные залежи залегают почти горизонтально, реже наклонно и имеют незначительную волнистость, при этом периферические части их обычно несколько приподняты под углом  $5-10^\circ$  и редко до  $30^\circ$  в сторону бортов депрессий, к которым залежи не прислоняются, так как выклинивание их происходит внутри формаций. В узких грабенах буроугольная залежь нередко оказывается значительно приподнятой к одному из ее бортов (испытавшему поднятие) и срезается эрозией или резко клиновидно выклинивается (Яхимович, 1958). Иногда залежи выклиниваются вблизи выступов более древних пород, имеющих внутри грабенов. Выклинивание залежей происходит на сравнительно коротких расстояниях (150—200 м), при этом в зоне выклинивания по мере расщепления залежей на пласты, а затем на прослои обычно появляются постепенно возрастающие по мощности слои бурых и темно-серых углистых или чисто белых и светло-серых глин, переходящих в свою очередь в песчаные глины и глинистые пески. Эти переходные зоны выклинивания обычно обрамляют буроугольные залежи там, где периферические части их не срезаны эрозией. В. Л. Яхимович (1958) отмечает, что в зоне выклинивания буроугольных залежей часто наблюдается развитие конкреций и прослоев глинистого сидерита и реже бурого железняка.

Южноуральские угленосные формации характеризуются высокой угленасыщенностью в южной и частично центральной частях бассейна, в северном направлении происходит снижение их угленасыщенности по мере исчезновения крупных депрессий-грабенов и с появлением карстовых впадин, неблагоприятных для угленакопления.

Угли Южно-Уральского буроугольного бассейна типичные бурые, низкой степени углефикации. Макроскопически они представляют собой светло-бурюю или коричневатую большую частью однородную массу, в которую включены крупные структурные элементы в виде обломков древесины, лигнита, веток и коры и реже стволов крупных деревьев. При исследовании под микроскопом видно, что сплошная однородная масса угля состоит из мельчайших обрывков растительных тканей (Яхимович, 1958).

Образование углей автохтонное, угли аллохтонного происхождения встречаются крайне редко и практического значения не имеют. Угли преимущественно гумусовые, но есть и гумусово-липтобиолитовые. Гумусовые угли подразделяются на торфовидные, лигнитовые, землистые (аттритовые) и плотные, а гумусо-липтобиолитовые — на рыхлые и плотные. Гумусо-липтобиолитовые разновидности углей встречаются в виде прослоев и линз среди основной массы гумусовых углей. Для всех разновидностей южноуральских бурых углей в связи с их низкой степенью углефикации характерна высокая естественная влажность (в среднем 40—45%). Второй особенностью углей является их повышенная битуминозность, выход смол составляет от 10 до 23%.

Исключительно низкая степень литификации пород, слагающих южноуральские угленосные формации, а также состояние самих углей

свидетельствуют о том, что эти формации не подвергались воздействию каких-либо факторов метаморфизма.

Угленосные отложения в пределах бассейна не имеют сплошного площадного развития, заполняя взаимно разобщенные грабенообразные депрессии, по формам залегания они повторяют конфигурацию этих грабенов, несогласно прислоняясь к их круто обрезанным бортам. Залегание угленосных толщ внутри грабенов горизонтальное или слабо наклонное.

Образование впадин, явившихся коллекторами для накопления южноуральских угленосных формаций, объясняется В. Л. Малютиным (1956 г.) радиальными тектоническими движениями; А. С. Хоментовский (1953) находит причину возникновения грабенов в растворении солей в гребнях кунгурских возвышенностей, а В. Л. Яхимович объясняет грабенообразование региональными эпейрогеническими движениями.

Тот факт, что, несмотря на разобщенность буроугольных месторождений бассейна, для них установлена единая стратиграфическая схема в осадконакоплении, а также синхронность в накоплении угольных залежей, свидетельствует о закономерностях в развитии геотектонического режима в период формирования южноуральских угленосных формаций. Приуроченность грабенов к зонам крупных тектонических разломов подтверждает возникновение их в результате блоковых подвижек жесткого палеозойского фундамента. При этом процессы грабенообразования получили развитие на небольшой, наиболее погруженной южной части Предуральского прогиба, в пределах современного Сакмаро-Бельского водораздела, в северных же частях прогиба они затухают. Причины этого кроются в особенностях тектонического строения различных частей прогиба в глубинных его зонах и пока что во многом остаются неясными.

Заложение впадин относится к началу среднего триаса, однако условий, благоприятных для развития процессов угленакопления в пределах грабенов, не возникало до позднего олигоцена, т. е. до начала формирования южноуральских угленосных формаций. Благоприятный для угленакопления геотектонический режим возник в конце верхнего олигоцена (конец тюльганского века), когда в грабенах установился устойчивый режим колебательных движений. В период отложения угленосных толщ, по-видимому, происходило как опускание дна грабенов, так и поднятие их бортов, чем, вероятно, и можно объяснить некоторую приподнятость угленосных отложений и заключенных в них залежей угля от центра к периферии грабенов.

В палеогеографическом отношении рассматриваемая часть Предуральского прогиба в период формирования угленосных формаций представляла собой всхолмленную предгорную равнину с системой замкнутых, бессточных депрессий-грабенов. На востоке равнины возвышался Горный Урал, являвшийся в то время основной областью сноса терригенного материала. В период отложения угленосных толщ каждая в отдельности взятая депрессия-грабен до конца среднего миоцена (до начала ушкатлинского века) являлась самостоятельным коллектором для осадко- и угленакопления. Эти процессы протекали на фоне преобладающего погружения дна депрессий с кратковременными остановками или даже временными поднятиями, чем можно объяснить то обстоятельство, что наряду с полнокомпенсированными частями разреза (тюльганская и куюргазинская свиты) внутри угленосных формаций имеют место проявления трансгрессии (низы ворошиловской и ушкатлинской свит).

Формирование южноуральских угленосных формаций происходило в типичной внутриконтинентальной фациальной обстановке, преобладали озерные, озерно-болотные и болотные фации, развитию которых благоприятствовали палеогеографические условия и в первую очередь бессточность депрессий-грабен, являвшихся коллекторами для осадконакопления. С начала отложения ушкатлинской свиты развивались русловые аллювиальные фации и фации конусов выноса.

К началу формирования угленосных формаций, т. е. к концу олигоцена, на территории южной части Предуралья прогиба установился умеренный, теплый и, по-видимому, влажный климат. Об этом свидетельствует развитие смешанной лиственной вечнозеленой и листопадной древесной растительности с хвойными, особенно кипарисовыми-таксодиевыми, а также присутствие представителей вечнозеленых и теплолюбивых полтавских видов и платанов. В нижнем миоцене произошло постепенное изменение флористических комплексов — полное исчезновение полтавских видов, древних хвойных и платана, при расцвете широколиственных видов — бука, каштана, дуба, с примесью хвойных — пихты, ели, сосны и наряду с ними кипарисов. В среднем миоцене (верхняя угленосная свита) произрастали почти в равных количествах вышеперечисленные виды широколиственной древесной растительности, а также береза, ольха, возросла роль хвойных, меньше стало кипарисов. Смена растительных ассоциаций свидетельствует о постепенном похолодании климата, усилившемся в позднем миоцене в период формирования надугольной свиты, для которой характерно значительное обеднение состава флоры (за счет исчезновения теплолюбивых видов) и появление травянистой растительности.

Угленакопление при отложении южноуральских формаций, начавшись в конце олигоцена, продолжалось до конца среднего миоцена, т. е. в тот период, когда совпали благоприятные для угленакопления геотектонические, палеогеографические и климатические условия. В локальных депрессиях, в замкнутых застойных, быстро заболачивающихся озерах происходило накопление мощных торфяников, исходным материалом для которых явилась главным образом пышно произраставшая древесная растительность.

Угленакопление происходило при медленном, постепенном погружении дна впадин, при этом на протяжении длительного времени скорость погружения компенсировалась скоростью угленакопления, в результате чего в южноуральских угленосных формациях и накопились мощные бурогольные залежи.

Угленакопление мигрировало по площади бассейна с юга на север и по разрезу формаций, т. е. во времени с конца олигоцена до конца среднего миоцена. Благодаря этому в нижней угленосной (верхний олигоцен) и основной угленосной (нижний миоцен) свитах максимальная угленосность сосредоточена преимущественно в южной части бассейна, а в верхней угленосной свите (средний миоцен) — в центральной и северной его частях. К началу отложения надугольной свиты (верхний олигоцен) произошло значительное поднятие Горного Урала, что вызвало оживление деятельности водных потоков, сносивших с Урала в области седиментации большие массы терригенного материала. В это же время произошло значительное похолодание климата и оскудение растительного покрова. Все это и привело к прекращению процессов угленакопления в Южном Предуралье. В надугольной свите, практически безугольной, наблюдаются лишь маломощные прослойки глинистых углей и углистых глин.

В плиоцене южноуральские угленосные формации были погребены под толщу песчано-глинистых отложений, до конца кинельского века



отлагавшихся в континентальных условиях, а в акчагыльском и апшеронском веках — в морских. В результате поднятий, происходивших в Предуралье в конце плиоцена, значительная часть этих отложений была эродирована, при этом эрозией частично были уничтожены и угленосные толщи в краевых, наиболее приподнятых частях формаций. Это привело к тому, что иногда маломощные отложения антропогена залегают непосредственно на угленосных отложениях или даже на угольных залежах (Бабаевское, Куюргазинское, Южно-Куюргазинское, Маячное, Тюльганское и другие месторождения).

Южноуральские угленосные формации не подвергались воздействию складкообразующих движений. В результате эпейрогенических движений в угленосных толщах имеет место проявление мелкосбросовой тектоники с амплитудами 3—5 м. Наблюдающиеся явления диапиризма в зонах наибольших мощностей угольных залежей объясняются А. С. Хоментовским (1953) различием в удельных весах углей и перекрывающих пород, в результате чего в связи с пластическими свойствами угля происходило его перемещение и внедрение в виде диапиров в породы кровли залежей.

Южноуральские угленосные формации после отложения не претерпели больших изменений и сохранились почти в первоначальном виде.

### КИЗЕЛОВСКИЙ КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ БАСЕЙН

Кизеловский, или Западноуральский, каменноугольный бассейн<sup>1</sup> расположен на западном склоне Урала в пределах Пермской области, приблизительно между реками Вишерой (на севере) и Чусовой (на юге). Он приурочен к нижнекаменноугольным терригенным отложениям, выходящим на поверхность в виде меридионально вытянутой полосы шириной от 10 до 20 км. На востоке угленосные отложения размыты и сменяются девонскими и додевонскими породами, образующими денудационную границу. В западном направлении они погружаются под более мощные образования Предуральского краевого прогиба на глубину до 2—2,5 км.

По степени угленасыщенности и структурно-геологической обособленности бассейн делится на три угленосных района: Кизеловский, Вишерский и Чусовской, из которых первый имеет главное промышленное значение, вследствие чего и весь бассейн обычно называют Кизеловским. В пределах угленосных районов выделяются отдельные месторождения, приуроченные к синклинальным и антиклинальным структурам или их частям.

Кизеловский бассейн является одним из старейших на Урале. Разработка некоторых его месторождений началась более 160 лет назад. Однако длительное время добыча угля производилась в крайне незначительных размерах. Его сравнительно быстрый рост начался только с 1879 г., после окончания строительства Горнозаводской железной дороги на участке Чусовая—Кизел—Усолье. Основное развитие угольная промышленность получила здесь в годы Советской власти и особенно в годы Великой Отечественной войны, а также в послевоенный период. Так, в 1960 г. добыча угля в бассейне достигла 12 млн. т. В связи с разработкой запасов рядом шахт в последние 10 лет имеет место снижение добычи угля (в 1971 г. добыто 8,0 млн. т). Тем не менее, учитывая, что Кизеловский бассейн является единственным на Среднем и

<sup>1</sup> В данной книге приводится сокращенное описание каменноугольных бассейнов Урала, поскольку в 1967 г. издательством «Недра» выпущена монография «Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР», т. 4 (Урал).



Южном Урале источником коксующихся углей, его народнохозяйственное значение продолжает оставаться весьма значительным.

Геологические исследования в пределах бассейна проводятся с 80-х годов прошлого столетия, но его систематическое изучение стало осуществляться только в послереволюционное время. В период с 1925 по 1931 г. территория бассейна была покрыта крупномасштабной геологической съемкой. Одновременно были начаты геологоразведочные работы. Результаты всех этих работ обобщены в 1932 г. в сборнике «Угленосные отложения западного склона Урала» под редакцией И. И. Горского, П. В. Васильева и В. П. Тебенкова (Горский, 1932). Последующие годы характеризуются увеличением объемов геологоразведочных работ, которые приобрели особенно широкий размах в период с 1950 по 1960 г. Накапливавшийся огромный фактический материал использовался при составлении многочисленных геологических отчетов и заключений по отдельным шахтным полям и месторождениям. В период с 1950 по 1953 г. коллективом геологов и маркшейдеров треста «Кизелуглегеология» была выполнена большая работа по обобщению всех имеющихся материалов и составлению детальных пластовых гипсометрических карт бассейна.

К настоящему времени Кизеловский бассейн в его общепринятых границах, включая и глубокие горизонты, является в основном разведанным.

В геотектоническом отношении бассейн расположен в пределах окраинной зоны складчатой структуры Урала и является, по Г. А. Иванову, бассейном переходного типа от геосинклинального к платформенному. По классификации Г. Ф. Крашенинникова (1957), он относится к бассейнам с угленосными формациями в краевых частях и внутренних стабилизированных зонах геосинклинальных областей. Я. М. Черноусов считает его типичным примером бассейнов, приуроченных к переходным областям, относимых по генезису к регрессивно-морским депрессиям предгорной низменности.

В геологическом строении бассейна принимают участие осадочные палеозойские отложения, достигающие общей мощности 3—4 км. В разрезе представлены все системы и отделы, начиная от древнего палеозоя и кончая нижней пермью. Угленосные отложения, параллелизуемые с янополянским и малиновским надгоризонтами Русской платформы, залегают в основании мощной 1,5-километровой карбонатной толщи нижнего визе и верхнего карбона и нижней перми.

Мощность угленосных отложений колеблется от 120 до 260 м, причем наблюдается ее закономерное возрастание с запада на восток (И. В. Пахомов, О. А. Щербаков, 1965 г.).

В литолого-фациальном отношении угленосные отложения бассейна представляют собой прибрежно-континентальные терригенные осадки, состоящие в основном из песчаников, алевролитов и аргиллитов и содержащие пласты и пропластки каменных углей. В нижней и верхней переходных свитах встречаются прослои карбонатных пород с морской фауной. В целом угленосные отложения характеризуются неустойчивостью как в вертикальном разрезе, так и по площади распространения, что весьма затрудняет их стратиграфическое расчленение. Этим объясняется то обстоятельство, что в процессе изучения бассейна возникли многочисленные местные и общерайонные стратиграфические схемы различной степени детальности, начиная от трехчленной А. А. Краснопольского (1889 г.) и кончая девятичленной П. В. Васильева (1950).

Наиболее удачной, лучше других отражающей особенности разреза угленосной толщи в разных частях бассейна, является пятичлен-

ная схема, предложенная И. И. Горским (1932) и позднее дополненная и частично измененная Н. С. Городецкой (1948), а также Г. Я. Житомировым и И. В. Пахомовым. По этой схеме в угленосной толще выделяется пять свит: две переходные (нижняя и верхняя), две песчаные (также нижняя и верхняя) и основная углесодержащая в средней части разреза. В данной схеме отразились основные этапы формирования угленосной толщи как дельтовой формации, развивающейся в условиях медленного перемещения береговой линии, вызванного сначала отступлением, а затем наступлением моря.

При проведении геологоразведочных работ в бассейне обычно используется девятичленная схема П. В. Васильева (1950). Согласно этой схеме, угленосная толща делится на девять свит, из которых четыре (II, IV, VI и VIII) являются углесодержащими, три (III, V и VII) — промежуточными и две (I и IX) — переходными. Переходные свиты, по П. В. Васильеву, отражают большие фациальные комплексы прибрежного мелководья. Фациальным комплексам приморских заболоченных низменностей соответствуют углесодержащие свиты. Промежуточные свиты отвечают фациальным комплексам водных потоков. П. В. Васильев произвел индексацию всех пластов и пропластков угля, встречающихся на различных месторождениях бассейна, распределив их по отдельным свитам.

Однако как пятичленная, так и девятичленная схемы, основанные на литологических особенностях разреза, ввиду невыдержанности отдельных свит и непостоянства петрографического состава отложений, часто не дают возможности однозначного решения вопроса расчленения толщи. В этом отношении значительно удобнее метод, основанный на изучении органических остатков. Поэтому при проведении в 1959—1963 гг. палеогеографических исследований на западном склоне Среднего Урала и в Пермском Прикамье (И. В. Пахомов, О. А. Щербаков, 1965 г.) в основу расчленения нижневизейской терригенной толщи были положены различия в спорово-пыльцевых комплексах (Р. В. Бурылова, Е. М. Неугодникова, 1964 г.). В соответствии с унифицированной схемой стратиграфии карбона Волго-Уральской области (1962 г.), угленосная толща Кизеловского бассейна по аналогии с восточной частью Русской платформы расчленена на малиновский и яснополянский надгоризонты, с выделением в последнем бобриковского (угленосного) и тульского горизонтов (рис. 2).

Угленосные отложения вместе с вмещающими их толщами пород в период герцинского орогенеза были собраны в серию складок меридионального простирания (рис. 3, 4). В Кизеловском угленосном районе основными структурами являются: Главная Кизеловская, Центральная Кизеловская, Усьво-Басковская и Мальцевская антиклинали и Косогорская, Косьвинская, Коспашско-Полуденная, Шумихинская, Бруснянская, Гремячинская и Усьвинская синклинали. В северной части Чусовского района наиболее крупными структурами являются Исаковская, Усть-Койвинская и Скальнинская синклинали и Обманковская и Журавлинская антиклинали.

Наряду со складками в бассейне широко развиты разрывные нарушения, значительно осложняющие общую тектоническую структуру бассейна. Главную роль при этом играют надвиги, создающие в ряде случаев ложные (относительно угленосной толщи) антиклинальные структуры (Александровско-Загорская, Всеволодо-Вильвенская и др.). Преобладающее падение поверхностей сместителя у надвигов восточное. Отдельные надвиги прослеживаются по простиранию более чем на 200 км. Стратиграфическая амплитуда их достигает 1000—1200 м, а величина горизонтального перемещения горных пород 2—4 км.

Характер тектоники на площади бассейна неодинаков. По его восточной окраине развиты преимущественно мелкие, нередко изоклинальные складки, часто осложненные надвигами и взбросами с крутыми поверхностями сместителя, а иногда и сбросами. В центральной и западной частях развиты значительно более крупные складки, харак-

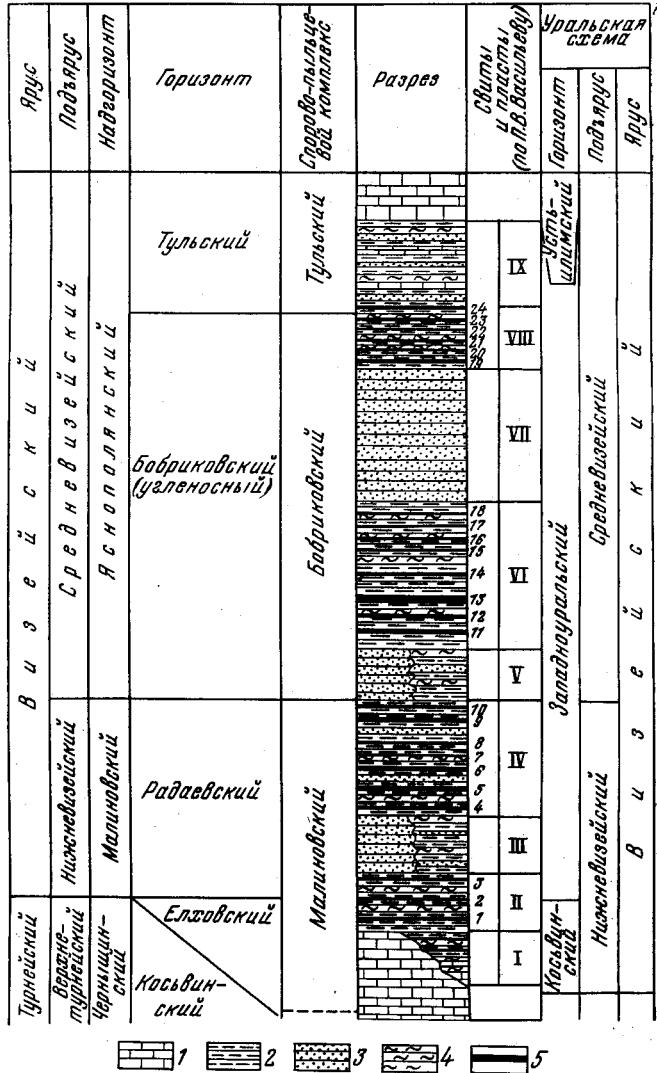


Рис. 2. Схема стратиграфического расчленения угленосной толщи западного склона Среднего Урала и Приуралья

теризующиеся более глубоким погружением угленосной толщи и наличием пологих и более значительных по амплитуде надвигов. В пределах бассейна, относимого П. А. Софроницким (1958 г.) к Внешней складчатой зоне Урала, можно выделить две основные тектонические подзоны — восточную и западную (И. В. Пахомов, 1966 г.). К последней относятся все главнейшие месторождения каменного угля.

Разведочными и эксплуатационными работами в разрезе угленосных отложений бассейна выявлено более 20 пластов и пропластков каменного угля. Обычно в разрезе встречается от 5 до 10 пластов и про-

пластков, из которых рабочую мощность (больше 0,6—0,7 м) имеют один-два, редко три пласта, приуроченные к средней части толщи<sup>1</sup>.

Основными пластами бассейна являются (по классификации П. В. Васильева) пласты 13, 11, 9 и 5; иногда достигают рабочей мощности пласты 7, 12, 18, 19 и 22, но промышленного значения они не имеют.

Пласт 13 (рис. 5) — верхний рабочий пласт, залегающий в основании мощной хорошо выдерживающейся песчаниковой пачки (так называемых «кровельных» песчаников), имеет среднюю мощность около 2 м при колебаниях от 0,5 до 4—5 м; развит на отдельных площадях, главным образом в северной части Кизеловского угленосного района (Главная Кизеловская антиклиналь, Коспашско-Полуденная и Косвинская синклинали), а также по восточной окраине бассейна (Шумихинская и Гремячинская синклинали).

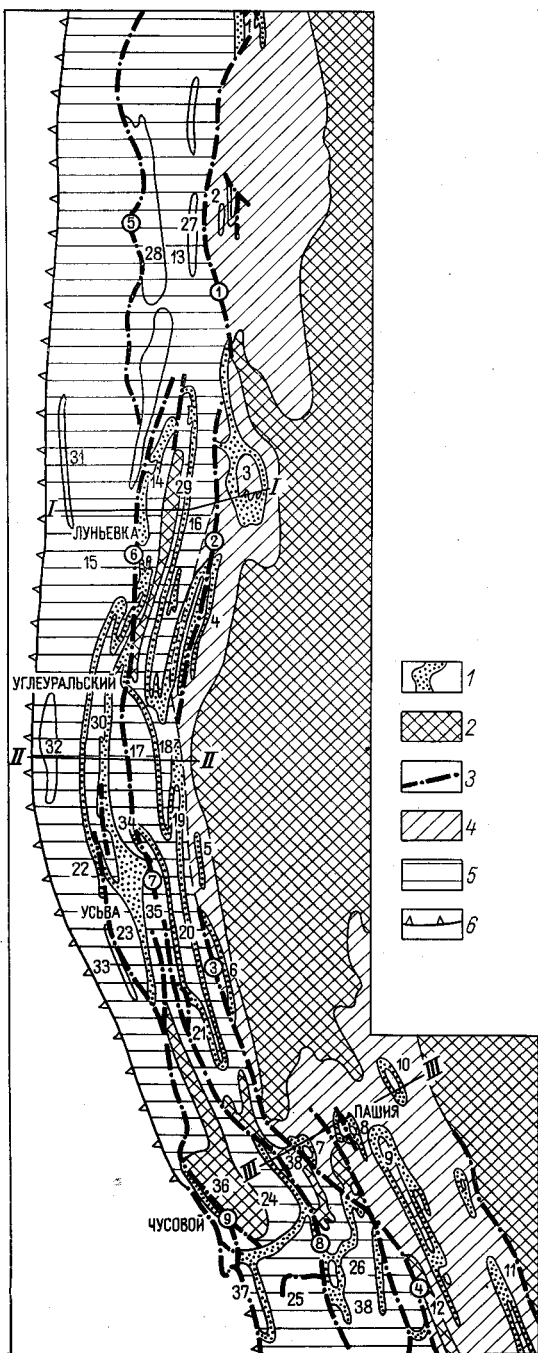


Рис. 3. Схематическая карта Кизеловского каменноугольного бассейна  
1 — выходы на поверхность угленосных отложений; 2 — выходы нижнедевонских и додевонских отложений; 3 — линии основных разрывных нарушений; 4 — восточная тектоническая подзона; 5 — западная тектоническая подзона; 6 — восточная граница Предуральского краевого прогиба  
Главные надвиги (цифры в кружках): 1 — Чикманский; 2 — Белоспойский; 3 — Восточногремячинский; 4 — Четырехбратский; 5 — Александровско-Загорский; 6 — Луньевский; 7 — Гореловский; 8 — Журавлинский; 9 — Чусовской.

Основные локальные структуры восточной подзоны (цифры на схеме). Синклинали: 1 — Лenessкая, 2 — Чикманов-Власевская, 3 — Кедрово-Анюшинская, 4 — Белоспойская, 5 — Громовская, 6 — Восточногремячинская, 7 — Калаповская, 8 — Косореченская, 9 — Багульская, 10 — Сысоевская, 11 — Кушинская. Антиклинальные структуры: 12 — Мишарихинская. Основные локальные структуры западной подзоны. Синклинали: 13 — Яйвинская, 14 — Урсинско-Луньевская, 15 — Косогорская, 16 — Коспашско-Полуденная, 17 — Косвинская, 18 — Ольховская, 19 — Шумихинская, 20 — Бруснянская, 21 — Гремячинская, 22 — Нагоринская, 23 — Усьвинская, 24 — Скальнинская, 25 — Исаковская, 26 — Усть-Койвинская. Антиклинальные структуры: 27 — Сухинская, 28 — Загорская, 29 — Центральная Кизеловская, 30 — Главная Кизеловская, 31 — Всеволодо-Вильвенская, 32 — Малцевская, 33 — Столбовская, 34 — Гореловская, 35 — Усьво-Басковская, 36 — Глухая, 37 — Обманковская, 38 — Журавлинская.

<sup>1</sup> Согласно кондициям 1960 г. минимальная рабочая мощность составляет для энергетических углей 0,70 м и для коксующихся углей 0,60 м.

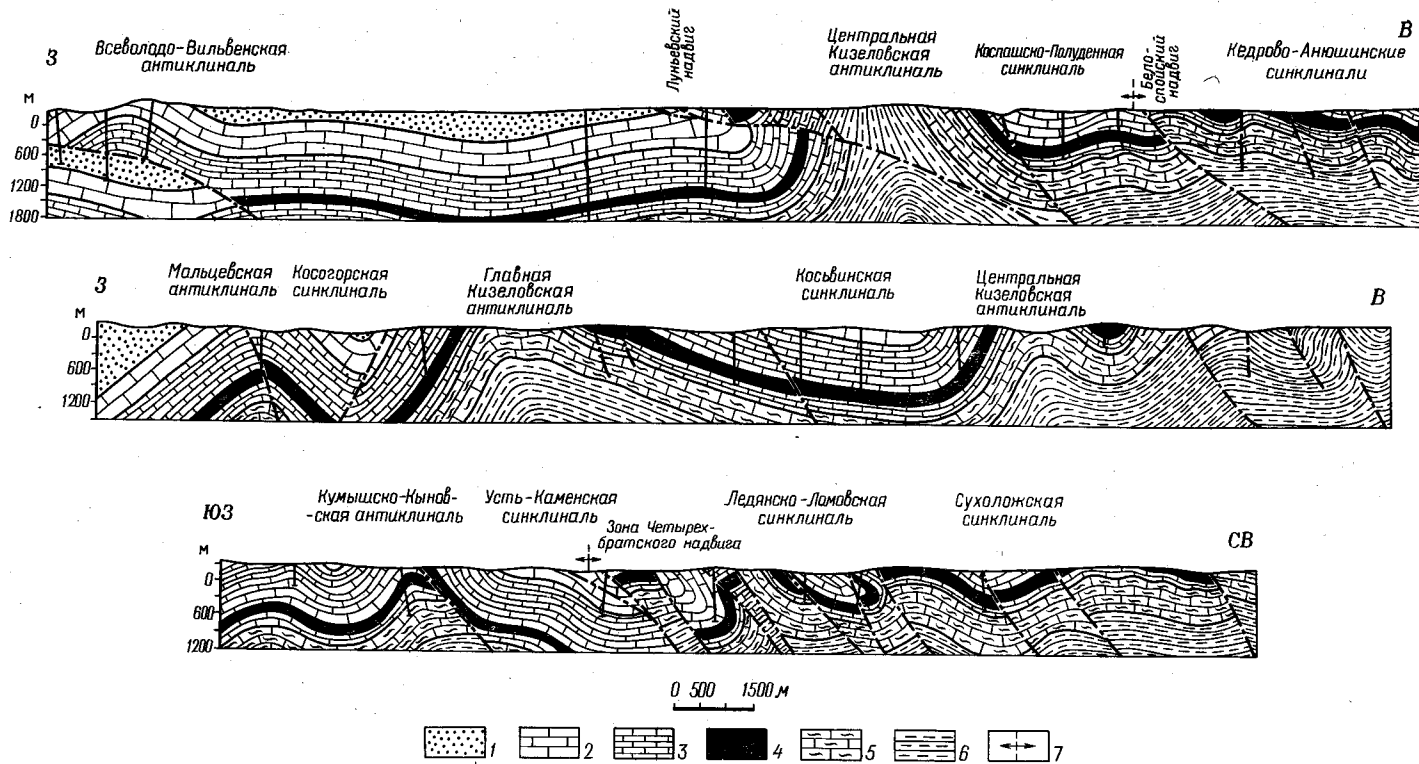


Рис. 4. Геологические разрезы Кизеловского каменноугольного бассейна

1 — отложения артинского яруса ( $P_1a$ ); 2 — отложения сакмарского яруса ( $P_1s$ ); 3 — каменноугольные отложения; 4 — угленосная толща визейского яруса ( $C_1v$ ); 5 — девонские отложения; 6 — додевонские и нижедевонские отложения; 7 — граница между восточной и западной подзонами



В Чусовском районе пласт 13 распространен на Скальнинском, Обманковском и Косореченском месторождениях.

Пласт 11 (рис. 6) отличается наибольшей выдержанностью на территории бассейна, особенно в его северной части; имеет мощность 1,0—1,5 м; залегает на 6—15 м ниже пласта 13; но иногда сливается с ним в один мощный пласт 11+13 (Гремячинская и частично Шумихинская синклинали).

Пласт 9 мощностью около 1 м залегает на 15—30 м ниже пласта 11; имеет сравнительно широкое распространение в пределах Главной антиклинали, Коспашско-Полуденной синклинали, Косьвинской синклинали и частично развит в южной части района.

Пласт 5—нижний рабочий пласт, залегающий на 15—30 м ниже пласта 9; распространен преимущественно в средней части Кизеловского района (Усьвинская синклиналь, южная часть Косьвинской синклинали, Столбовская антиклиналь, Бруснянская синклиналь).

На территории бассейна можно выделить две основные площади угленакпления: *северную*, охватывающую северные части Главной и Центральной Кизеловских антиклиналей, Косьвинскую синклиналь (за исключением южной части), Коспашско-Полуденную и Шумихинскую синклинали, и *южную* площадь, в которую входят Гремячинская, Бруснянская и Восточно-Гремячинская синклинали, Столбовская антиклиналь и северная часть Чусовского района.

Как показали результаты детального изучения угленосной формации, закономерности угленакпления определялись в первую очередь палеотектоническими особенностями территории (И. В. Пахомов, 1966 г.). Установлено, что в раннем карбоне западный склон Урала и восточная часть Русской платформы представляли собой единое целое, развиваясь по платформенному тектоническому режиму.

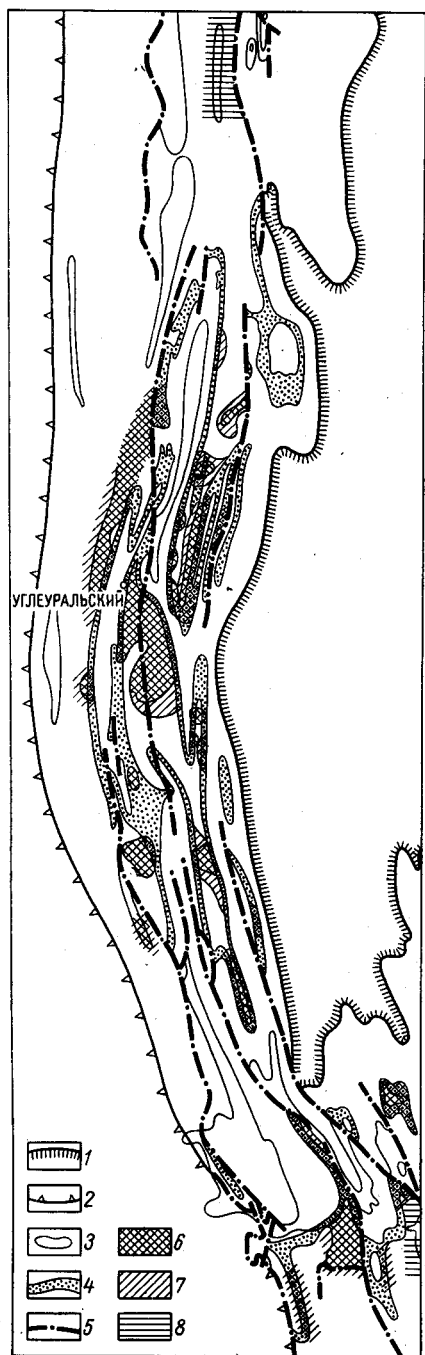


Рис. 5. Карта-схема распространения пласта 13  
1 — денудационная граница; 2 — восточная граница Предуральского краевого прогиба; 3 — контуры геологических структур; 4 — выходы на поверхность (под наносы) угленосной толщи; 5 — линии главных надвигов; 6 — площади распространения пласта с мощностью более 0,5 м; 7 — площади распространения пласта с мощностью меньше 0,5 м; 8 — площади с неустановленной мощностью пласта

В ранне- и средневизейское время здесь в условиях аллювиально-дельтовой равнины, располагавшейся между приподнятой сушей на северо-западе и морским бассейном на юго-востоке, происходило накопление терригенных угленосных осадков. При этом на фоне общего замедленного регионального погружения территории, обусловившего образование угленосной формации в целом, установлены дифференцированные тектонические движения, характеризовавшиеся различной скоростью опускания отдельных площадей и соответственно различной скоростью накопления осадков. Формировались конседиментационные структуры: поднятия (площади с замедленным погружением) и опускания (площади более интенсивного погружения).

В пределах западного склона Урала, на территории Кизеловского бассейна, большая часть которого относится к Кизеловскому палеопр-

гибу Камско-Кинельской системы прогибов, возник ряд локальных палеоструктур. Здесь выделены: поднятия — Кизеловское, Мальцевское, Косьвинское, Столбовское, Чусовское; опускания — Восточное, Косогорское, Губахинское, Усьвинское и Вильвенское (рис. 7). Указанные структурные элементы характеризуются различной мощностью угленосной формации и различными фациальными и литологическими особенностями. На поднятиях угольные пласты обычно сближены, а разделяющие их пачки пород сложены более тонкозернистым обломочным материалом. В то же время в зонах опусканий расстояния между пластами увеличиваются (иногда в 2—3 раза), в разрезе господствующее положение занимают песчаники и алевролиты.

В результате исследований установлено, что площади максимальной угленасыщенности приурочены к бортовым зонам опусканий и отдельным локальным поднятиям, как площадям, имевшим наиболее благоприятные условия для развития торфяников.

В связи с перестройкой структурного плана территории в процессе герцинского орогенеза указанные палеоструктурные элементы претерпели существенные изменения, сохраняя некоторые черты унаследованности. В ряде случаев на их месте возникли новые структуры. Поэтому в настоящее время зависимости степени угленасыщенности того или иного участка от его

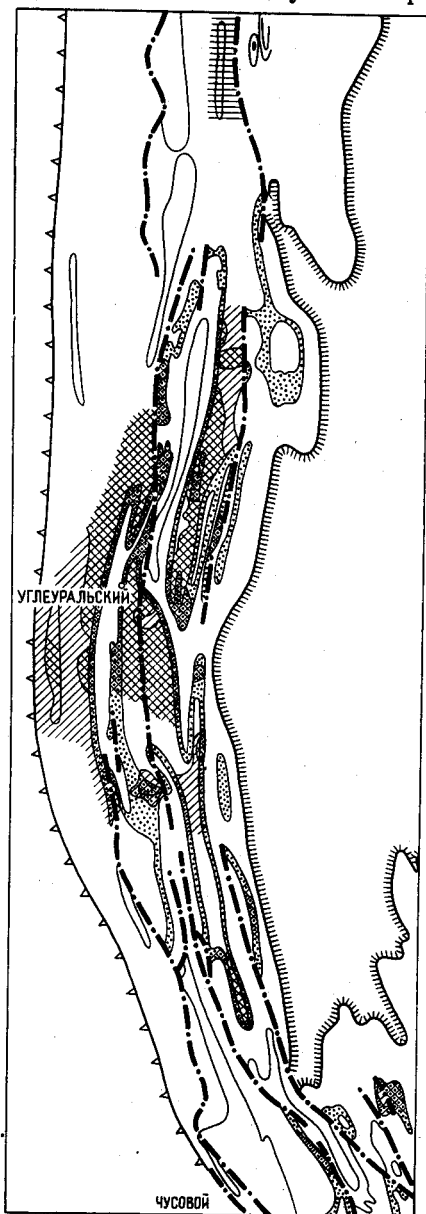


Рис. 6. Карта-схема распространения пласта 11. Условные обозначения см. на рис. 5

расположения относительно современных складчатых структур и глубины залегания угленосных отложений не наблюдается.

По составу исходного материала угли бассейна относятся к группе гумусовых каменных углей, среди которых изредка встречается в виде тонких прослоев и линз сапропелевый уголь типа кеннеля. Кизеловские угли обладают рядом специфических особенностей, благодаря которым они резко отличаются от одновозрастных углей других бассейнов. По данным Г. С. Калмыкова (1960 г.), в них содержится в среднем 48% витринита, 29% фюзинита и 23% лейптинита. Обращает на себя внимание очень высокое содержание микрокомпонентов группы лейптинита, что объясняется обогащенностью углей спорами (в среднем 25% при максимальном количестве до 60—70%). Этим в значительной степени обусловлены высокая крепость и вязкость углей (средний объемный вес 1,4 г/см<sup>3</sup>).

Угли многозольные, сернистые, трудно и очень трудно обогатимые. Они характеризуются следующими качественными показателями: средняя зольность 23% (при колебаниях от 18 до 40%), среднее содержание серы 6%, содержание влаги 1,5—3%, теплотворная способность на горячую массу в среднем 8000 ккал/кг, выход летучих колеблется в пределах от 37 до 48%, причем максимальное количество их наблюдается в углях Шумихинского и Гремячинского месторождений.

По марочному составу на различных месторождениях бассейна встречаются угли от длиннопламенных до жирных (технологические группы Д, Г<sub>6</sub>, Ж<sub>13</sub> и Ж<sub>18</sub>). Степень метаморфизма

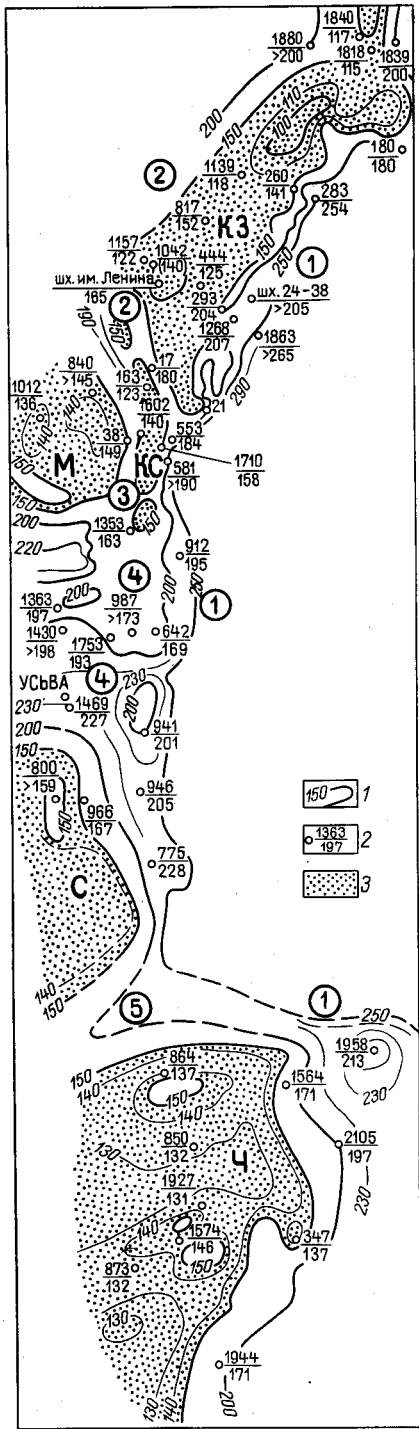


Рис. 7. Палеотектоническая схема центральной части Кизеловского бассейна (на конец времени образования угленосных формаций)

1 — линии равных мощностей угленосной формации; 2 — скважина, в числителе ее номер, в знаменателе — мощность в метрах; 3 — площади с мощностью угленосной формации меньше 150 м (поднятия). Консидерационные структуры. Поднятия: КЗ — Кизеловское, М — Мальцевское, КС — Косвинское, С — Столбовское, Ч — Чусовское; опускания (цифры в кружках): 1 — Восточное, 2 — Косогорское, 3 — Губахинское, 4 — Усвинское, 5 — Вильвенское

углей, как установил Г. С. Қалмыков (1960 г.), по отражательной способности витринита изменяется в диапазоне стадий  $I_3$ — $III_3$ . Столь значительные изменения степени метаморфизма и соответственно качества углей объясняются палеотектоническими особенностями бассейна и возникновением углей различных генетических типов. На схематической карте распространения углей различных марок и разных стадий метаморфизма (рис. 8) видно, что к конседиментационным поднятиям приурочены угли более высокометаморфизованные, наоборот, в зонах опусканий наблюдаются угли относительно низких стадий метаморфизма. Это явление, по нашему мнению (И. В. Пахомов, 1966 г.), связано с различной скоростью захоронения торфяника и соответственно разной степенью разложения растительного материала, что в итоге определило различную восприимчивость углей к метаморфизму.

Практически угли Кизеловского бассейна используются главным образом в качестве хорошего энергетического топлива, а также в цветной металлургии и химической промышленности. В связи с высоким содержанием серы они не находят применения при выплавке чугуна.

Гидрогеологические условия бассейна являются весьма сложными главным образом из-за широко развитого карста в карбонатных породах. Мощные толщи закарстованных пород вмещают огромные запасы подземных вод, оказывающие непосредственное влияние на притоки в горные выработки. Так, при проходке стволов шахт удельный дебит равнялся в визейских отложениях 8,7 л/сек, а в отложениях среднего и верхнего карбона — 3,5 л/сек. При разработке месторождений притоки воды колеблются в широких пределах — от 10 до 2000 м<sup>3</sup>/ч. Мелкие и некоторые средние шахты, располагающиеся в угленосных отложениях и не содержащие известняков в зоне обрушения (верхние горизонты шахт Коспаша и Гремячинской синклинали и др.), имеют притоки 100 м<sup>3</sup>/ч (реже от 100 до 200 м<sup>3</sup>/ч). Шахты, подрабатывающие визейские известняки (Коспашские № 41, 24—38, 33-Капитальная и др.), характеризуются

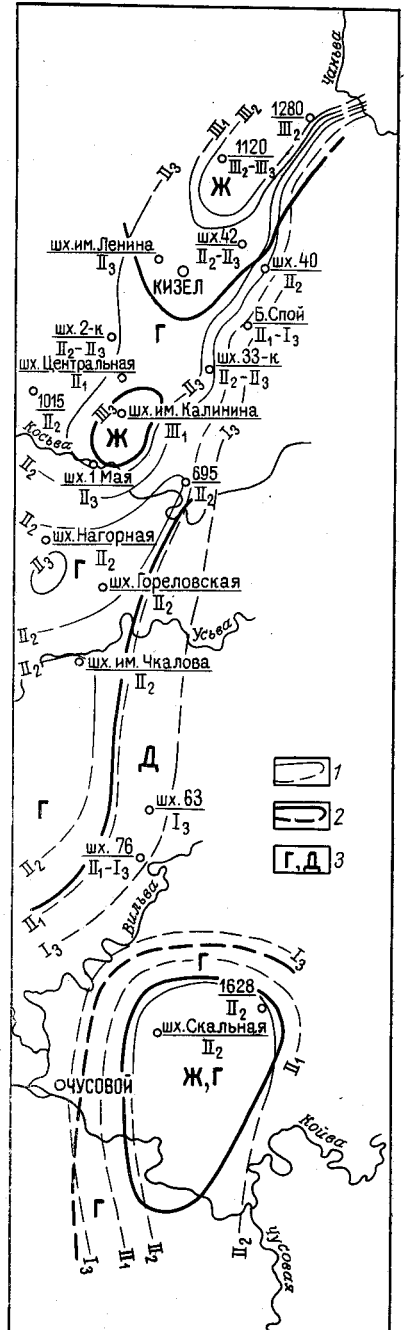


Рис. 8. Схематическая карта распространения углей различных марок и разных стадий метаморфизма в Кизеловском бассейне

1 — изограды метаморфизма; 2 — границы площадей с различным марочным составом углей; 3 — марки углей. Римскими цифрами показана отражательная способность витринита

притоками в пределах от 200 до 600 м<sup>3</sup>/ч. Большие притоки — до 2000 м<sup>3</sup>/ч и более, наблюдаются на глубоких шахтах с большим фронтом очистных работ и подрабатывающих мощные толщи закарстованных пород, особенно в условиях их пологого залегания (шахты № 6-Капитальная, им. Ленина, № 2-Капитальная и др.).

Горнотехнические условия вскрытия и разработки месторождений Кизеловского бассейна также являются сложными, что определяется относительно большой глубиной разработки (в среднем около 450 м и максимальной до 900 м), большими притоками воды, высокой крепостью угля и вмещающих пород и другими факторами. Все шахты бассейна опасны по пыли. На многих шахтах наблюдается явление горных ударов. Вместе с этим необходимо отметить сравнительно невысокую газоносность угольных пластов большинства шахт, что объясняется большой глубиной газового выветривания (400—800 м). Средняя ступень метанообильности по вертикали 50—70 м. По данным А. Н. Дудырева и И. Н. Сидорова, при разработке глубоких горизонтов газообильность будет равна: для шахт западного крыла Главной антиклинали (до глубины 1400 м) — от 15 до 20 м<sup>3</sup>/т суточной добычи, для шахт северного замыкания Главной антиклинали (поля 15 и 16 с глубиной залегания угольных пластов 1400—1600 м) — 20—25 м<sup>3</sup>/т суточной добычи и для шахты Косьвинской — Глубокой (до 1200 м) — 5—7 м<sup>3</sup>/т суточной добычи.

Балансовые запасы каменного угля по бассейну подсчитаны до глубины 1000 м, местами до 1900 м. Подавляющая часть запасов принадлежит Кизеловскому угленосному району, значительно меньшая приходится на долю Чусовского района. По Вишерскому району запасы по балансу не учитываются.

Запасы углей бассейна на 1/1 1972 г. по технологическим группам распределяются следующим образом: на группу Ж<sub>13</sub> приходится 249,5 млн. т, в том числе коксующихся 246,2 млн. т; запасы группы Г<sub>6</sub> составляют 242,4 млн. т, в том числе коксующихся 142,4 млн. т. Всего запасов коксующихся углей 388,6 млн. т, причем большая часть их сосредоточена в северной части Кизеловского района; на юге коксующиеся угли имеются в Чусовском районе (Скальнинское и Косореченское месторождения).

### *Кизеловский угленосный район*

В Кизеловском угленосном районе сосредоточены все основные месторождения бассейна: Главная Кизеловская антиклиналь, Косьвинская, Коспашско-Полуденная, Гремячинская и Шумихинская синклинали (см. рис. 3). Из указанных структур две первые имеют главное промышленное значение: на их долю приходится <sup>2</sup>/<sub>3</sub> всех запасов каменных углей бассейна.

Ниже приводится краткая геологическая характеристика и промышленная оценка основных месторождений угля с распределением их по тектоническим подзонам.

### **Месторождения западной подзоны**

**Главная Кизеловская антиклиналь** прослеживается с севера на юг почти через весь Кизеловский район. Севернее г. Кизела шарнир антиклинали испытывает резкое погружение, и угленосная толща уходит на



глубину свыше 1800 м, будучи прикрыта сверху мощной толщей каменноугольных и пермских отложений. Последние в районе пос. Луньевка, в свою очередь, перекрыты нижекарбовыми породами аллохтонной части Луньевского надвига. В пределах надвинутой части расположена Урсинско-Луньевская группа месторождений с очень сложным геологическим строением и незначительными запасами углей, в результате чего их разработка, производившаяся в районе Луньевки в течение длительного времени, прекращена.

На широте г. Кизела антиклиналь осложнена узкой, но глубокой брахисинклинальной складкой (Богородской синклиналью), разрабатывавшейся шахтой Комсомолец. Южная часть антиклинали осложнена Нагорнинской синклиналью, развивающейся в южном направлении в широкую и глубокую Усьвинскую синклиналь. В районе южнее ст. Нагорной западное крыло антиклинали срезано крупным Чусовским (Западным) надвигом. Благодаря этому надвигу приведены в соприкосновение нижедевонские и додевонские породы Усьво-Басковской антиклинали с отложениями верхнего карбона Столбовской антиклинали, по-видимому, являющейся западной погребенной ветвью Главной антиклинали. Западное крыло Главной антиклинали круто (под углом 50—70°) погружается на глубину до 1500—1800 м, составляя восточное крыло Косогорской синклинали, осложненное рядом складчатых и разрывных нарушений. Восточное крыло, более пологое, представляет собой одновременно западное крыло Косьвинской синклинали.

По степени угленасыщенности Главная антиклиналь стоит на первом месте в бассейне. В ее северной части имеются три пласта угля — 13, 11 и 9 с мощностями соответственно 2,5—3,0 м, 1,0—1,2 м и 0,90—1,0 м. Кроме указанных пластов местами встречается пласт 5 с рабочей мощностью. Коэффициент угленосности здесь достигает 3% при среднем по району менее 1%. В южном направлении наблюдается закономерное снижение угленосности; на западном крыле южнее шахты им. Крупской пласты угля полностью выпадают из разреза.

В пределах северного замыкания Главной Кизеловской антиклинали детально разведан участок — поле № 15 с глубиной залегания пластов 800—1400 м и запасами, обеспечивающими возможность строительства новой капитальной шахты. Еще севернее, на поле № 16, пласты угля рабочей мощности встречены буровыми скважинами на глубинах 1400—1800 м.

Запасы Главной Кизеловской антиклинали составляют 25% общих запасов угля Кизеловского бассейна.

**Урсинско-Луньевские синклинали** включают в себя Луньевское и Урсинское месторождения, приуроченные к аллохтонной части Луньевского надвига и характеризующиеся исключительно сложной тектоникой.

Угленасыщенность Луньевского месторождения отличается большим непостоянством. Основные пласты угля — 13 и 11 — имеют крайне невыдержанную мощность. На Урсинском месторождении развиты те же два пласта, причем мощность их является такой же невыдержанной и они так же сильно нарушены, как и на Луньевском месторождении. Запасы обоих месторождений незначительны.

**Косогорская синклиналь**, как и Главная Кизеловская антиклиналь, прослеживается через весь Кизеловский район. В средней его части западное крыло синклинали переходит постепенно в Мальцевскую антиклиналь, в ядре которой обнажаются среднекаменноугольные породы. Наиболее резко синклиналь выражена на широте Угуральска — Губахи. Ширина ее здесь составляет 3,5—4,5 км. Синклиналь осложнена большим диагональным взбросом с западным падением плоско-

сти сместителя и амплитудой до 600—800 м. Благодаря указанному нарушению глубина залегания угленосной толщи в западной взброшенной части составляет 1100—1200 м, а в восточной опущенной части 1800—2000 м.

В пределах синклинали пробурен ряд глубоких скважин, причем бо́льшая часть их приурочена к восточной половине, примыкающей к западному крылу Главной Кизеловской антиклинали. При этом некоторые из скважин пересекли угленосную толщу дважды: висячем и лежащем крыльях взброса. Повышенная угленосность отмечается по скважинам северной части синклинали (на широте шахты им. Ленина), где встречаются пласты 13 (мощностью до 3,5 м) и 11 (мощностью 1,2—1,3 м). За счет этого участка могут быть увеличены запасы шахты им. Ленина и удлинен срок ее эксплуатации.

В южном направлении вдоль восточного крыла синклинали по скважинам намечается снижение угленосности. Имеющиеся здесь запасы в пределах доступных глубин в дальнейшем могут быть обработаны шахтами № 2-Капитальная и № 4.

О степени угленасыщенности приосевой части синклинали данные отсутствуют; учитывая большую глубину залегания угольных пластов (1600—2000 м), месторождение вряд ли будет представлять интерес для шахтного строительства. Западная часть синклинали, судя по отрицательным данным разведки Мальцевской антиклинали, также представляется малоперспективной.

**Косьвинская синклиналь** в Кизеловском бассейне занимает центральное положение, представляя собой большую асимметричную складку с пологим западным крылом и крутым восточным. Северная часть синклинали имеет очень сложное строение. На широте Углеуральска она крупным тектоническим нарушением, возможно типа взброса-сдвига, сильно пережата с востока. Севернее прослеживается только одно ее западное крыло, образующее синклиналь в районе шахт Рудничной и Делянок и еще далее, за р. Большой Кизел, Владимирскую синклиналь. В южном направлении ось синклинали испытывает постепенное погружение, достигающее наибольшей величины вблизи р. Косьвы, где обнажаются известняки сакмарского яруса и глубина синклинали достигает 1400 м, а ширина — 8 км. Далее на юг синклиналь выполаживается и становится мельче. В южной части она разделяется Гореловской антиклиналью на две синклинальные складки — западную и восточную. Западная складка замыкается в районе р. Усьвы, восточная служит структурным продолжением Бруснянской, а еще далее Гремячинской синклиналей.

Буровыми скважинами и отчасти горноэксплуатационными работами на глубоких горизонтах западного крыла синклинали выявлено крупное тектоническое нарушение типа надвига, увязываемое с Луньевским (на севере) и Гореловским (на юге) надвигами.

По степени изученности и промышленному освоению в пределах синклинали резко выделяется ее пологое (20—30°) западное крыло, особенно в средней высокоугленасыщенной части, имеющей 2—3 рабочих пласта суммарной мощностью до 5—8 м.

Восточное крыло синклинали, характеризующееся более крутыми углами падения (50—70°), имеет 2—3 рабочих пласта мощностью по 0,5—1,5 м. При этом угли пласта 13 имеют повышенную (до 30%) зольность и отличаются очень трудной обогатимостью. Крыло разрабатывается в северной части одной шахтой (участок шахты Центральной). Средняя часть крыла на участке длиной 10 км разведана до глубины 800—1000 м. Здесь подготовлены для шахтного строительства

участки Косьва № 1, 2, 3. Южная часть крыла промышленной угленосности не имеет.

Большой практический интерес представляет донная часть синклинали. В ее пределах, главным образом севернее р. Косьвы, детально разведан участок Косьвинский-Глубокий, имеющий 2—3 пласта на глубине 800—1200 м.

**Коспашско-Полуденная синклиналь** с приуроченным к ней Коспашским месторождением является одной из крупнейших структур бассейна, длина ее с севера на юг до 50 км, а ширина около 3 км. Глубина залегания угленосной толщи колеблется от нескольких сот метров в южной и средней частях до 1000 м на севере. По своей длине синклинали, в приосевой ее части, прослеживается антиклинальное поднятие, разделяющее структуру на две синклинальные складки — западную и восточную. В пределах антиклинального поднятия во всей южной половине синклинали угленосная толща выходит непосредственно под наносы. В северной части угленосная толща антиклинального поднятия уходит под визейские известняки, что говорит об общем погружении шарнира складки на север (под углом 1—5°). Поднятие и обе образующие им складки, а также крылья синклинали осложнены вторичной складчатостью и многочисленными тектоническими нарушениями разрывного типа. Чикманским надвигом нацело срезается восточное крыло синклинали в северной части. Замыкается синклиналь на широте г. Углеуральска. Угленосные отложения сменяются здесь турнейскими, а затем верхнедевонскими.

Максимальную угленасыщенность имеет южная часть синклинали (особенно ее восточное крыло), в пределах которой развито до трех пластов угля рабочей мощности (13, 11 и 9). В средней части синклинали угленасыщенность резко снижается; рабочей мощности здесь достигает только один пласт 11, но и он развит не повсеместно. Еще менее угленасыщенной является северная часть. Соответственно этому и большинство шахт сосредоточено на юге.

К настоящему времени в пределах синклинали насчитывается шесть действующих шахт. По большинству из них запасы являются вполне оконтуренными и не имеют перспектив на увеличение. Глубокие горизонты месторождения разведаны, и запасы по ним также учтены. Для нового шахтного строительства подготовлено всего два участка (поля 27 и 45). Перспективные участки отсутствуют. В северной части синклинали проведены поисково-разведочные работы, не давшие положительных результатов. Запасы Коспашского месторождения составляют 73,4 млн. т по категориям А+В+С<sub>1</sub>.

**Шумихинская синклиналь** находится на продолжении Коспашско-Полуденной синклинали между реками Косьвой и Усьвой и является в то же время восточным ответвлением южной части Косьвинской синклинали. Длина складки около 10 км, ширина от 1 до 2 км, глубина до 800 м. На севере она замыкается вблизи р. Косьвы, а на юге переходит в крупную Бруснянскую синклиналь. Крылья складки крутые, особенно восточное, в средней части опрокинутое. Разведочным уклоном и шахтой выявлен ряд тектонических нарушений.

Разведка Шумихинского месторождения, проводившаяся в 1944—1951 гг., полностью закончена. Установлено, что промышленная угленосность приурочена в основном к восточному крылу. Западное крыло и приосевая часть синклинали слабо угленасыщены, южная часть ее совершенно бесперспективна.

Наиболее развиты в пределах синклинали пласты 13 и 9. На отдельных участках достигают рабочей мощности пласты 11, 8 и 5. На

западном крыле синклинали некоторый интерес представляет участок Шумихинский-Западный с запасами по категориям А+В+С<sub>1</sub> 0,6 млн. т. Ольховская синклинали, расположенная в районе северного замыкания Шумихинской синклинали, имеет запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> 0,8 млн. т. Указанные запасы списаны с баланса в декабре 1970 г.

**Бруснянская синклинали** — крупная структура, имеющая длину около 16 км, ширину 2,5—4,0 км и глубину от 350 до 750 м. Синклинали имеет относительно спокойное залегание угленосных отложений с углами падения на крыльях 40—60°. В южной части осложнена широким антиклинальным поднятием, образующим две синклинали складки, причем продолжением одной из них (восточной) является Гремячинская синклинали.

Разведочными работами установлена весьма незначительная угленасыщенность синклинали. Из 22 пластов и пропластков, встреченных разведочными выработками, рабочей мощности достигают пласты 13 и 5. При этом пласт 13 развит на небольшом участке только в центральной части синклинали.

Пласт 5 имеет почти повсеместное распространение, но рабочей мощности достигает на отдельных небольших участках, главным образом по выходам на крыльях и в южном замыкании.

Подсчитанные для центральной части Бруснянской синклинали запасы в количестве 5,7 млн. т списаны с баланса в декабре 1970 г.

**Гремячинская синклинали**, являющаяся продолжением Бруснянской синклинали, характеризуется сравнительно небольшими размерами (длина 12 км, ширина 1200 м и глубина 700 м). Отличается высокой угленасыщенностью. Основной рабочий пласт Гремячинского месторождения (11+13) имеет среднюю мощность около 5 м, утоняясь до 1—3 м на западном крыле и в северной части синклинали; на участке слияния структуры с Бруснянской синклинали пласт полностью выклинивается.

Месторождение детально разведано, включая глубокие его горизонты. Общие запасы группы шахт на 1/1 1972 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> равны 21,0 млн. т. (шахты Гремячинская, Западная и Таежная). Перспективных участков для промышленного освоения на месторождении нет.

**Усьвинская синклинали** представляет собой значительную по размерам, весьма сложно построенную складку, располагающуюся в юго-западной части Кизеловского района. Начинается она на широте ст. Нагорная в виде узкого, но глубокого прогиба, развивающегося в южном направлении в крупную синклинали, которая вблизи р. Усьвы соединяется с приподнятой и выположенной частью западной ветви Косьвинской синклинали (участок Усьва 3). В данном месте (и далее на юг) Усьвинская синклинали осложнена серией мелких складок, а также разрывными тектоническими нарушениями. Все западное крыло синклинали срезано Чусовским надвигом.

К Усьвинской и сопредельной с ней Нагорнинской синклинали приурочено Усьвинское месторождение.

Угленасыщенность структуры невысокая, характеризуется наличием в основном одного пласта 5 мощностью от 0,30 до 1,0 м. Только в Нагорнинской синклинали имеют промышленное значение пласты 11 и 9. В южной части восточного крыла промышленная угленосность не установлена. Центральная часть Усьвинской синклинали, ввиду интенсивной тектонической нарушенности, большой глубины залегания пластов и слабой угленасыщенности, бесперспективна.

**Всеволодо-Вильвенская антиклинали** наряду с Мальцевской и Столбовской антиклиналями располагается на западной окраине Кизелов-

ского угленосного района, среди обширной площади распространения верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений. Как показали результаты бурения глубоких скважин, антиклиналь представляет собой часть висячего крыла крупного надвига, по плоскости которого толща карбонатных пород нижней перми, верхнего, среднего и частично нижнего карбона надвинута на терригенные отложения артинского яруса нижней перми. Плоскость сместителя падает на восток под углом  $6-8^\circ$  с постепенным погружением на глубину свыше 1000 м. Угленосная толща залегает здесь на глубинах более 2 км.

**Мальцевская антиклиналь** — сложно построенная и тектонически сильно нарушенная структура, характеризуется асимметричным строением, имея более крутое западное (а на юге — восточное) крыло. Наименьшая глубина залегания угленосной толщи в осевой части составляет 500—700 м. На восток (в Косогорскую синклинали) и на запад в Первоуральский краевой прогиб она резко погружается на глубину 1800 м и более. В приосевой части антиклинали рядом буровых скважин выявлен взброс с амплитудой от 70 м на юге до 400 м на севере.

Угленасыщенность месторождения весьма незначительна. Пластов выдержанных и встречающихся повсеместно нет. Рабочей мощности достигают (на отдельных участках) пласты 19, 11, 9 и 5. Запасы угля до глубины 1500 м на участке длиной 8—10 км составляют по категориям В+С<sub>1</sub> 10,0 млн. т, списаны с баланса в 1970 г.

**Столбовская антиклиналь**, расположенная в юго-западной части Кизеловского района и являющаяся западной ветвью Главной антиклинали, также характеризуется весьма сложным строением. Шарнир складки, имея волнистый характер, испытывает постепенное погружение на север и юг от середины участка, в результате чего глубина залегания угленосной толщи изменяется от 150 до 1200 м. Поисково-разведочными работами выявлен ряд тектонических нарушений. В то же время они показали слабую угленасыщенность структуры и ее бесперспективность; единичными скважинами в северной части встречен пласт 5, а в южной — пласт 13.

### Месторождения восточной подзоны

По восточной окраине бассейна, на площади распространения верхнедевонских и нижнекаменноугольных пород, подвергшихся сильной денудации, располагается ряд месторождений, приуроченных к Восточно-Гремячинской, Белоспойским, Кедрово-Анюшинским и Громовской синклинальным структурам, из которых только первые две имеют промышленное значение.

**Восточно-Гремячинская синклинали** в структурном отношении, по видимому, принадлежит к сброшенной части восточного крыла Гремячинской и Бруснянской синклиналей и представляет собой моноклиналиную складку с одним восточным крылом. Последнее круто, под углом  $65-70^\circ$ , падает на запад, срезаясь сбросом на глубине 400—500 м. На севере и юге месторождение также обрывается тектоническими нарушениями, имея общую длину около 10 км.

Запасы Восточно-Гремячинской синклинали составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 4,0 млн. т, разрабатываются шахтой Гремячинской.

**Громовская синклинали** является северным продолжением Восточно-Гремячинской синклинали. В пределах ее от денудации сохранились только низы угленосной толщи, не содержащие пластов угля.



**Белоспойские синклинали** представлены рядом мелких асимметричных складок с сохранившимися местами угленосными отложениями. В пределах одной из них (на западном крыле) встречено до трех пластов угля рабочей мощности, разрабатываемых в настоящее время шахтой Белый Спой 2; восточное крыло складки срезано надвигом. Других участков с промышленной угленосностью здесь не выявлено. Запасы Белоспойского месторождения по категориям В+С<sub>1</sub> равны 1,4 млн. т.

**Кедрово-Анюшинские синклинали** расположены в северо-восточной части Кизеловского района. Здесь на значительной площади обнажается угленосная толща. Результаты разведки показали весьма слабую угленасыщенность месторождения.

Заканчивая описание месторождений угленосного района, следует сказать несколько слов о так называемых «северных площадях». Это площади, представляющие собой непосредственное продолжение полосы каменноугольных отложений на север от Кизела примерно до р. Яйвы, характеризуются в целом как малоперспективные. В восточной тектонической подзоне, располагающейся к востоку от Чикманского надвига, угленосная толща сохранилась в отдельных небольших структурах (Леневской, Чикмано-Власьевской и др.), причем без пластов угля. Структуры западной подзоны представлены Сухинской антиклиналью, Яйвинской синклиалью и Загорской антиклиналью. Первая из них, имеющая приподнятую до 250 м от поверхности угленосную толщу, в отношении угленосности окончательно не проверена. Яйвинская синклиаль характеризуется большой глубиной залегания угленосных отложений (1500—2000 м). Загорская антиклиналь представляет собой сложную однокрылую структуру длиной около 50 км. Выходящие на поверхность вдоль ее оси карбонатные визейские отложения сменяются на небольшой глубине (20—90 м) терригенными артинскими отложениями, что свидетельствует о наличии здесь крупного надвига и большой (свыше 2 км) глубине залегания угленосной толщи.

### ***Чусовской угленосный район***

В геологическом отношении Чусовской район изучен значительно слабее Кизеловского, однако проведенные в последние годы геолого-разведочные работы подтвердили ранее сделанные выводы о его пониженной угленосности, особенно в южной и средней частях района. Промышленная угленосность установлена в основном для Скальнинского, Косореченского и Обманковского месторождений и частично для Усть-Койвинской синклинали.

Ниже дается краткая геолого-промышленная оценка основных месторождений района по тектоническим подзонам, которые здесь отчетливо выделяются.

### **Месторождения западной подзоны**

**Скальнинское месторождение** приурочено к западному крылу крупной синклинали, восточное крыло которой срезано Журавлинским надвигом. Крыло синклинали крутое, особенно в средней части; его северная часть осложнена дополнительной складкой. Глубина залегания угленосной толщи достигает 1000—1200 м. Угленасыщенность месторождения в целом относительно высокая. Здесь повсеместно развит

пласт 13; местами имеют рабочую мощность пласты 11 и 18. Мощность пластов колеблется от 0,45 до 1,8 м. Запасы месторождения составляют по категориям  $A+B+C_1$  19,6 млн. т, из них по категориям  $A+B$  — 6,0 млн. т.

Под названием Южноскальнинский участок известна площадь, расположенная южнее поля шахты Скальной-2 и охватывающая северные части Исаковской синклинали (так называемой Шайтанский участок) и Обманковской антиклинали (Вашкурское месторождение). Участок имеет очень сложное геологическое строение; он пересечен рядом крупных разрывных нарушений. Основной пласт — № 13 — широко распространен, главным образом в юго-восточной части площади. Запасы участка составляют по категориям  $A+B+C_1$  22,7 млн. т, из них 4,4 млн. т по категориям  $A+B$ .

**Обманковское месторождение**, находящееся в 18 км на восток от г. Лысьвы, приурочено к пологому западному крылу Исаковской синклинали. В пределах его на участке в 4 км повсеместно развит пласт 13 с выдержанной рабочей мощностью. В северном и южном направлениях, а также с глубиной угленосность резко падает. Запасы участка, подсчитанные до глубины 700 м, составляют 11,0 млн. т. по категориям  $A+B+C_1$ .

**Исаковская синклираль**, частью которой является Обманковское месторождение, представляет собой одну из крупнейших структур Чусовского района. Ширина ее в южной части 8—10 км при глубине до 1500—1800 м. В северном направлении синклираль сужается до 3—4 км с одновременным уменьшением глубины до 400—600 м (Южноскальнинский участок). Восточное крыло синклинали срезано Журавлинским надвигом. Вследствие утонения пластов угля на севере и западе, а также большой глубины залегания угленосной толщи структура является малоперспективной.

**Усть-Койвинская синклираль** является самой крупной структурой Чусовского района. В осевой ее части на поверхность выходят песчано-глинистые породы артинского яруса. В северном направлении синклираль замыкается, а на юг прослеживается за р. Кумыш. Структура является резко асимметричной. Восточное крыло крутое; западное, являющееся одновременно восточным крылом Журавлинской антиклинали, — пологое (10—30°). В большей своей части синклираль бесперспективна, но в северном ее замыкании установлено наличие пласта 13 с рабочей мощностью (Куртымский участок). Представляют также интерес средняя и южная части восточного крыла синклинали.

### Месторождения восточной подзоны

**Косореченское месторождение**, расположенное в северо-восточной части Чусовского угленосного района, приурочено к тектонически сложно построенной брахисинклинальной складке со срезанным восточным крылом и осложненной в приосевой части антиклинальным поднятием. В пределах структуры хорошо развит пласт 13 и частично 11. Максимальная глубина залегания пластов 500—550 м. Месторождение разведано. Запасы по нему составляют по категориям  $B+C_1$  15,1 млн. т.

**Багульская синклираль** является весьма значительной по размерам структурой, расположенной в восточной части Косореченского месторождения. Длина ее 20 км, ширина (по выходам угленосной толщи) — 4,5 км, глубина — до 800—900 м. Синклираль осложнена дополнительной складчатостью и нарушениями разрывного характера. На восточном крыле выявлен взброс с амплитудой около 400 м. Менее значительный надвиг имеется на западном крыле.

Угленосность месторождения слабая, лишь местами встречается пласт 13. Наличие в средней части разреза угленосной толщи прослоев карбонатных пород свидетельствует о неблагоприятных для угленакопления фациальных условиях. Поисково-разведочные работы показали полную бесперспективность синклинали.

В восточной тектонической подзоне, кроме охарактеризованных участков, имеется еще ряд синклиналильных структур, в частности Калоповская, Сысоевская и др. Все они по результатам поисковых работ не имеют промышленной угленосности.

В средней части Чусовского района в обеих подзонах также имеется ряд синклиналильных и антиклиналильных структур, в пределах которых проводились поисково-разведочные работы. Этими работами были охвачены Кумышско-Кыновская антиклиналь, Ледянско-Ломовская синклиналиль, Сухоложская синклиналиль и др. По всем структурам получены отрицательные результаты разведки. Литолого-фациальная характеристика отложений и особенности разреза угленосной толщи показывают, что последняя формировалась в условиях подводной части дельты (И. В. Пахомов, О. А. Щербаков, 1965 г.). Поэтому данная часть территории с точки зрения поисков угольных месторождений является бесперспективной.

### ***Вишерский угленосный район***

Вишерский район занимает значительную по площади часть западного склона Урала, расположенную на севере в районе рек Колвы, Вишеры и Язьвы. Геологическая изученность его по сравнению с Кизеловским и Чусовским районами является значительно меньшей. Однако по результатам работ различных геологических организаций можно вполне определенно говорить о том, что Вишерский район для выявления промышленной угленосности бесперспективен. В геологическом отношении он представляет собою краевую часть дельты, в пределах которой в период накопления угленосных осадков существовали неблагоприятные условия для развития торфяников. Мощность всей угленосной толщи здесь значительно уменьшается, местами не превышая 20—40 м. В западном и северо-западном направлениях она, по-видимому, еще более снижается за счет выпадения из разреза радаевских и бобриковских отложений. На север и восток увеличивается карбонатность пород, наблюдается постепенная смена континентальных фаций морскими.

В настоящее время на территории бассейна имеется 26 действующих шахт, объединенных в 16 административных единиц. Производительность шахт колеблется от 80 тыс. т (шахта Владимирская) до 540 тыс. т в год (шахта Таежная). По всем шахтам в 1971 г. добыто 8,0 млн. т угля, из них на Губахинскую группу шахт приходится 1,9 млн. т. и на Гремячинскую — 2,8 млн. т. В связи с длительной эксплуатацией бассейна верхние горизонты многих месторождений к настоящему времени отработаны. Наибольшая достигнутая глубина разработки по отдельным шахтам составляет 700—1000 м.

Сохранение достигнутого к настоящему времени уровня добычи угля должно быть осуществлено за счет строительства и ввода в эксплуатацию новых шахт, однако возможности бассейна в этом отношении весьма ограничены. Рассчитывать на открытие в бассейне новых более или менее значительных месторождений не приходится. В Кизеловском угленосном районе уже не осталось участков с невыясненной угленосностью. Некоторый интерес представляет лишь площадь в рай-

оне Сухинской антиклинали, где целесообразно произвести дополнительно поисковые работы. В основном геологоразведочные работы должны будут заключаться в доразведке месторождений и шахтных полей, имеющих промышленную угленосность, но недостаточно разведанных. Чусовский угленосный район, как отмечалось выше, также имеет весьма ограниченные перспективы в смысле обнаружения новых участков с промышленной угленосностью.

В связи с этим возникает необходимость частичной замены углей Кизеловского бассейна и развития угольной промышленности за его пределами. Поскольку площади к югу от бассейна бесперспективны ввиду фациального замещения угленосной толщи карбонатными отложениями, а на востоке нижнекаменноугольные отложения в результате денудации отсутствуют вообще, то можно говорить только о территории западного склона Урала к северу от Кизела (Шугор-Вуктыльский район) и о так называемых «западных площадях», или Камском угленосном бассейне. Известно, что в районе верхнего течения р. Печоры угленосная толща нижнекарбонového возраста снова получает большое развитие, и в ней встречаются пласты угля мощностью до 2,0—3,0 м, причем они по спорным комплексам параллелизуются с угольными пластами Кизела. Имеющиеся данные разведки и частичной эксплуатации одного из месторождений (Еджид-Кыртинского) свидетельствуют о наличии в Шугор-Вуктыльском районе значительных запасов углей (В. И. Ситников, 1970 г.).

Перспективны для развития угольной промышленности в будущем площади, расположенные к западу от Урала, в пределах Волго-Уральской нефтегазосной провинции. Здесь, как установлено по данным нефтеразведочного бурения, широко развиты угленосные отложения с пластами угля мощностью на отдельных площадях 5—10 м и более. Наряду с площадями, на которых угольные пласты залегают на глубинах свыше 1500—1800 м, имеются участки, где глубины залегания пластов снижаются до 900—1200 м. Так, на стыке Татарской и Удмуртской АССР и Пермской области выделено 66 участков с ориентировочно подсчитанными запасами углей по категории С<sub>2</sub> 11,7 млрд. т (Н. И. Кононенко, 1971 г.). Их разработка, как показывают предварительные расчеты, является экономически выгодной. На указанных участках целесообразно осуществлять бурение поисковых скважин с целью обоснования постановки детальной разведки.

### ЕГОРШИНО-КАМЕНСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ БАССЕЙН

На восточном склоне Среднего Урала, в пределах Восточно-Уральского прогиба, расположена область развития нижнекаменноугольных угленосных отложений, которая носит название Егоршино-Каменского угленосного бассейна. Протягиваясь субмеридионально почти на 300 км, он имеет максимальную ширину 60 км; на юге и западе границы бассейна определяются четко, на севере и востоке они пока не установлены (рис. 9).

Каменный уголь в нижнекаменноугольных отложениях восточного склона Среднего Урала впервые открыт в 1797 г. в обнажении долины р. Ирбитки у с. Ирбитские Вершины. Позднее, в 1803 г., он был обнаружен на р. Пышме у с. Сухой Лог.

Первые поисковые работы на каменный уголь в бассейне были организованы в 1876 г. Они сопровождалась обширными геологическими исследованиями и возглавлялись А. П. Карпинским, впервые опубликовавшим геологическую карту восточного склона Урала.

Широкий размах геолого-исследовательские и разведочные работы в пределах бассейна получили после Октябрьской социалистической революции. В 1920 г. И. И. Горский (1931) произвел детальную геологическую съемку окрестностей Каменского каменноугольного месторождения, а в 1923 г. — Сухоложского месторождения. В 1927—1931 гг. довольно значительные поисковые работы в пределах Главной угленосной полосы (на участке от ст. Егоршино до Ирбито-Вершинского месторождения) были проведены под руководством А. А. Тимофеева (1931 г.). С 1932 по 1936 г. Ф. Ф. Бай-Балаев (1936, 1937) проводил ревизию материалов по работам прошлых лет, а также дополнительные разведки шахтных полей на Егоршинском месторождении. В 1935 г. А. А. Прониным была начата крупномасштабная геологическая съемка всего Егоршино-Каменского угленосного бассейна, которая с перерывами продолжалась до 1950 г.

Разведочные работы в пределах Егоршинского месторождения и прилегающих к нему угленосных площадей бассейна производились систематически, начиная с 1938 г. Были заново разведаны Егоршинское (до глубины 700 м), Черемшанское и Ирбито-Вершинское месторождения, выявлено и разведано Алапаевское месторождение. В различных частях бассейна в процессе поисковых работ открыты Махневское (1947 г.), Еловское (1958 г.) и Полдневское (1959 г.) месторождения. Результаты разведочных работ последних лет изложены в многочисленных отчетах М. И. Сидоровича, М. А. Киреева, З. П. Волк, Г. Я. Максаевой, Л. Д. Богачевой и др.

Стратиграфический разрез бассейна представлен осадочными и вулканогенными средне- и верхнепалеозойскими образованиями разнообразного фашиаль-

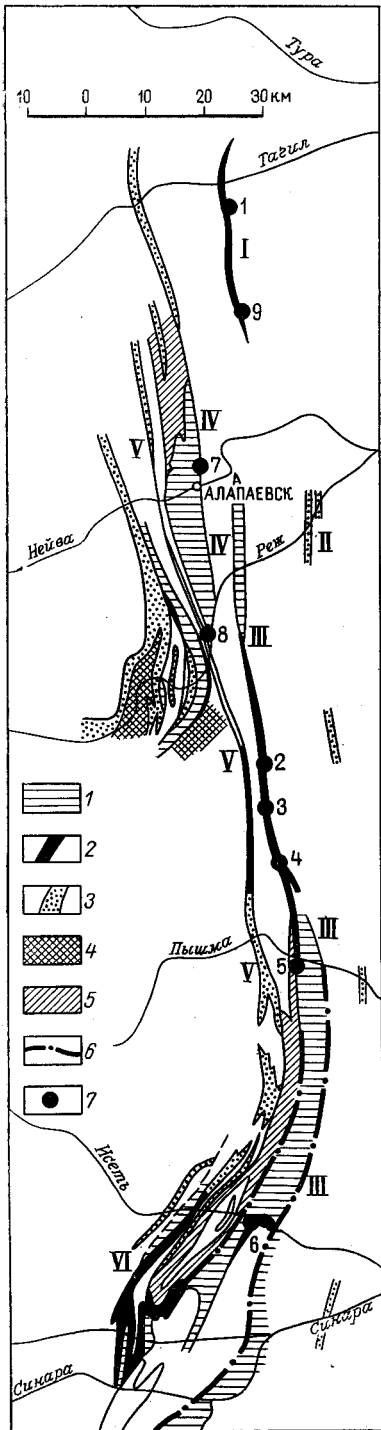


Рис. 9. Схема распространения угленосной толщи нижнего карбона на восточном склоне Среднего Урала. По А. А. Проницу

1 — визейские карбонатные и среднекаменноугольные отложения; 2 — угленосные фации нижневизейской угленосной толщи; 3 — безугольные фации нижневизейской угленосной толщи; 4 — турнейские и фаменские карбонатные отложения; 5 — турнейские и фаменские терригенные отложения; 6 — крупные тектонические разрывы; 7 — месторождения каменных углей: 1 — Махневское, 2 — Егоршинское, 3 — Черемшанское, 4 — Ирбито-Вершинское, 5 — Сухоложское, 6 — Каменское, 7 — Алапаевское, 8 — Подосининское, 9 — Еловское.

Нижневизейские угленосные полосы: I — Махневская, II — Ярославская, III — Главная Егоршино-Каменская, IV — Алапаевская, V — Рефтинская, VI — Смолинская



ного состава. В основании угленосной толщи бассейна залегают отложения силура, девона и турнейского яруса нижнего карбона.

Силурийские (верхнелудловские) и нижнедевонские образования распространены ограниченно. Отложения среднего и верхнего девона развиты повсеместно и представлены преимущественно известняками, песчаниками, конгломератами и сланцами. Среди осадочных образований среднего девона широко развиты порфириды и туфы. Суммарная мощность отложений среднего и верхнего девона до 1100—1200 м. Турнейский ярус сложен известняками, песчаниками, конгломератами, кремнистыми и глинистыми сланцами, среди которых наблюдаются слои порфиритов, альбитофиров и их туфов. Мощность отложений турнейского яруса — 550 м.

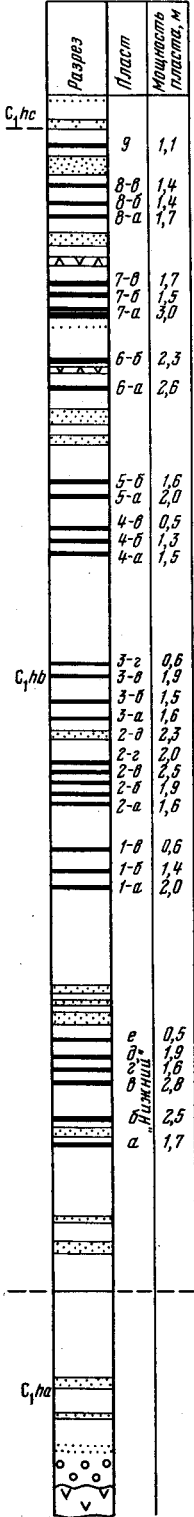
Угленосная толща бассейна (свита  $C_1^h$ ) залегает трансгрессивно обычно на расчлененной поверхности девонских образований. Мощность толщи 170—1200 м (рис. 10). Ее возраст Д. В. Наливкиным и И. И. Горским определяется как нижневизейский. По находкам богатой фауны фораминифер А. А. Пронин (1952 г.) установил аналогию средней части толщи бассейна с верхней частью угленосной толщи Подмосковского бассейна и нижней частью тульского горизонта, а верхней — с тульским и частично алексинским горизонтами. Литолого-стратиграфическое строение угленосной толщи находится в прямой зависимости от развития в его пределах осадочных фаций двух типов: угленосных континентально-лагунных и морских (Пронин, 1952 г.).

Угленосные континентально-лагунные фации представлены породами серой и темно-серой окраски, с однородным кварцево-кремнистым, реже полимиктовым составом слагающего их обломочного материала, обычно плохо отсортированного и слабо окатанного. Цемент конгломератов и песчаников кварцево-кремнистый, редко серицитоглинистый. В разрезе грубо-, крупно- и тонкообломочные породы многократно чередуются, образуя серии микроциклов, из которых каждый начинается отложением песчаников, реже гравелитов и конгломератов и завершается пластом угля или углистого сланца со стигмариевыми слоями в почве.

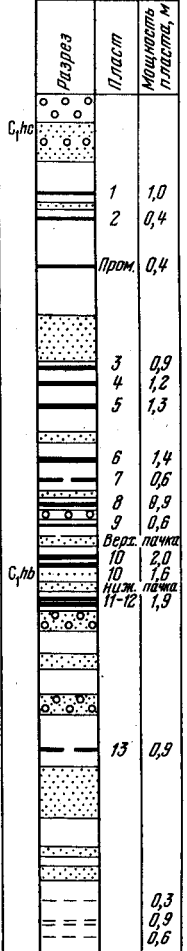
Морские фации сложены породами грязно-зеленой окраски, реже бурой или пестроцветной. Для них характерны: полимиктовый состав обломочного материала; присутствие малоустойчивых пород и минералов — полевых шпатов, хлоритов, глинистых сланцев, серпентинитов, известняков; несовершенная окатанность материала и его гранулометрическая неоднородность; наличие карбонатов в обломочном материале пород и прослоев карбонатных пород с микро- и макрофауной. Углистый материал аллохтонного накопления наблюдается в виде тонких и редких пропластков. Отложения морских фаций иногда замещают осадки континентально-лагунных фаций как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Угленосная свита подразделяется на три подсвиты: нижнюю ( $C_1^{ha}$ ), среднюю ( $C_1^{hb}$ ) и верхнюю ( $C_1^{hc}$ ). Нижняя подсвита непостоянна по мощности, литологическому составу и распространению. Она характеризуется отсутствием угольных пластов, широким развитием в нижних горизонтах полимиктовых конгломератов и песчаников и резкой фациальной изменчивостью слоев на коротких расстояниях. Средняя подсвита — основная продуктивная часть угленосной толщи. Она сложена кварцево-кремнистыми песчаниками, сланцами и пластами угля. Конгломераты и гравелиты имеют незначительное развитие. Окраска пород серая и темно-серая. Верхняя подсвита сложена песчаниками и сланцами с подчиненным количеством конгломератов и гравелитов. Угольные пласты единичны и встречаются редко. Появляются

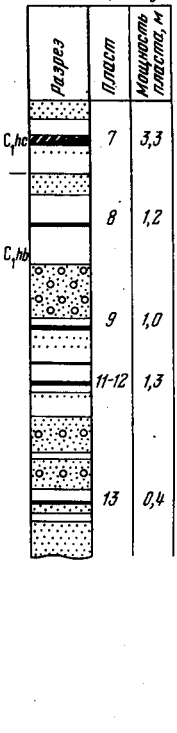
Махневское  
месторождение  
(по Г.Я. Максевой)



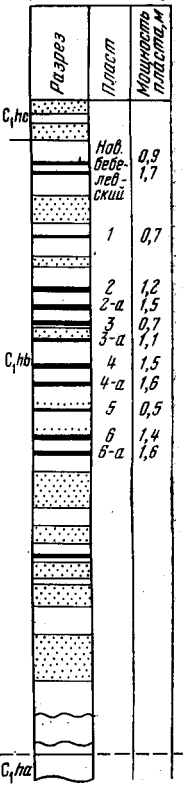
Егоршинское  
месторождение  
(по Ф.Ф. Бай-балаеву)



Черемшанское  
месторождение  
(по М.М. Сидоровичу)



Ирбито-  
Вершинское  
месторождение  
(по Л.Д. Башаркевичу)



0 40 80 м

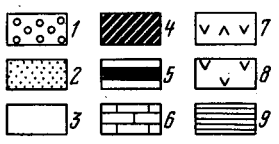
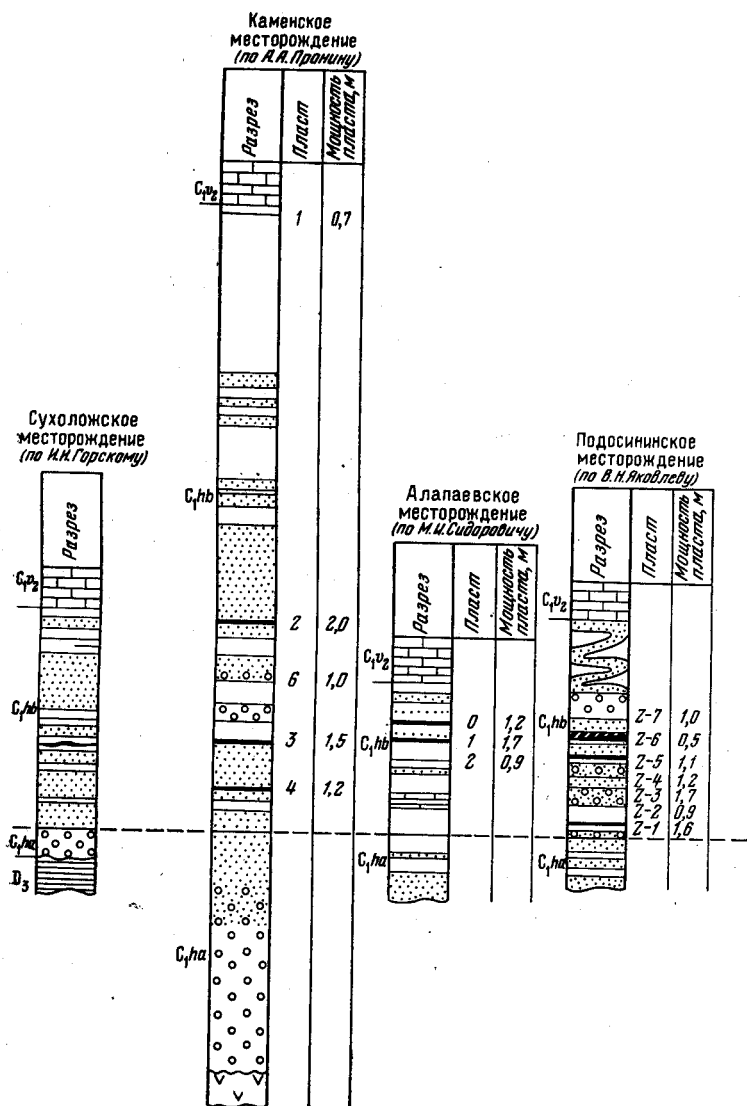


Рис. 10. Стратиграфические колонки угленосной толщи по основным угольным месторождениям Егоршино-Каменского угленосного бассейна

1 — конгломераты; 2 — песчаники; 3 — глинистые и песчано-глинистые сланцы; 4 — углистые сланцы; 5 — уголь; 6 — известняки; 7 — диабазовые покровы в угленосной толще; 8 — диабазовые порфириды; 9 — метаморфические сланцы



известковистые песчаники и сланцы, тонкие прослои известняков. Окраска пород преимущественно грязно-зеленая.

Литолого-стратиграфическое строение разреза угленосной толщи по основным угольным месторождениям Егоршино-Каменского бассейна показано на усредненных литолого-стратиграфических колонках (см. рис. 10). При нормальном залегании угленосная свита перекрывается карбонатной толщей средне-верхневизейского возраста, сложенной массивными или грубослоистыми известняками, в отдельных слоях доломитизированными, с тонкими прослоями мергелей и богатой разнообразной фауной. Суммарная мощность толщи — 550—1050 м. Выше верхневизейские отложения постепенно сменяются отложениями намюра, представленными известняками, известняковыми сланцами, конгломератами, песчаниками и глинистыми сланцами с растительными остатками. Встречается коралловая и брахиоподовая фауна. Слабо развиты альбитофиры и их туфы. Намюрские отложения в бассейне развиты ограниченно, мощность их колеблется от 0 до 250 м.

Среднекаменноугольные отложения залегают трансгрессивно на различных горизонтах нижнего карбона; в их разрезе преобладают известняковые сланцы, глинистые сланцы с прослоями известняков с фауной, песчаники и конгломераты. Выше среднекаменноугольные отложения постепенно переходят в верхнекаменноугольные песчано-сланцевые слои с прослоями гипса.

Из более молодых образований в северной и южной частях бассейна (районы городов Алапаевска и Каменск-Уральского) довольно широко развиты рыхлые песчано-глинистые осадки нижнего мела мощностью до 40—80 м, горизонтально лежащие на палеозое. В крайней восточной части бассейна широко развиты верхнемеловые и палеогеновые морские отложения — кварцево-глауконитовые пески и песчаники, кремнистые опоки, сменяющиеся выше опоквидными глинами и диатомитами. Мощность этих отложений постепенно возрастает в восточном направлении от 15—20 м до многих сотен метров. Четвертичные осадки, развитые в пределах всего бассейна, представлены бурыми лёссовидными глинами и суглинками, супесями, разнозернистыми песками общей мощностью до 8—10 м.

Нижневизейская угленосная толща бассейна под воздействием общеуральской герцинской складчатости была собрана в узкие, линейно вытянутые, меридионально ориентированные складки, местами имеющие характер моноклинальных или даже чешуйчатых структур. При протяженности складок на многие десятки километров ширина их обычно не превышает 2—3 км. Дизъюнктивная герцинская тектоника отмечается меридионально ориентированными разрывами типа надвигов, взбросов с амплитудами от десятков до многих сотен метров. В отдельных случаях возникли глубинные разломы с амплитудами до нескольких километров.

Интрузивная деятельность проявилась на западе бассейна, несколько западнее Главной Егоршино-Каменской синклинали. Высокая степень метаморфизации пород угленосной толщи бассейна в известной мере обусловлена влиянием интрузий. На крайнем юге бассейна, в пределах Смолинской синклинали, в результате термального воздействия интрузий угли превращены в графиты (Фаддинское и Боевское месторождения графита).

Древнекimmerийский тектогенез на восточном склоне Урала проявился движениями большой силы и еще более усложнил герцинские структуры. В нижневизейских угленосных толщах, консолидированных в эпоху герцинской складчатости, под воздействием киммерийских движений возникла густая сеть косоширотных разрывов (сдвигов, сбросов).

сов), ориентированных преимущественно на северо-восток, реже на северо-запад и имеющих амплитуды от 5—10 до 200 м. Эти косоширотные разрывы всегда смещают меридиональные герцинские разрывные нарушения.

Крайне сильная дизъюнктивная нарушенность, столь характерная для угольных месторождений Егоршино-Каменского бассейна, обусловлена не герцинским тектогенезом, проявившимся главным образом в шликативных формах, а древнекиммерийским, под воздействием которого в угленосных структурах возникла мелкоблоковая тектоника, а угольные пласты были раздавлены и перетерты.

В пределах угленосного бассейна на современном эрозионном срезе сохранились ядра когда-то обширных синклиналей, которые выходят на поверхность в виде меридионально вытянутых полос, разобщенных более древними подстилающими образованиями. Геотектоническое строение этих полос — синклиналей, в результате наложения двух фаз тектогенеза, отличается исключительной сложностью, вследствие чего большинство угольных месторождений бассейна, несмотря на высокую угленасыщенность и хорошее качество углей, не имеют промышленной ценности.

Угленосность бассейна отличается большим непостоянством как в вертикальном разрезе, так и по площадному развитию и находится в прямой зависимости от распространения отложений угленосных фаций в бассейне. Не все полосы — синклинали, сложенные нижневизейскими отложениями, являются угленосными (см. рис. 9). Степень угленасыщенности разреза угленосной толщи для отдельных месторождений бассейна подвержена значительным колебаниям (табл. 2).

Таблица 2

Угленосность месторождений Егоршино-Каменского бассейна

Месторождение	Мощность угленосной свиты, м		Содержание песчаников и пропластков конгломератов, %	Всего пластов и пропластков угля	Количество рабочих пластов угля	Мощность угольной массы в подсвите $C_1hb$ , м/%	Мощность рабочих пластов угля в подсвите $C_1hb$ , м/%
	$C_1h$	$C_1hb$					
Каменское	650	450	70	16	4	9,6/2,1	5,7/1,2
Сухоложское	170	150	74	До 8	—	10,0/6,0	—
Ирбито-Вершинское	1000	490	48	17	10	16,7/3,4	13,1/2,7
Черемшанское	1000	450	50	8	2	8,5/1,9	1,2/0,5
Егоршинское	1200	500	26	15	10	20,0/4,0	15,5/3,1
Алапаевское	750	120	15	5	3	4,5/3,8	3,7/3,1
Подосининское	Не установлена	140	—	7	—	8,0/5,7	—
Махневское	1300	790	10	32	27	54,5/6,9	50,3/6,3

Развитие угленосности по площади в пределах углесодержащих синклиналей бассейна не является сплошным, а характеризуется своеобразным локальным распределением в обособленных местных «узлах угленакопления», с которыми и связаны все известные в бассейне месторождения углей.

Внутри отдельно взятых месторождений разведочными работами установлено постепенное снижение угленосности от центральных частей месторождений к их северным и южным флангам.



Поисковые разведки, проводившиеся в пределах Главной Егоршино-Каменской синклинали на площадях между Ирбито-Вершинским, Черемшанским и Егоршинским месторождениями, а также к северу от последнего, показали почти полное отсутствие угленосности на значительных пространствах между этими месторождениями. В разрезе угленосной толщи здесь были встречены единичные непромышленные пласты зольного угля. Подсчеты показали, что лишь около 20% площади вышеуказанной части Главной синклинали являются промышленно угленосными.

Каменское месторождение находится в 3,5 км к югу от ст. Синарская Свердловской ж. д. Город Каменск-Уральский занимает всю северо-восточную половину месторождения.

Месторождение приурочено к южному окончанию Главной Егоршино-Каменской синклинали, простирание которой, в результате местного изгиба, в районе месторождения ориентировано с север-северо-востока на юг-юго-запад. Угленосная толща, залегающая в восточном крыле синклинали, прослеживается полосой протяженностью 9 км при максимальной ширине 1,3 км. Мощность угленосной толщи около 650 м, подстилается она плагиоклазовыми порфиритами, на западе нормально погружается под средневизейские известняки. Простая в целом тектоника месторождения в деталях осложнена мелкой складчатостью и густой сетью мелкоамплитудных взбросо-сдвигов, преимущественно северо-восточного направления.

На месторождении отмечается до 16 пластов и пропластков угля с суммарной мощностью 9,6 м. Основных пластов угля четыре (сверху вниз): 2 (до 2,0 м), 6 (около 1,0 м), 3 (до 1,5 м) и 4 (до 1,2 м), из них наиболее выдержанные пласты 6 и 3 (см. рис. 10).

Угли каменные, черные, блестящие и полублестящие, реже матовые, полосчатые, с примазками пирита и многочисленными прослоями углистых сланцев. Угли сильно перемяты, плотные разности встречаются редко.

Качество углей характеризуется следующими показателями:  $W^H$  4,4%;  $A^c$  38%;  $V^r$  29%;  $S^{c_{об}}$  0,5—1,4%;  $C^r$  80,3%;  $H^r$  5,6%;  $Q_{6^r}$  7900 ккал/кг и  $Q_{6^p}$  4380 ккал/кг.

Угли спекаются, кокс ноздреватый, сильно вспученный. По донецкой классификации, угли Каменского месторождения занимают промежуточное положение между марками Г и ПЖ. При добыче дают до 80—85% мелочи, на воздухе быстро выветриваются. Запасы углей незначительны. Месторождение не имеет промышленной ценности.

Полдневское месторождение каменного угля расположено в 21 км к югу от ж.-д. ст. Богданович. Месторождение открыто в 1959 г. Богдановичской геологоразведочной партией Уральского геологического управления при разведке огнеупорных глин. Полоса нижнекаменноугольных угленосных отложений прослежена на расстоянии 19 км. В северной части выявленного месторождения на участке протяженностью 4 км проведена предварительная разведка.

Стратиграфический разрез угленосной свиты представлен всеми тремя подсвитами. В основании выделяется подугольная нижняя подсвита мощностью около 200 м, сложенная на 80—85% полимиктовыми песчаниками и конгломератами. Они залегают с размывом на отложениях франского яруса. Вверх по разрезу подугольная подсвита постепенно переходит в продуктивную угольную подсвиту (среднюю), сложенную на 60% алевrolитами, аргиллитами, углистыми сланцами, углями и на 40% песчано-гравелитовыми породами; мощность ее около 400 м. Продуктивная подсвита согласно перекрывается надугольной (верхней) подсвитой мощностью 200—300 м, сложенной в основном

песчаниками. В угленосной толще наблюдаются маломощные инъекции альбитофиров.

В пределах разведанной части Полдневского месторождения угленосные отложения слагают восточное крыло Главной Егоршино-Каменской синклинали, осложненное дополнительной мелкой складчатостью.

Падение пород на ССЗ 20—50°. Многочисленными разрывами меридионального и субширотного направлений угленосная толща разбита на мелкие (200—400 м) блоки. Амплитуда смещения от нескольких до 100—200 м. Горными выработками пройденной разведочной шахты установлена исключительно сильная нарушенность пород и углей.

В разрезе продуктивной подбиты выявлено до 18 пластов угля, из которых 13 достигают мощности более 0,6 м и до 3,57 м. Строение пластов чаще сложное, двух-трехпачечное. Угли большей частью раздавленные, слабоустойчивые, но встречаются и плотные разности. По внешнему виду они черные, преимущественно полуматовые и полублестящие, штриховатые и однородные; по петрографическому составу — кларен-фюзеновые, в которых основную роль играет витренизированная масса.

Изучение спор в полдневских углях, произведенное впервые для чижекарбонных углей восточного склона Урала Е. М. Неугодниковой, показало, что видовой состав их во многом аналогичен кизеловским углям: *Zonotriletes laevigatus* (26%), *Z. dentatus* (13%), *Z. sublobatus* (9%), *Z. megalothelis* (7%), *Z. tersus* (5%), *Z. diversilobus* (5%), *Azonotriletes microrugosus* (22%), *Az. punctatus* (8%).

Качественная характеристика углей главным образом по пробам из керна скважин следующая:  $W^a$  0,45—1,5%;  $A^c$  3—37% (средняя 21%);  $S^c_{об}$  0,3—1,4% (средняя 0,46%);  $V^r$  16,8—32,9%;  $Q_{6^r}$  8500 ккал/кг. По данным элементарного анализа,  $C^r$  86—93%;  $H^r$  2,6—5,8%;  $N^r$  1,24%;  $O^r$  3,63%;  $P^c$  0,001—0,066%.

Лабораторные исследования показали, что мелко раздробленный уголь (—1,5 мм) хорошо обогащается в  $CCl_4$  с удельным весом 1,4, при этом зольность его снижается до 2,2—9,5%. Обогащенные угли хорошо спекаются, при этом величина пластического слоя «у» колеблется от 18 до 31 мм. На основании проведенных исследований угли отнесены в основном к марке ПЖ и Ж, встречаются угли К, ОС и Т. По заключению ВУХИНа, угли пригодны для получения кокса.

Общие запасы угля ориентировочно оцениваются в 32 млн. т, однако в связи с очень сложной тектоникой и перемятостью пород, невыдержанной мощностью угольных пластов месторождение было признано непромышленным, и разведочные работы на нем были прекращены.

Егоршинское месторождение находится в 3 км к юго-западу от узловой ст. Егоршино Свердловской ж. д. На северо-восточной части месторождения расположен г. Артемовский, в центральной — с. Егоршино.

Месторождение приурочено к восточному крылу Главной Егоршино-Каменской синклинали, западное крыло которой уничтожено крупным надвигом (рис. 11), в результате чего структура месторождения приобрела характер моноклинали. Падение слоев пород и угольных пластов в пределах всего месторождения западное под углом 30—40°, простираение меридиональное. Длина месторождения 7,2 км, ширина на севере 0,3 км, в центральной и южной частях до 1,5 км.

На востоке моноклинали не имеет четкого контакта с подстилающими образованиями, так как здесь развита тектоническая зона разрушенных пород мощностью до 300 м, состоящая из хаотической сме-

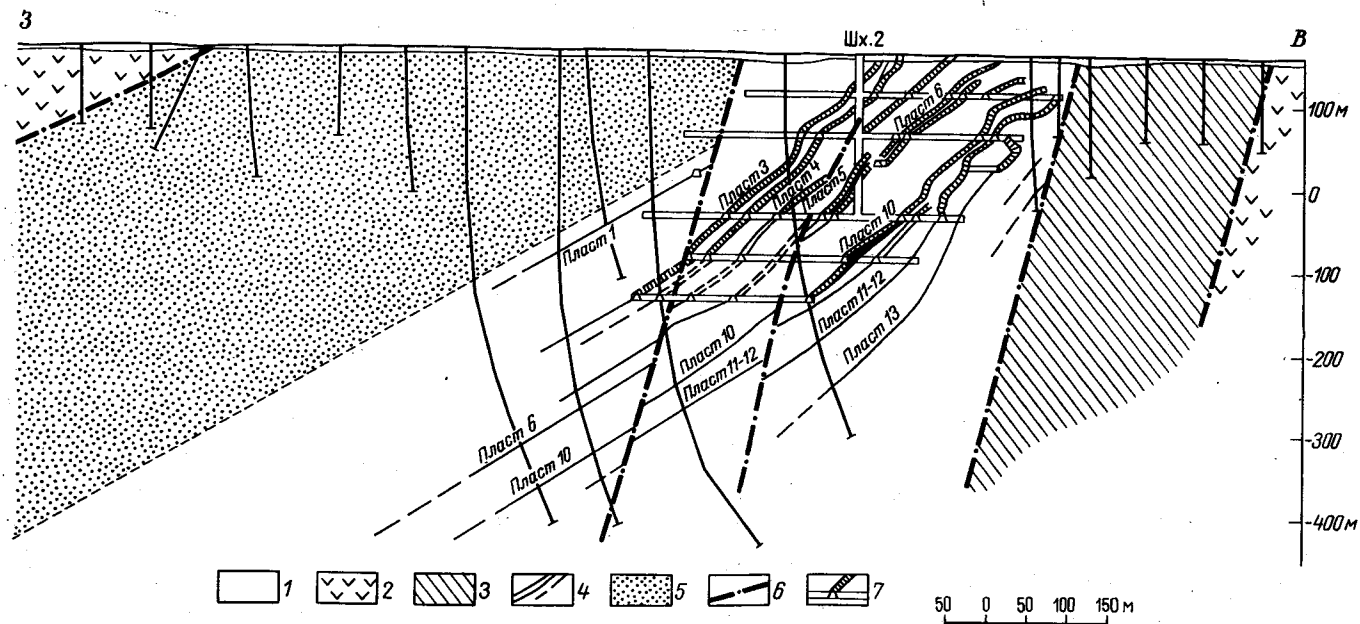


Рис. 11. Геологический разрез по разведочной линии 6 поля шахты Бурсунка (шахта 2) Егоршинского антрацитового месторождения. По З. П. Волк и М. И. Сидоровичу  
 1 — покровные отложения; 2 — порфириты; 3 — зона разрушенных пород; 4 — угленосная подсвита; 5 — безугленосная подсвита; 6 — тектонические нарушения; 7 — горные выработки, заштрихованные — по углю

си раздробленных и перетертых пород угленосной толщи. Зона разрушенных пород на востоке контактирует с верхнедевонскими порфиритами и прослоями известняков, которые, вероятно, и подстилают угленосную толщу.

Сохранившаяся часть моноклинали осложнена складчатостью и мелкоблоковой тектоникой, порожденной многочисленными дизъюнктивными нарушениями двух типов: меридиональными взбросами и надвигами, падающими на запад под углом 60—80° при амплитудах до 200 м, и сбросо-сдвигами северо-западного простирания, реже широтного или северо-восточного, круто падающими на восток, реже на запад, с амплитудами от 12 до 40—50 м. Косоширотные нарушения смещают меридиональные.

Полный стратиграфический разрез Егоршинского месторождения до сих пор не установлен. Мощность угленосной толщи по данным глубокого бурения около 1200 м. По литолого-фациальному строению она делится на три подсветы. Мощность средней угленосной подсветы 450—500 м, мощность верхней надугольной — около 500 м. Нижняя (подугольная) подсвета недостаточно исследована, так как на глубоких горизонтах вскрыты только самые верхние слои ее, сложенные светло-серыми песчаниками и сланцами; на восточных выходах она представлена зоной разрушенных пород. Предположительная мощность ее около 200—250 м.

В целом для угленосной толщи характерна фациальная изменчивость пород при однообразии петрографического состава (на 90% кварцево-кремнистого) отдельных литологических компонентов.

Угленосность месторождения достигает максимума в его центральной части (поля шахты Ключи и 2), где установлено до 17 угольных пластов суммарной мощностью 20 м, из них 10 являются рабочими. Пласты угля в пределах месторождения относительно выдержанные, но при этом мощность их в отдельных случаях подвержена значительным колебаниям — от 0,6 до 9,8 м. Строение пластов угля обычно простое, реже сложное. Наблюдаются постепенные фациальные переходы углей в углистые сланцы.

В северном и южном направлениях, а также на глубоких горизонтах (до 700 м) происходит снижение угленосности за счет постепенного выклинивания отдельных пластов угля.

Угли сильно кливажированы, иногда раздавлены и перетерты, содержание класса <3,0 мм в добытом угле колеблется от 44 до 59%.

По внешнему виду уголь черный, с жирноватым блеском, структура тонкополосчатая или штриховатая по витрену. Петрографически преобладают полублестящие дюрен-клареновые, реже встречаются блестящие клареновые и полуматовые дюреновые угли. Качественные показатели углей:  $W_p$  2,9—3,0%,  $A_c$  21%;  $S_{об}$  0,4%,  $V_r$  10%,  $C_r$  90—93%,  $H_r$  3,4—3,9% и  $Q_{6r}$  8435—8650 ккал/кг.

По ГОСТу 7050—54, уголь относится к марке ПА (полуантрацит); используется как энергетическое топливо в кусковом и пылевидном состоянии. Горнотехнические условия месторождения осложняются высокой газообильностью (метаносностью) угольных пластов. С глубины 100 м шахты внекатегорийные по газу; с глубины 200 м в пластах 10 и 11—12 происходят частые внезапные выбросы газа, в связи с этим законсервированы шахты 2 (Бурсунка), Ключи и им. Артема. Гидрогеологические условия простые, притоки воды в шахтах на глубине 370 м не превышают 55 м<sup>3</sup>/ч. В настоящее время месторождение не эксплуатируется (шахта им. С. М. Кирова ликвидирована по приказу МУП СССР в феврале 1971 г.).

Алапаевское месторождение расположено в 9 км к северу от г. Алапаевска. Открыто в 1947 г. при поисках железных руд, разведывалось в 1950—1953 гг.

Приурочено оно к северной части Алапаевской угленосной полосы и по структуре представляет собой восточное крыло синклинали, опрокинутое на запад. Простираение меридиональное, падение пород и пластов восточное под углами 40—75°. Основная структура осложнена дополнительной мелкой складчатостью и большим количеством мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений (до 10—15 м). С поверхности весь комплекс палеозойских образований прикрыт 30-метровым покровом мезо-кайнозойских песчано-глинистых отложений.

Угленосная толща имеет мощность 750 м (см. рис. 10) и представлена двумя подсвитами: подугольной, залегающей на порфиритах верхнего девона и имеющей мощность около 650 м, и угленосной мощностью до 120 м. Верхние стратиграфические горизонты представлены визейскими известняками.

Угленосность месторождения в разных частях его непостоянна. Всего установлено 5 пластов угля с суммарной средней мощностью 4,5 м. Основных рабочих пластов угля три: нулевой со средней мощностью 1,3 м, первый — 1,7 м и второй — 0,96 м. Все пласты угля имеют невыдержанную мощность, местами утоняются до нерабочего состояния. Угли сильно перемяты, плотные разности встречаются редко.

По макроскопическому описанию угли черные, полублестящие, тонкополосчатые. Качество углей по многочисленным анализам характеризуется следующими средними данными:  $W^a$  0,78%;  $A^c$  20,8%;  $S^c_{об}$  1,2%;  $V^r$  13,4%;  $C^r$  87,7%;  $H^r$  5,0% и  $Q^d_r$  7392 ккал/кг. Угли не дают спекающегося кокса и по донецкой классификации могут быть отнесены к тощим.

Горногеологические условия месторождения осложняются повышенной водообильностью. Ожидаемые притоки воды на глубине 100 м около 170 м<sup>3</sup>/ч. Газоносности в углях при разведке не установлено. Месторождение не эксплуатируется. Запасы угля до глубины 300 м по категориям  $B+C_1$  составляют 3,1 млн. т, по категории  $C_2$  — 1,0 млн. т.

Подосининское месторождение находится в 7 км к юго-западу от ст. Самоцвет на ж.-д. линии Алапаевск—Егоршино. В 1939—1940 гг. разрабатывалось Свердловским облместопом.

Месторождение расположено в южной части Алапаевской угленосной полосы. По тектонической нарушенности оно наиболее сложное в Егоршино-Каменском бассейне. Нижневизейские угленосные отложения в пределах месторождения собраны в сложно построенную, опрокинутую на восток антиклинальную складку меридионального простираения, шириной до 0,4 км. На востоке и западе крылья антиклинали обрезаны крупными дизъюнктивными нарушениями, сходящимися под острым углом на юге месторождения. В северном направлении ось складки погружается, и угленосные отложения уходят под толщу средневизейских известняков.

Угленосная толща при ширине выходов до 0,3 км прослежена на протяжении 2 км. Падение пород и пластов угля крутое, на западном крыле 60—70°, на восточном (опрокинутом) — до 80°. Основная структура осложнена массой мелких складочек и густой сетью тектонических разрывов, которыми пласты угля разорваны на отдельные клочья, а места превращены в бесформенные скопления углистого вещества.

Угленосная толща, имеющая мощность 150—180 м, сложена кварцевыми песчаниками, кремнистыми конгломератами, брекчиями, глинистыми и углистыми сланцами и пластами угля, количество которых



около 7. Суммарная мощность угольной массы колеблется от 5,5 до 12,5 м, средняя — 8,0 м (см. рис. 10).

Угли Подосининского месторождения черные, полублестящие, сильно перемятые. Качество углей хорошо изучено и характеризуется следующими показателями:  $W^a$  0,6%;  $W^p$  6,0%;  $A^c$  21%;  $S^c_{об}$  0,7%;  $V^r$  25%;  $C^r$  86,3%;  $H^r$  5,1%. Теплотворная способность воздушно-сухого угля — 6900 ккал/кг.

Технологическими исследованиями установлено, что все угли Подосининского месторождения хорошо обогащаются методом флотации и хорошо коксуются; кокс серебристого или стально-серого цвета, звонкий, крепкий, вполне пригодный для доменного производства.

По донецкой классификации угли относятся к марке ПЖ. Несмотря на хорошее качество углей, месторождение непригодно для эксплуатации даже мелкими шахтами.

Махневское месторождение является крайним северным и крупнейшим из всех известных месторождений Егоршино-Каменского бассейна. К западу от месторождения (в 0,5—2,0 км параллельно простиранию угленосной полосы) проходит железная дорога Алапаевск — Серов; ближайшая ст. Ерзовка находится на широте северной части месторождения.

Месторождение открыто в 1947 г. поисковыми работами Уралгеолуправления, поставленными по данным геофизических исследований Д. Ф. Уманцева. За период 1947—1950 гг. под руководством А. А. Спаского была разведана крайняя северная часть месторождения — Ерзовский участок.

В 1952—1957 гг. поисковыми и предварительными разведками, проводимыми бывшим трестом «Свердловскуглегеология» и руководимыми Н. И. Максаевым, Г. Я. Максаевой и Е. Ф. Соколовым, месторождение было прослежено к югу от Ерзовского участка на расстояние 10 км; одновременно детально разведан участок Винокуровский 1, запасы которого утверждены ГКЗ.

Месторождение расположено в пределах одноименной полосы (синклинали) нижневизейских угленосных отложений, которая, возможно, является северным продолжением Главной Егоршино-Каменской полосы. В структурно-тектоническом отношении месторождение представляет собой западное крыло крупной синклинальной складки, осложненное складчатостью второго и более мелких порядков. Углы падения крыльев складок колеблются в широких пределах — от 10—30° до 60—80°. В северной части месторождения установлен нормальный контакт угленосных отложений с подстилающими их порфиритами среднего и верхнего девона; в центральной и южной частях порфириты под пологим углом надвинуты на угленосную толщу, причем большая часть надвига эродирована (рис. 12).

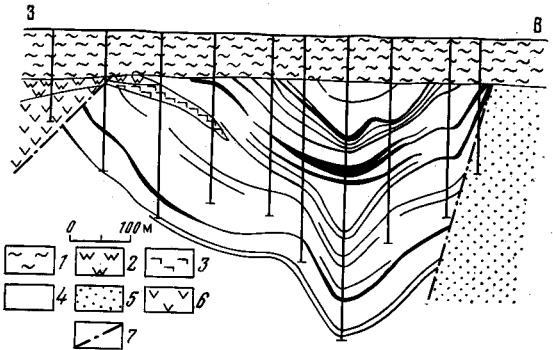


Рис. 12. Геологический разрез по разведочной линии 26 Винокуровского участка Махневского месторождения

1 — мезо-кайнозойские песчано-глинистые отложения; 2 — пестроцветные глины коры выветривания; 3 — порфириты; 4 — угленосная подсыта; 5 — подугольная подсыта; 6 — порфириты; 7 — тектонические нарушения

На востоке угленосная свита погружается под визейские известняки, при этом характер контакта окончательно не установлен, по-видимому, он тектонический. Буровой разведкой выявлена лишь часть наиболее крупных дизъюнктивных нарушений, несомненно, горные работы вскроют их больше. Разрывы представлены системой меридиональных надвигов и взбросов, сместители которых падают на запад ( $45-60^\circ$ ), а также двумя косоширотными сбросо-сдвигами северо-западного и юго-западного направлений. Величины амплитуд смещений точно не установлены, ориентировочно они колеблются от десятков метров до 200—300 м.

Стратиграфический разрез месторождения начинается плагиоклазовыми порфиритами и их туфами средне-верхнедевонского возраста, на которых с разрывом налегают отложения угленосной свиты, представленной всеми тремя подсвитами.

Нижняя подсвита вскрыта в северо-западной части месторождения; отличается невыдержанностью литолого-фациального состава. Сложена песчаниками, брекчиями, глинистыми и алевроитовыми сланцами и в основании — конгломератами. Окраска пород преимущественно грязновато-зеленая. Мощность подсвиты — до 200 м.

Средняя подсвита (продуктивная) развита в пределах всего месторождения, в составе ее преобладают глинистые и алевроитовые сланцы от темно-серых до почти серых с пластами угля. В верхних слоях подсвиты наблюдаются диабазы в виде маломощных межпластовых интрузий. Мощность свиты — 800 м.

Верхняя подсвита сохранилась лишь частично, в восточной части месторождения. Она характеризуется отсутствием угленосности, более светлой окраской пород и возрастанием их карбонатности. Мощность подсвиты — 300 м.

Стратиграфический разрез палеозоя завершается средне-верхне-визейскими известняками, на которых залегают глинистые известняки среднего карбона. Палеозойские образования в пределах всего месторождения покрыты горизонтально залегающей толщей мезо-кайнозойских отложений мощностью 40—90 м.

Угленосность Махневского месторождения связана с продуктивной средней подсвитой, угленасыщенность которой в пределах месторождения неравномерна. На отдельных его участках количество пластов в подсвите колеблется от 12 с суммарной мощностью до 20 м (Южно-Винокуровское пересечение) до 27 пластов с суммарной мощностью 50,3 м (Белюсовское пересечение).

Пласты угля имеют средние мощности от 1,3 до 3,0 м при колебаниях от 0,4 до 10—14 м. Обычно раздувы пластов наблюдаются в замковых частях синклиналиных складок. По своему строению пласты угля также отличаются изменчивостью — фациальными переходами угля в углистые сланцы и переходами на коротких расстояниях от простого строения к сложному — многопачечному (рис. 13). В разрезе месторождения пласты угля залегают обособленными группами сближенных угольных пачек, причем каждая пачка является самостоятельным угольным пластом.

Угли Махневского месторождения гумусовые и имеют высокую степень метаморфизации. Внешне они черные со стальным отливом, полублестящие и блестящие, реже матовые. Петрографически угли представлены кларен-витреновыми и реже дюрен-клареновыми с витреном разностями. Качество углей по многочисленным анализам керновых проб характеризуется следующими данными:  $W^a$  1,3%;  $A^c$  22%;  $V^r$  9% (от 4 до 21%);  $S^{c_{об}}$  1,2%;  $C^r$  90%;  $H^r$  3,3%; и  $Q_{8200-8315}$  ккал/кг. В массе угли относятся к марке ПА (полуантрацитов).

В южной части месторождения встречаются угли менее метаморфизованные, приближающиеся к тощим или даже ПС.

Гидрогеологические условия месторождения довольно сложные в связи с обводненностью мезо-кайнозойского комплекса. Наиболее обводнены опоки палеогена (удельный дебит 0,1—0,6 л/сек) и верхнемеловые пески и песчаники (удельный дебит 0,5 л/сек). Угленосные отложения обводнены слабо. Удельный дебит их не превышает 0,05 л/сек. По детальным гидрогеологическим исследованиям, произведенным на участке Винокуровском 1, суммарный расчетный приток воды при строительстве шахты определен в 350 м<sup>3</sup>/ч.

Горнотехнические условия месторождения осложняются высокой газоносностью углей. Верхняя граница метановой зоны устанавливается на глубине 150—200 м от поверхности земли. Среднее содержание свободно выделяющегося газа определено в 310 см<sup>3</sup> на 100 г угля, максимальное достигает 600 см<sup>3</sup> на 100 г угля. Числящиеся запасы углей отнесены к забалансовым.

Еловское месторождение угля открыто в конце 1958 г. при поисках, проведенных Уралгеолуправлением. Расположено оно в 22 км к юго-юго-востоку от центра Махневского угольного месторождения и в 9 км на восток от ст. Рычково ж. д. Алапаевск — Надеждинский завод (г. Серов).

Меридионально протягивающаяся Еловская угленосная полоса прослежена на 18,5 км. Промышленная угленосность собственно Еловского угольного месторождения установлена в крайней северной части этой полосы.

Месторождение приурочено к южной части обширной Махневской синклинали, к ее западному крылу, и в структурно-тектоническом отношении представляет собой синклинальную складку второго порядка, осложненную на восточном крыле антиклинальной складкой. Синклинальная складка погружается в южном направлении; к северу на коротком расстоянии замыкается. Углы падения западного крыла синклинали 60—63°, восточного (западного крыла антиклинальной складки) — 50—55°. Восточное же крыло антиклинали поставлено круто — под углом 70°. Залегание пород осложнено многочисленными тектоническими разрывами.

Угленосная свита в пределах месторождения имеет суммарную мощность около 1 км и предположительно залегает на песчано-глинистых и вулканогенных образованиях среднего и верхнего девона. В ядре синклинали развиты среднекарбонные отложения — песчаники и

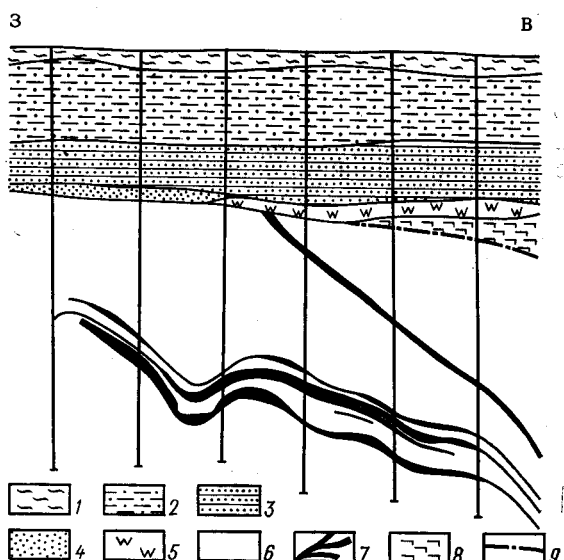


Рис. 13. Геологический разрез по разведочной линии 19 Винокуровского участка Махневского месторождения

1 — глины; 2 — аргиллиты, алевролиты; 3 — опоки, песчаники кварц-глауконитовые, аргиллиты, алевролиты, пески; 4 — пески; 5 — пестроцветные глины; 6 — угленосная подсвита; 7 — пласты угля; 8 — порфириты; 9 — тектонические нарушения

алевролиты коричневато-бурого и зеленого цвета, которые с несогласием (размывом?) залегают на угленосных отложениях.

В породах угленосной толщи обнаружено большое количество отпечатков флоры, по видовому составу почти аналогичной флоре Егоршинского месторождения. Из фауны в угленосной толще были найдены кораллы *Syringopora reticulata* Goldf. и *S. ramulosa* Goldf., характерные для нижнего карбона.

Угленосные отложения представлены всеми тремя подсвитами.

Подугольная подсвита сложена главным образом алевритовыми сланцами зеленоватого и буровато-серого цвета. Угленосность отсутствует. Мощность — около 300 м.

Угольная подсвита сложена в основном алевритовыми сланцами — 54%, угли составляют 16,4% и песчаники 7%, остальные породы — сланцы глинистые и известковые. В подсвите наиболее развиты континентальные фации — пойменные, болотные, реже русловые и озерные. Фации прибрежно-морского мелководья занимают в подсвите не более 1%, наличие их свидетельствует об ингрессиях моря в область седиментации во время угленакопления. Окраска пород серая и темно-серая, они часто сидеритизированы и окремнены. Мощность подсвиты — около 500 м.

Надугольная подсвита встречается лишь в северной части месторождения. Сложена она алевритовыми и глинистыми сланцами, в небольшом количестве песчаниками и конгломератами. Фации имеют переходный характер от морских к континентальным. Окраска пород светло-серая с зеленоватым оттенком. Мощность около 200 м.

В двух нижних подсвитах в значительном количестве развиты вулканогенные породы — микропорфириты, порфириты и туфы, залегающие в виде межпластовых залежей, суммарная мощность которых достигает 160 м. Комплекс каменноугольных и других палеозойских образований перекрыт горизонтально залегающим покровом песчано-глинистых рыхлых отложений мезозоя и кайнозоя суммарной мощностью от 25 до 80 м.

Угленосность месторождения высокая, связана с угольной подсвитой, в которой установлено до 49 сближенно залегающих пластов и пропластков угля суммарной мощностью 82 м. Наиболее выдержанных пластов простого строения обычно выделяется 18, мощность их колеблется от 1,4 до 4,5 м при средней суммарной мощности 53,4 м. Угленосность разреза подвержена значительным колебаниям.

Угли гумусовые, черные, иногда с серовато-стальным оттенком, тонкополосчатые, полублестящие, большей частью сильно раздавленные, реже плотные. Сложены они преимущественно клареном и дюренклареном. Качество их следующее:  $W^a$  0,5—2,0%;  $A^c$  2,3—44,5% (среднее 27%);  $S^{c_{об}}$  0,4—2,6%;  $V^r$  8—22%;  $Q_{сг}$  8494 ккал/кг;  $C^g$  86—94%;  $H^g$  3,5—5,1. Угли относятся к полуантрацитам (ПА) и частично к тощим (Т).

Горногеологические условия месторождения, в связи с сильной тектонической нарушенностью и водообильностью рыхлых толщ мезо-кайнозоя, сложные. Приток воды ожидается до 240 м<sup>3</sup>/ч. С глубины 200—220 м угли насыщены газом, содержащим до 78% метана, — на 100 г угля 310—410 см<sup>3</sup>.

Запасы угля до глубины 300 м по категории  $C_2$  составляют 132,4 млн. т.

В бассейне находятся также непромышленные Сухоложское, Ирбито-Вершинское и Черемшанское месторождения, запасы углей которых сняты с баланса.

Егоршино-Каменский угольный бассейн содержит в своих недрах весьма большие скопления угольной массы, причем здесь имеются угли высококачественных коксовых марок. Однако исключительно сильная тектоническая нарушенность, в результате которой угленосная толща бассейна раздроблена на мелкие блоки, а пласты угля раздавлены и разорваны, делает этот бассейн при современных требованиях непромышленным. В пределах бассейна организация добычи угля возможна лишь мелкими шахтами (до 200 тыс. т годовой добычи), главным образом с применением ручного труда.

### ПОЛТАВО-БРЕДИНСКИЙ УГЛЕНОСНЫЙ РАЙОН

Полтаво-Брединский угленосный район находится на восточном склоне Южного Урала на территории Челябинской области и частично Башкирской АССР.

Месторождения района приурочены к узким, меридионально вытянутым полосам нижнекарбонových угленосных отложений, прослеживающихся на расстояние более 200 км от г. Троицка на севере до 52° с. ш. на юге. Наиболее широкое развитие продуктивной толщи отмечается в пределах Полтаво-Брединской угленосной полосы, к которой приурочены основные месторождения района: Бородиновское, Полтавское и Брединское. Геологоразведочные работы на этих месторождениях были начаты в 1878 г. Позднее, в 1907—1912 гг., в связи со строительством Троицко-Орской железной дороги они проводились более интенсивно, а в 1916 г. здесь начаты эксплуатационные работы. В последние годы эксплуатационные и геологоразведочные работы производились периодически. В 1941—1945 гг. в связи с топливным дефицитом добыча угля значительно возросла. В этот период проведены поисковые работы, в результате которых перспективы района были значительно расширены за счет новых угленосных площадей: Бородиновско-Полтавской, Полтаво-Брединской, Владимирско-Георгиевской угленосной полосы, Варненского района. Однако, из-за низкого качества углей и сложности отработки месторождений района, интерес к ним постепенно ослабевает, и к 1959 г. эксплуатационные работы полностью прекращаются.

Несмотря на то что район изучался в течение длительного времени большим коллективом специалистов-угольщиков (Я. М. Черноусов, Л. Д. Башаркевич, С. М. Ткалич и многие другие), единой стратиграфической схемы района нет. Данное обстоятельство связано с чрезвычайно сложной тектоникой района и резким различием литологического состава вмещающих пород и продуктивной толщи отдельных месторождений.

Полтаво-Брединская угленосная полоса представляет собой синклиналь, прослеживающуюся на 220 км в северо-восточном направлении. Северо-восточная часть синклинали срезана крупным нарушением, а северо-западная осложнена антиклинальной складкой. Между этими основными элементами тектоники в наиболее широкой части угленосной полосы развиты складки второго и более высоких порядков, крутопадающие крылья которых нарушены дизъюнктивами надвигового и сбросового характера.

Продуктивная угленосная толща в пределах Брединского, Полтавского, Бородиновского месторождений представлена соответственно одноименными свитами и сложена аргиллитами, алевролитами и песчаниками с прослоями углистых пород и пластами углей. Возраст толщи нижнекарбоновой ( $C_1^h$ ), залегает она трансгрессивно на различных метаморфических, осадочных и эффузивно-вулканогенных образованиях



нижнего палеозоя. Мощность толщи колеблется от 550 до 600 м; пласты углей рабочей мощности сосредоточены в низах толщи. Угольных пластов на месторождениях насчитывается от 31 до 34, из них рабочей мощности от 14 до 22. Пласты имеют крутое залегание, неустойчивую мощность, варьирующую в пределах 0,7—1,27 м и очень редко достигающую 3—4 м. Угли по степени метаморфизма относятся к антрацитам и даже ографиченным антрацитам. Содержание летучих колеблется в пределах 1,7—2,5%. Средние качественные показатели углей следующие (в %):  $W^d$  6,24—8,06;  $A^c$  19,5—23,81;  $V^r$  2,5—8,0;  $C^r$  91,53—93,5;  $H^r$  1,3—2,09;  $S^{с.об}$  0,44—0,57;  $Q^r$  2200—7800 ккал/кг. Уголь может использоваться только в качестве энергетического топлива.

В 1961 г. запасы углей по Полтавскому месторождению в количестве 12 734 тыс. т и по Брединскому — 4 186 тыс. т в соответствии с новыми условиями переведены в забалансовые. Запасы углей Бородиновского месторождения, Бородиновско-Полтавской и Полтаво-Брединской площадей, Владимирско-Георгиевской угленосной полосы и Варненского района в количестве 34 174 тыс. т сняты с учета как не имеющие промышленного значения.

### СЕВЕРО-СОСЬВИНСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ БАССЕЙН

Бурые угли на восточном склоне Северного Урала в бассейне р. Северной Сосьвы обнаружены в прошлом столетии Э. Я. Стражевским (1835 г.) и Е. С. Федоровым (1896 г.). В 1949—1950 гг. А. П. Сиговым и В. А. Лидером впервые в этом отдаленном крае было поставлено колонковое бурение, установлен паралический характер юрского угленакпления и весьма перспективно оценены его запасы. В 1951—1960 гг. Уральским геологическим управлением юрские отложения были разбурены и изучены на площади свыше 2000 км<sup>2</sup>. Общие запасы угля на этой площади оценивались в 1642 млн. т (Лидер, 1964; Лидер, Новиков, 1967). В 1966—1969 гг. буровые работы были продолжены в северной части бассейна Тюменским геологическим управлением. При этом в бассейне р. Ятрии были вскрыты более древние горизонты угленосных отложений рэт-лейасового возраста (материалы М. В. Бунина, А. В. Гурского, Б. Ф. Костюка).

В административном отношении изученная территория относится к Березовскому району Ханты-Мансийского национального округа Тюменской области РСФСР. Район слабо заселен и лишен удобных путей сообщения, что является основным препятствием к его освоению в настоящее время.

Северо-Сосьвинский буроугольный бассейн расположен на западном крыле огромной по своим размерам Урало-Сибирской синеклизы. Все известные в бассейне промышленные месторождения угля залегают в основании разреза мезозойских отложений и покрываются морскими осадками верхнего оксфорда (рис. 14). Фундаментом угленосной серии осадков служит молодая и подвижная эпигерцинская платформа, разбитая в альпийскую фазу дизъюнктивными нарушениями на отдельные блоки (рис. 15).

По литолого-фаціальным особенностям осадков и характеру включенных в них палеонтологических остатков, условиям залегания и угленосности обская серия угленосных отложений четко разделяется на четыре свиты, каждая из которых отвечает крупному циклу седиментации.

*Ятринская свита* ( $T_3$ — $J_1$ ), включающая наиболее древние угленосные отложения, вскрыта скважинами по речкам Люлья и Турупья (бассейн р. Ятрии). Здесь, по описанию А. В. Гурского, на палеозойских по-

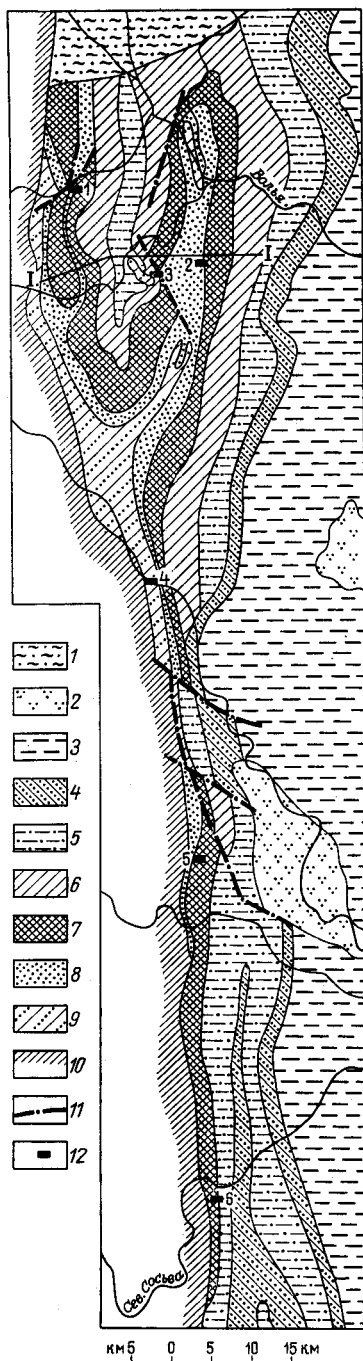
родах, глинах коры выветривания, реже разноцветных осадках триасового возраста залегают угленосные отложения, выделенные в ятринскую свиту. Свита сложена углями (28,3%), песками и слабо сцементированными песчаниками (18,6%), алевроитистыми глинами (12,3%), глинами, в том числе и углистыми глинами (13,7%), алевроитами с глинистым, реже карбонатным цементом (10,7%), песками и глинистыми песчаниками (4,4%) и гравийно-галечным материалом (11,8%). Все эти породы переслаиваются между собой, мощность однородных пластов редко превышает 10 м. Максимальная мощность осадков в скв. 28 равна 122 м. В свите выявлено шесть пластов бурого угля мощностью от 2 до 40 м.

Анализ образцов из скважин Ятринской площади, выполненные Л. В. Ровниной, Н. К. Глушко и В. С. Стрепетовой, показали, что осадки ятринской свиты содержат много пыльцы голосеменных (гинкговые, цикадовые), споры папоротников *Depteridaceae* и *Leiotriletes* и уверенно сопоставляются по возрасту с рэт-лейасовыми отложениями Убаганского бассейна и нижних горизонтов тюменской (шеркалинской) свиты (Ровнина, 1967).

Яны-маньинская свита ( $J_2$ ) залегают с разрывом на палеозойских породах, продуктах их выветривания или угленосных отложениях ятринской свиты и покрывается также с разрывом и угловым несогласием осадками тольинской или оторьинской свит.

В сложении ее принимают участие полимиктовые пески и конгломераты — 3% (от средней мощности свиты); песчаники с карбонатным или сидеритовым

Рис. 14. Геологическая карта Северо-Сосьвинского буроугольного бассейна. Составил В. А. Лидер  
1 — четвертичные отложения; 2 — алевроиты и пески пельмской свиты; 3 — пески, галечники, конгломераты хантейской свиты; 4 — полевошпат-кварцевые пески кутанбулакской свиты; бейделлитовые глины с конкрециями сидерита чеганской свиты; бейделлитовые глины, диатомиты, опоки люлинворской свиты; аргиллиты, диатомиты, опоки и марганцевые руды талицкой свиты; 5 — песчаники, глауконит-кварцевые опоки, диатомиты славгородской свиты; аргиллиты с конкрециями фосфористого сидерита ханты-маньинской свиты; 6 — пески, алевроиты, глины, бурый уголь северососьвинской свиты; 7 — бейделлитовые аргиллиты, алевроиты, пески улансынской свиты; слюдистые алевроиты с конкрециями хорасонской свиты; 8 — глауконит-лептохлоритовые породы, глауконитовые алевроиты федоровской свиты; глины и аргиллиты бейделлитовые с известковистыми конкрециями, углистые аргиллиты кимериджа и верхнего оксфорда; 9 — глины, алевроиты, пески, гравий, бурый уголь оторьинской и тольинской свит; 10 — конгломераты, песчаники, пески, глины, аргиллиты, бурый уголь яны-маньинской свиты; 11 — палеозойские образования; 12 — тектонические нарушения; 13 — месторождения бурых углей: 1 — Яны-Маньинское, 2 — Оторьинское, 3 — Тольинское, 4 — Няясское, 5 — Лопсинское, 6 — Усть-Маньинское



цементом и лептохлорит-сидеритовые породы (15%), алевролиты (17%), алевролиты (0,4%), глины (20%), аргиллиты (11,6%), бурые угли и углистые аргиллиты (5%). В отдельных участках бассейна свита несет промышленную угленосность (Лидер, 1964).

Из осадков яны-маньинской свиты собрана листовая флора и выделены хорошие спорово-пыльцевые остатки (определения А. Д. Бочарниковой, И. А. Аграновской, Л. В. Ровниной, Н. К. Глушко, В. С. Стрепотовой). По сумме геологических и палинологических данных большинство исследователей датируют свиту средней юрой, что и нашло отражение в решениях Свердловского (1964 г.) и Тюменского (1967 г.) стратиграфических совещаний. Мощность свиты возрастает с юга на север. Нарастание мощности происходит за счет появления в разрезе более древних горизонтов.

На Люльинском месторождении в осадках яны-маньинской свиты содержится до 5,5% спор древних папоротников и до 7,5% — пыльцы древних хвойных, что характерно, по мнению Л. В. Ровниной (1967 г.), для байосских и батских отложений.

Южнее, в скважинах Толынского месторождения, процент спор и пыльцы древних растений снижается вдвое. Вероятно, в северной части бассейна происходил более глубокий размыв верхних горизонтов свиты. Не исключена возможность, что именно этим обстоятельством вызваны небольшие расхождения в определении возраста свиты. В. А. Лидер (1964) и А. Д. Бочарникова определяли возраст осадков в южной части бассейна батом — келловеем, позднее байос — батом (Н. И. Архангельский, В. А. Лидер), Л. В. Ровнина (1967 г.) — байосским и батским ярусами. Основная часть свиты имеет, несомненно, среднеюрский возраст. Более точная ярусная датировка верхней и нижней

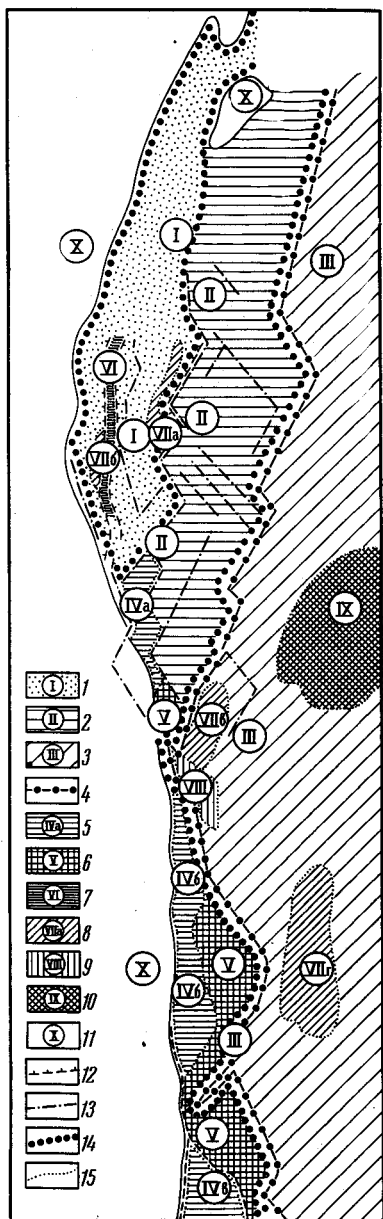


Рис. 15. Схема тектонического строения Северо-Сосьвинского бурогоугольного бассейна

1—Толынский грабен (прогиб); 2—Мансийский грабен (подняtie); 3—Северо-Сосьвинский грабен (прогиб); 4—серия разломов в фундаменте с общей амплитудой смещения до 200–500 м, разделяющая восточный склон Урала и Западно-Сибирскую низменность; 5—прибортовые ступени (а—Такьинская, б—Лопсинская, в—Леплинская); 6—прибортовые склоны; 7—Западно-Толынский горст (складка-горст); 8—впадины (а—Волыинская, б—Верхне-Толыинская, в—Няяская, г—Няксимвольская); 9—Иоугьинский надвиг; 10—Ялбыньинская брахиантиклиналь; 11—обнаженная часть Нижне-Тагильского синклиниория; 12—тектонические нарушения в палеозойском фундаменте с амплитудой смещения до 200 м; 13—то же, с амплитудой смещения до 100 м; 14—контуры структур применительно к региону первого порядка; 15—контуры структур второго порядка

границ свиты по палинологическим данным если и возможна, то только после тщательных исследований.

*Тольинская свита* ( $J_3tl$ ) развита непосредственно восточнее палеозойского уступа и на собственно Тольинском месторождении. На Оторьинском месторождении она выпадает из разреза. Свита сложена гравием и песками полевошпат-кварцевого и аркозового состава (82%), алевритами (7%), аргиллитами и глинами (10%) и бурыми углями (1%).

Свита залегает с размывом и всюду согласно покрывается продуктивными отложениями оторьинской свиты. Мощность свиты 80 м.

*Оторьинская свита* ( $J_3ot$ ) повсеместно развита в изученной части бассейна. Лишь на отдельных участках горстовых поднятий палеозойского фундамента она выпадает из разреза. В отличие от нижележащих свит оторьинская свита имеет выдержанный разрез. В основании ее залегают кварцевые пески и гравий (25%) и алевриты (24%); средняя часть свиты сложена светлыми каолин-гидрослюдистыми глинами с прослоями угля (26%), в кровле свиты залегает мощный пласт бурого угля. На долю бурых углей приходится 15—23% от общей 30—40-метровой мощности свиты. Оторьинская свита согласно покрывается морскими осадками верхнего оксфорда.

По палеонтологическим данным, переслаиванию угленосных отложений с морскими осадками верхнего оксфорда и другим соображениям тольинская и оторьинская свиты относятся к верхнему отделу юрской системы (Лидер, 1964).

Угленасыщенность свит обской серии в различных частях бассейна изменяется в значительных пределах и находится в зависимости от структурно-генетических и тесно с ними связанных фациальных условий, в которых они накапливались, но в целом увеличивается в северо-восточном направлении. Указанное обстоятельство связывается с миграцией угленосных фаций и их более длительным существованием в центральной части бассейна (Лидер, 1964).

Рэт-лейасовые отложения, вскрытые несколькими скважинами по западному борту Мало-Люльинской впадины, содержат шесть крутопадающих пластов угля мощностью от 2 до 40 м. В 23 км восточнее скважиной вскрыт пласт угля мощностью 7 м. Угли бурые, среднезольные, средней степени углефикации. Тектонические условия собственно Люльинского месторождения сложные. Наличие более древних рэт-лейасовых отложений в северной части бассейна значительно увеличивает его перспективность.

Яны-маньинская свита накапливалась при активных тектонических подвижках фундамента. В наиболее полных разрезах на Няыском, Тольинском и Яны-Маньинском месторождениях свита содержит от 4 до 18 пластов угля, в том числе от 2 до 6 пластов рабочей мощности, приуроченных к средней ее части. Пласты разделяются безугольными пачками мощностью от 5 до 25 м и группируются в ритмы угленакопления, число которых варьирует от 2 до 6. Суммарная мощность пластов в яны-маньинской свите достигает 14 м, в том числе 6 м приходится на пласты рабочей мощности. Общий коэффициент угленосности свиты равен 5, по рабочим пластам — 2,5 м.

По материалам Тюменского геологического управления в бассейне р. Ятрии яны-маньинская свита имеет незначительную угленосность.

Тольинская свита в большинстве разрезов является безугольной. В бассейне р. Тольи в составе ее наблюдается 2—3 ритма угленакопления, но пласты рабочей мощности отсутствуют.

Оторьинская свита накапливалась при медленном погружении бассейна на заболоченной низменной равнине, периодически заливавшейся морем. Свита содержит от 2 до 8 пластов угля, из них 6 достигают рабо-



чей мощности. Общий коэффициент угленосности свиты равен 20, по рабочим пластам — 19.

Главный пласт, к которому приурочена основная промышленная угленосность бассейна, залегает в кровле свиты, имеет простое, реже сложное строение и отличается выдержанностью по мощности и распространению. Мощность пласта обычно нарастает по падению от нерабочей до 3,2 м на прибортовых склонах и до 8—10 м — в пониженных участках прибортовых террас и на Мансийском поднятии.

Пласты, залегающие ниже Главного, имеют рабочую мощность только на отдельных участках и не могут быть достоверно синхронизированы по бассейну, но группируются по месторождениям в три серии, отвечающие основным ритмам угленакопления.

Угли бассейна бурые, средней степени углефикации и относятся по ГОСТу 7050—54 к марке Б-2. Подавляющая часть их представлена гумусовыми углями.

Средний химический и элементарный состав углей бассейна характеризуется следующими цифрами:  $W^l$  10%;  $A^c$  16,1%;  $V^r$  45,4%;  $C^r$  69,0%;  $H^r$  4,7%;  $N^r+O^r$  26,2%;  $Q^r_6$  6420 ккал/кг.

Содержание рабочей влаги в углях довольно высокое, в среднем 29,1%. Выход смолы на сухое топливо равен 5,6—6,7%, а содержание битумов 2,2—4,0%. Опыты по газификации и сжиганию в полупроизводственных условиях оторьинских углей показали, что они пригодны для целей газификации, производства смешанного газа и могут с успехом использоваться как энергетическое топливо в слоевых, пылеугольных и особенно эффективно в циклонных топочных устройствах. Брикетированность углей плохая.

Запасы углей по бассейну (по подсчету 1956 г.) составляют 1073 млн. т, в том числе по категории  $C_1$ —211 млн. т, по категории  $C_2$ —287 млн. т и возможных (прогнозных)—575 млн. т.

По тектоническим признакам и характеру угленакопления в бассейне выделяются следующие типы месторождений и углепроявлений.

1. Месторождения прибортовых склонов, формирование которых происходило при непрерывном опускании палеозойского фундамента (Усть-Маньинское, южная часть Няисского). Запасы месторождений невелики, гидрогеологические условия неблагоприятны.

2. Месторождения прибортовых террас и горстовых поднятий, формировавшиеся при стабильном положении или незначительном погружении палеозойского фундамента (Лопсинское, северная часть Няисского, Тольинское, Оторьинское, Яны-Маньинское). К этому типу приурочена основная промышленная угленосность бассейна.

3. Угленакопления в западной части Тольинского грабена, формирование которых происходило при интенсивном опускании фундамента и обильном привносе грубообломочного материала. Мощность угленосных отложений велика, но промышленная угленосность отсутствует.

Между указанными типами возможны постепенные переходы, так как угленакопление происходило на территории всего бассейна.

Усть-Маньинское месторождение расположено в самой южной части Северо-Сосьвинского бассейна, около пос. Усть-Манья. Месторождение открыто в 1949 г. Няксимвольской геологопоисковой экспедицией Уральского геологического управления (А. П. Сигов и В. А. Лидер). Угленосные отложения относятся по возрасту к верхнему оксфорду и имеют моноклинальное падение к востоку под углом 3—5°. Они сложены мелкозернистыми кварцевыми песками и алевролитами, реже углистыми аргиллитами. В самой верхней части горизонта песков залегает пласт угля, с которым связана вся угленосность месторождения. Мощность пласта колеблется от 1,0 до 2,4 м. Кровлей пласта слу-



жат каолиновые глины и аргиллиты. Пласт сложен гумусовым высокозольным ( $A^c$  30,9%) и высокосернистым ( $S_{г\text{об}}$  5,2%) углем. Месторождение имеет небольшие запасы углей и находится в сложных гидрогеологических условиях.

Лопсинское месторождение расположено на прибортовой террасе. Выход пласта угля нерабочей мощности в южной части месторождения описан Е. С. Федоровым в 1887 г. Северная часть месторождения, несущая промышленную угленосность, разведывалась в 1955—1956 гг. Пласты угля рабочей мощности в количестве 2—3 имеются только в оторьинской свите; суммарная мощность их достигает 8—9 м. По качеству угли аналогичны оторьинским. Между Лопсинским и Усть-Маньинским месторождениями на протяжении 15 км по меридиану в разбуренной краевой зоне бассейна угленосные отложения отсутствуют. С северо-востока Лопсинское месторождение ограничено сбросом. Запасы его равны 87,8 млн. т.

Няыское месторождение, образованное угленосными отложениями с прослойками угля нерабочей мощности по р. Няысь, вскрыты Няксимвольской геологопоисковой экспедицией (А. П. Сигов и В. А. Лидер) в 1950 г. На участке между рр. Няысь и Иоутынья они накапливались на опускающемся прибортовом склоне, и поэтому угленасыщенность их невелика. В этой части месторождения яны-маньинская свита включает два пласта мощностью 0,5 и 0,2 м; в весьма мощной тольинской свите угли отсутствуют; в оторьинской свите имеется три пласта мощностью 0,3; 0,7 и 0,5 м. Позднее в 4 и 8 км севернее описанной части разреза несколькими скважинами в яны-маньинской свите пересечено 15 угольных пластов суммарной мощностью 14,7 м, в том числе 6 пластов рабочей мощности.

Оторьинское месторождение, открытое в 1951 г. В. А. Лидером и И. Н. Чужиновым в процессе геологической съемки, расположено на восточном крыле Оторьинской антиклинали и является самым крупным по запасам в бассейне.

В ядре Оторьинской антиклинали присутствует только верхняя продуктивная свита, которая имеет незначительную мощность и залегает на небольшой глубине. По мере погружения палеозойского фундамента мощность угленосной серии возрастает, в составе ее появляются и нижние свиты. Пласты угля рабочей мощности приурочены к двум свитам — яны-маньинской с тремя пластами суммарной мощностью 5,5 м и оторьинской с шестью пластами мощностью 12 м.

Почти вся промышленная угленосность месторождения связана с Главным пластом, залегающим в кровле оторьинской свиты. Средняя мощность пласта по месторождению 4,5 м, максимальная — 10,8 м. Строение Главного пласта преимущественно простое, на отдельных участках он расщепляется на 2—3 пачки шоколадными глинами или алевроитами мощностью 0,5—4,0 м.

Запасы углей месторождения составляют около 740 млн. т, в том числе по категории  $C_1$ —250 млн. т.

Тольинское месторождение, открытое в 1834 г. Э. Я. Стражевским, располагается на восточном крыле Оторьинской синклинали и имеет геологическое строение, сходное с Оторьинским.

Угленосность свит значительная, но запасы угля ограничены, так как западная часть месторождения сброшена, а восточная срезана ледником. Тем не менее, они могут быть исчислены первыми сотнями миллионов тонн. В сохранившейся центральной части угленосные отложения залегают на небольшой глубине в благоприятных гидрогеологических условиях. На отдельных участках месторождения угли могут добываться открытым способом.

Яны-Маньинское месторождение открыто в 1955 г. Северососьвинской партией (В. А. Сиговым) Уральского геологического управления при проведении геологической съемки.

Тектоническое строение его сложное и полностью не выявлено.

На широте р. Яны-Манья оторьинская свита имеет мощность 15—30 м, включая три пласта угля, в том числе один мощностью 1,2—2,0 м. В разрезе яны-маньинской свиты расчистками вскрыто пять пластов угля, мощность двух из них близка к рабочей. Полный разрез нижней свиты на этом участке не вскрыт.

Люльинское месторождение, открытое в 1966 г. геологами Тюменского геологического управления (А. В. Гурский, Б. Ф. Костюк), приурочено к горстовому поднятию. Угленосные отложения рэт-лейасового возраста включают шесть пластов угля мощностью от 2 до 40 м. Угли вскрыты лишь несколькими скважинами. Месторождение оценивается как весьма перспективное, но изученность его слабая.

Приведенными запасами далеко не исчерпываются возможности бассейна. Они могут быть значительно увеличены как за счет проведения геологоразведочных работ на известных месторождениях, так и за счет геологопоисковых работ на площадях, расположенных к северу от исследованной части бассейна. По авторским подсчетам, общие геологические запасы угля в бассейне составляют 1,5—2,0 млрд. т. Из выявленных запасов на Тольинском и Оторьинском месторождениях около 150 млн. т угля может быть добыто открытым способом.

Таким образом, выявленные запасы позволяют оценивать Северососьвинский бассейн как первоочередной резерв для замены отработанных угольных месторождений восточного склона Северного Урала.

#### СЕРОВСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ РАЙОН

Серовский угленосный район, расположенный в северо-западной части Свердловской области, протягивается вдоль шестидесятого меридиана от р. Вагран на севере до широты г. Кушва на юге. Восточная граница района условно проходит по железной дороге Нижний Тагил—Серов—Ивдель, западная—по восточным отрогам Уральского хребта (рис. 16).

Самые ранние находки углей в районе относятся к первой половине прошлого столетия. В начале XX в. в небольшом объеме производилась добыча угля на Волчанском (1902—1906 гг.), а затем (с 1911 г.) на Богословском месторождениях. Однако только в советские годы была закончена детальная разведка Богословского (1941 г.), Веселовского (1941 г.) и Волчанского (1945 г.) месторождений, а также открыт ряд небольших месторождений угля—Григорьевское (1947 г.), Чаповское (1948 г.), Атюское (1952 г.). В то же время промышленностью было начато интенсивное освоение месторождений. В 1971 г. в районе работало пять углеразрезков, в которых добыто 11,0 млн. т угля (92% всей угледобычи в области).

В изучении геологии угольных месторождений района в советское время принимали участие геологи А. Ф. Кабаков, П. И. Дорофеев, П. И. Тюрин, Ю. Г. Скабичевский, Г. П. Кораблев, С. В. Ширяев, О. П. Шляева, Е. Ф. Соколов, Н. И. Максаев, В. И. Тужикова, Б. Ф. Тарханеев, К. В. Миронов и др.

На площади распространения угольных месторождений района палеозойские породы представлены известняками, песчано-глинистыми сланцами, туфогенными и вулканогенными образованиями верхнесилурийского, ниже- и среднедевонского возраста. Преимущественно распространены эйфельские известняки.

Угленосность связана с мезозойскими континентальными отложениями, которыми выполнены обособленные депрессии в палеозойском фундаменте, группирующиеся в двух зонах — западной и восточной. К первой относятся Волчанская, Богословская и Мостовская тектонические депрессии, прослеживающиеся с севера на юг в осевой части Тагильского мегасинклинория, ко второй — неглубокие, вероятно, эрозионные депрессии у восточной границы района (Атюсская, Чаповская, Екатерининская и др.).

Нижнемезозойские отложения в депрессиях западной зоны по литолого-фациальным особенностям резко расчленяются на два комплекса пород: нижний пестроцветный, характеризующийся повышенным содержанием глинозема и железа, и верхний сероцветный угленосный.

Длительное время осадки пестроцветного комплекса считались немymi и условно относились к низам триасового периода, а сероцветные отложения рассматривались как разновозрастные (верхнетриасовые или рэт-лейасовые). Поэтому на каждом месторождении были приняты местные схемы расчленения продуктивных толщ, основывающиеся на характере их угленасыщенности. Эти схемы не утратили своего практического значения до настоящего времени.

Только в последние годы В. И. Тужикова и Н. С. Шеметова (1968 г.) сопоставили разрезы месторождений и предложили единую стратификацию толщ (рис. 17). По схеме этих авторов в основании пестроцветного комплекса развиты пестроцветные глины коры выветривания латеритного типа. Мощность ее колеблется от нескольких сантиметров до 40—65 м. Возраст по косвенным признакам — нижний — средний триас.

Выше с размывом залегают разноцветные глины, аргиллиты, аллиты, бокситы и алевролиты веселовской свиты мощностью от 2 до 35 м. По спорово-пыльцевым комплексам возраст свиты — верхи среднего триаса — карнийский ярус.

Завершает разрез пестроцветного комплекса богословская свита, сложенная аргиллитами, алевролитами, песчаниками и конгломератами, часто имеющими темно-бурю и кирпично-красную окраску, и пластинами бурого угля. Наибольшую мощность (до 170 м) осадки свиты имеют в восточных прибортовых частях депрессии, выклиниваясь в западном направлении. Возраст богословской свиты — средний кейпер.

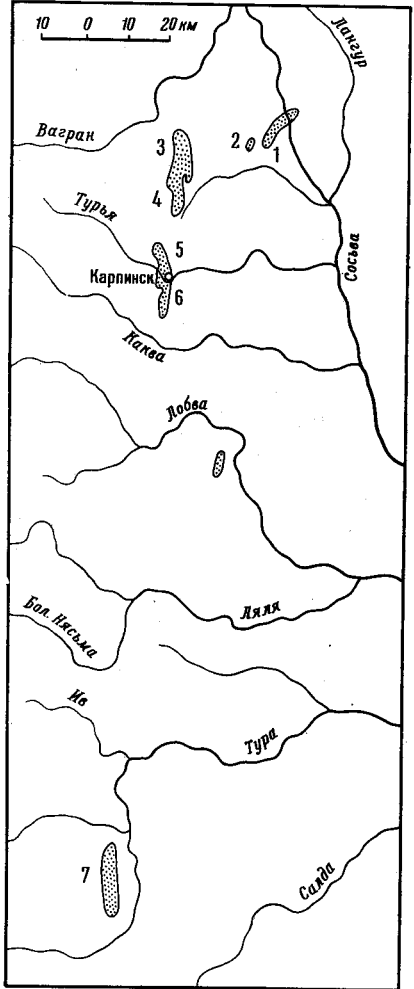


Рис. 16. Размещение угольных месторождений Серовского района, приуроченных к триас-юрским отложениям (показаны крапом)

Месторождения восточной зоны: 1 — Атюсское и Масловское, 2 — Чаповское. Месторождения западной зоны: 3 — Григорьевское, 4 — Волчанское, 5 — Богословское, 6 — Веселовское, 7 — Мостовское (Именновское)

Сероцветные угленосные отложения, нормально залегающие на осадках богословской свиты, расчленяются на две свиты: нижнюю волчанскую, наиболее угленасыщенную, и верхнюю маловолчанскую, также характеризующуюся промышленной угленосностью, но имеющую значительно меньшую угленасыщенность. Первая имеет мощность 100—260 м и датируется норийским веком, мощность второй — 100—150 м, возраст — рэтский.

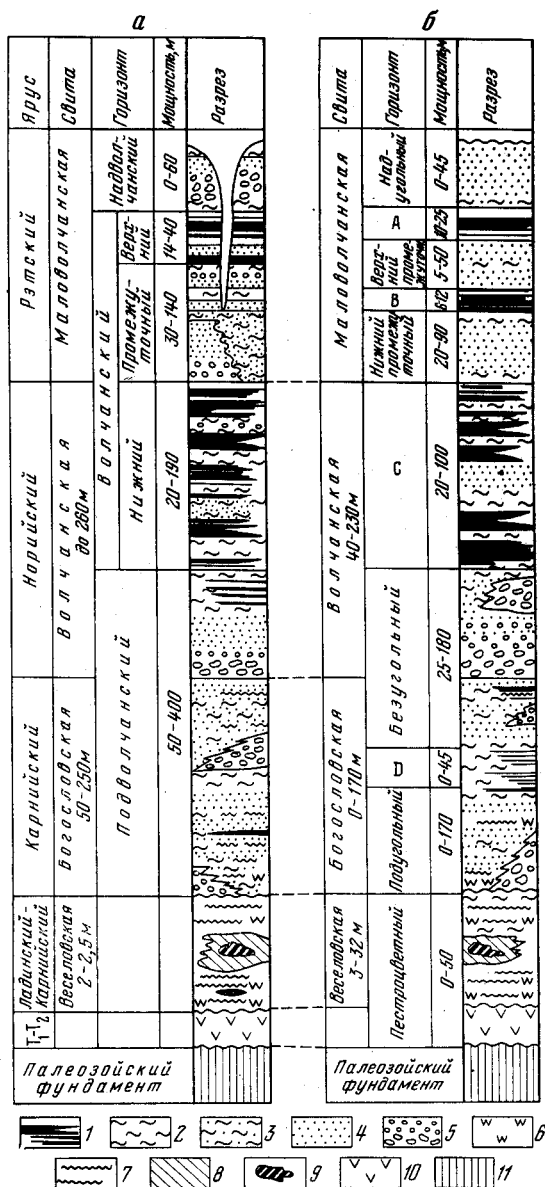


Рис. 17. Схема стратиграфического расчленения триасовых отложений Волчанского (а) и Богословского (б) месторождений. По В. И. Тужиковой и Н. С. Шеметовой (1968)

Продуктивные отложения, залегающие на породах пестроцветного горизонта в депрессиях восточной зоны, на основании спорово-пыльцевых комплексов относятся к низам нижней — низам верхней юры или по аналогии с другими подобными месторождениями их относят к нижне-среднеюрским. Отложения имеют много общего с триасовыми осадками западной зоны и отличаются от них меньшей степенью литификации пород, наличием в разрезе прослоев алевролитов и аргиллитов бурых оттенков, линз белой глины. В. И. Тужикова эту толщу угленосных осадков выделяет в атюсскую свиту.

Для продуктивного комплекса обеих зон характерна фациальная изменчивость пород, преобладание грубокластического материала в нижних частях разреза продуктивных отложений и в наиболее глубоких частях депрессий.

Для месторождений характерна высокая угленасыщенность слагающих их продуктивных толщ (до 90—95%). Угольные пласты сложного строения образуют мощные (100 м и более) угольные горизонты, внутри которых мощность пластов угля и породных прослоев варьирует от нескольких сантиметров до 20 м и более. Пласты расщепляются и выклиниваются в сторону наиболее глубоких частей

депрессий (исключение составляют угольные пласты богословской свиты), причем в этом же направлении увеличивается мощность угольных горизонтов и количество песчано-конгломератовых разностей в них. Обычно на месторождениях выделяется от одного до четырех угольных горизонтов.

На снивелированной поверхности палеозоя и мезозоя залегают меловые, палеогеновые и четвертичные отложения. Морские осадки палеогена и мела распространены лишь в крайней восточной части района. Четвертичный покров развит повсеместно, мощность его 10—15 м, иногда 50—80 м.

Триасовые отложения в результате раннекиммерийского орогенеза (Горский, 1948) собраны в брахисинклинальные меридионально вытянутые структуры с пологими (15—20°) западными и крутыми (до 80°), часто срезанными надвигом с востока восточными крыльями. Дизъюнктивные и пликвативные дислокации второго порядка имеют, как правило, амплитуду порядка 5—10 м, редко до 50 м. Отложения ниже-среднеюрского возраста образуют широкие брахисинклинали с пологими (10—45°) крыльями. Разрывные нарушения среди них буровыми скважинами не фиксируются.

Триасовые угли в основном гумусовые. Пласты угля сложены обычно чередующимися прослоями полублестящих, полуматовых, блестящих и переходных между ними типов углей. В большинстве угли клареновые и кларен-дюреновые. Цвет их черный, блеск тусклый, они довольно прочны при естественной влажности, но на воздухе быстро растрескиваются и превращаются в мелочь. По химическим и элементарным анализам угли типично бурые (табл. 3), по ГОСТу 7050—60 они относятся к

Таблица 3

## Характеристика качества триасовых углей Серовского района

Качественные показатели, %									Q <sub>6</sub> <sup>r</sup> , ккал/кг	Объемный вес
W <sup>p</sup>	W <sup>a</sup>	A <sup>c</sup>	V <sup>r</sup>	S <sub>об</sub> <sup>c</sup>	C <sup>r</sup>	H <sup>r</sup>	O <sup>r</sup>	N <sup>r</sup>		
18—30	13	$\frac{8-45}{23}$	46	0,8	69	5	23	2	6235	1,3—1,5

группе Б-2. Угли довольно легко обогащаются пневматическим способом; по технологическим свойствам являются хорошим энергетическим топливом.

Нижне-среднеюрские угли тоже типично бурые гумусовые, однако резко отличаются по петрографическим признакам от триасовых. По внешнему виду это матовые, землистые, часто лигнитовые угли, цвет их от светло- до темно-бурого. Они имеют относительно высокую зольность (A<sup>c</sup> 26—30%), теплотворная способность (Q<sub>6</sub><sup>r</sup>) их 6300 кал. Угли не транспортабельны, хорошо брикетируются, но брикеты невлагоустойчивы. Высокая естественная влажность (до 30%) несколько снижает ценность этих углей как энергетического топлива.

Гидрогеологические условия угольных месторождений сложные. Широко распространены болотные воды. Наиболее водообильны палеозойские породы, причем самый мощный водоносный горизонт напорных вод приурочен к трещиноватым известнякам (коэффициент фильтрации до 30 м/сут). Фактические притоки в карьеры в начальный период достигали 1350 м<sup>3</sup>/ч, после дренажа через водопонизительные скважины они снижены и в настоящее время составляют 60—300 м<sup>3</sup>/ч.



В пределах района известно до десяти депрессий, выполненных угленосными отложениями, однако только три из них (Волчанская, Богословская, Атюсская) содержат пласты рабочей мощности. Промышленно осваиваются Волчанское, Богословское и Веселовское месторождения. Атюсское месторождение имеет ограниченную промышленную ценность из-за небольшого количества запасов. Остальные месторождения (Григорьевское, Чаповское, Масловское, Мостовское) практического интереса не представляют.

Балансовые запасы углей района в значительной степени отработаны мощными углеразрезами, а оставшиеся будут отработаны в ближайшие годы. Район и известные месторождения его изучены достаточно детально и поэтому рассматриваются как ограниченно перспективные (В. А. Лушников, 1956 г.).

### Месторождения триасового возраста

Волчанское месторождение, приуроченное к южной части обширной депрессии (рис. 18), почти вплотную примыкает с запада к шахтерскому г. Волчанску.

В продуктивном сероцветном комплексе пород на месторождении выделяется два угленосных горизонта (верхний и нижний), которые разобщены отложениями безугольного горизонта, сложенного преимущественно песчаниками с прослоями аргиллитов, алевролитов, конгломератов (см. рис. 17).

Основные запасы содержит нижний угленосный горизонт, имеющий мощность от 20 м на севере до 190 м на юге и характеризующийся высокой угленасыщенностью (48—85%). Особенностью горизонта является наличие в нем так называемой бесструктурной зоны, вскрытой карьером 2 в центральной части месторождения. По простиранию она прослеживается на 750—800 м при ширине до 300 м. В этих границах нижний угленосный горизонт на всю мощность, а в северо-восточной части только в середине представлен беспорядочно перемешанными

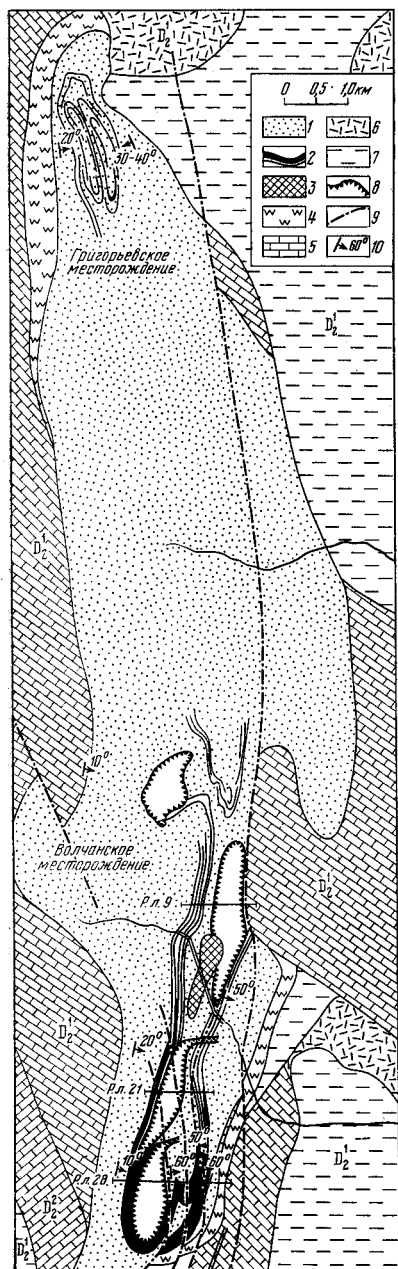


Рис. 18. Схематическая геологическая карта Волчанской депрессии

1 — угленосная толща; 2 — угли; 3 — бесструктурная (брекчированная) зона; 4 — брекчиевидные и бокситовидные пестроцветные глины веселовской свиты; 5 — известняки; 6 — порфириды и их туфы; 7 — хлоритовые и кремнисто-глинистые сланцы; 8 — контуры карьеров; 9 — тектонические нарушения; 10 — элементы залегания пород

глыбами и обломками углей и вмещающих пород. О природе этого явления имеется много точек зрения, однако несомненно, что основную роль здесь сыграли оползневые процессы и деятельность водных потоков.

Верхний угленосный горизонт был развит на небольшой площади, обладал небольшой мощностью (14—40 м) при высокой угленасыщенности (82—92%). В настоящее время он полностью отработан карьерами.

Месторождение представляет собой меридионально вытянутую синклинали, замкнутую на юге (рис. 19). В результате антиклинального перегиба ее шарнира на общем фоне основной структуры выделяются северо-западная и юго-восточная брахисинклинали, которые с востока осложнены серией преимущественно субмеридиональных нарушений типа взбросо-надвигов. Восточное крыло синклинали преимущественно пологое (10—25°), западное крутое (40—80°), частично срезано крупным (500—600 м) надвигом палеозойских пород.

Оставшиеся запасы месторождения при достигнутой мощности карьеров (7,3 млн. т в год) будут вынуты в ближайшие 8 лет. Запасы, пригодные для подземных разработок, ввиду их ограниченного количества осваивать не намечается.

Богословское месторождение (рис. 20), занимающее северную половину одноименной депрессии, примыкает с северо-запада к г. Карпинску, в 3 км от него расположена ст. Богословск.

Угленосные отложения месторождения образуют синклинали пологое (6—30°), а восточное в большей части срезано крупным надвигом девонских пород с востока. Лишь на севере месторождения в надвинутом блоке сохранились крутоставленные (75—80°) остатки восточного крыла (рис. 21). Вторым крупным нарушением является центральный взбросо-надвиг, прослеживающийся в осевой части месторождения с возрастающей амплитудой в южном направлении.

Из четырех угольных горизонтов (А, В, С и D), развитых на месторождении (см. рис. 17), основные запасы содержит угольный горизонт С. Горизонт этот является сверхмощным угольным пластом сложного строения. На севере месторождения он образует угольную залежь, мощностью 35—40 м, почти не разобленную породными прослоями. В южном и юго-восточном направлении мощность его увеличивается до 100 м за счет увеличения количества и мощности породных прослоев при одновременном утонении и выклинивании угольных пластов, а угленасыщенность падает с 65—90% до 15—20% и ниже. Основные запасы углей горизонта в настоящее время выработаны.

Угольные горизонты А и В полностью отработаны, угольный горизонт D, ввиду ограниченного количества содержащихся в нем запасов (около 10 млн. т) и большой глубины залегания (до 300 м), промышленного интереса не представляет.

Запасы месторождения в основном отработаны, оставшиеся будут вынуты в ближайшие годы двумя углеразами, суммарная производительность которых составляет 6,6 млн. т угля в год.

Веселовское месторождение (см. рис. 20, 21), расположенное в 8 км к юго-западу от ст. Богословск, занимает южную часть Богословской депрессии. Мезозойская толща образует синклинали, восточное крыло которой срезано надвигом с востока, а западное (сохранившееся) залегает под углом 5—23°.

Угленосность связана с угольным и частично надугольным горизонтами. Первый объединяет до восьми угольных пластов, из которых четыре имеют промышленную мощность. У выхода под покров пласты сбли-

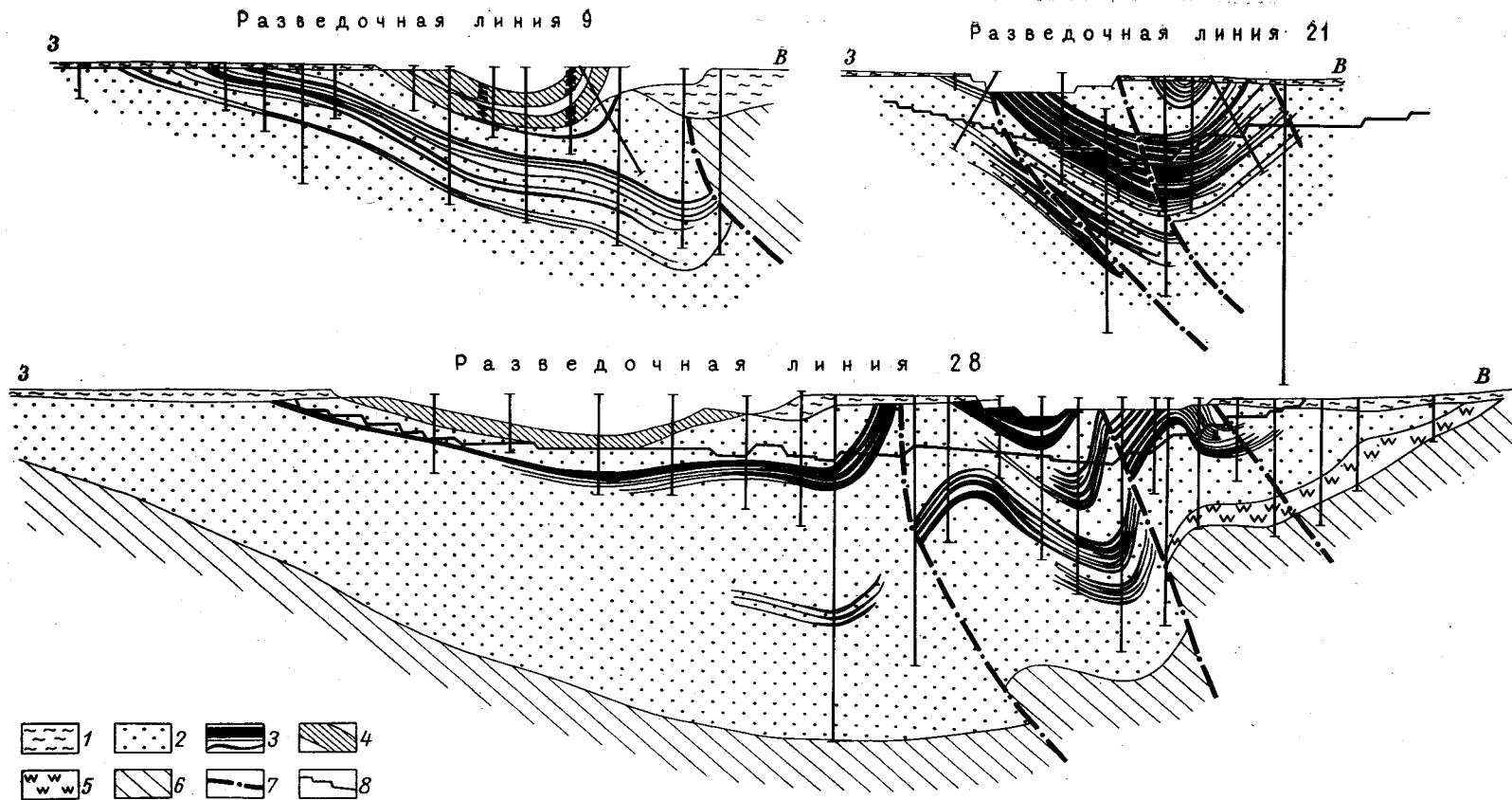


Рис. 19. Схематические геологические разрезы по Волчанскому месторождению

1 — песчано-глинистые покровные отложения; 2 — угленосная толща; 3 — угли; 4 — угольные залежи выработанные; 5 — брекчиевидные и бокситовидные пестроцветные глины веселовской свиты; 6 — палеозойские образования; 7 — тектонические нарушения; 8 — современный контур карьеров

жены и образуют мощную (10—30 м) угольную залежь. К востоку она расщепляется на отдельные пласты, которые быстро выклиниваются.

Действующий на месторождении разрез закрыт в связи с обработкой запасов. Запасы углей для подземной разработки ввиду их ограниченного количества не имеют промышленного значения.

Кроме перечисленных, в районе известно еще два триасовых месторождения — Григорьевское и Мостовское (Именновское). Первое расположено в северной оконечности Волчанской депрессии; имеет ограниченные запасы (2 млн. т), пригодные для отработки шахтами. Второе находится на крайнем юге района. В пределах его установлено несколько маломощных (до 1 м) пластов угля, не представляющих промышленного интереса.

### Месторождения ниже-среднеюрского возраста

Атюсское месторождение расположено в 4 км к западу от ст. Марсята; занимает южную часть одноименной неглубокой (до 100 м) депрессии.

Месторождение представляет собой пологую (10—25°) меридионально вытянутую синклинали, ось которой плавно погружается к югу. Угленосность связана с угольным горизонтом, который содержит четыре пласта бурого угля. На севере, у замыкания горизонта, они сливаются в единый мощный (до 25 м) угольный пласт, расщепляющийся в южном направлении. При расщеплении пласта уменьшается угленасыщенность горизонта (с 96 до 22%) и одновременно увеличивается его мощность от 23 до 42 м.

Благодаря неглубокому (до 66 м) залеганию при высокой угленасыщенности горизонта большая часть запасов углей (см. табл. 2) может быть отработана карьером небольшой производительности (600 тыс. т в год).

К группе ниже-среднеюрских месторождений относятся также Чаповское и Масловское. Оба месторождения содержат незначительные запасы и не имеют практического значения.

### БУЛАНАШ-ЕЛКИНСКИЙ КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ РАЙОН

Буланаш-Елкинский камменноугольный район приурочен к северной части меридионально вытянутой полосы континентальных мезозойских (триас-юрских) отложений,

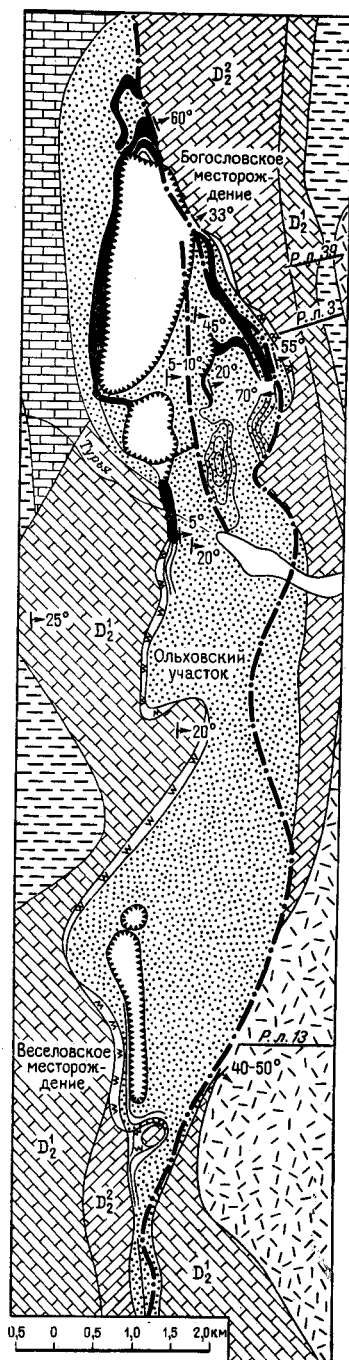


Рис. 20. Схематическая геологическая карта Богословского месторождения. Условные обозначения см. на рис. 18

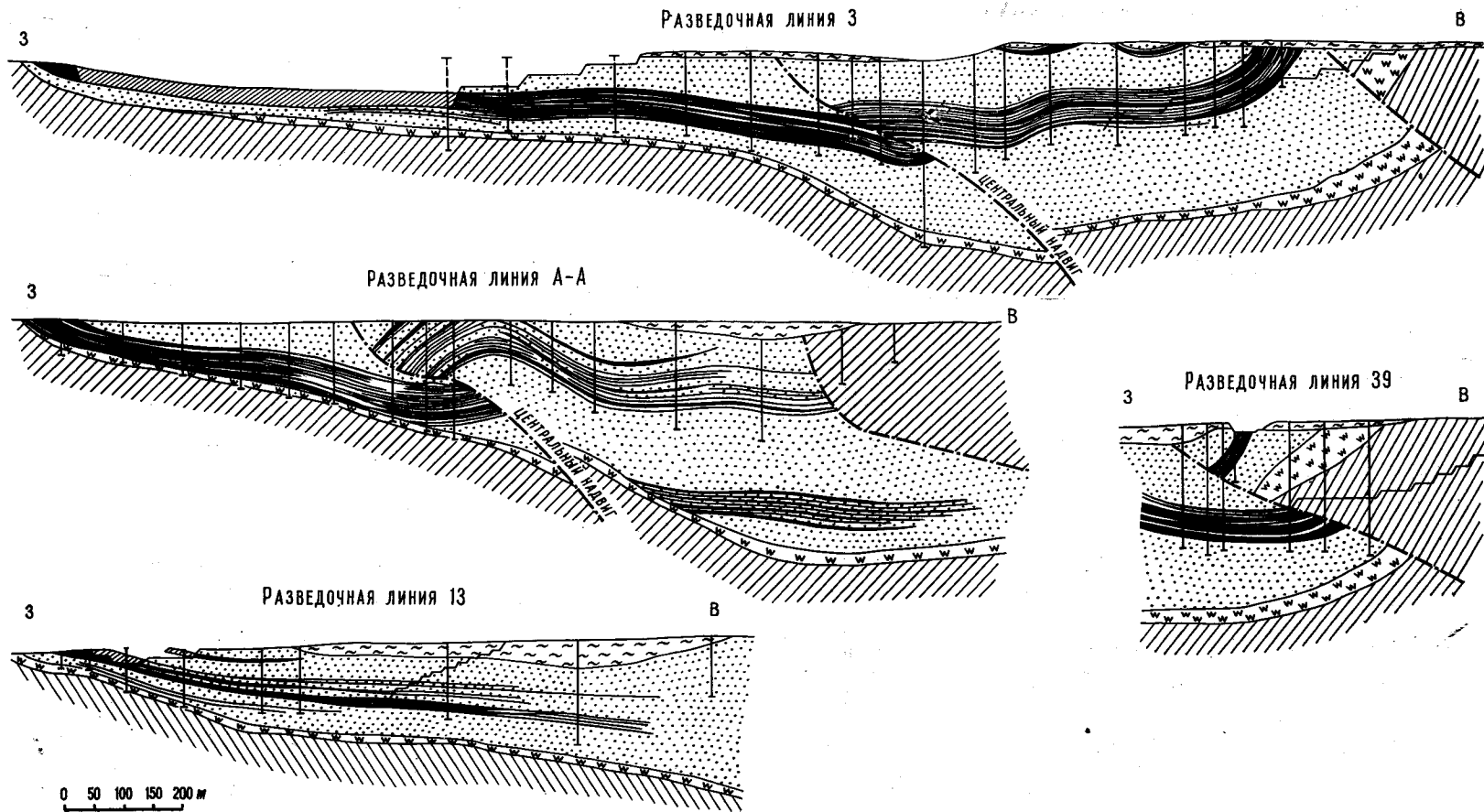


Рис. 21. Схематические геологические разрезы по Богословскому и Веселовскому месторождениям. Условные обозначения см. на рис. 19



протягивающейся в юго-восточной части Свердловской области, в 7—8 км к востоку от ж. д. Егоршино — Богданович (рис. 22). Полоса прослеживается с перерывами далее на юг за пределы района более чем на 70 км и, по всей вероятности, имеет определенную связь с разновозрастными осадками Челябинского грабена. Первые эти отложения описаны А. П. Карпинским в обнажении у с. Колчедан.

Угленосные отложения района обнаружены скважиной (А. А. Тимофеев) в 1931 г. на широте д. Елкино. Последующими разведками Б. Ф. Тарханевым при прослеживании этих отложений были открыты и в основном разведаны Елкинское (1932 г.), Буланашское (1936 г.) и Дальнебуланашское (1938 г.) месторождения. В 1943 г. на Буланашском месторождении вступила в строй действующих первая шахта. Разведочные и поисковые работы в районе продолжались почти без перерыва до 1959 г. В последующий период на Буланашском месторождении систематически проводится доразведка для удовлетворения нужд действующих шахт.

В поисковых и разведочных работах в районе в разное время принимали непосредственное участие геологи Б. Ф. Тарханев, Е. И. Новиков, Л. Д. Башаркевич, М. В. Бунина, В. И. Тужикова, И. И. Костарев, А. А. Масляченко, М. Ф. Линник и др.

Геологическое строение района определяют три резко выраженные структурно-геологические формации. Первая включает известняки, порфириды основного состава и их туфы, кварц-хлоритовые, серицитовые и серицит-хлоритовые сланцы нижнего карбона. Породы имеют почти меридиональное простирание, хорошо увязываются в плане, образуя ряд вытянутых полос (рис. 23). Вторая формация представлена континентальными осадками мезозоя, которые выполняют узкую (0,5—3,5 км) депрессию в палеозойском фундаменте. К третьей формации относятся опоковые породы серовской свиты нижнего зона, перекрывающие относительно мощным (5—30 м) чехлом снивелированную поверхность палеозойских и мезозойских образований, а также завершающие разрез четвертичных отложений аллювиально-делювиальные и болотные осадки, мощность которых 3—7 м.

Континентальные отложения мезозоя, с которыми связана угленосность района, имеют мощность около 1500 м. По литологическим признакам и характеру угленасыщенности они макроскопически хорошо расчленяются на нижний непродуктивный и верхний продуктивный угленосные комплексы (рис. 24). В основании непродуктивного комплекса В. И. Тужикова выделяет анохинскую (вулканогенно-осадочную) свиту. Свита вскрыта одиночными скважинами на неполную мощность, и поэтому судить о ее площадном распространении и мощности трудно. По

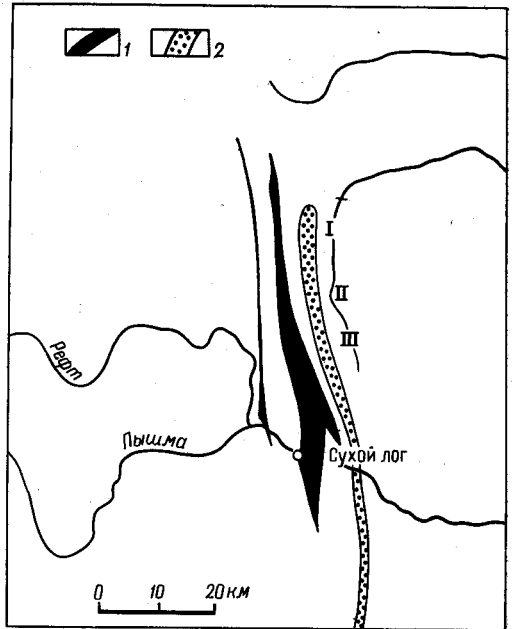


Рис. 22. Обзорная карта Буланаш-Елкинского угленосного района

1 — нижнекарбонные угленосные отложения; 2 — триасовые угленосные отложения. Месторождения: I — Буланашское, II — Дальнебуланашское, III — Елкинское



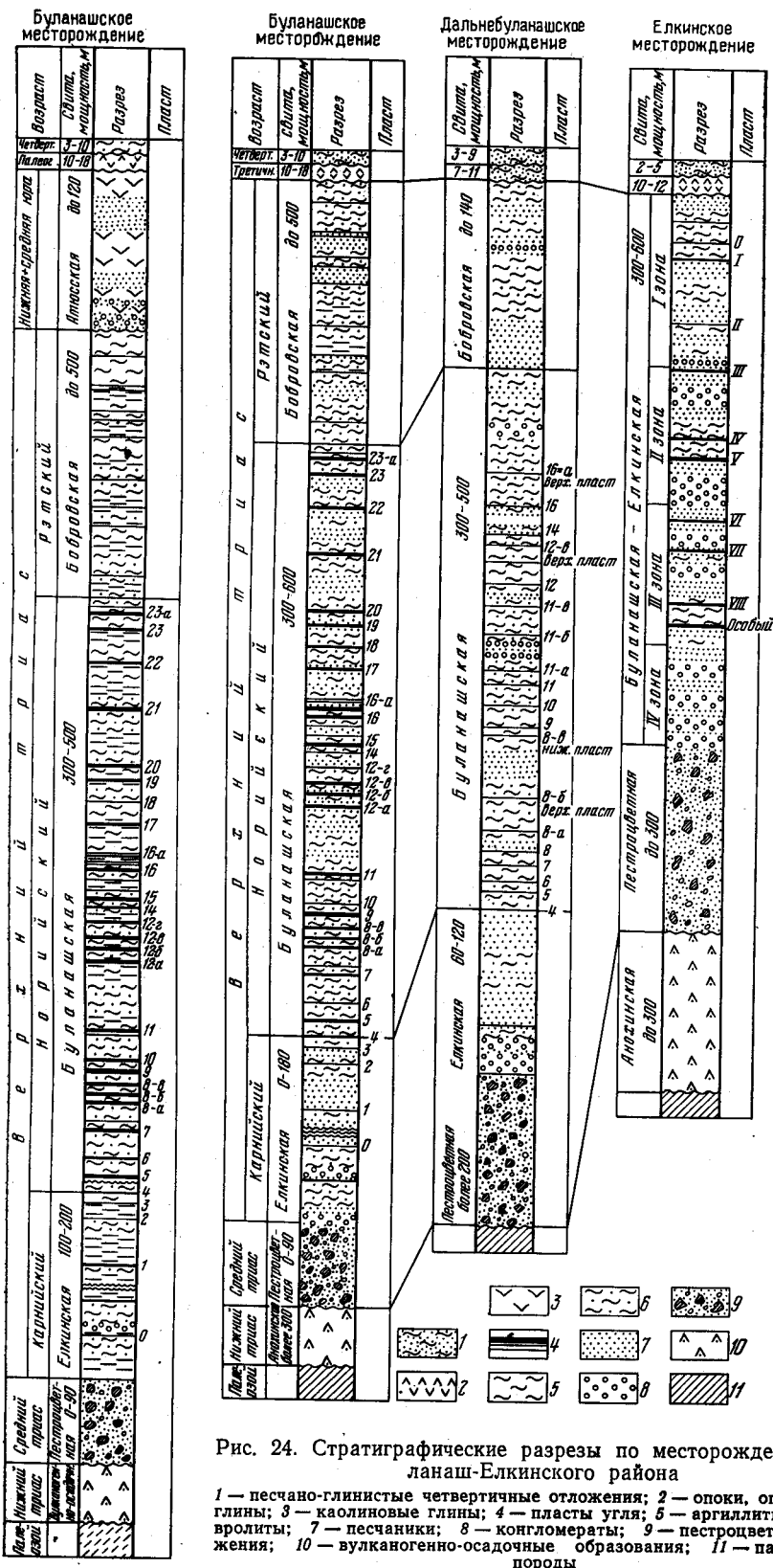


Рис. 24. Стратиграфические разрезы по месторождениям Буланаш-Елкинского района

1 — песчано-глинистые четвертичные отложения; 2 — ополки, ополковидные глины; 3 — каолиновые глины; 4 — пласты угля; 5 — аргиллиты; 6 — алевролиты; 7 — песчаники; 8 — конгломераты; 9 — пестроцветные отложения; 10 — вулканогенно-осадочные образования; 11 — палеозойские породы

Триасовые угленосные отложения в общих чертах образуют синклиналь. Серией взбросо-надвигов (см. рис. 23) она расчленяется на три тектонические структуры: Буланашскую, Дальнебуланашскую и Елкинскую, к которым приурочены одноименные угольные месторождения. Структуры, имеющие синклинальное строение, характеризуются пологим ( $25-30^\circ$ ) залеганием западных крыльев на севере и крутым (до  $80-90^\circ$ ), иногда запрокинутым падением на юге. Восточные крылья Буланашской и Дальнебуланашской структур полностью или частично уничтожены крупным (с амплитудой  $900-1500$  м) Восточным взбросо-надвигом (рис. 25, 26); у Елкинской структуры сохранившееся восточное крыло залегает под углом  $30-75^\circ$ . Кроме крупных нарушений, судя по данным горных работ на Буланашском месторождении, отмечаются мелкие вторичные складки и разрывные нарушения с амплитудами от дециметров до десятков метров, большинство из которых не улавливается разведочными скважинами.

Из трех свит, выделяемых в продуктивной толще, наибольшей угленасыщенностью обладает буланашская, промышленная угленасыщенность которой местами доходит до  $18\%$ . Елкинская свита на  $75-85\%$  сложена песчано-конгломератовыми породами и имеет промышленную угленасыщенность  $2,4-3,3\%$ . Бобровская свита рабочих пластов угля не содержит. Всего в разрезе продуктивной толщи установлено свыше 20 пластов угля промышленного значения, из них только один в елкинской свите. Пласты имеют сложное строение и изменчивую мощность, которая колеблется от нескольких сантиметров до  $4-7$  м, чаще  $1-2,0$  м. Для них характерно расщепление, угонение и выклинивание по простирацию и падению, наличие внутриформационных размывов на относительно небольших площадях. Отсутствие четких маркирующих горизонтов затрудняет увязку угольных пластов в разрезе, особенно в тектонически нарушенных зонах.

Угли в подавляющей массе гумусовые. Пласты сложены чередующимися прослоями блестящих и полублестящих углей. По петрографическому составу они в основном клареновые и витреновые. Цвет их черный, излом неровный или раковистый, на воздухе почти не выветриваются.

По ГОСТу 7050—60 буланаш-елкинские угли относятся к каменным группы Г6 (Буланашское и Дальнебуланашское месторождения) и марки Д (Елкинское месторождение).

Гидрогеологические условия района осложнены наличием мощного горизонта напорных трещинно-пластовых вод, приуроченных к третичным опокам, перекрывающим угленосные отложения. При проходке этого горизонта приток в стволы шахт достигал  $500$  м<sup>3</sup>/ч. В настоящее время в районе действующих шахт он почти полностью сдренирован горными выработками. Продуктивный комплекс обводнен в меньшей степени. Приток из него в горные выработки составляет  $150-200$  м<sup>3</sup>/ч.

Временным источником питьевого и технического водоснабжения в районе являются опоковые воды, постоянным могут служить воды развитых в районе палеозойских известняков.

Основная часть запасов по Буланаш-Елкинскому району ( $79\%$ ) принадлежит освоенному промышленностью Буланашскому месторождению,  $21\%$  составляют запасы Дальнебуланашского месторождения. Запасы Елкинского месторождения ( $7,8$  млн. т) признаны непригодными для промышленного освоения и исключены из баланса.

Район и перспективные площади вблизи его изучены достаточно детально. Реальных перспектив для выявления новых промышленно-угленосных участков или месторождений не имеется.

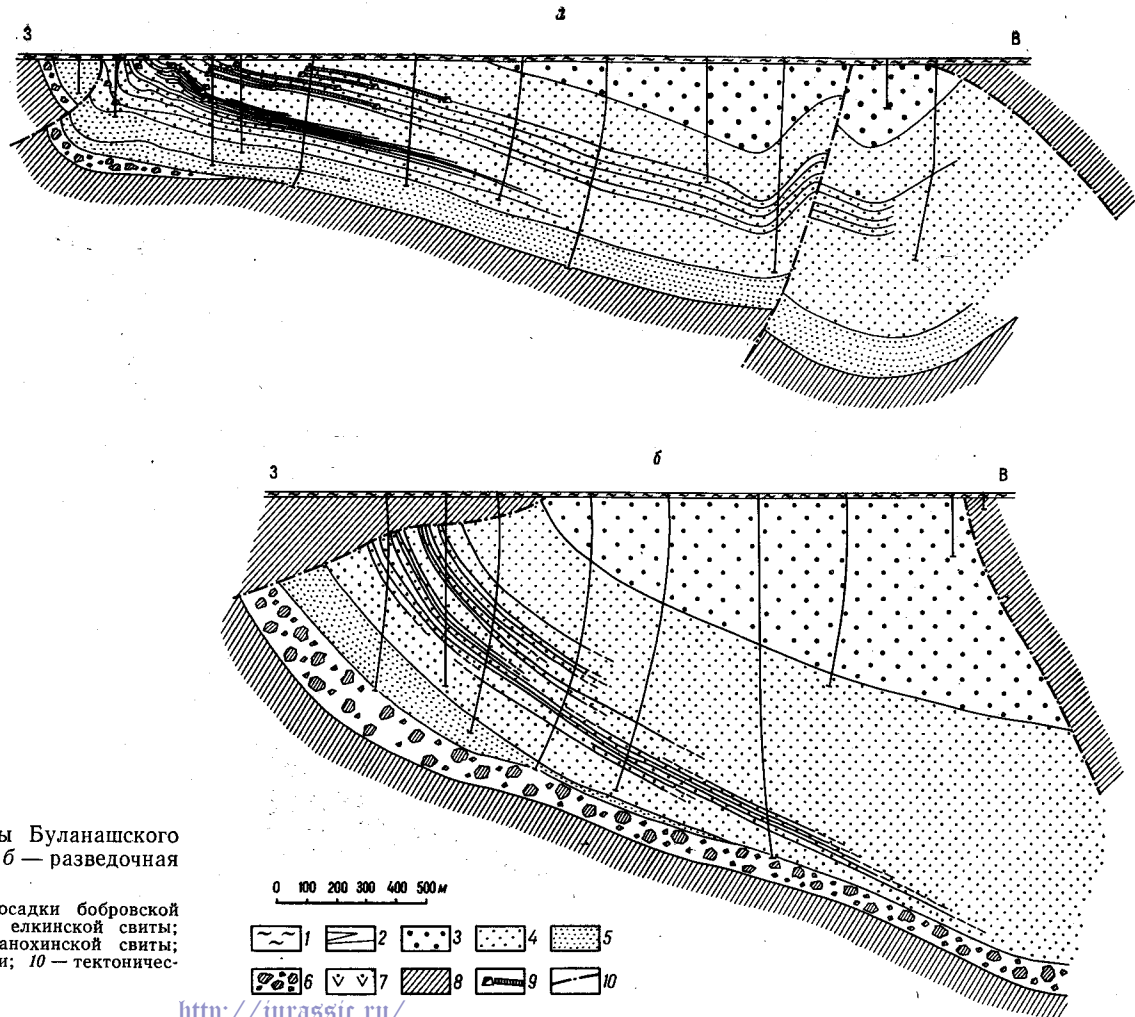


Рис. 25. Схематические геологические разрезы Буланашского месторождения: *а* — разведочная линия 27, *б* — разведочная линия 63

1 — покровные образования; 2 — пласты угля; 3 — осадки боровской свиты; 4 — осадки буланашской свиты; 5 — осадки елкинской свиты; 6 — осадки пестроцветной свиты; 7 — образования анохинской свиты; 8 — палеозойские образования; 9 — горные выработки; 10 — тектонические нарушения



Буланашское месторождение, приуроченное к северной части Буланаш-Елкинского района, расположено в 10—12 км к юго-востоку от районного центра г. Артемовского. Протяженность месторождения равна 10 км, ширина 2,0—3,5 км.

Из трех свит, выделяемых на месторождении в продуктивной толще, промышленная угленосность связана с елкинской и буланашской. Елкинская свита мощностью до 180 м (на глубоких горизонтах в южной части месторождения она, вероятно, отсутствует — см. рис. 25) сложена на 76% грубокластическими осадками. В верхней ее части залегают четыре пласта угля, из которых один имеет рабочую мощность и в южной половине месторождения отработан. Буланашская свита мощностью 300—500 м состоит преимущественно (на 68%) из тонкоотмученных

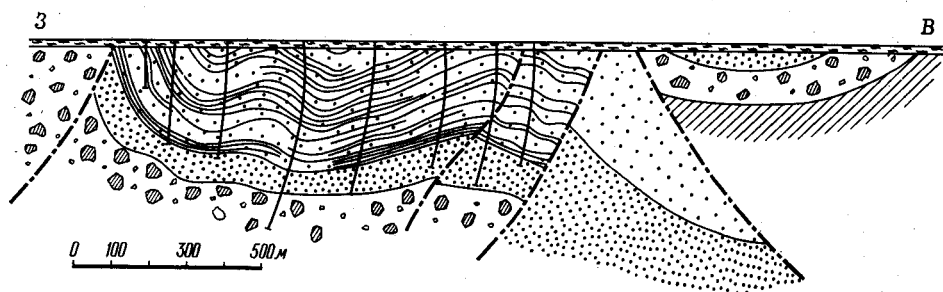


Рис. 26. Схематический геологический разрез Дальнебуланашского месторождения (разведочная линия 74).

Условные обозначения см. на рис. 25

аллювиальных и озерно-болотных осадков. В свите установлено до 30 пластов угля, из которых 20 имеют промышленное значение.

Угленосные отложения слагают синклиналию складку, замкнутую на севере и срезанную на юге Северным косоширотным нарушением. Восточное крыло синклиналии уничтожено Восточным взбросо-надвигом. Западное крыло на севере месторождения залегает относительно полого (25—30°); в южном направлении происходит увеличение углов падения до 70—80°, иногда наблюдается обратное падение, при этом с глубиной характерно выполаживание пород до 15—20° (см. рис. 25).

Угли газовые. Качественная характеристика их:  $W^p$  около 10%;  $W^a$  2—5%;  $A^c$  21% (фактическая товарная зольность составляет 21—23%);  $V^r$  40%;  $S^c_{об}$  1,3%;  $Q^r_6$  8000 ккал/кг. Угли являются хорошим газогенераторным топливом, дают высокий (76%) выход полукокса, но используются только для энергетических целей.

Разработка месторождения ведется тремя шахтами производительностью 0,87 млн. т угля в год. Реального резерва для нового шахтного строительства нет.

Дальнебуланашское месторождение расположено в центральной части района, длина его по простиранию 7,5 км (см. рис. 23).

В разрезе угленосной толщи, достигающей 800—900 м мощности, в отличие от Буланашского месторождения отложения вулканогенно-осадочной свиты достоверно не установлены (скважинами пестроцветный горизонт полностью не перебурен).

Месторождение образует две неравноценные синклинали, замкнутые на севере. Основную промышленную ценность представляет северо-

восточная, или собственно Дальнебуланашская, синклираль. Западное крыло ее на севере имеет пологое залегание (до  $25^\circ$ ). На юге оно на выходах становится крутым ( $75-85^\circ$ ) и выполаживается с глубиной. Восточное крыло синклинали на севере, вероятно, уничтожено в результате взаимодействия Восточного и Центрального взбросо-надвигов (см. рис. 26), на юге оно почти полностью сохранилось.

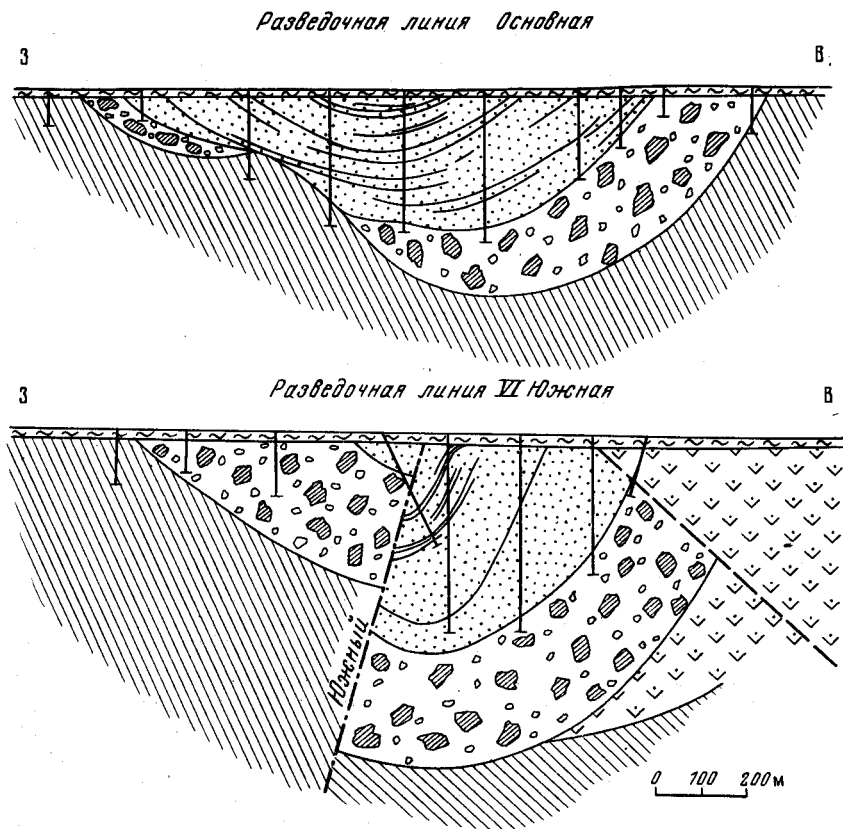


Рис. 27. Схематические геологические разрезы Елкинского месторождения. Условные обозначения см. на рис. 25

Елкинская свита в пределах месторождения имеет мощность 60—120 м и практически не содержит угольных пластов рабочей мощности. Промышленная угленосность связана с буланашской свитой, мощность которой достигает 400 м. В свите содержится 14 пластов угля, имеющих промышленное значение.

Строение пластов преимущественно сложное, мощность их колеблется от 0 до 4 м, иногда до 7 м. Максимальная угленасыщенность фиксируется на севере месторождения, где суммарная мощность угля достигает 56 м, к югу пласты постепенно (от верхних к нижним) расщепляются и выклиниваются.

Угли аналогичны буланашским; качественные показатели их:  $W^a$  3%;  $A^c$  12%;  $V^r$  42%;  $S^c_{об}$  1,5%;  $Q^r_b$  7600 ккал/кг. Запасы углей приведены в табл. 2. Обработка их намечена одной шахтой.

Елкинское месторождение расположено на крайнем юге Буланаш-Елкинского района, в 9 км к востоку от ст. Алтынай Свердловской железной дороги. Длина его по простиранию составляет 6 км при ширине до 1 км.

В основании разреза угленосной толщи месторождения залегает мощная (свыше 300 м) вулканогенно-осадочная свита нижнего триаса, выше развиты среднетриасовые отложения пестроцветной свиты мощностью до 300 м. Осадки продуктивного комплекса имеют мощность от 300 м на севере до 600 м на юге.

Для продуктивного комплекса характерно преобладание в разрезе песчаников (30—35%) и конгломератов (20%) при весьма низкой угленасыщенности (0,5—1,1%) и отсутствие буланашской свиты. Угленосные отложения слагают почти симметричную пологую (30—35°) на севере и более крутую (60—75°) на юге синклинали, осложненную надвигами с запада и востока (рис. 27).

На месторождении установлено более 12 пластов угля, из которых рабочую мощность имеют 7 пластов. Наибольшую мощность (1,5—2 м) пласты имеют на восточном крыле синклинали. Строение их чаще сложное. Угли относятся к длиннопламенным. Качество их характеризуется следующими показателями:  $W^a$  5%;  $A^c$  22%;  $V^r$  44%;  $S^c_{об}$  1,4%;  $Q^r_г$  6600 ккал/кг.

Месторождение считается непромышленным.

## ЧЕЛЯБИНСКИЙ БУРОУГОЛЬНЫЙ БАСЕЙН

Челябинский буроугольный бассейн представляет собой тектоническую депрессию в палеозойских образованиях, заполненную вулканогенно-осадочными и осадочными образованиями триаса и нижней юры. Простирание депрессии ССВ по азимуту 10—12°, длина около 180 км от р. Течи на севере до р. Уй на юге. Наибольшая ширина (около 13,5 км) приходится на северную половину депрессии.

Угленосные отложения бассейна открыты Н. Н. Редикорцевым в 1832 г. в естественном обнажении на правом берегу р. Миасс, в 1 км восточнее дер. Ильино. В 1902 г. в пос. Тугайкуль при проходке колодца обнаружены пласты угля промышленной мощности (более 1 м). На участке были произведены первые буровые работы и пройден ряд шурфов. В 1907 г. вблизи озера Тугайкуль основано первое горнорудное предприятие — Екатеринбургский рудник. Впоследствии в центральной части бассейна было заложено еще несколько шахт.

В послереволюционное время проведенными в 1930—1932 гг. обширными поисковыми работами под руководством С. В. Горюнова и В. С. Федорова были установлены контуры Челябинского бассейна, близкие к современным. В эти же годы бассейн условно был разделен на семь угленосных районов (с севера на юг): Сугоякский, Козыревский, Копейский, Камышинский, Коркинский, Еманжелинский и Кичигинский. В 1931 г. были обнаружены мощные пласты угля в Коркинском районе, а в 1934 г. здесь начал действовать крупнейший в Союзе угольный карьер.

Широкий размах разведочные и эксплуатационные работы получили в годы Отечественной войны. К 1945 г. было выявлено подавляющее большинство известных в настоящее время участков с промышленной угленосностью. После 1945 г. начинается новый этап в разведке и изучении угленосных отложений бассейна — разведка глубоких горизонтов

скважинами глубиной 500—1200 м. Одновременно ведутся поиски в прибортовых частях грабена. В 1954—1956 гг. трестом «Тюменьнефтегеология» на площади бассейна пробурено 12 роторных скважин глубиной от 1000 до 2500 м. На участке Восточно-Камышинском две роторные скважины достигли отложений палеозоя. К 1958 г. все участки с промышленной угленосностью до глубины 400 м были детально разведаны. После 1958 г. в бассейне периодически проводится доразведка отдельных шахтных полей для комбината «Челябинскуголь».

Челябинский бассейн является крупнейшим угледобывающим центром Среднего Урала. Добыча угля в бассейне в 1971 г. достигла 17,2 млн. т в год, что составляет 46% от общей добычи угля на Урале.

Основные черты геологического строения бассейна выявлены работами геологов С. В. Горюнова, В. С. Федорова, К. С. Преображенского, Г. К. Любашева, А. Д. Рубана, В. А. Малечкиной, М. В. Копеловой, И. Н. Лапина, А. М. Элиса, В. Л. Сидорова, В. В. Юкляевских, П. Д. Тихоступ, В. Д. Бояковой, Т. Н. Потехиной и др. Определением флоры, отборной из различных горизонтов нижнемезозойских отложений, занимались А. Н. Криштофович, В. Д. Принада, В. П. Владимирович, А. И. Киричкова, В. Д. Боякова; спорово-пыльцевые комплексы изучались В. С. Малявкиной, Е. Н. Силиной, В. А. Полухиной.

Челябинский грабен имеет асимметричное строение. Максимальная глубина приходится на его западную половину, где, по данным гравиметрии, она превышает 4 км. Наибольшая ширина, около 13,5 км, отмечается в северной части Козыревского района. К северу от р. Миасс, в Сугоякском угленосном районе, выступом палеозоя грабен делится на две ветви (рис. 28). К югу от Козыревского рай-

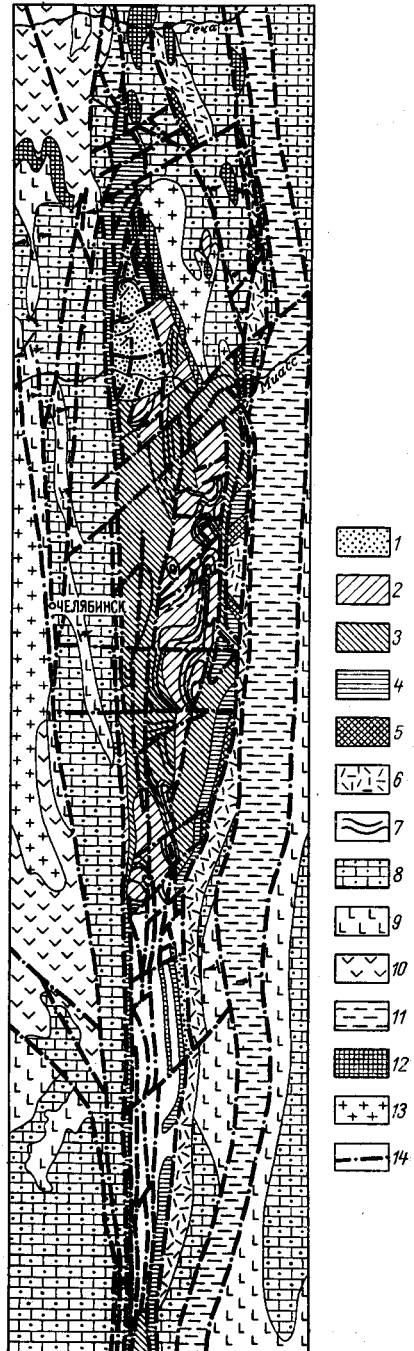


Рис. 28. Схематическая геологическая карта Челябинского бурогоугольного бассейна

1 — угленосные отложения сугоякской свиты; 2 — угленосные отложения коркинской свиты; 3 — угленосные отложения копейской свиты; 4 — угленосные отложения калачевской свиты; 5 — отложения еманжелинской свиты; 6 — вулканогенно-осадочные образования туринской свиты; 7 — выходы пластов угля; 8 — известняки серые, светло-серые, коричневатые, органогенно-обломочные и мраморизованные; сероцветные, красноцветные песчаники, конгломераты и сланцы; вишнево-бурые и зеленоватые-серые туфы; плагиоклаз-роговообманковые порфириды; 9 — роговообманково-плагиоклазовые и плагиоклазовые порфириды андезитового состава; диабазы и диабазовые порфириды; 10 — плагиоклаз-роговообманковые порфиры андезитового состава; 11 — кварциты, кварцито-песчаники; 12 — интрузивные породы, серпентиниты; 13 — граниты, гранито-гнейсы; 14 — тектонические нарушения





а также в области северного и южного окончаний грабена. Общая мощность туринской серии достигает на востоке бассейна 1100 м.

Наиболее полный разрез вулканогенно-осадочных отложений серии вскрыт скважинами на Камышинском и Восточно-Коркинском прибор-

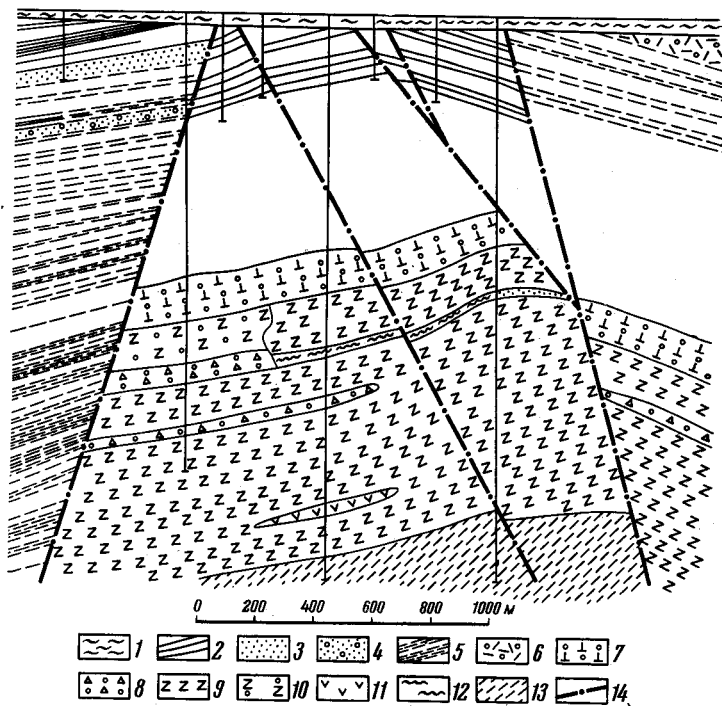


Рис. 30. Геологический разрез Восточно-Коркинского приборного участка

1 — покровные образования: глины, пески, супеси, песчаники глауконитовые, диатомиты, опоки; 2 — пласты угля в осадках калачевской свиты; 3 — безугольный горизонт сугоякской свиты: полимиктовые слабо сцементированные песчаники и конгломераты; 4 — безугольный горизонт коркинской свиты: полимиктовые сероцветные песчаники и конгломераты; 5 — алевролиты и аргиллиты с пластами горючих сланцев; 6 — безугольный горизонт козыревской свиты: полимиктовые песчаники и конгломераты с гальками базальта; 7 — безугольный горизонт калачевской свиты: зеленовато-серые, бурые конгломераты и песчаники, туфоконгломераты, туфопесчаники; 8 — красноцветные конгломераты, гравелиты, песчаники туринской серии; 9 — базальт кайнотипного облика; 10 — туф базальта; 11 — туфолава андезитового порфирита; 12 — алевролиты; 13 — углисто-кремнистые, серицит-кварцевые сланцы ордовика; 14 — тектонические нарушения

товом участках (рис. 30). Нижняя половина серии, по данным этих скважин, слагается зеленовато-серыми и черными мелкокристаллическими базальтами, переслаивающимися с туфобрекчиями. В верхней половине серии базальты и их туфы переслаиваются с очень крепкими алевролитами и аргиллитами темно-серого и бурого цвета, среди которых встречаются пласты горючего сланца.

В западной части Сугоякского угленосного района туринская серия представлена красноцветными грубообломочными отложениями — конгломератами, брекчиями, разнозернистыми песчаниками полимиктового состава, переходящими вверх по разрезу в очень крепкие сланцеподобные аргиллиты, переслаивающиеся с алевролитами и песчаниками. Цвет этих пород бурый, коричневый, зеленовато-серый и зеленовато-черный.

В отложениях туронской серии найдены раковинки филлопод, отпечатки растений, споры и пыльца, по которым устанавливается нижнетриасовый возраст серии.

Челябинская серия бассейна общей мощностью около 3000 м слагается нормально-осадочными угленосными отложениями, которые по литологическому составу, характеру угленосности, комплексам органических остатков делятся на четыре свиты (снизу вверх): калачевскую, козыревскую, коркинскую и сугоякскую (см. рис. 29). Названия и объем свит приняты в соответствии с решениями Свердловского стратиграфического совещания 1963 г.

*Калачевская свита* выходит под покровные отложения мела и кайнозоя в ядрах антиклинальных складок, а также на крыльях синклиналей у восточного и западного бортов грабена. В основании свиты залегает песчано-конгломератовый горизонт, сложенный преимущественно продуктами разрушения эффузивов туринской серии. Цвет пород этого горизонта бурый, зеленовато-серый, коричневый. Мощность горизонта колеблется на различных участках бассейна от 100 до 300 м.

Вверх по разрезу песчано-конгломератовые отложения калачевской свиты постепенно сменяются тонкообломочными породами, содержащими пласты угля, которые имеют промышленную мощность в верхней половине свиты. Литологический состав угленосной части свиты очень однообразен: преобладают тонкоотмученные аргиллиты, алевролиты, мелкозернистые песчаники. Породы крепкие, зеленовато- или голубовато-серого цвета, встречаются прослой черных тонкоотмученных аргиллитов с остатками раковинок остракод. Общая мощность калачевской свиты изменяется от 850 до 1050 м.

На Свердловском совещании 1963 г. возраст калачевской свиты был определен в объеме карнийского и норийского ярусов верхнего триаса. Дополнительные исследования органических остатков свиты, проведенные В. П. Владимирович, В. Д. Бояковой и В. А. Полухиной в 1963—1964 гг., позволили уточнить возраст свиты: нижняя половина свиты отнесена к ладинскому ярусу среднего триаса, верхняя — к карнийскому ярусу верхнего триаса.

*Козыревская свита* выявлена на обширных площадях восточной половины бассейна и на отдельных участках западной половины. Отложения свиты легко устанавливаются в разрезе угленосных отложений по присутствию в их основании безугольного песчано-конгломератового горизонта, содержащего до 50% галек базальта и вулканического стекла. Мощность этого горизонта колеблется от 100—110 м на севере бассейна до 230—250 м на юге. Безугольный горизонт вверх по разрезу постепенно сменяется продуктивными отложениями козыревской свиты, представленными серыми и зеленовато-серыми породами от конгломератов до аргиллитов включительно, среди которых залегают 8—10 пластов угля сложного строения. Наиболее типичные разрезы наблюдаются в восточной половине Козыревского и Еманжелинского угленосных районов (рис. 31, 32), где угольные пласты свиты обрабатываются шахтами. Около восточного борта грабена продуктивные отложения свиты замещаются грубообломочными пролювиальными отложениями, содержащими до 30—40% обломков базальта, в то время как в калачевской свите тонкообломочный состав сохраняется до самого борта (см. рис. 31).

Общая мощность козыревской свиты изменяется от 350 м на севере бассейна до 650—800 м на юге (в Еманжелинском районе).

На Свердловском стратиграфическом совещании козыревская свита отнесена к нижнему рэту. На основании изучения дополнительного фактического материала, собранного в 1963—1964 гг., возраст свиты уточнен

и определяется в настоящее время норийским веком и началом рэтского.

Коркинская свита, являющаяся в бассейне одной из самых молодых и наиболее промышленно угленосных, пересечена многочисленными скважинами и вскрыта несколькими карьерами. Типичный разрез коркинской свиты представлен в искусственном обнажении ее в Коркинском карьере.

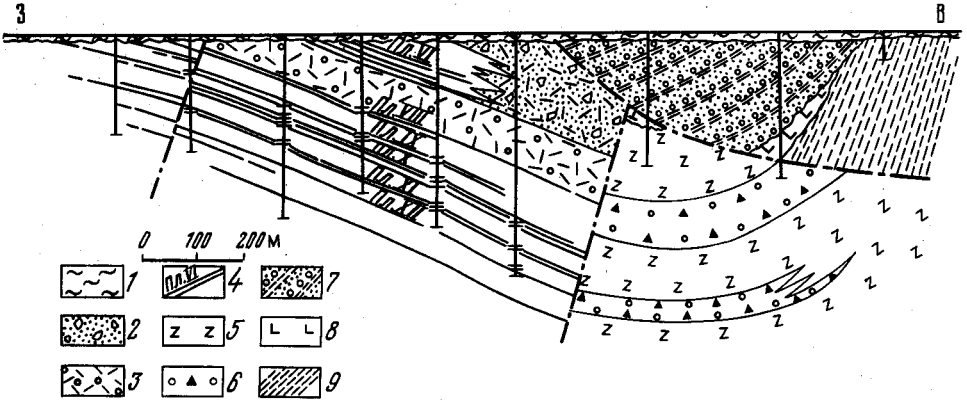


Рис. 31. Геологический разрез по разведочной линии 32 поля шахты 17—55

1 — покровные отложения; 2 — пролювиальные отложения козыревской свиты: конгломераты, гравелиты, песчаники с гальками базальта; 3 — безугольный горизонт козыревской свиты: преимущественно конгломераты, песчаники с гальками кайнотипного базальта; 4 — пласты угля в осадках калачевской свиты; 5 — базальт (туринская серия); 6 — красноцветные конгломераты и песчаники туринской серии; 7 — терригенно-карбонатная толща московского яруса; 8 — диабазы и диабазовые порфиры живетского яруса; 9 — углисто-кремнистые сланцы

Шахтное поле Восточно-Батуринское 1-2 Участок Восточно-Батуринский  
приворотной

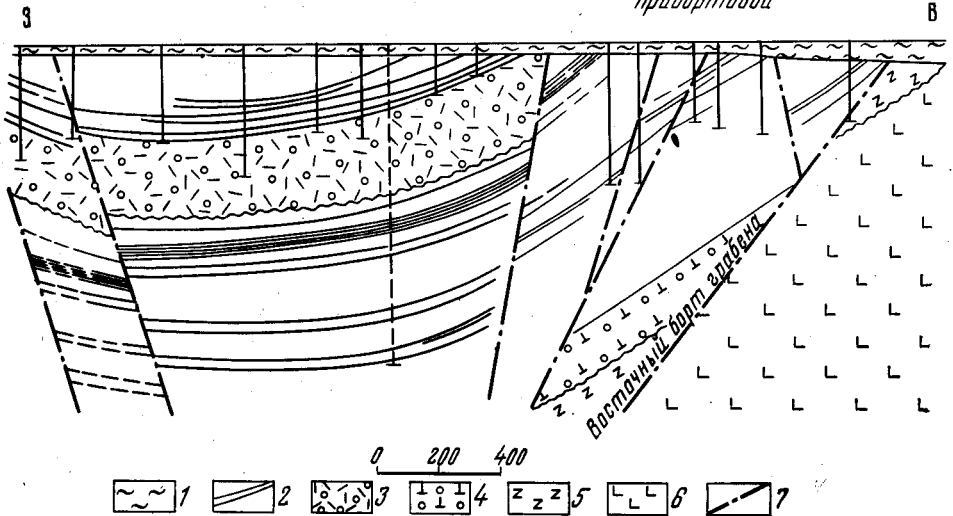


Рис. 32. Геологический разрез Восточно-Батуринского участка Еманжелинского района

1 — покровные образования: глины, пески, супеси, песчаники глауконитовые, диатомиты, опоки; 2 — пласты угля; 3 — безугольный горизонт козыревской свиты: полимиктовые песчаники и конгломераты с гальками кайнотипного базальта; 4 — безугольный горизонт калачевской свиты: зеленовато-серые, бурые конгломераты и песчаники, туфо-конгломераты, туфопесчаники; 5 — базальты кайнотипного облика; 6 — диабазы и диабазовые порфиры живетского яруса; 7 — тектонические нарушения

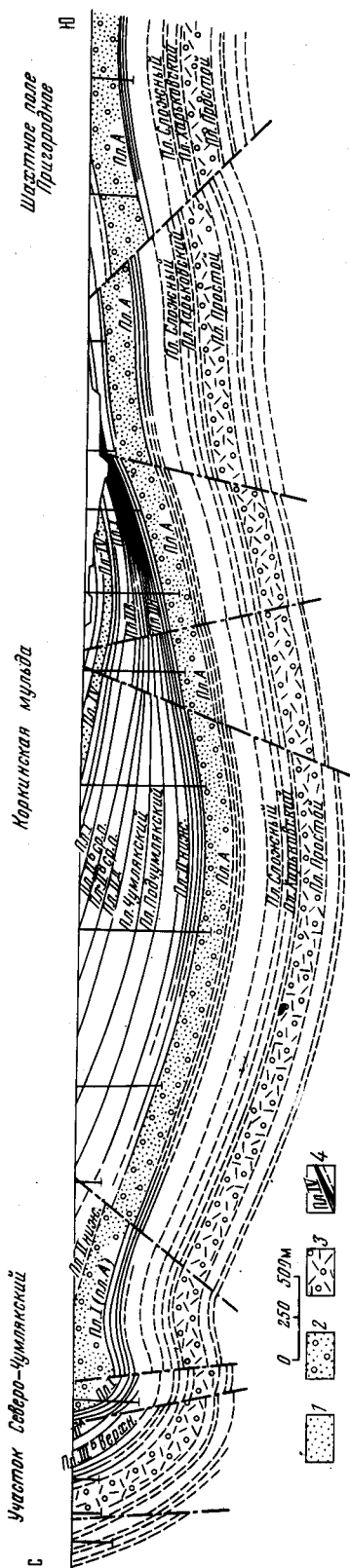


Рис. 33. Геологический разрез по меридиональной разведочной линии IX Коржинского угленосного района

1 — безугольный горизонт сугоякской свиты: преимущественно песчаники; 2 — безугольный горизонт коржинской свиты: сероцветные конгломераты, гравелиты и песчаники; 3 — безугольный горизонт козырской свиты: конгломераты и песчаники с гальками кайногипсового базальта; 4 — пласты угля в осадках коржинской свиты

В основании коржинской свиты залегает песчано-конгломератовый горизонт мощностью 80—150 м, сложенный продуктами разрушения гранитоидов, обломками андезитового порфирита, диабазы, кварц-серицитового сланца, известняка.

Продуктивная часть коржинской свиты по литологическим признакам и характеру угленосности делится на две половины: нижнюю, где преобладают полимиктовые конгломераты, песчаники и алевролиты серого цвета, и верхнюю, сложенную преимущественно алевролитами и аргиллитами, иногда тонкоотмученными, пестроцветными. Наиболее мощные пласты угля приурочены к нижней половине продуктивной подсвиты.

Верхняя граница коржинской свиты в Сугоякском районе проводится по пласту VIII, в Копейском — по пласту VIII (1-d), в Камышинском — по пласту 1-d, в Коржинском — по пласту IV Коржинской мульды, в Еманжелинском — по пласту 1-с. Выше этих пластов в разрезе нижнемезозойских отложений преобладают тонкообломочные породы с прослоями пестроцветных аргиллитов, которые выделяются в сугоякскую свиту. Общая мощность свиты колеблется от 300 до 900—950 м.

Изменение мощности свиты в довольно широких пределах наблюдается даже на сравнительно малых площадях, например в Коржинской мульде, где на расстоянии 2—3 км мощность изменяется от 300 до 930 м (рис. 33). К зонам минимальных мощностей свиты приурочена наибольшая ее угленасыщенность, так называемые «центры угленакопления». Выделяются Красносельский и Куллярский центры угленакопления в Кичигинском районе, Еманжелинский и Батуринский — в Еманжелинском, Коржинский — в Коржинском, Сугоякский — в Сугоякском районах. Полезная мощность угольных пластов свиты колеблется от 1 до 130—200 м (пласт II Коржинской мульды).

По комплексу органических остатков устанавливается рэтский возраст свиты.

*Сугоякской свитой* заканчивается разрез нижнемезозойских отложений бассейна. Осадки свиты сохранились в ядрах синклинальных структур. Полная мощность свиты не известна. В пределах Камышинской мулды мощность осадков сугоякской свиты (выше пласта 1-d) равна 700 м, на остальных участках она меньше.

Для отложений свиты характерно широкое развитие озерных осадков — тонкоотмученных пестроцветных аргиллитов, а также плитчатых мелкозернистых песчаников и алевролитов, на плоскостях наслоения которых наблюдаются обильные скопления чешуек мусковита. Цвет отдельных прослоев в пестроцветных аргиллитах черный, серый, шоколадный, голубовато-серый, желтовато-серый, красно-бурый, мощность прослоев от 0,5 до 2—3 мм. В черных аргиллитах встречаются раковинки остракод. Переход от коркинской к сугоякской свите иногда постепенный, но на некоторых участках, например в Сугоякском и Кичигинском районах, в основании свиты залегает толща мощностью 50—80 м, сложенная серыми мелкозернистыми песчаниками с прослоями мелкогалечных конгломератов, а также алевролитов и аргиллитов. Сугоякская свита содержит промышленные пласты угля, которые обрабатываются несколькими шахтами Копейского и Камышинского районов, а также Коркинским карьером.

По флоре и споро-пыльцевым комплексам возраст свиты определяется в объеме геттангского и синемюрского ярусов нижней юры.

На размытой поверхности нижнемезозойских отложений с угловым несогласием залегают континентальные и морские отложения мела и кайнозоя (покров). Наиболее распространены в пределах бассейна опок и кварц-глауконитовые песчаники серовской и ирбитской свит, суммарная мощность которых в северной половине бассейна достигает 60—80 м, а также бурые глины и пески антропогена мощностью до 20 м. Минимальные мощности покровных отложений (5—25 м) приурочены к осевой части грабена, увеличиваясь по направлению к западному и восточному бортам и к северу от р. Миасс до 50—90 м.

Челябинский грабен расположен в восточной части Восточно-Уральского прогиба, на границе с Зауральским поднятием. По данным Н. Б. Малютина, в южной части, в пределах Челябинской области, прогиб осложнен многочисленными структурами второго, третьего и более высоких порядков, из которых наиболее крупными являются Алапаевско-Теченский и Копейско-Брединский мегасинклинории. Синклинальные структуры в прогибе фиксируются наличием пород нижнего и среднего карбона, антиклинальные — породами силура и девона. Простирающие структур субмеридиональное.

Геологами Ю. П. Бердюгиным, Л. Н. Ромашовой, А. С. Молчановым в палеозойском комплексе пород Восточно-Уральского прогиба отмечается большое количество разрывных нарушений. С наиболее крупными разломами связано формирование тектонических депрессий, в частности Челябинской, и проявление триасового вулканизма. Образование Челябинской депрессии приходится на границу перми и триаса, что подтверждается нижнетриасовым возрастом отложений туринской серии, залегающих в основании угленосной толщи бассейна. Первичное положение бортов грабена неизвестно. Нижнетриасовый грабен был значительно шире, о чем свидетельствует распространение осадков туринской серии за пределами Челябинского грабена. В течение триаса трижды происходило резкое омоложение грабена, при этом каждый раз по вновь образовавшимся разломам.



Разведочными работами в северной половине бассейна на протяжении около 30 км установлен надвиг восточного палеозойского массива на угленосные отложения. Плоскость надвига падает на восток под углом 35—50° (см. рис. 32). На широте Копейского района линия надвига поворачивает на юго-восток и уходит за пределы грабена. Горизонтальная амплитуда надвига превышает 600 м. К югу от Копейского района восточный борт падает на запад под углом 50—60°. Западный борт в северной половине бассейна имеет восточное падение под углом 80—85°; в Коркинском, Еманжелинском и Кичигинском районах западный борт круто, под углом 70—75°, надвинут на угленосные отложения. Во время формирования осадков туринской и челябинской серий западный и восточный борты грабена имели сбросовый характер. Образование надвигов относится к более позднему этапу геологической истории бассейна, а именно к проявлению новокиммерийской фазы складчатости. Это подтверждается данными разведочных работ: под восточным надвигом палеозоя установлен более ранний борт грабена, являющийся сбросом (см. рис. 31). В конце нижней юры, в донецкую фазу древнекиммерийской складчатости, нижнемезозойские отложения были сложно дислоцированы с образованием четырех синклиналильных и трех антиклиналильных складок, имеющих север-северо-восточное простирание осей.

Вдоль западного борта грабена прослеживается Западная синклинали. Углы падения западного крыла ее изменяются от 30 до 50°, восточного — от 20 до 60°. К востоку от Западной синклинали установлена Центральная синклинали, углы падения крыльев которой изменяются от 20 до 45°. В Козыревском и Копейской угленосных районах восточнее Центральной синклинали выявлены еще две синклиналильные складки — Восточная и Прибортовая с углами падения крыльев от 30 до 90°. Синклинали отделяются одна от другой антиклиналильными перегибами. Западная синклинали отделяется от Центральной Главной антиклиналию, которая в Сугоякском районе переходит в выступ палеозоя, разделяющий грабен на две ветви. Между Центральной и Восточной синклиналиями северной половины бассейна установлена Злоказовская антиклинали. Восточная и Прибортовая синклинали разделяются Безымянной антиклиналию.

Вследствие ундуляции шарниров синклиналией в их пределах образовалось несколько брахисинклиналильных складок второго и третьего порядка. В Западной синклинали расположены Красносельская, Ключевская, Батуриная, Ерофеевская, Коркинская, Западно-Копейская, Мисская брахисинклинали; в Центральной наиболее крупными брахисинклиналиями являются Камышинская мульда, брахисинклинали поля шахты 22 и Северо-Западная.

Пликативные дислокации нижнемезозойских отложений осложнены многочисленными разрывными нарушениями, среди которых различаются три основные системы: нарушения продольные субмеридионального направления; нарушения широтного направления; нарушения северо-восточного направления (диагональные). Нарушения субмеридионального направления имеют значительную протяженность и большую амплитуду вертикального смещения, достигающую 1500—1800 м (см. рис. 30). К этому типу нарушений относится Баландинский разлом, протягивающийся вдоль западного борта грабена, нарушение Восточное, проходящее в осевой части Главной антиклинали, нарушение Меридиональное, образующее восточное крыло Центральной синклинали, и др. Нарушения широтного направления являются более поздними по отношению к меридиональным и, как правило, секут их. Амплитуда этих нарушений колеблется от нескольких метров до 600—700 м. Нарушения

диагональные имеют преимущественно сбросовый характер, иногда являются апофизами меридиональных нарушений. Они возникли одновременно с меридиональными или несколько позднее. Амплитуда их изменяется от 2—5 до 350 м. Наиболее интенсивно нарушены угленосные отложения Западной синклинали Сугоякского, Еманжелинского и Кичи-гинского районов.

Отложения мела и кайнозоя на большей площади бассейна залегают почти горизонтально на размытой поверхности угленосных отложений. Однако в Коркинском и Еманжелинском районах установлено проявление альпийской складчатости, выразившееся в образовании диапир, протыкающих меловые и палеогеновые отложения (Пинчук, 1947; Преображенский, 1947 и др.).

Бурые угли Челябинского бассейна образовались в континентальных условиях в грабеновой депрессии. Растения-углеобразователи Челябинского бассейна представлены преимущественно папоротниками, хвощевыми, хвойными и гинкговыми.

Промышленная угленосность установлена во всех свитах челябинской серии. В калачевской свите угольные пласты промышленной мощности обнаружены в Козыревском угленосном районе (участки Западно-Миасский, Центрально-Миасский, Коноваловский, Козыревский-Прибортовой, нижние горизонты поля шахты 17—55), в Камышинском районе (шахтное поле 49), в восточной части Еманжелинского района (пласты Сарыкульские). Пласты свиты, как правило, имеют мощность не более 2 м (редко до 3—5 м). Угли калачевской свиты промышленностью не осваиваются.

Козыревская свита характеризуется широким развитием грубообломочных отложений, имеет крайне невыдержанную степень угленосности, изменяющуюся от 0 до 3,5—4%. Промышленная угленосность свиты выявлена на отдельных площадях Западной и Центральной синклиналей. На полях шахт 17—55 Козыревского района, Пригородной и Калачевской 1 Коркинского района, Восточно-Батуринской 1—2 Еманжелинского района пласты угля козыревской свиты обрабатываются шахтами. Угольные пласты свиты имеют сложное строение и линзовидное залегание. Полезная мощность пластов обычно не более 1,5—2 м, но в южной половине бассейна отдельные пласты свиты имеют мощность до 8—15 м (пласты Харьковский, Восточно-Батуринский).

Отложения коркинской свиты выходят под покровные образования мела и кайнозоя в пределах Западной, Центральной и Восточной синклиналей. Коркинская свита содержит в себе основную промышленную угленосность бассейна. Наиболее мощные угольные пласты свиты (22—200 м) приурочены к Западной синклинали, в пределах которой, как уже указывалось, выделяется несколько «центров угленакопления»: Красносельский, Куллярский, Еманжелинский, Батуринский, Коркинский и Сугоякский. В этих центрах угольные пласты имеют наиболее компактное строение и максимальную полезную мощность, коэффициент угленосности свиты в «центрах угленакопления» (по данным А. Д. Рубана) достигает 32,2%. В Центральной синклинали Камышинского и Копейского районов промышленная угленосность коркинской свиты представлена 20—24 пластами угля с полезной мощностью от 0,85 до 5,8 м. В Восточной синклинали Копейского района (поля бывших шахт 16 и 23) коркинская свита содержит 10—18 пластов сложного строения с полезной мощностью от 0,9 до 3,29 м. Коэффициент промышленной угленосности коркинской свиты в Центральной и Восточной синклиналях не превышает 6%. Угольные пласты коркинской свиты в настоящее время обрабатываются многочисленными шахтами и тремя карьерами.

Сугоякская свита характеризуется промышленной угленосностью в пределах Центральной синклинали Копейского и Камышинского районов, а также в Западной синклинали Сугоякского и Коркинского районов. В Центральной синклинали Копейского и Камышинского районов в свите установлено до 18 пластов угля, полезная мощность которых колеблется от 0,9 до 3,6 м; в Сугоякском районе, на участке Сугоякском 5, сугоякская свита содержит четыре пласта угля с полезной мощностью от 0,85 до 1,5 м. Промышленные запасы сугоякской свиты Копейского, Камышинского и Коркинского районов к настоящему времени в основном отработаны.

Уголь Челябинского бассейна бурый, гумусовый, с высокой степенью углефикации. Цвет угля в куске черный с сероватым оттенком. Преобладают полублестящие полосчатые и линзовидно-полосчатые разновидности с раковистым и угловато-ступенчатым изломом. При высушивании уголь растрескивается перпендикулярно наслоению, при длительном хранении на воздухе превращается в мелочь, самовозгорается. Температура самовозгорания 120—130°С. Среди челябинских углей преобладают клареновые и дюрен-клареновые разновидности, содержащие линзы витрена. В зонах разубоживания пластов происходит обогащение угля фюзеном и глиной. Элементарный состав горючей массы угля бассейна характеризуется следующими пределами колебаний компонентов: Сг 68,9—77%, Нг 4,4—5,3%, Ng 1,1—2,1% и Og 16,1—21,1%. Содержание серы (S<sub>о<sup>с</sup></sub>) обычно меньше 1%. Основным показателем качества челябинского угля является зольность (A<sup>с</sup>). Она изменяется в широких пределах — от 5 до 50%. Наибольшая зольность приурочена к зонам выклинивания пластов. В составе золы преобладают SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Температура плавления золы 1260—1440°С. Большие изменения зольности обуславливают непостоянство и других показателей технического анализа углей. Выход летучих на горючую массу колеблется от 23 до 51,6%, влажность рабочего топлива изменяется от 16 до 22%, низшая теплотворная способность рабочего топлива — от 3620 до 4369 ккал/кг. Челябинский уголь используется как энергетическое топливо и частично для газогенераторного производства.

Подземные воды бассейна относятся к типу трещинных и трещинно-пластовых с напорной поверхностью. Питание их происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также за счет подтока с запада, со стороны восточного склона Уральских гор. Водоносные горизонты верхней части толщи (до глубины 150—200 м) характеризуются относительно интенсивной циркуляцией. Общее направление потока северо-восточное. К нижним горизонтам приурочены преимущественно застойные воды. Наиболее водообильны известняки палеозоя и трещиноватые опоки верхнего мела и палеогена. Максимально возможный дебит вод в известняках превышает 20 л/сек. Вода опоковой толщи может обеспечить приток также до 20 л/сек. Палеозойские и палеоген-меловые воды используются для питьевого и технического водоснабжения. Менее водообильны угленосные отложения триаса и нижней юры. Возможный максимальный дебит их изменяется от 0,1 до 10 л/сек. Водоносные горизонты неоген-антропогенных осадков (пески) имеют вид изолированных линз с незначительной водоотдачей.

Притоки подземных вод в действующие шахты сравнительно невысокие. Для шахт глубиной 100—150 м они колеблются в пределах 60—80 м<sup>3</sup>/ч, реже 100—120 м<sup>3</sup>/ч и в отдельных случаях 120—150 м<sup>3</sup>/ч. При строительстве шахт и в первые годы их эксплуатации притоки обычно на 30—40% выше приведенных, установившихся. Прорывы подземных вод в горные выработки шахт происходят при встрече с разрывными нарушениями, но они обычно невелики и непродолжительны.

**Сугоякский район** расположен к северу от р. Миасс. Выступом палеозоя грабен делится здесь на две ветви. Промышленная угленосность сосредоточена в пределах западной ветви на площади около 90 км<sup>2</sup>. Эта площадь детально разведана до глубины 400 м. В районе известно 32 пласта угля мощностью от 0,7 до 2,5 м и пласт Сугоякский с полезной мощностью до 22 м. Вследствие чрезвычайно большой нарушенности угленосных отложений и сложных гидрогеологических условий все разведанные запасы угля района отнесены к забалансовым.

**Козыревский район** находится между р. Миасс на севере и ж. д. Челябинск — Омск на юге. До глубины 400 м район разведан детально, глубокие горизонты угленосных отложений не разведаны. Промышленная угленосность установлена в пределах Северо-Западной брахисинклинали района, где она связана с отложениями козыревской и калачевской свит. Запасы угля этой брахисинклинали обрабатываются шахтой Миасской с годовой производительностью 400 тыс. т. На юго-востоке и северо-западе района разведаны площади с пластами угля от 0,7 до 1 м. Запасы этих пластов по мощности, а также из-за сложных геологических условий относятся к забалансовым.

**Копейский район** расположен между ж. д. Омск — Челябинск и широтой южной окраины г. Копейска. Протяженность района около 12 км. Промышленная угленосность, связанная с отложениями козыревской, коркинской и сугоякской свит, сосредоточена в основном в Центральной синклинали района. В районе известно около 40 пластов рабочей мощности, которая обычно не превышает 4 м, и лишь пласт I сугоякской свиты на юге района имеет мощность до 18 м. Степень угленосности нижнемезозойских отложений Центральной синклинали увеличивается в направлении с севера на юг. В районе имеется четыре действующих шахты с производственной мощностью 400—820 тыс. т угля в год. Наибольшая глубина отработки — 320 м. По количеству угля, добываемого подземным способом, Копейский район занимает первое место в бассейне.

В районе имеется три резервных участка — глубокие горизонты шахт Глубокая, Северная и Красная Горнячка. В западной половине района по имеющимся данным промышленная угленосность до глубины 400 м отсутствует. В восточной прибортовой полосе района до глубины 350—500 м залегают безугольные пролювиальные отложения козыревской свиты.

**Камышинский район** граничит на севере с Копейским, на юге — с Коркинским районом. Протяженность района — 14 км. Основные запасы угля сосредоточены в центральной части района, в пределах Камышинской брахисинклинали, где известно более 40 пластов угля, связанных с отложениями козыревской, коркинской и сугоякской свит. Полезная мощность пластов изменяется от 0,8 до 3,8 м. Глубина разведанности в пределах Камышинской мульды около 850 м, на остальной площади района 480 м. В западной половине района под покровные образования выходят угленосные отложения калачевской свиты, которые содержат несколько пластов угля рабочей мощности. Вследствие интенсивной нарушенности угленосных отложений запасы этих пластов промышленного интереса не представляют.

В районе имеется четыре действующих шахты с общей годовой производительностью 3 650 тыс. т.

**Коркинский район** занимает центральную часть бассейна примерно от широты южного берега оз. Синеглазово до широты оз. Саксан. Общая протяженность района 16 км. В Коркинской мульде сосредоточены основные промышленные запасы района, приуроченные к коркинской и сугоякской свитам. Мощность пласта II достигает на юге мульды 200 м.



Севернее Коркинской мульды промышленная угленосность установлена на участке Чумлякском, южнее — на поле шахты Пригородной. В восточной половине района имеется промышленная угленосность, связанная с отложениями коркинской и козыревской свит, но мощность пластов угля здесь не превышает 10—12 м. Коркинская мульда разведана до глубины 800 м, остальная площадь района — до 400 м. По количеству запасов угля Коркинский район занимает первое место в бассейне.

Добыча угля в районе начата в 1933 г. открытой разработкой пласта II Коркинским карьером. Ежегодная добыча угля карьером превышает 4 млн. т. Глубина его в настоящее время достигает 350 м. Кроме карьера, в районе имеются три действующие шахты с годовой производительностью от 450 до 1500 тыс. т, а также четыре резервных участка для закладки новых шахт: Чумлякский, Южно-Бектышский, Калачевский 2 и Коркинский-Глубокий.

**Еманжелинский район** занимает часть бассейна от широты оз. Саксан на севере до пос. Ключи на юге, протяженность его около 2,3 км. В настоящее время глубина разведанности угленосных отложений района достигает 600 м.

Основные промышленные запасы сосредоточены в Западной синклинали района, где имеются два крупных «центра угленакопления» коркинской свиты — Батуринский и Еманжелинский, содержащие пласты с мощностью до 93,5 м. К югу и северу от этих центров и в промежутке между ними развиты более тонкие пласты угля, количество которых на отдельных участках достигает 25. В восточной половине района промышленная угленосность приурочена к отложениям козыревской свиты (пласт Восточно-Батуринский с мощностью до 15 м). В восточной прибортовой части района известно три пласта угля с мощностью 1—1,45 м, залегающих в отложениях калачевской свиты. Промышленные запасы района отрабатываются угольным карьером 3—4 и четырьмя шахтами с годовой производительностью 500—900 тыс. т. В районе имеются резервные участки: Ключевской 1—2, Ерофеевский I-II, Восточно-Батуринский Прибортовой, Северо-Батуринский 2.

**Кичигинский район** ограничен на севере широтой поселка Ключи, на юге — р. Увелька. Протяженность района около 10,5 км. До глубины 400 м район разведан детально, ниже, до глубины 800 м, — отдельными скважинами.

Промышленная угленосность района приурочена к восточному крылу Западной синклинали, где имеется угольная залежь мощностью до 55 м (пласт Красносельский). В восточной половине района распространены отложения козыревской и калачевской свит. Калачевская свита пластов угля рабочей мощности не содержит, в козыревской свите есть несколько пластов с мощностью 0,8—1,64 м, имеющих крайне невыдержанное распространение по площади, вследствие чего запасы их отнесены к забалансовым.

Промышленное освоение района началось с 1951 г. введением в эксплуатацию карьера 7. В настоящее время в районе работают две шахты с годовой производительностью 470—550 тыс. т и карьер 7 производительностью более 550 тыс. т в год.

Основная промышленная угленосность бассейна связана с отложениями коркинской свиты, которая на всей площади своего распространения в основном разведана, за исключением центральной части Сугоякского района, где она залегаёт на глубине более 500 м. Эта часть района, имеющая благоприятную геологическую обстановку, представляет собой перспективную площадь для разведки пласта Сугоякского. Кроме того, с позиций новых кондиций необходимо пересмотреть вопрос об от-



несении к забалансовым запасам шахтного поля Сугоякского 5, имеющего простое геологическое строение.

Козыревская свита, подстилающая коркинскую, характеризуется весьма невыдержанной степенью угленосности, однако на некоторых участках она может быть перспективной в отношении промышленной угленосности глубоких горизонтов, в частности в Копейском и Еманжельинском районах. Калачевская свита на площадях неглубокого залегания содержит пласты угля мощностью обычно меньше 1 м. В синклинальных структурах отложения свиты залегают на глубинах, как правило, более 800 м, вследствие чего разведка их и тем более обработка обнаруженных пластов нерентабельны.

### ТОРФ

Торфообразование на Урале, начавшись в голоцене, после отступления ледникового покрова, первое время протекало замедленно, по видимому, в связи с неблагоприятными климатическими условиями и скудостью растительного покрова. Голоценовые торфяники маломощные, обычно погребенные, встречаются редко и не имеют промышленного значения. Интенсивное торфообразование на Урале началось значительно позднее. Благодаря многочисленным археологическим находкам на Среднем Урале, приуроченным к ложу торфяных залежей (Шигирский, Горбуновский и другие торфяники), начало современного торфообразования можно датировать довольно точно. В пограничном слое торфов и подстилающих их сапропелей или на коренном минеральном ложе торфяников обнаружены остатки многочисленных стоянок неолитического человека. Давность этих стоянок, по исследованиям В. М. Раушенбаха (1956 г.), определяется в 4000—4500 лет. Следовательно, интенсивные процессы торфообразования, в результате которых возникли многочисленные современные торфяники Урала, начали развиваться около 4000 лет назад. Возможно, что часть торфяников является еще более молодыми образованиями.

Как показало детальное изучение стратиграфии многих уральских торфяников, начало торфообразования связано с потеплением климата при возрастании его влажности, причем климатические условия всего периода торфообразования оставались близкими к современным (В. М. Раушенбах, 1956 г). Однако наличие в торфяниках до трех «пограничных слоев» свидетельствует о трехкратном возникновении сухих периодов, когда интенсивность торфонакопления замедлялась.

Изучение растительных остатков, слагающих различные виды торфа, показало, что растительные ассоциации на протяжении всего периода торфонакопления от его начала и до наших дней оставались почти неизменными. Лишь для периода начальной стадии торфонакопления в Зауралье отмечается большее развитие еловых лесов, чем в настоящее время.

Процессы торфообразования наиболее интенсивно развиваются главным образом на прилегающих к Горному Уралу площадях Северного и Среднего Приуралья и Зауралья. Несомненно, что деятельность человека в наше время сказывается на их интенсивности, так как энергичная вырубка лесов приводит к осушению громадных территорий. Наиболее заторфованы северная и центральная части Пермской и Свердловской областей, где сосредоточены крупнейшие промышленные торфяники. Гораздо меньше заторфованы территории Челябинской, Курганской, Оренбургской областей и Башкирской АССР, суммарные запа-

сы торфа по которым составляют лишь 4% от общеуральских запасов (табл. 4).

Таблица 4

## Запасы торфа по областям Урала

Область	Предполагаемый торфяной фонд (на 1/1 1957 г.)		Выявленный торфяной фонд (1-ТФ на 1/1 1969 г.)	
	Площади промышленных залежей, км <sup>2</sup>	Запасы воздушно-сухого торфа, млн. т	Площади промышленных залежей, км <sup>2</sup>	Запасы воздушно-сухого торфа, млн. т
Пермская	5 850	1 764,0	3 643,2	1 143,3
Свердловская	24 000	5 858,0	18 915,0	5 250,5
Башкирская АССР	780	251,6	428,0	105,9
Челябинская	760	192,0	482,3	120,7
Курганская	250	60,0	181,2	40,9
Оренбургская	20	2,0	13,5	1,97

Разнообразие геоморфологического и геологического строения, а также климатических и геоботанических условий в пределах Горного Урала и сопредельных с ним территорий Приуралья и Зауралья обусловили сложную картину развития процессов торфообразования в этом обширном регионе. В пределах уральской системы вытянутой в меридиональном направлении выделяется ряд климатических и геоботанических зон, имеющих широтные границы. В то же время по особенностям геоморфологического и геологического строения вся рассматриваемая территория районирована по меридионально вытянутым зонам.

Наиболее интенсивно процессы торфообразования в пределах Уральского региона развиты от 62° до 58° с. ш., где отмечается самая большая заторфованность. В климатическом отношении это наиболее влажная зона. Среднегодовое количество осадков на параллели 60° с. ш. достигает 700—900 мм, несколько южнее, до параллели 58° с. ш., в Приуралье количество осадков снижается до 400—450 мм, а на Горном Урале и в Зауралье — до 500—600 мм. В геоботаническом отношении это зона таежных лесов. В Приуралье произрастают главным образом ель и пихта, реже встречаются сосна, береза, осина, липа. На Горном Урале и в Зауралье преобладают сосна, лиственница, кедр, менее распространены ель, пихта, береза и осина. Роль лиственных пород в пределах зоны постепенно возрастает с севера на юг.

Южнее 58° с. ш. климат становится все более и более сухим, интенсивность торфообразования и соответственно заторфованность резко снижаются. Среднегодовое количество осадков в Южном Приуралье (в пределах Башкирии) достигает 300—400 мм, в Зауралье (Курганская и Челябинская области) — 350—400 мм, а в пределах Оренбургской области — всего лишь 220—270 мм. Таежные леса к югу от широты 58° постепенно сменяются лесостепью с произрастанием главным образом лиственных пород: в Приуралье — березы, осины, дуба, липы; в Зауралье — березы и осины. Хвойные леса сохраняются лишь на Горном Урале. В южных районах Челябинской области, приблизительно около 54° с. ш., лесостепная зона сменяется степью. В Приуралье эта граница смещается несколько южнее.

По геолого-геоморфологическому строению в пределах Уральского региона выделяются три основные крупные меридионально вытянутые

зоны (с запада на восток): Предуральская, Горного Урала и Зауральская. В соответствии с геолого-геоморфологическим строением, климатическими и геоботаническими условиями характер и интенсивность торфообразования для каждой из этих зон различны. В качестве общей закономерности следует отметить преобладание верхового и переходного типов торфяников в северных частях указанных зон и возрастание роли низинных торфяников с продвижением на юг (табл. 5).

Таблица 5

## Распространение торфяников различных типов по областям Урала

Область	Заторфованность территории, %	Торфяники					
		верховые		переходные		низинные	
		км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%
Пермская	3,05	1171,4	33,2	1068,0	30,2	1292,1	36,6
Свердловская	12,40	4590,8	28,4	3315,2	20,5	8247,8	51,1
Башкирская АССР	0,50	17,7	4,1	1,9	0,4	401,6	95,4
Челябинская	0,75	4,0	1,0	12,1	3,0	388,8	96,0
Курганская	0,21	34,9	26,0	18,8	14,0	80,3	60,0
Оренбургская	0,0301	—	—	—	—	13,5	100,0

Примечание. Таблица составлена по состоянию на 1/1 1957 г. (в границах промышленных залежей).

**Предуральская** геолого-геоморфологическая зона отличается сравнительно спокойным рельефом (с абсолютными отметками 100—235 м), расчлененность которого возрастает по мере приближения к Уралу. В северной части зоны, приблизительно до 58° с. ш., основной областью торфообразования является обширная Прикамская низменность, к которой приурочено 98% запасов торфа Пермской области. Площади торфяных массивов в пределах низменности достигают значительных размеров (до 70—100 км<sup>2</sup>). Интенсивности торфообразования в Прикамской низменности наряду с благоприятным геоморфологическим строением способствуют и геолого-гидрогеологические условия, обеспечивающие хорошее минеральное питание торфяников. Пермские толщи, залегающие ниже аллювиальных антропогенных отложений, выстилающих дно Прикамской низменности, насыщены карбонатными водами. Эти воды, проникая в аллювиальные отложения, пропитывают их до самых верхних слоев, в связи с чем торфяники Прикамской низменности начинали свое развитие как низинные и постепенно, по мере нарастания, переходили в верховые. Мощность торфяников составляет в среднем 5, местами 10 м.

С возрастанием расчлененности рельефа поверхности с приближением к Уралу заторфованность снижается и размеры торфяников сокращаются до 1—2,5 км<sup>2</sup>, лишь в единичных случаях достигая 10 км<sup>2</sup>. Мощность торфяников не превышает 2—3 м. Формирование торфяников происходит главным образом на речных террасах или же на водоразделах. Для северной части Предуральской зоны характерно образование разновидностей древесных верховых и древесно-переходных торфов, фускум- и медум-торфа, а также осоково-сфагнового торфа.

Как указывалось выше, южнее 58° с. ш. происходит резкое снижение интенсивности торфообразования и заторфованности территории. Так, в пределах южной части Пермской области заторфованность составляет лишь 0,5% (при средней для области 3,05%). На этом же уровне заторфованность сохраняется в северных районах Башкирии с постепенным

снижением к югу и юго-западу до 0,3%, и в пределах Оренбургского Предуралья заторфованность становится весьма незначительной.

В южной части Предуральской зоны развиваются небольшие низинные пойменные и карстовые торфяники площадью до 0,5—1,0 км<sup>2</sup>. В отдельных случаях торфообразование происходит в заболачивающихся озерах с отложением сапропеля в донной части торфяников. Средняя мощность торфяных залежей колеблется от 1,5 до 2,2 м. Сложены они осоковыми, осоково-гипновыми, гипново-сфагновыми и тростниково-осоковыми низинными торфами. Древесные разновидности торфов здесь развиты слабо. Так, например, в пределах Башкирии они составляют лишь около 1% от всей массы торфов.

**Зона Горного Урала** представляет собой систему меридионально вытянутых горных хребтов и возвышенностей с господствующими абсолютными отметками в 600—700 м, реже 1000—1100 м. На Среднем Урале, где горный рельеф наиболее сглажен эрозией, отметки снижаются до 450—500 м, в редких случаях достигая 750 м. Из-за сильной расчлененности рельефа горная зона Урала имеет незначительную заторфованность, которая в северной части зоны (до широты 58°) составляет лишь 0,07%. Южнее заторфованность несколько возрастает — до 0,21—0,49% на Среднем Урале и до 1% в пределах Южного (Башкирского) Урала. Еще южнее она вновь снижается и постепенно исчезает в пределах Оренбургской области.

Торфообразование на Горном Урале происходит в межгорных меридионально вытянутых долинах, иногда на склонах или у подножий гор в местах избыточного увлажнения, на выходах ключей, а также в заболачивающихся озерах и поймах рек. Торфяники залегают непосредственно на различных породах палеозоя или же отделяются от них аллювиальными песчано-глинистыми отложениями антропогена. Площади торфяников незначительные — до 1—5 км<sup>2</sup>. Торфяники преимущественно переходного и низинного типов, лишь на Северном и Среднем Урале до 7% торфяников относится в верховому типу.

Мощность торфяников колеблется в широких пределах — от 1,5 до 8 м. Наиболее мощные торфяники образуются при заболачивании озер. Залежи сложены преимущественно древесными разновидностями торфа в различных комбинациях с осоково-сфагновыми, сфагновыми переходными или же осоково-гипновыми и тростниково-осоковыми торфами.

**Зауральская зона** торфообразования начинается с увалистой части восточного склона Урала, т. е. приблизительно от меридиана 60°. Увалы на востоке постепенно переходят в зауральскую часть Западно-Сибирской низменности, а на юго-востоке и юге — в Зауральскую равнину, в свою очередь переходящую в степи Тургая и Оренбуржья. В западной увалистой части зоны, отличающейся значительной расчлененностью рельефа, абсолютные отметки колеблются от 250 до 360 м, а в равнинной, более сглаженной восточной части — от 100 до 175 м при общем постепенном понижении на восток.

Геоморфологическое строение Зауральской зоны весьма благоприятно для торфообразования, особенно в северо-восточной части, в которую входит юго-западная окраина Западно-Сибирской низменности, являющейся гигантской областью современного торфообразования. Плоский рельеф с обширными водораздельными пространствами и слабым стоком поверхностных и подземных вод, широкие хорошо разработанные долины рек, многочисленные бессточные западины и мелководные озера создают здесь условия для формирования крупных торфяных массивов площадью от 10—50 до 100 км<sup>2</sup> и более. В западной увалистой части зоны в связи с расчлененностью рельефа развиваются торфяники меньших размеров — 5—10 км<sup>2</sup> и как исключение до 50 км<sup>2</sup>.

Наиболее высокая заторфованность (14,3%) отмечается в северной части Зауральской зоны до 58° с. ш. Несколько южнее, не доходя до южной границы Свердловской области, заторфованность снижается в западной части до 6,7%, а в восточной до 2,6%. В южной части зоны (в Челябинской и Курганской областях) происходит дальнейшее снижение заторфованности с постепенным исчезновением ее в Тургайских и Оренбургских степях.

Для северной части Зауральской зоны характерно развитие торфяников верхового и переходного типов (до 54% от общей площади торфяных массивов). С продвижением на юг начинают преобладать низинные торфяники. Ложем торфяников в западной увалистой части зоны являются преимущественно разнообразные породы палеозоя, в восточной равнинной части ее — песчано-глинистые палеоген-неогеновые и антропогенные отложения.

В северной и северо-западной частях зоны верховые водораздельные торфяники имеют обычно простое строение и на всю мощность сложены фускум-торфом, подстилаемым слоем осокового и осоково-гипнового торфа. Низинные залежи сложены в основном осоково-гипновыми, осоково-сфагновыми и древесно-осоковыми видами низинных торфов. Залежи торфяников переходного типа сложены древесно-осоковыми, древесно-сфагновыми, осоково-сфагновыми переходными торфами. Залежи переходного типа обычно подстилаются низинными торфами. Для озерного торфообразования характерно отложение низинных торфов с преобладанием тростниково-осоковых разностей. В донной части озерных торфяников часто наблюдается слой сапропеля до 2,85 м. Образование сапропелей в ряде заболачивающихся озер происходит и в настоящее время.

Мощность торфяников в северной и западной частях Зауральской зоны достигает 6—8 м, в южной и юго-восточной она колеблется от 1,3 до 2,2 м и в отдельных торфяниках до 4,5 м.

Качество торфов Уральской торфяной провинции отличается значительной пестротой. Степень разложения колеблется от 15 до 65% и обычно возрастает с глубиной торфяников. Зольность торфов также колеблется в широких пределах — от 2 до 45%. Наименее зольными являются торфа, составляющие выпуклые сфагновые шапки верховых торфяников, зольность их не превышает 5—6%. Зольность древесных разностей торфов обычно колеблется от 8 до 15%. Зольность низинных торфов наиболее высокая (особенно тростниково-осоковых разностей) и достигает 30%. Более высокая зольность возникает при минеральном засорении торфов солями железа или кальция, а также песчано-илистым материалом. Засорение торфов песчано-илистыми осадками наиболее характерно для торфяников Оренбургской области, где зольность торфов особенно высокая. Здесь нередки полупогребенные торфяники, которые в остальных частях Урала не наблюдаются.

### НЕФТЬ И ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

В 1929 г. в Верхнечусовских Городках на р. Чусовой была открыта промышленная нефть. До этого события вопрос о поисках нефти на западном склоне Урала и в Пермском и Свердловском Приуралье никем не ставился. Даже в капитальных сводках по десятиверстным геологическим исследованиям, составленных в конце XIX в. геологами П. И. Кротовым, А. С. Краснопольским, А. А. Штукенбергом и в 1928 г. Н. Г. Кассиным, среди полезных ископаемых не было и упоминаний о нефти и горючих газах.



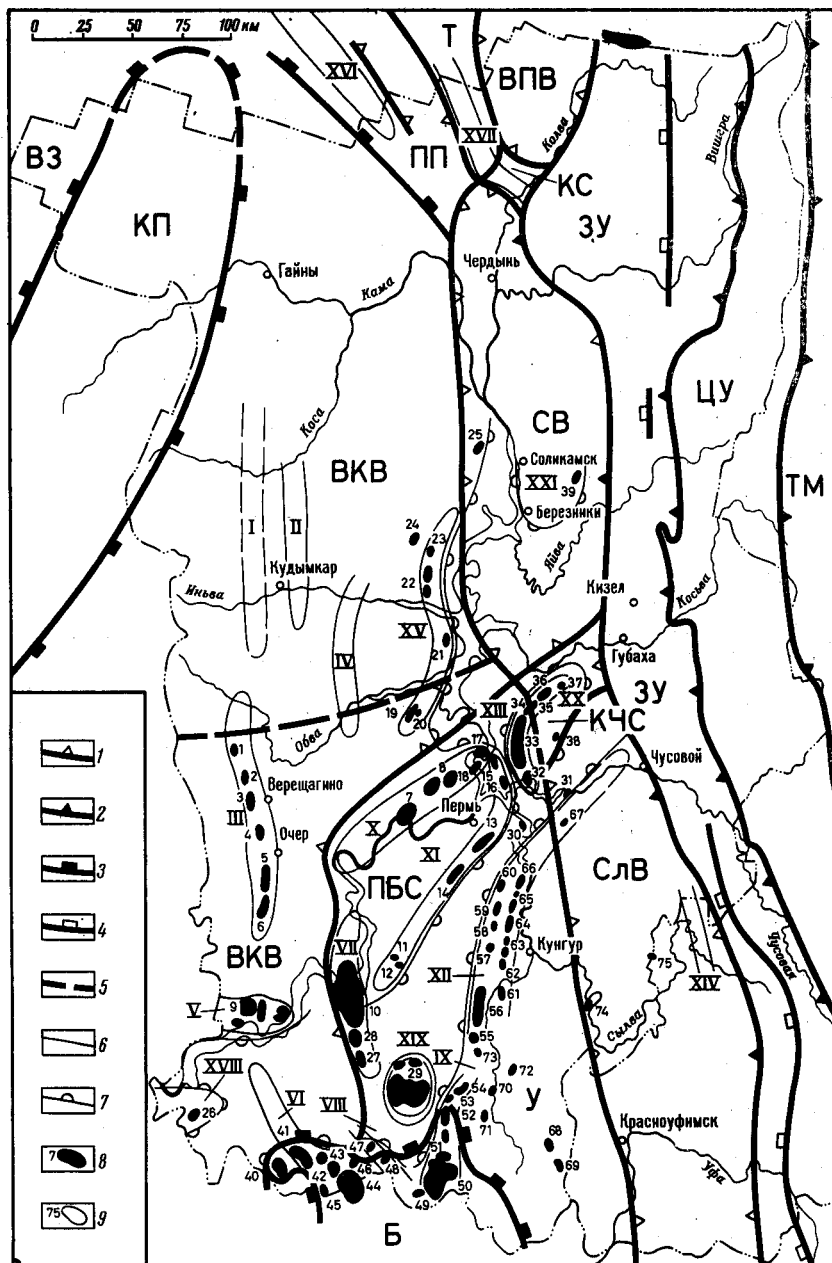


Рис. 34. Схематическая карта месторождений нефти и газа в Пермском Приуралье

1—7 — границы структур: 1 — сводов, впадин и седловин по кровле артинского яруса, 2 — мегаструктур Урала, 3 — погребенных макроформ, 4 — распространения нижнепермских моласс, 5 — намечающегося разлома фундамента, 6 — валов и мезокуполов, 7 — Камско-Кинельских прогибов; 8—9 — месторождения: 8 — нефтяные и газонефтяные, 9 — газовые.

Структуры восточной части Русской платформ (индексы на карте): ВЗ — Вятская зона, ВКВ — Верхнекамская впадина, КП — Коми-Пермяцкая погребенная макробрахиантиклиналь, ПП — Предтиманский прогиб, Т — Тиманская гряда (антеклиза), ПБС — Пермско-Вашкирский свод, Б — Башкирский макрокупол, У — Уфимский макробрахиантиклиналь. Структуры Предуральяского прогиба: ВПВ — Верхнепечорская мегавпадина, КС — Колвинская седловина, СВ — Соликамская впадина, КЧС — Косвинско-Чусовская седловина, СЛВ — Сылвинская впадина, ЗУ — Западно-Уральская зона складчатости, ЦУ — Центрально-Уральское поднятие, ТМ — Тагильско-Магнитогорский прогиб. В алы: I — Кочевский, II — Ку-

Некоторые исследователи отмечали кое-какие битумопроявления, но не придавали им должного значения. Так, малоизвестным и неопределенным было указание управляющего горными заводами на Урале в 1723—1733 гг. В. И. Генина о том, что на р. Вишере «... в горе находится в подобие густого дехтя, или яко невь». В описании обнажений А. А. Краснопольский указывал на присутствие примазок смолистого вещества в верхнедевонских известняках на р. Косье у Губахи и в ноздреватых известняках (туйская пачка) кунгурского возраста на правом берегу р. Камы ниже с. Хохловки.

Первое месторождение нефти в Пермской области, т. е. в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, открыто под руководством П. И. Преображенского при поисках калийных солей в Верхнечусовских Городках. После того как скважина прошла соленосные породы и в ней не оказалось калийных солей, была поставлена задача продолжить бурение с целью изучения нижнепермских и каменноугольных отложений и определить глубину залегания угленосной толщи нижнего карбона. В апреле 1929 г. были вскрыты нефтеносные органогенные брахиоподово-мшанковые известняки артинского возраста. Впервые в СССР здесь обнаружен новый тип залежи, приуроченный к погребенному рифовому массиву известняков. Здесь, впервые в Волго-Уральской провинции, 15 августа 1929 г. началась добыча нефти (Трофимук, 1957). Открытие промышленной нефти в Верхнечусовских Городках имело большое государственное значение, так как послужило толчком для разведок между Уралом и Волгой и привело к открытию одной из крупнейших нефтегазоносных провинций СССР.

За 42 года (1929—1971 гг.) поисково-разведочными работами выявлено 78 месторождений нефти и горючих газов в Пермской и 1 (Сухо-реченское) в Свердловской области. Большинство месторождений нефти мелкие (извлекаемые запасы менее 10 млн. т). Четыре месторождения крупные (свыше 50 млн. т нефти): Ярино-Каменноложское, Осиновское, Павловское и Батырбайское. На 1/1 1972 г. в эксплуатации находится 20 месторождений.

Добыча нефти в Пермской области возросла с 2,1 тыс. т в 1929 г. до 16927 тыс. т в 1971 г. Добыча попутного газа возросла с 1 млн. м<sup>3</sup> в 1943 г. до 1560 млн. м<sup>3</sup> в 1971 г.

Все открытые месторождения находятся в Пермском Приуралье, характеризующемся платформенным строением (рис. 34). Большинство месторождений установлено на Пермско-Башкирском своде, в Верх-

дымкарский, III — Верещагинский, IV — Воскресенский, V — Княгопский, VI — Куединский, VII — Осинский, VIII — Дубовогорский, IX — Чернушинский, X — Краснокамско-Полазнийский, XI — Лобановский, XII — Вельянский, XIII — Каменноложский, XIV — Шамарский, XV — Майковский, XVI — Северо-Кельтменский и XVII — Ксенофонтовско-Колвинский.

Мезокупола и купола: XVIII — Шумовский, XIX — Батырбайский, XX — Яринский и XXI — Березниковский.

Месторождения: 1 — Сивинское, 2 — Неждановское, 3 — Верещагинское, 4 — Травнинское, 5 — Очерское, 6 — Черновское, 7 — Краснокамское, 8 — Северокамское, 9 — Ножовское, 10 — Осинское, 11 — Рассветовское, 12 — Маячное, 13 — Лобановское, 14 — Козубаевское, 15 — Межевское, 16 — Талицкое, 17 — Полазнийское, 18 — Демидковское, 19 — Васильевское, 20 — Кузьминское, 21 — Черновское, 22 — Майковское, 23 — Верхнепожвинское, 24 — Тукачевское, 25 — Касибское, 26 — Шумовское, 27 — Тулвинское, 28 — Елпачихинское, 29 — Батырбайское, 30 — Сыдвинское, 31 — Верхнечусовское, 32 — Шалашинское, 33 — Ярино-Каменноложское, 34 — Кухтымское, 35 — Верхне-Добрянское, 36 — Ольховское, 37 — Истокское, 38 — Баркмоское, 39 — Бельское, 40 — Москудьянское, 41 — Гожанское, 42 — Красноярское, 43 — Быркинское, 44 — Куединское, 45 — Гондыревское, 46 — Аряжское, 47 — Дубовогорское, 48 — Степановское, 49 — Этышское, 50 — Павловское, 51 — Березовское, 52 — Таныпское, 53 — Красногорское, 54 — Аспинское, 55 — Сосновское, 56 — Мазунинское, 57 — Троельжданское, 58 — Лазуковское, 59 — Кукуштанское, 60 — Обливское, 61 — Вельяское, 62 — Лужковское, 63 — Ергачинское, 64 — Кыласовское, 65 — Ожгинское, 66 — Елкинское, 67 — Комарихинское, 68 — Дороховское, 69 — Каменское, 70 — Уинское, 71 — Тартинское, 72 — Чайкинское, 73 — Кулигинское, 74 — Бруснянское, 75 — Кордонское

некамской впадине и Предуральском прогибе, в том числе и единственное мелкое газовое. В гидрогеологическом отношении основная часть рассматриваемого Приуралья относится к Волго-Камскому артезианскому бассейну и небольшая (Верхне-Печорская впадина) — к Печорскому.

### **Особенности геологического разреза Приуралья и его нефтегазоносность**

На большей части Пермского и Свердловского Приуралья фундаментом является беломорско-карельский кристаллический комплекс (гнейсы, гранито-гнейсы, амфиболиты). Он вскрыт всего восемью скважинами на отметках минус 1650—3021 м. Начиная с Тиманской гряды и севернее фундамент байкальский, состоящий из кварцитовидных песчаников, глинистых сланцев, известняков и доломитов. В породах фундамента в Пермском Приуралье нефтегазопроявлений не встречено.

Осадочный чехол Приуралья на беломорско-карельском фундаменте имеет мощность от 1,8 до 8 км (П. А. Софроницкий, 1967 г.). В нем выделяются пять структурных этажей: рифейский, вендский, эйфельско-триасовый, юрско-меловой и кайнозойский. Структурные этажи выделены с учетом смены формаций, изменения структуры и перерывов в осадконакоплении. На площади развития байкальского фундамента мощность осадочного чехла от 0 до 3 км.

**Рифейский этаж** (нижнебавлинская серия) развит там, где беломорско-карельский фундамент сильно опущен и мощность осадочного чехла более 3 км. Слагается он серыми и розоватыми песчаниками и доломитами; встречается дайки габбро-диабазов и прослойки щелочных ультраосновных пород. Мощность по геофизическим исследованиям до 5 км. Нефтенасыщение встречено в песчаниках и в одном случае в доломитах (примазки нефти по трещинам). Наибольшие нефтепроявления отмечены в песчаниках верхов рифейского комплекса. На приток нефти испытывались две скважины (Танышское и Батырбайское месторождения); получена только минерализованная вода в небольшом количестве. Нефтенасыщенные песчаники имели пористость от 4,5 до 20,4%, проницаемость всего от 0,1 до 35,7 мд.

**Вендский этаж** (верхнебавлинская серия) состоит из переслаивания зеленовато-серых и темно-серых полимиктовых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Для пород верхней части характерно преобладание красновато-коричневой окраски. Мощность комплекса — 0—1100 м. В нижней части вендского комплекса (каировская свита) на 11 разведочных участках встречены нефтенасыщенные песчаники и алевролиты, причем наиболее существенные на Сивинском месторождении. Здесь мощность нефтенасыщенных песчаников — 57,5 м. Пористость их 7,2—13,3%, проницаемость до 170 мд. При испытании получен слабый приток тяжелой (0,955) малосернистой (0,33% серы) нефтеновой нефти.

**Эйфельско-триасовый** структурный этаж на площади беломорско-карельского фундамента достигает мощности 1,8—3,5 км, на байкальском фундаменте 0—3 км. Этаж распадается на восемь литологических комплексов. Из них шесть нижних содержат промышленные залежи нефти; газонефтяные и газовые залежи встречены только в четырех комплексах.

Эйфельско-кыновский карбонатно-терригенный комплекс в полных разрезах мощностью до 200 м расчленяется на эйфельский, живетский ярусы, пашийский и кыновский горизонты франского яруса. В верхах эйфельского яруса (койвинский и бийский горизонты) распространена пачка известняков и доломитов. В песчаниках эйфельского

яруса встречаются единичные нефтепроявления. Более часты они в карбонатных породах, особенно в складках Западно-Уральской зоны складчатости.

Живетско-кыновская часть комплекса, включающая живетский ярус, пашийский горизонт, большую часть кыновского горизонта франского яруса, слагается кварцевыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами с маломощными прослоями доломитов и известняков. Мощность толщи от нескольких до 100 м, чаще 90—100 м. В данной толще на Пермско-Башкирском своде установлено 18 залежей нефти на 18 месторождениях (табл. 6), приуроченных к песчаникам и алевролитам. Песчано-алевролитовые пласты в нефтепромысловой практике именуются:  $D_0$  — кыновского горизонта,  $D_I$  — пашийского горизонта и  $D_{II}$  — живетского яруса (Абрикосов, 1963, 1968).

Пористость алевролитопесчаных пород в Предуральском прогибе равна 4—14%, западнее — от единиц до 20—31%, а проницаемость соответственно до 30 мд и от 10 до 1110 мд. Типы залежей пластово-сводовые ( $D^I$  — Елпачихинское, Тулвинское месторождения), структурно-литологические ( $D_I$  — Гожанское, Куединское месторождения и др.) и литологические ( $D_0$  — Чайкинское, Полазинское месторождения и др.).

Нефть живетско-кыновской толщи метановая, плотность ее 0,826—0,945, содержание серы 0,51—4,15%, газонасыщенность 25—80 м<sup>3</sup>/т. Наиболее легкие (плотность 0,829—0,857) и менее сернистые (0,61—0,68% серы) нефти находятся в северной части Пермско-Башкирского свода; самые тяжелые (плотность 0,895) и сернистые (2,43% серы) — на Тулвинском месторождении (табл. 7). В целом для нефтей живетско-кыновской толщи отмечается уменьшение плотности и содержания серы с запада на восток.

За пределами Пермско-Башкирского свода нефтепроявления в живетско-кыновской толще обнаружены в виде пропитки песчаников и алевролитов в Верхнекамской впадине на Кудымкарском и Верещагинском валах и на Ножовском месторождении. В Предуральском прогибе нефтепроявления констатированы у г. Березники (опорная скважина), на Ольховском месторождении. В складках Западно-Уральской зоны складчатости в обнажениях по рекам Косьве, Усьве и Вильве в песчаниках наблюдаются участки, пропитанные битумом. В скважинах близ г. Губахи встречены кварцевые песчаники, участками пропитанные нефтью (Гедройц, Софроницкий, 1941).

Саргаевско-кизеловский карбонатный комплекс охватывает стратиграфический интервал от подошвы саргаевского горизонта до кровли турнейского яруса. Он слагается известняками и доломитами. В пределах Камско-Кинельских прогибов в франском и фаменском ярусах распространены глинистые и битуминозные породы, в турнейском ярусе — мощные пачки аргиллитов и на западном склоне Урала — песчаников. Наибольшая мощность комплекса (до 500—700 м) установлена на бортах Камско-Кинельских прогибов; в депрессионной части этих впадин она уменьшается до 330—450 м. Минимальная мощность на северо-западе Пермской области — несколько десятков метров. Местами комплекс вследствие предвизейского размыва выпадает из разреза.

В части комплекса, относящейся к верхнему девону, встречена лишь единственная залежь нефти, приуроченная к фаменским известнякам (на Дороховском месторождении). Здесь мощность нефтенасыщенных известняков — около 15 м. Приток нефти до 7,3 т/сут. Нефть с плотностью 0,866—0,881, серы в ней 1,49—1,84%. Небольшие притоки нефти с водой из фаменских отложений получены на Аспинском месторождении.







гибе до 7—10%, а западнее — до 12—18%. При бурении встречены участки с высокой проницаемостью, характеризующиеся катастрофическим поглощением бурового раствора (Краснокамское, Шумовское, Осинское месторождения). В благоприятных структурных условиях такие зоны должны содержать высокопродуктивные залежи нефти.

Верхняя часть кыновско-кизеловского карбонатного комплекса, относящаяся к турнейскому ярусу, является регионально нефтеносной. Слагается она известняками, в различной степени доломитизированными, мощностью от 0 до 300 м. Местами известняки пористые, кавернозные и трещиноватые. Пористость в образцах обнажений западного склона Урала всего до 3%. К западу от Предуральского прогиба по керну она сильно меняется — от единиц до 25,6%; максимальная проницаемость 1578 мд.

В турнейской карбонатной толще открыты 24 нефтяные залежи (см. табл. 7). 19 залежей находятся на площади Пермско-Башкирского свода, 4 — в Верхнекамской впадине и 1 — в Предуральском прогибе. Типы залежей массивные сводовые (структурных выступов). Залежи нефти, установленные в турнейской карбонатной толще, приурочены к месторождениям с промышленными залежами в визейском терригенном комплексе.

Физико-химические свойства  
(данные исследований под

Месторождение	Геологический возраст коллектора	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Вязкость кинематическая при 20° С, сст	Содержание, вес. %					Давление, ат	
				S	N	Смоли силикагелевые	Асфальтены	Парафин	пластовое	насыщения
Краснокамское	<i>P<sub>1</sub>fl</i>	0,938	371	2,57	—	19,05	4,31	2,0	—	—
	<i>P<sub>1</sub>a</i>	0,949	23,5	4,64	0,22	12,37	8,75	1,6	30	30
Верхнечусовское										
Шумовское	<i>P<sub>1</sub>s</i>	0,924	189,2	3,24	0,42	27,08	6,78	2,9	55	≥ 40
Батырбайское	<i>C<sub>2</sub>ks</i>	0,871	20,7	2,25	0,28	16,84	18,9	5,08	96	≥ 72,5
Полазнинское	<i>C<sub>2</sub>vr</i>	0,835	7,38	0,91	—	7,61	0,52	5,5	~ 110	80,1
Гожанское	<i>C<sub>2</sub>vr</i>	0,922	14,1	3,33	0,38	—	4,5	—	99	—
Очерское	<i>C<sub>2</sub>vr</i>	0,839	8,18	0,77	0,20	9,0	1,23	4,82	130	46
Ярино-Каменоложское	<i>C<sub>2</sub>b—C<sub>1</sub>n</i>	0,824	5,25	0,64	0,12	6,5	0,21	5,4	137	≥ 132
Осинское	<i>C<sub>2</sub>b—C<sub>1</sub>sr</i>	0,883	23,91	2,66	0,25	16,34	2,87	4,48	118	105
Сивинское	<i>C<sub>2</sub>b</i>	0,900	125,9	1,87	0,33	16,2	9,4	4,62	135	105—110
Ножовское	<i>C<sub>2</sub>b</i>	0,887	58,29	2,29	0,25	38	12,3	5,42	118	95
Бельское	<i>C<sub>1</sub>tl</i>	0,814	36,1	0,23	0,23	3,72	—	4,70	239	239
Ярино-Каменоложское	<i>C<sub>2</sub>js</i>	0,815	4,74	0,53	0,11	6,6	0,23	6,2	170	≥ 161
Ножовское	<i>C<sub>1</sub>js</i>	0,908	91,59	3,25	0,33	38	7,2	4,66	161—165	95—115
Павловское	<i>C<sub>1</sub>js</i>	0,883	25,92	2,10	0,29	16,86	4,29	4,0	146	101
Ольховское	<i>C<sub>1</sub>mn</i>	0,862	12,99	1,08	0,25	11,02	1,04	6,3	190	≥ 124
Ярино-Каменоложское	<i>C<sub>1</sub>t</i>	0,825	5,49	0,65	0,11	7,4	0,42	5,2	172	~ 136
Ножовское	<i>C<sub>1</sub>t</i>	0,922	176,7	3,88	0,3	63,7	5,4	3,91	159	95—101
Дороховское	<i>D<sub>3</sub>km</i>	0,875	17,05	1,63	0,37	9,9	2,21	3,48	210	109
Полазнинское	<i>D<sub>3</sub>ps</i>	0,829	6,78	0,65	—	4,8	0,13	5,4	—	—
Тулвинское	<i>D<sub>3</sub>ps</i>	0,895	38,9	2,43	0,37	—	23,9	4,1	227	110
Гожанское	<i>D<sub>2</sub>gv</i>	0,884	29,8	1,82	0,32	16,03	5,23	3,5	200	98
Гожанское	<i>Pt<sub>3</sub></i>	0,889	30,26	1,79	0,32	9,55	5,95	3,5	200	98
Сивинское		0,955	—	0,32	0,37	19,6	8,95	0,95	—	—

Нефти открытых залежей метановые, плотность их от 0,817 до 0,938, серы от 0,55 до 4%. По физико-химическим свойствам они близки к таковым из визейской терригенной толщи и отличаются лишь некоторым увеличением плотности и содержания серы. Наблюдается уменьшение плотности и содержания серы с запада на восток.

Интенсивные нефтепроявления в пределах складчатого Урала встречаются в турнейских известняках в шахте им. Ленина в г. Кизеле и в шахте «Капитальная» 2 близ ст. Половинка и др. Несмотря на небольшую глубину (362—455 м от поверхности земли), нефть оказалась легкой и малосернистой. В шахте им. Ленина на глубине 800 м встречена нефть с плотностью 0,787 и содержанием серы 0,03%. Общий дебит нефти в забое квершлага достигал 3—5 м³/сут. За пределами указанных шахт в обнажениях западного склона Урала в карбонатной турнейской толще распространены небольшие включения твердого битума. За пределами залежей, открытых в Приуралье, установлены лишь нефтепроявления.

Визейский терригенный комплекс включает малиновский и яснополянский надгорizontы. Последний расчленяется на бобриковский и тульский горизонты. На западном склоне Урала рассматриваемый комплекс выделяется под названием западноуральского горизонта (уг-

Таблица 7

нефтей Пермской области  
руководством Н. А. Пьянкова)

Газо- вый фактор, м³/т		Вскипает (объем. %) при температуре		Попутный газ							Удельный вес газа (по возду- ху)	Теплота сгорания, ккал/м³
		200° С	300° С	Содержание, объем. %								
				H <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub> + ред- кие	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>		
—	8	25	2,2	71,6	20,7	5,5				—	—	
24	28	42	0,4	7,8	62,0	15,2	9,7	3,2	1,7	0,837	10 390	
≥4	13	33,5	0,6	56,0	8,9	10,3	11,3	10,0	3,0	0,945	6 700	
≥56,5	25	46	3,1	20,6	63,3	9,4	2,4	0,9	0,3	0,755	7 200	
65	29	49	0,7	50,6	15,6	7,8	8,0	5,2	4,6	1,068	6 920	
37	25,5	46	0,7	29,6	15,3	20,6	20,6	9,4	3,4	1,189	11 000	
>27	31	52	0,3	18,4	13,0	23,3	27,3	17,7		1,289	14 800	
<125	34	56	1,0	14,0	34,2	23,8	14,9	5,3	1,3	1,049	11 850	
24	23	44	0,7	35,6	17,9	13,5	18,7	10,8	4,1	1,191	—	
16	15	37	0,9	70,7	5,4	6,0	9,2	5,6	2,1	1,101	5 300	
16,8	24	48	1,7	56,8	8,5	10,8	14,0	6,0	0,9	1,123	7 300	
367	38	62	0,3	7,0	46,0	21,0	14,5	5,4	1,6	1,013	—	
≥159	36	57	1,1	15,7	35,2	22,4	15,5	6,3	2,3	1,039	11 300	
12	18	37	0,7	63,1	8,6	4,6	11,2	7,6	3,5	1,146	7 000	
64	22	42	0,5	12,9	48,4	14,7	13,8	6,7	3,0	0,972	11 400	
≥114	26	44	0,2	4,6	53,8	18,9	13,0	4,4	1,1	0,949	—	
155	35,5	58	0,9	15,8	35,0	20,3	15,4	8,3	4,1	1,077	12 342	
10—12	14	34	2,0	69,6	9,8	6,3	5,8	4,6	1,9	1,051	4 500	
74,5	26	48	0,4	11,0	38,0	17,7	19,0	5,9	1,2	1,073	12 900	
20—25	31	52	—	42,2	29,8	11,9	10,3	4,4	1,4	1,053	7 700	
44,7	22	50	0,4	15,2	41,2	19,0	18,5	3,8	0,8	0,954	—	
46	21	39	—	17,2	37,5	16,0	17,8	6,1	2,6	1,020	11 440	
46	17	37	—	17,8	38,3	14,0	17,8	7,9	3,8	1,059	11 900	
—	6	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

леносная толща). Состоит он из переслаивания кварцевых песчаников, алевролитов, аргиллитов с прослоями каменного угля и незначительными прослойками известняков в подошве и кровле. Максимальная мощность 100—280 м (в Камско-Кинельских прогибах). К северо-западу и юго-востоку от этих прогибов мощность резко уменьшается до нескольких десятков метров, и на некоторых площадях толща полностью выпадает из разреза (Ксенофоновско-Колвинский вал, Ксенофоновское поднятие). Суммарная мощность песчаников и алевролитов находится в прямой зависимости от мощности комплекса. В Камско-Кинельских прогибах она достигает 60 м, уменьшаясь в стороны от прогибов до полного выклинивания (Коми-Пермяцкая погребенная макробрахиантиклиналь).

Визейский терригенный комплекс содержит 101 нефтяную, 6 газонефтяных и 2 газовые залежи в 58 месторождениях; 42 месторождения находятся на Пермско-Башкирском своде, 8 — в Верхнекамской впадине и 8 — в Предуральском прогибе. Залежи нефти и газа приурочены к песчаникам и алевролитам. В нефтепромысловой практике выделяются проницаемые пласты (сверху вниз): Т<sub>1</sub> и Т<sub>2</sub> в тульском горизонте, Б<sub>61</sub> и Б<sub>62</sub> — в бобриковском, Мл — в малиновском надгоризонте. Наиболее выдержанные и мощные песчаные и алевролитовые пласты отмечаются в бобриковском горизонте. Коллекторские свойства алевролитово-песчаных пород наилучшие в западных складках Урала, где средняя пористость песчаников менее 7%. В западном направлении происходит увеличение пористости и проницаемости песчаных пород. В районе г. Перми средняя пористость достигает 15% и средняя проницаемость 300—350 мд. Отдельные пласты имеют пористость до 32,5% и проницаемость до 2800 мд.

Большинство залежей нефти визейской терригенной толщи относится к пластово-сводовому типу (Ярино-Каменноложское, Лобановское, Батырбайское, Ножовское и другие месторождения). Встречаются также структурно-литологические (Москудьинское, Гожанское и другие месторождения) и литологические залежи (Сылвинское месторождение). Режим залежей упруговодонапорный, реже — смешанный с режимом растворенного газа. Заполнение структурных ловушек в залежах различно: максимальное на Ярино-Каменноложском, Таныпском, Троельжанском и Кузьминском месторождениях.

Нефти в залежах визейской терригенной толщи метановые, плотность 0,804—0,926, содержат 0,38—3,53% серы, газонасыщенность от 10 до 350 м<sup>3</sup>/т. Изменения в составе нефтей подчиняются общей закономерности, установленной Н. А. Пьянковым (1967), состоящей в уменьшении плотности, содержания серы, смол, увеличении газонасыщенности и уменьшении содержания растворенного в газах азота на восток.

Восточнее линии Ярино-Каменноложское — Лазуковское месторождения нефтяные залежи часто содержат газовые шапки и по сути дела являются газонефтяными. Газовые залежи, приуроченные к бобриковским песчаникам, открыты на Комарихинском и Бруснянском месторождениях. На первом дебит газа 250 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а на втором — 107 тыс. м<sup>3</sup>/сут с конденсатом 10 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Газ содержит 78,8% метана и 5,8% азота и редких (табл. 8).

За пределами месторождений нефтепроявления в визейской терригенной толще развиты широко. Известны они и в западных складках Урала к западу от городов Кизела и Губахи.

Визейско-башкирский карбонатный комплекс включает окский и серпуховский надгоризонты визейского яруса, намюрский и башкирский ярусы. Он слагается известняками и доломитами. Выдержан-

Таблица 8

Физико-химические свойства газов, газовых шапок и газовых залежей  
(данные исследований под руководством Н. А. Пьянкова)

Месторождение	Геологический возраст коллектора	Номер скважины	Давление пластическое, ат	Удельный вес газа (по воздуху)	Состав газа, молн. %						Теплота сгорания, ккал/м <sup>3</sup>
					CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> -C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	N <sub>2</sub> +редкие	H <sub>2</sub> S+CO <sub>2</sub>	He	
Верхнечусовское	P <sub>1a</sub>	58	30	0,676	78,9	6,6	3,7	10,2	0,6	0,077	8300
Кордонское	P <sub>1a+s</sub>	21	171	0,672	78,1	11,6	5,3	4,5	0,5	0,008	9030
Батырбайское	C <sub>2pd</sub>	79	97	0,793	59,9	9,0	7,7	23,3	0,1	0,107	—
Батырбайское	C <sub>2kš</sub>	17	102	0,772	57,4	7,8	4,8	26,9	Нет	0,117	—
Павловское	C <sub>2kš</sub>	278	102	0,719	70,6	7,2	4,7	17,3	0,2	0,159	—
Куединское	C <sub>2kš</sub>	29	98	0,869	34,0	5,9	4,4	55,7	Нет	0,18	—
Батырбайское	C <sub>2vr(b<sub>1</sub>)</sub>	79	—	0,783	55,8	7,2	4,8	32,1	0,1	0,116	—
Павловское	C <sub>2vr(b<sub>3</sub>+b<sub>4</sub>)</sub>	281	—	0,709	70,7	7,2	3,9	18,2	0,5	0,13	—
Яринское	C <sub>2b</sub>	138	—	0,865	33,7	7,7	3,8	54,2	0,6	0,077	—
Кыласовское	C <sub>2b</sub>	3	132	0,682	77,6	7,4	3,6	10,9	0,5	0,097	—
Ожгинское	C <sub>1tl</sub>	20	173	0,688	79,8	6,9	4,3	7,3	1,7	0,087	—
Кыласовское	C <sub>1tl</sub>	17	171	0,795	71,6	7,5	11,3	8,1	1,5	0,177	—
Елкинское	C <sub>1bb</sub>	25	—	0,696	79,5	6,5	5,3	7,0	1,7	0,090	—
Бруснянское	C <sub>1bb</sub>	22	—	0,705	78,8	9,1	5,8	5,8	0,5	0,106	—

ные прослои и пачки глинистых пород отсутствуют. Мощность — от 60 до 500 м, наименьшая на Коми-Пермяцкой погребенной макробрахиантиклинали и максимальная — в юго-восточной части Пермской области и близ южной границы Свердловской области.

Регионально нефтеносным является башкирский ярус (Сухаревич, Ощепков, 1966), в котором выявлено 34 нефтяных залежи и 8 газонефтяных, из них на Пермско-Башкирском своде 29, в Верхнекамской впадине 11 и в Предуральском прогибе 2. Коллекторами для нефти являются пористые и трещиноватые, иногда водорослевые известняки и доломиты. Пористость их колеблется от 1 до 29%, средняя в залежах 8,4—15% и проницаемость 10—1500 мд. Пористость уменьшается при приближении к складчатому Уралу. Все открытые залежи относятся к типу массивных сводовых. Обычная высота залежей от 10 до 45 м. В Ярино-Каменноложском и Осинском месторождениях высота залежей превышает мощность башкирского яруса и нефтенасыщенными становятся намюрские карбонатные породы (Ярино-Каменноложское), а также серпуховский надгоризонт (Осинское месторождение).

Плотность нефти башкирского яруса 0,818—0,937, содержание серы — 0,64—3,5%, газонасыщенность — 20—150 м<sup>3</sup>/т, количество азота в газе — 14—57%. В целом изменение свойств нефтей подчинено общей закономерности, наиболее четко проявляющейся в терригенном визейском комплексе: происходит увеличение плотности, содержания серы и азота в попутных газах с одновременным уменьшением газонасыщенности с востока на запад. Эта закономерность хорошо выдерживается на юге области; для площади Верещагинского вала замечается отклонение, что может быть объяснено значительной глубиной залегания и большой метаморфизацией поднефтяных вод.

Верейско-подольский терригенно-карбонатный комплекс включает верейский, каширский и нижнюю часть подольского горизонта московского яруса. Комплекс слагается переслаивающимися извест-



няками, доломитами, мергелями и аргиллитами. Аргиллитов больше в нижней части толщи, а доломитов — в верхней. Мощность комплекса от 100 до 230 м.

В верейско-подольском комплексе выявлено 25 месторождений: 20 на Пермско-Башкирском своде и 5 в Верхнекамской впадине. На этих месторождениях установлено 52 залежи, из них 34 нефтяных, 13 газонефтяных и 5 газовых. Коллекторами являются известняки и доломиты. Пористость и проницаемость их изменяются в широких пределах: пористость от 1 до 30%, средняя обычно менее 10%, проницаемость от 1 до 2000 мд, средняя проницаемость пластов ниже 200 мд; наилучшие коллекторские свойства у фораминиферовых известняков. В нефтепромысловой практике выделяются следующие проницаемые пласты (сверху вниз): Пд — подольский, К<sub>0</sub>, К<sub>1</sub> — в каширском горизонте; В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub> — в верейском горизонте. Основные продуктивные пласты — В<sub>3</sub> и В<sub>4</sub> (Ощепков, 1967).

Выявленные залежи нефти и газа относятся к пластово-сводовому типу. Вблизи водонефтяного контакта проницаемость коллекторов обычно резко ухудшена, что объясняется окислением нефти. Это явление приводит к запечатыванию залежей и возникновению режима растворенного газа.

Плотность нефтей верейско-подольской толщи — 0,825—0,929, серы в них 0,58—3,33%, газонасыщенность — 9—60 м<sup>3</sup>/т. С запада на восток плотность верейско-подольских нефтей уменьшается, они становятся менее сернистыми и более газонасыщенными. Более четко это изменение выражено на юге Пермской области, а на широте Перми на площади Верещагинского вала наблюдается отклонение. Здесь происходит увеличение плотности нефти и содержания в ней серы в северном направлении. По сравнению с нефтями башкирского яруса отмечается уменьшение плотности и содержания серы на Очерском, Павловском, Краснокамском, Северокамском месторождениях, а на Таныпском и Мазунинском, наоборот, увеличение, что связано с изменением метаморфизации поднефтяных вод.

Газонефтяные и газовые залежи в верейско-подольской толще выявлены в месторождениях Куединского, Батырбайского, Чернушинского и Веслянского валов. Газ газовых шапок и газовых залежей содержит 55—73% метана и 13—32% азота. За пределами открытых залежей широко известны нефтегазопроявления (район г. Чердыни, Кудымкарский вал и др.).

Подольско-филипповский карбонатный комплекс имеет верхнюю границу, скользящую относительно стратиграфических подразделений. Непосредственно западнее Предуральского прогиба в данный комплекс входит большая часть подольского и мячковский горизонты московского яруса, верхний отдел карбона, ассельский, сакмарский и артинский ярусы и филипповский горизонт кунгурского яруса нижней перми. К востоку от западной границы Предуральского прогиба кровля комплекса сначала опускается в подошву кунгура, затем на меридиане г. Чусового уже проходит по кровле сакмарского яруса, а еще восточнее и южнее (в Свердловской области) — близ кровли среднего карбона. Западнее линии Куеда — устье р. Косы верхнее ограничение комплекса с кровли филипповского горизонта переходит сначала в подошву артинского яруса, а затем в подошву сакмарского, что связано с выклиниванием сульфатных пород кунгура и появлением ангидритов в артинском и сакмарском ярусах. Комплекс складывается известняками и доломитами, участками окремнелыми.

По западному борту Предуральского прогиба развиты артинские водорослевые и мшанковые рифовые массивы мощностью от 20—50

до 350 м. В меридиональной полосе, проходящей восточнее г. Красноуфимска, установлены палеоплизиновые ассельско-сакмарские дуванские рифовые массивы до 300—400 м мощности.

Максимальная мощность подольско-филипповского комплекса — 1000—1250 м; он прослеживается в виде широкой меридиональной полосы, которая ограничивается с запада линией, тянущейся от Каменского месторождения на Ярино-Каменноложское, а на востоке совпадает с цепочкой дуванских рифовых массивов. В стороны от указанной полосы мощность комплекса сильно сокращается, наименьшая (240 м) констатирована на северо-западе Пермской области.

В подольско-филипповском карбонатном комплексе известны две нефтяные залежи, одна газонефтяная и одна газовая с конденсатом (см. табл. 6). Все они небольшие по запасам. Кроме того, притоки нефти встречены отдельными структурными скважинами из филипповских доломитов и артинских известняков. Залежи приурочены к нижнепермским отложениям, к верхней границе комплекса, и находятся в разных стратиграфических горизонтах. В нижнепермских карбонатных породах они относятся к типу массивных сводовых, газонефтяная и газовая залежи — к типу массивных органогенных построек (рифовых массивов). Коллекторские свойства слоистых известняков и доломитов незначительны. Хотя пористость и достигает 28%, но проницаемость всего 160 мд. Массивные рифовые известняки на отдельных участках имеют сильно изменчивую пористость (от долей процента до 25%) и проницаемость (от слабой до 100 мд и выше).

Нефти в нижнепермских отложениях тяжелые с плотностью 0,915—0,956, серы в них 2,5—5,4%. Самая тяжелая и сернистая нефть содержится в артинских рифовых известняках Верхнечусовского месторождения. В отличие от других нефтей Пермской области она содержит больше ароматических углеводородов и относится к ароматическим. По известным трем залежам нефти вполне определенно выявляется увеличение газового фактора и содержания в газе метана при одновременном уменьшении азота, смол и асфальтенов с запада на восток. В залежах нефти Шумовского месторождения газовый фактор равен 4 м<sup>3</sup>/т, а в Верхнечусовском — 24 м<sup>3</sup>/т.

Газ из газовой шапки Верхнечусовского месторождения содержит 78,2% метана и 9,9% азота. Газ Кордонского месторождения состоит из 80% метана и 5% азота; из него выделяется конденсат до 100 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

В подольско-филипповском комплексе развиты нефтепроявления в виде небольших скоплений нефти или значительной пропитки (мячковский горизонт на Краснокамском месторождении, верхний карбон на Полазнинском месторождении). В породах Западно-Уральской зоны складчатости часто обнаруживаются включения твердого битума в пустотах колониальных кораллов в сакмарском ярусе.

Верхнекаменноугольно-соликамский комплекс отличается большой изменчивостью и различным стратиграфическим объемом вследствие скользящих границ. К западу от Предуральского прогиба он карбонатно-сульфатный, мощность 120—250 м. Стратиграфический объем его близ западной границы Пермской области сакмарский ярус — соликамский горизонт, а восточнее — иренский и соликамский горизонты. В Предуральском прогибе подошва комплекса сначала проходит в кровле артинского яруса, а на востоке опускается до подошвы верхнего карбона. В приосевой части Предуральского прогиба по кровле артинского яруса комплекс становится карбонатно-глинисто-сульфатно-соленосным, мощность его 1200 м (район Соликамска). В восточной части Предуральского прогиба состав комплекса аргиллито-конгломерато-песчаниковый, мощность до 2000 м.

Таблица 9

## Количество залежей нефти и газа нефтегазоносных толщ

Нефтегазоносная толща	Количество залежей			
	Всего	Нефтяных	Газо-нефтяных	Газовых
Нижнепермская карбонатная	4	2	1	1
Вере́йско-подольская терригенно-карбонатная	52	34	13	5
Серпуховско-башкирская карбонатная	42	34	8	—
Визейская терригенная	109	101	6	2
Турнейская карбонатная	24	24	—	—
Фаменская карбонатная	1	1	—	—
Живетско-кыновская карбонатно-терригенная	18	18	—	—
Итого	250	214	28	8

В верхнекаменноугольно-соликамском комплексе пород промышленных залежей нефти и газа не встречено. Наибольшее количество нефтепроявлений в виде густой нефти обнаружено среди известняков и доломитов, залегающих между сульфатными породами. Газопроявления зафиксированы при вскрытии солей Соликамской впадины (Верхнекамское калийное месторождение). Выделения газа различны по продол-

Химические анализы  
(данные)

Месторождение	Возраст вмещающих пород	Интервал перфорации (глуб. отбора), м	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Минерализация, г/л	Солепр	
					Cl	SO <sub>4</sub>
Краснокамское, скв. 13*	P <sub>1</sub> fl	181	1,073	104,9	60,82	3,92
Верхнечусовское, скв. 109	P <sub>1</sub> a	515	1,206	302	188,48	0,32
Краснокамское, скв. 342	C <sub>2</sub> vr	996—1001, 1006—1015	1,167	243,89	152,83	0,58
Краснокамское, скв. 342	C <sub>2</sub> b	1036—1048	1,167	247,88	153,82	0,70
Ольховское, скв. 20	C <sub>1</sub> tl	1849—1855	1,187	279,05	172,9	0,48
Чермозское, скв. 6	C <sub>1</sub> tl	1811—1814	1,182	272,51	168,22	0,52
Ярино-Каменноложское, скв. 62	C <sub>1</sub> js	1704—1714	1,185	269,85	166,95	0,38
Гожанское, скв. 7	C <sub>1</sub> bb	1362—1365	1,182	273,40	169,60	0,14
Павловское, скв. 326	C <sub>1</sub> t	1456—1464	1,18	262,74	163,75	0,54
Рассветовское, скв. 5	C <sub>1</sub> t	1700—1730	1,178	261,37	162,05	0,58
Дороховское, скв. 2	D <sub>3</sub> fm	2088—2118	1,184	271,03	168,22	0,57
Северокамское, скв. 8	D <sub>3</sub> kn	1777—1779	1,176	253,92	157,3	0,56
Куединское, скв. 15	D <sub>3</sub> ps	2032—2037	1,2	300,6	186,78	0,12
Батырбайское, скв. 7	Рифей	2302—2309	1,2	285,7	179,98	0,11

\* Непромышленная залежь нефти.

жительности. Газы содержат метана 6,7—35,9%, тяжелых углеводородов до 1%, водорода 1,9—54,3%, азота и редких газов 23,1—42,8%. Наиболее газоносной является карналлитовая толща, что, по-видимому, связано с наличием в ней зон дробления. Выделения газа из кунгурских песчаников констатированы в трех скважинах в Сылвинской впадине. Газ содержит 32—34% метана и 50—64,9% азота.

**Солика мско-триасовый пестроцветный терригенный комплекс** обычно начинается с подошвы шешминского горизонта, но местами в него входит и часть соликамского горизонта, состоящего из красноцветов. В основном он сложен полимиктовыми песчаниками и аргиллитами с пачками известняков и конгломератов. Мощность — до 1000 м. Комплекс находится преимущественно в зоне активного водообмена. Ничтожные нефтепроявления констатированы в подошве шешминской свиты в двух пунктах (на Гожанском месторождении и близ г. Нытвы).

**Юрско-меловой этаж** (юрский комплекс сероцветных песчано-глинистых пород) распространен близ северо-западной границы Пермской области. Мощность его — до 100 м. Он находится в зоне активного водообмена. Нефтегазопроявлений не обнаружено.

**Кайнозойский этаж** (галечно-глинисто-песчаный комплекс с залежами торфа) отличается развитием рыхлых пород. Мощность до 50—60 м. Находится в зоне активного водообмена. Нефтепроявлений не констатировано.

В рассмотренном выше эйфельско-триасовом структурном этаже газонефтеносность развита в шести нижних комплексах. Внутри последних основные залежи нефти и газа приурочены к верхним частям комплексов перед водонепроницаемыми пачками глинистых или сульфатных пород. Исключением являются визейский терригенный и верейско-подольский терригенно-карбонатный комплексы, которые местами нефтегазоносны в нижней части. Всего выявлено шесть региональных газо-

Таблица 10

подземных вод  
И. Н. Шестова)

жание компонентов							Характерные соотношения			
г/л				мг/л			rNa rCl	rSO <sub>4</sub> -100 rCl	rCa rMg	Cl Br
HCO <sub>3</sub>	Ca	Mg	Na+K	J	Br	NH <sub>4</sub>				
0,40	2,74	1,44	35,58	3,15	128,8	—	0,90	4,76	1,15	472
0,07	22,51	6,42	84,23	90,0	1635	—	0,68	0,13	2,13	115,2
0,2	19,53	7,11	63,63	20,09	801,6	145	0,64	0,28	1,66	190,6
0,07	17,26	4,83	71,19	15,89	663,74	171	0,71	0,34	2,16	231,7
0,006	22,15	3,87	79,64	15,44	973,6	179	0,71	0,21	3,47	177,5
0,05	16,73	3,58	83,40	—	—	—	0,76	0,23	2,83	—
0,006	18,66	3,59	80,27	13,22	767,33	198	0,74	0,16	3,16	217,5
0,05	19,42	3,99	80,21	12,47	666,85	187,2	0,73	0,06	2,85	254,3
0,29	18,36	6,54	73,26	16,29	778,89	320	0,69	0,24	1,70	210,2
0,10	17,58	4,69	76,36	15,65	699,39	183,5	0,73	0,26	2,27	231,7
0,08	21,39	4,70	76,01	15,76	846,71	315,5	0,70	0,25	2,76	198,6
0,01	21,12	3,52	71,39	9,62	689,68	40,5	0,70	0,26	3,63	228,1
0,02	20,70	4,93	88,10	7,0	898,7	69,5	0,72	0,05	2,5	207,8
0,01	40,84	5,36	59,65	8,9	1520,2	107	0,51	0,04	4,62	118,3

нефтеносных толщ: нижнепермская карбонатная, верейско-подольская терригенно-карбонатная, серпуховско-башкирская карбонатная, визейская терригенная, турнейская карбонатная и живетско-кыновская терригенная. Намечается фаменская карбонатная нефтеносная толща местного развития.

Максимальное количество залежей и запасов нефти и газа выявлено в визейской терригенной толще (табл. 9). Второй по запасам нефти в Пермской области является серпуховско-башкирская карбонатная толща, третье место принадлежит живетско-кыновской толще.

Газонефтяные и газовые залежи распространены лишь в толщах начиная от визейской терригенной и в более молодых. Наибольшее количество свободного газа выявлено в верейско-подольской толще, меньшее — в яснополянской.

Максимальные запасы нефти и газа приурочены к каменноугольной системе (табл. 9). Выявленные и прогнозные запасы нефти в девонской системе больше, чем в пермской, но прогнозные запасы газа в последней больше.

В каменноугольной системе больше запасов нефти и газа в нижнем отделе по сравнению со средним, но зато в среднем больше свободного газа.

Наибольшее количество залежей нефти связано с терригенными коллекторами, в которых сосредоточено 56,79% всех запасов. Газовых и газонефтяных залежей больше в карбонатных коллекторах; в них содержится 58,95% запасов газа.

Все промышленные залежи нефти в Приуралье находятся в зоне распространения рассолов с минерализацией 150—300 г/л, относящихся к хлоридно-натриево-кальциевому типу вод (Иванов, Шестов, 1967). Данные воды появляются на глубинах 150—1000 м в зависимости от наличия в разрезе регионального водоупора. Таким водоупором на большей части территории является толща сульфатов и солей кунгурского яруса или сульфатов сакмарско-артинского возраста (площадь близ западной границы Пермской области). Поднефтяные воды характеризуются небольшой сульфатностью ( $SO_4$  менее 1 г/л), значительным содержанием йода и брома и коэффициентом метаморфизации  $\frac{r Na}{r Cl}$  меньше 0,85 (табл. 10).

Свойства нефтей в залежах находятся в зависимости от состава подстилаемых подземных вод. Изменение состава воды нефтяного пласта существенно отражается на составе нефти, что видно из сравнения некоторых показателей свойств нефтей и вод двух залежей тульского горизонта (табл. 11).

Таблица 11

Сравнительная характеристика свойств нефти и поднефтяных вод двух залежей тульского горизонта

Месторождение	Вода			Нефть		
	Минерализация, г/л	$\frac{rNa}{rCl}$	Содержание $SO_4$ , г/л	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Содержание, %	
					S	Смол, асфальтенов
Ольховское	279	0,71	0,48	0,820	0,5	5,6
Чермозское	272,5	0,76	0,52	0,893	2,16	23,2

Весьма существенно сказывается наличие в водах сероводорода, который появляется в газе газовых шапок.



### *Тектоника и размещение залежей нефти и газа*

В Приуралье условия залегания осадочных комплексов, в том числе и содержащих залежи нефти и газа, значительно отличаются друг от друга (Клубов и др., 1968; Мельник, Проворов, 1966; Мирчинк, Хачатрян, 1965; Наливкин и др., 1956; Розанов и др., 1965; П. А. Софро-ницкий, 1967 г.). Выделяемые в пермских, каменноугольных и девонских отложениях крупные структурные элементы — своды и впадины (кроме Тиманской гряды) — не отражают особенности рельефа фундамента во всем осадочном чехле. Лишь несколько валов сквозные: Верещагинский, Кудымкарский, Ксенофонтовско-Колвинский и предположительно Краснокамско-Полазнинский.

В эйфельско-триасовом структурном этаже по изменению мощностей и местами по эрозионным несогласиям выделяется четыре структурных яруса — эйфельско-турнейский, визейско-верхнекаменноугольный, нижнепермский и верхнепермско-триасовый. Региональное изменение мощностей нижнепермского и верхнепермско-триасового структурных ярусов приводит к существенным изменениям в структуре. Среди структурных ярусов нередко четко выделяются структурные подъярусы, которые оказывают огромное влияние на строение структурного этажа. Так, изменение мощности и литологии верхнефранско-кизеловского подъяруса фиксирует систему Камско-Кинельских тектоно-седиментационных прогибов, характеризующуюся развитием на бортах и обособленных внутренних участках валов и локальных положительных структурных форм, наиболее четко выраженных в кровле каменского яруса и выполаживающихся вверх и вниз по разрезу. Многие из них теряют обособленную форму в нижнефранском подъярусе (наложенные валы — Лобановский, Каменноложский и др., наложенные локальные поднятия — Таныпское, Шумовское и др.). Все эти тектоно-седиментационные и седиментационно-тектонические формы содержат залежи нефти и газа. Камско-Кинельская система прогибов осложняет Верхнекамскую впадину, Пермско-Башкирский свод и Предуральский прогиб (Мельник, 1963; Мирчинк и др., 1965).

По условиям залегания осадочного чехла в Приуралье выделяются: Вятская зона, Верхнекамская впадина, Пермско-Башкирский свод, Тиманская гряда, Предуральский прогиб — система наложенных верхнекаменноугольно-пермских впадин (см. рис. 35).

**Вятская зона** заходит в пределы рассматриваемой территории своей небольшой частью и отличается глубоким грабенообразным опусканием фундамента, развитием рифея и мощной терригенной живетско-кыновской толщи. Начиная с кровли кыновского горизонта отрицательная форма в осадочном чехле сменяется положительной, особенно четко выраженной в верхнепермских, триасовых и юрских отложениях.

**Верхнекамская впадина** характеризуется погруженным залеганием пермских отложений по сравнению с Вятской зоной, Тиманской грядой и Пермско-Башкирским сводом. Во впадине широко распространен верхнепермско-триасовый структурный ярус и на ограниченной площади — юрско-меловой структурный этаж. Кровля уфимского яруса погружается по сравнению с Пермско-Башкирским сводом на 500—700 м. Впадина по особенностям строения весьма различна, и здесь выделяются четыре неравные части.

Коми-Пермяцкая погребенная макробрахиантиклиналь располагается над одноименным выступом фундамента. Осадочный чехол начинается с вендского структурного этажа. Положительная структура прослеживается от поверхности фундамента до пашийского горизонта включительно, а начиная с кыновского горизонта западное крыло исче-

зает и получает развитие моноклинал с юго-восточным наклоном пород, которая сохраняется до кровли верхнего карбона. В нижнепермском и верхнепермско-триасовом структурных ярусах наблюдается моноклинал с юго-западным наклоном пород.

Пред тиманский погребенный прогиб выделяется по глубокому залеганию беломорско-карельского фундамента, выявленному геофизическими исследованиями. Границы его, по-видимому, ограничены разломами. Строение осадочного чехла не изучено. По разведочным данным и геологической карте здесь намечается общий подъем верхнего палеозоя в сторону Тиманской гряды. Лишь в кунгурских и верхнепермских отложениях выявлен узкий прогиб глубиной до 100 м между Тиманской грядой и Северо-Кельтменским валом.

Инвинско-Косьвинская часть впадины отличается отсутствием рифейского структурного этажа, общим юго-восточным наклоном пластов отложений венда, девона, карбона и почти всей нижней перми, который в иренском горизонте и в вышележащих отложениях сменяется на юго-западный. Во впадине выделяются валы субмеридионального простирания. Кудымкарский и Кочевский валы имеют общее воздымание шарниров на север. Установленные на них в нижнепермских отложениях обособленные локальные поднятия в нижнем карбоне и девоне переходят в структурные носы, чем объясняется отсутствие здесь промышленных залежей нефти. Майкорский вал относится к бортовой части Камско-Кинельских прогибов и является типично наложенным. На нем выявлены небольшие нефтяные месторождения.

Бородулинско-Фокинская часть впадины повсеместно содержит мощный рифейский структурный этаж. По поверхности фундамента здесь располагается северная часть Осинско-Сарапульской (Калтасинской) впадины. Осадочный чехол впадины осложнен Камско-Кинельскими прогибами, Верещагинским валом, частями Куединского и Киенгопского валов.

Верещагинский вал прослеживается во всем осадочном чехле. К локальным обособленным поднятиям его приурочены месторождения нефти с залежами в башкирской и верейско-подольской нефтегазоносных толщах. Часть Киенгопского вала на площади Пермской области характеризуется развитием локальных поднятий, усиливающихся в глубину до кровли фаменского яруса и выполаживающихся в нижнефранских отложениях. Здесь поднятия содержат залежи нефти в терригенной визейской, карбонатной башкирской и терригенно-карбонатной верейско-подольской толщах (Ножовское месторождение). К Шумовскому поднятию, имеющему обособленную форму в пермских и каменноугольных отложениях, приурочено месторождение с залежами нефти в нижнепермских, средне- и нижнекаменноугольных отложениях.

**Пермско-Башкирский свод** выделяется по приподнятому залеганию пермских отложений и наиболее четко по горизонтам кунгурского яруса и по кровле артинского яруса. На нем не развит татарский ярус. Характерно общее воздымание пермских отложений на юг и восток. В каменноугольных и девонских отложениях строение свода существенно меняется. Наиболее приподнятой становится западная и юго-западная части. С учетом изменений строения с глубиной на своде выделяется четыре структурных элемента.

Северная вершина (Краснокамско-Полазнинский вал) в эйфельско-нижнефранских отложениях представляет собой простую пологую антиклиналь северо-восточного простирания. В верхнефранско-турнейском структурном подъярусе появляются наложенные части Лобановского и Каменноложского валов, разделенные рукавом Камско-Кинельских прогибов. Наложённые структуры, выполаживаясь, прослежи-

ваются вверх по разрезу до верхнепермских отложений включительно. На вершине установлен подъем фундамента (Северокамское месторождение).

Бабкинская депрессия отличается погруженным залеганием и наиболее четко выражена по кровле венда; в верхнефранских и вышележащих отложениях она осложнена Камско-Кинельскими прогибами, Лобановским и Осинским валами и Батырбайским мезокуполом. Лобановский вал является типичным наложенным, так как не выявлен в нижнефранских и нижележащих отложениях. Осинский вал и Батырбайский мезокупол наиболее четко выражены в нижнем карбоне, сильно выполаживаются в покрывающих и подстилающих отложениях.

Башкирский макрокупол заходит в Пермскую область из Башкирии. Выделяется он повышенным залеганием девонских и каменноугольных отложений. В поверхности фундамента здесь отмечается глубокая впадина, в нижнепермских отложениях — моноклираль с общим наклоном на запад, осложненная структурными мысами и Куединским валом. На макрокуполе располагаются наиболее приподнятые части Куединского, Дубовогорского и Павловского валов.

Уфимский макробрахиантиклиналь характеризуется повышенным залеганием кунгурских и артинских отложений, особенно в Уфимском валу, проходящем близ границы с Предуральским прогибом. На месте вала в карбоне и девоне располагается моноклираль с наклоном на восток. По западной границе зоны располагаются наложенные Веслянский и Павловский валы, характеризующиеся наиболее высоким положением карбона.

Локальные поднятия в каменноугольных и девонских отложениях на Пермско-Башкирском своде содержат большое количество залежей нефти и единичные залежи газа. Большинство из них приурочено к бортам и внутренним поднятиям Камско-Кинельских прогибов.

**Тиманская гряда** входит в Пермскую область лишь небольшой частью. Наиболее высокое залегание пород приурочено к Ксенофоновско-Колвинскому валу. На последнем, в Ксенофоновской брахиантиклинали, выступает верхний протерозой, на который с угловым и стратиграфическим несогласием налегает московский ярус.

**Предуральский прогиб** (система Предуральских впадин) отличается более глубоким залеганием подкунгурских отложений, чем на остальной платформенной части, развитием мощных кунгурских отложений с залежами солей. Характерно смещение осевых частей впадин от молодых отложений к более древним в сторону Урала и замещение в том же направлении карбонатных, сульфатных и соленосных отложений обломочными. Колвинская седловина разделяет прогиб на Верхнепечорскую и Уфимско-Соликамскую мегавпадины.

Верхнепечорская мегавпадина плохо изучена. Наблюдается общее погружение ее на север. Предполагается развитие соляных поднятий.

**Колвинская седловина** выделяется повышенным залеганием нижнепермских отложений. Здесь наблюдаются выходы артинского, сакмарского и ассельского ярусов.

Уфимско-Соликамская мегавпадина разделяется Косвинско-Чусовской седловиной на Соликамскую и Сылвинскую впадины. Близ южной границы Пермской области намечается Красноуфимская седловина, южнее находится Юрюзанская впадина.

**Соликамская впадина** характеризуется наибольшим погружением кровли артинского яруса в мегавпадине, развитием шешминского горизонта, исчезновением западного крыла в верхнепермских и верхнеиренских породах, проявлением соляной тектоники, наличием длинных

валов и полным отсутствием структур облекания ассельско-сакмарских рифов. По кровле кунгура приосевая часть впадины проходит по долине р. Камы, по кровле артинского яруса она смещается на восток до 12 км, а в нижнекаменноугольных отложениях более чем на 30 км. В уфимском ярусе и верхней части иренского горизонта выделяются Камско-Вишерский, Березниковский, Игумский и Харюшинский валы. Они, кроме северной части Камско-Вишерского вала, связаны с раздувом солей и соленосных глин и поэтому ниже подошвы солей не прослеживаются. Необычное строение имеет широтная Дуринская депрессия, в которой развита мощная толща (свыше 500 м) шешминско-белебеевских пестроцветных песчаников, аргиллитов и конгломератов, местами залегающих на конгломерато-брекчии, налегающей на «нижнюю» соль. Происхождение депрессии, видимо, обусловлено конседиментационной и постседиментационной соляной тектоникой, эрозией и карстом. В каменноугольных отложениях Соликамской впадины выявлен Березниковский мезокупол. На его площади открыто Бельское месторождение нефти.

*Косьвинско-Чусовская седловина* большей частью располагается над Яринским мезокуполом и отличается повышенным залеганием карбона и девона. На седловине открыто четыре месторождения нефти.

*Сылвинская впадина* характеризуется четким западным крылом не только по кровле артинского яруса, но и в более молодых отложениях, развитием значительных структур облекания артинских рифов на западном крыле и наличием структур облекания ассельско-сакмарских рифов. Приосевая часть впадины по кровле артинского яруса смещается относительно таковой по кровле кунгурского на 9—11 км на восток, а в нижнекаменноугольных отложениях — еще восточнее на 40 км. Погружение каменноугольных пород на восток продолжается там, где породы артинского яруса имеют наклон на запад. В северной части впадины осложнена прогибом Камско-Кинельской системы. Вдоль борта депрессионной зоны последней прослеживается продолжение Веслянского вала. Сейсмическими исследованиями близ восточной границы впадины в каменноугольных отложениях установлен Шамарский вал. Во впадине выявлено четыре месторождения: три газонефтяных и одно газовое (Кордонское).

В пространственном размещении залежей нефти в Приуралье четко проступает влияние современной структуры. Девонские залежи располагаются на наиболее приподнятой части Пермско-Башкирского свода (главным образом на Башкирском макрокуполе и его склонах). Распределение залежей в нижнем карбоне связано с тектоно-седиментационными структурами бортов и внутренних поднятий Камско-Кинельских прогибов. Но и здесь оказывает влияние общая приподнятость — только в пределах Пермско-Башкирского свода встречаются залежи нефти с максимальной высотой и крупные по запасам (Шаронов, 1967; Рыбаков, Благиных, 1968).

Залежи нефти в среднем карбоне развиты широко и за пределами Камско-Кинельских прогибов (Верещагинский, Краснокамско-Полазнинский валы и др.).

**Урал** отличается от Приуралья выходом на поверхность сильно дислоцированных пород от нижнепермских до протерозойских включительно. Здесь обособляются три структурных этажа: верхнепротерозойский, ордовикско-нижнедевонский и эфельско-нижнепермский. По развитию этих этажей с запада на восток выделяются Западно-Уральская зона складчатости, Центрально-Уральское поднятие и Тагильско-Магнитогорский прогиб. Для поисков газа и нефти представляет интерес западная подзона Западно-Уральской зоны складчатости, отличающаяся широким распространением нижнепермских отложений, развитием крупных анти-

клиналей с крутопадающими западными крыльями, наличием широких синклиналей. В местах распространения последних складчатость приобретает гребневидный характер. Близ восточной границы зоны появляются нижнепермские молассы, содержащие мощные пачки глинистых пород, являющихся хорошим водупором. По западной границе Урала развиты пологие надвиги, по которым складчатый комплекс надвинут на платформенный осадочный чехол. Выявлено перемещение аллохтона на запад до 6 км, но возможно и больше. Погребенные под аллохтоном пологие складки в автохтоне перспективны для поисков газа.

### *Зоны нефте- и газонакопления*

На рассматриваемой территории Приуралья и западного склона Урала основные запасы нефти и газа различных категорий приурочены к ниже-среднекаменноугольным отложениям, поэтому зоны нефтегазонакопления выделены на основе особенностей строения карбона и изменения свойств нефтей, а также растворенных в них и свободных газов. По указанным особенностям выделяются зоны: 1) Верещагинско-Краснокамская нефтеносная, 2) Ножовско-Касибская нефтеносная, 3) Шумовско-Бельская газонефтеносная, 4) Куедино-Веслянская газонефтеносная, 5) Дороховская нефтеносная, 6) Сылвинская нефтегазосная и 7) Западно-Уральская нефтегазосная.

#### **Верещагинско-Краснокамская зона нефтенакопления**

Данная зона охватывает небольшую северо-западную часть Пермско-Башкирского свода и прилегающую к ней территорию Верхнекамской мегавпадины. Она находится за пределами бортовой зоны Камско-Кинельской системы прогибов и отличается хорошим совпадением структурных планов, наблюдаемых в пермских, каменноугольных и девонских отложениях. Залежи нефти приурочены к локальным обособленным куполам и брахиантиклиналям, выраженным в каменноугольных и девонских отложениях. Во всех месторождениях развиты залежи в среднем карбоне. Ограниченные залежи встречены в кыновском горизонте (Краснокамское и Северокамское месторождения) и в тульском горизонте (Краснокамское). Залежи нефти небольшие по запасам с высотой 10—45 м. Нефти легкие, с небольшим газовым фактором, сернистые. Плотность нефти в среднекаменноугольных залежах 0,839—0,900, серы 0,77—1,87%, газовый фактор 25—50 м<sup>3</sup>/т. Залежи в башкирском ярусе отличаются от залежей в верейско-подольской толще большей плотностью и увеличенным содержанием серы. Газы, растворенные в нефтях, отличаются преобладанием азота над метаном. Непромышленные залежи нефти встречены в филипповских доломитах кунгура на Краснокамском месторождении и в песчаниках вендского комплекса на Сивинском месторождении. Нефти тяжелые (см. табл. 7). Нефть из венда отличается от всех известных нефтей Приуралья нефтеносным составом.

В Верещагинско-Краснокамской зоне нефтенакопления выделяются две подзоны: Верещагинская и Краснокамская. Первая из них приурочена к Верещагинскому валу, а вторая — к Краснокамско-Полазнинскому.

**Верещагинская подзона** нефтенакопления связана с локальными куполами и брахиантиклиналями одноименного вала. Последний характеризуется меридиональным простираем и прослежен скважинами в глубину от татарского яруса до подошвы среднего девона, а ниже по



сейсмическим исследованиям по поверхности фундамента. Здесь расположены Сивинское, Неждановское, Верещагинское, Травнинское, Очерское и Черновское месторождения нефти (рис. 35, см. также рис. 34). Промышленные залежи в этих месторождениях установлены только в среднем карбоне. Количество залежей от 1 до 2; высота их 10—20 м. Наблюдается небольшое увеличение плотности нефтей и содержания в них серы в северном направлении.

Очерское месторождение нефти находится в 10 км к югу от г. Очера. Открыто в 1963 г. Под четвертичными отложениями залегает татарский ярус. Геологический разрез вскрыт на глубину 2321 м до венда. Месторождение приурочено к Очерской брахиантиклинали меридио-

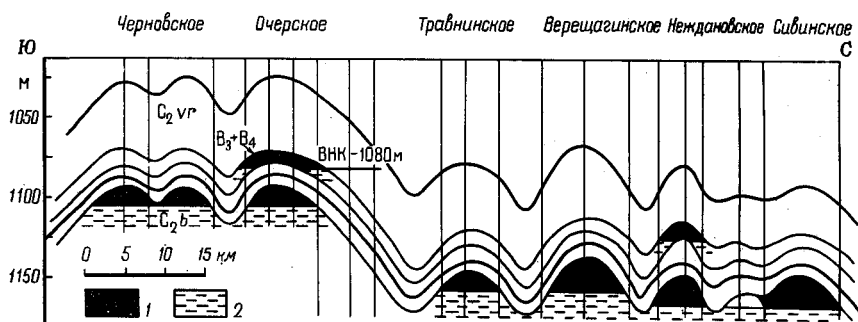


Рис. 35. Геологический разрез среднекаменноугольных отложений вдоль оси Верещагинского вала (составила Л. С. Бухарова)  
1 — залежи нефти; 2 — водоносные известняки

нального простирания, несколько сужающейся к северу. Размеры структуры по кровле башкирского яруса  $12 \times 3$ —4,5 км, амплитуда 25 м. Западное крыло брахиантиклинали с наклоном  $2^\circ 45'$ , восточное —  $24'$ .

Залежи нефти выявлены только в среднекаменноугольных отложениях. В верейско-подольской нефтеносной толще нефтяной пласт ( $V_{3+4}$ ) установлен в нижней части верейского горизонта на глубине 1250 м. Общая мощность его 6,5—9,5 м, эффективная нефтенасыщенная — от 1 до 4 м. Залежь опробована в трех скважинах, из которых получен приток нефти с дебитом 0,12—2 т/с при динамическом уровне до 1000 м, и 1 т/с при периодическом фонтанировании через 3-миллиметровый штуцер.

Залежь пластово-сводовая, размеры ее  $13 \times 5$  км, этаж нефтеносности 20 м, водонефтяной контакт (ВНК) минус 1080 м. Коллекторами нефти служат фораминиферо-суглистые и детритовые известняки. Пористость их варьирует от 1 до 16,3%, газопроницаемость от 0,2 до 12,9 мд. Нефть плотностью 0,839, содержит серы 0,77%, смол 9,2%, парафина 6%.

Башкирская залежь залегает на глубине 1290—1310 м, в 10—15 м ниже кровли яруса. Нефтяной пласт — неоднородные известняки, пористые разности которых переслаиваются с плотными. Залежь опробована в двух скважинах. Из скв. 4 получен фонтан нефти дебитом на 5-миллиметровом штуцере 22,7 т/сут. Из скв. 10 получена пластовая вода. ВНК залежи минус 1105 м. Залежь массивная сводовая, размеры ее  $11 \times 3$  км, высота 10 м. Эффективная нефтенасыщенная мощность от

0,6 до 7,5 м. Коллекторы представлены известняками фораминиферо-водорослевыми. Пористость нефтенасыщенных известняков изменяется от 2,5 до 16%, проницаемость меньше 0,1—0,2 мд. Нефть плотностью 0,852 г/см<sup>3</sup>, содержит серы 1,03%, смол 7,1%, парафина 5%. Разведочные работы на месторождении закончены, и оно находится на консервации.

**Краснокамская подзона** нефтенакпления охватывает большую часть Краснокамско-Полазинского вала, кроме восточной его части, относящейся к бортовой зоне Камско-Кинельских прогибов. Подзона отличается хорошим совпадением структурных планов каменноугольных и девонских отложений, но наблюдается отличие в залегании пермских отложений, вызванное общим увеличением мощности нижней перми в восточном направлении. Наиболее высокое залегание карбона и девона на Краснокамском месторождении и более погруженное — на Северокамском. Подзона отличается также наличием небольших залежей в кыновском и тульском горизонтах, наличием до пяти нефтеносных пластов в верейско-подольской нефтеносной толще. Большинство залежей в среднем карбоне имеет высоту свыше 20 м. Наибольший контур нефтеносности у пласта В<sub>3</sub>. Характерно общее уменьшение плотности нефтей и содержания серы в северо-восточном направлении. Здесь разрабатываются два месторождения нефти: Краснокамское и Северокамское.

Краснокамское месторождение находится на территории г. Краснокамска по обоим берегам р. Камы на аллювиальной равнине, на которой выделяются пойменные и первая надпойменная террасы.

Непромышленная залежь нефти из филипповского горизонта кунгура была обнаружена при бурении на воду еще в 1934 г. После проведения электроразведки и структурного бурения была заложена первая разведочная скважина (в отложениях карбона), давшая в апреле 1936 г. фонтан нефти из верейского горизонта. Здесь впервые получен промышленный приток нефти из каменноугольных отложений не только в Пермской области, но и во всей Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Геологический разрез вскрыт на глубину 2992 м от залегающего под четвертичными отложениями шешминского горизонта до рифейского комплекса.

Месторождение приурочено к сводовой части купола, вытянутого в северо-восточном направлении. По кровле соликамского горизонта купол имеет длину 16 км, ширину 8 км, высоту 50 м и наклоны крыльев от 25' до 1° 20'. В глубину он прослежен до подошвы среднего девона, наблюдается увеличение наклона крыльев. Более крутое восточное крыло в нижнем карбоне имеет падение до 3° 45'. В нижнефранских отложениях наблюдается небольшое смещение свода в сторону крутого крыла.

Залежи нефти установлены в филипповских, верейских, башкирских, тульских и кыновских отложениях. Интенсивные нефтепроявления встречаются в известняках мячковского и каширского горизонтов и турнейского яруса. Слабые нефтепроявления отмечены в такатинских песчаниках, в среднефранских, сакмарских и артинских известняках и доломитах иренского горизонта.

Нефтяная залежь филипповского горизонта залегает на глубине 150—200 м и приурочена к доломитам с нефтенасыщенной мощностью до 12—15 м. Нефтенасыщенность неравномерная, что связано с колебаниями пористости от 1 до 22%, проницаемости от 0 до 5 мд. Нефть тяжелая, плотность ее 0,938, содержание серы 2,57%, вязкость 371 сст. Максимальный приток нефти был 217 л/сут. Залежь массивная сводо-

вая, на всей площади подстилается водой и не имеет промышленного значения.

Промышленные залежи верейского горизонта приурочены к пластам известняков и частично доломитов. Известняки фораминиферовые и фораминиферо-водорослевые. В горизонте имеется пять нефтеносных пластов, разделенных мергелями и аргиллитами. Промышленно нефтеносны пласты В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>. Залегают они на глубине 900—945 м. Основные данные по пластам следующие:

Пласт	Средняя мощность, м	Средняя пористость, %	Высота залежи, м
В <sub>3</sub> . . . . .	6,5	13,2	45
В <sub>4</sub> . . . . .	6,6	11,3	36
В <sub>5</sub> . . . . .	1,9	7,7	23

Проницаемость пластов до 442 мд.

Залежи нефти пластово-сводовые с наибольшей высотой в пласте В<sub>3</sub>. Нефти плотностью 0,846, серы в них 1,06%. Газовый фактор в начале эксплуатации около 30 м<sup>3</sup>/т.

В башкирском ярусе на глубине 960—995 м выявлена массивная сводовая залежь высотой 36 м. В ней три пласта пористых известняков. Верхний пласт со средней пористостью 8,6%, а нижний — 4,8%. Плотные известняки, разделяющие пористые, непостоянны, и поэтому существует взаимосвязь между пластами. Нефть башкирского яруса несколько тяжелее и сернистее верейской. Плотность ее 0,854, серы в ней 1,12%.

Залежи пластов В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub> и Бш разрабатываются по треугольной сетке скважин при расстоянии между ними 430 м, со сгущением в центральной части до 250 м. Краевые части залежи не разбурены. В настоящее время разрабатывается правобережная часть месторождения, так как левобережная затоплена Воткинским водохранилищем. Первоначальные дебиты скважин до 16 т/сут, а текущие — 0,5—3,6 т/сут. Первоначальное пластовое давление в присводовой части было 90 ат, а в настоящее время 4—4,5 ат. Газовый фактор возрос от 28—30 до 157 м<sup>3</sup>/т.

Во всех нефтеносных пластах наблюдается ухудшение коллекторских свойств вблизи водонефтяного контакта, с чем связано отсутствие изменения контура нефтеносности и падение пластового давления. Все залежи имеют режим растворенного газа. Для повышения добычи нефти с 1945 г. применяется закачка воздуха, а с 1965 г. — закачка воды и соляно-кислотная обработка. За 32 года эксплуатации извлечено лишь 58,6% нефти от первоначальных запасов.

Нефтяная залежь в тульском горизонте установлена только по двум скважинам в сводовой части купола на глубине 1246 м. Залежь приурочена к мелкозернистому кварцевому песчанику с пористостью 18—20% и мощностью 1—1,9 м. Нефть плотностью 0,860, серы в ней 0,85%. Первоначальный дебит достигал 15,7 т/сут, но скважины быстро обводнились. Одна проработала 2,5 года, а вторая — 10 лет. Режим залежи водонапорный.

Нефтяная залежь в кыновском горизонте выявлена лишь двумя скважинами в присводовой части купола на глубине 1720 м. Нефтесодержащий песчаник с пористостью 16—17%, проницаемостью 150 мд и мощностью 4—5 м. Нефть самая легкая и менее сернистая по сравнению с таковыми из других залежей. Плотность ее 0,857, серы в ней 0,68%. Начальный дебит скважин до 8 т/сут. Одна скважина быстро обводнилась, а другая (№ 207) эксплуатируется и в настоящее время. Нефть содержит 35,4% воды.

## Ножовско-Касибская зона нефтенакопления

Эта зона приурочена к борту Камско-Кинельской системы прогибов, к западу и северу от ее депрессионной зоны. Прослеживается из Удмуртии до Касибского месторождения и севернее последнего, видимо, до Чердыни. Для зоны характерно резкое изменение мощности верхнефранско-турнейских карбонатных пород, с чем связано усиление в глубину локальных поднятий и валов от верхнепермских отложений до верхнедевонских, а глубже происходит или резкое выполаживание или исчезновение обособленных положительных структур. Некоторые валы переходят в моноклинали (Лобановский). Большинство месторождений нефти содержат залежи в визейской терригенной толще. Меньше залежей в остальных нефтеносных толщах карбона и всего две известны в живецко-кыновской толще (Рассветовское и Полазнинское месторождения). Наряду с мелкими по запасам месторождениями в зоне наблюдаются средние (Полазнинские) и крупные (Осинские, Ножовское). Высота залежей от нескольких метров до 109 м. Нефти легкие и тяжелые, наиболее сернистые в южной части (серы 2,3—4%). Газовый фактор 10—64 м<sup>3</sup>/т. Растворенный газ в нефти отличается преобладанием азота над метаном. Исключение составляет башкирская залежь Полазнинского месторождения. Газовые шапки не известны. Зона подразделяется на три подзоны: Осинскую, Лобановскую и Васильевскую.

**Осинская подзона** проходит от западной границы Пермской области и на востоке включает Рассветовское и Маячное месторождения. Сюда относятся крупные Ножовское и Осинское месторождения. Все нефти подзоны отличаются высокой сернистостью (2,3—4%), малым газовым фактором (обычно до 30 м<sup>3</sup>/т).

Ножовское месторождение расположено на правом берегу р. Камы, в 60 км ниже г. Осы. Открыто в 1966 г.

В тектоническом отношении оно находится на восточном окончании Киенгопского вала, где в пермских и каменноугольных отложениях обособляется мезокупол (рис. 36), осложненный двумя куполами (Березовским и Падунским) и двумя брахиантиклиналями (субширотной Опалихинской и субмеридиональной Ножовской). Здесь из-под четвертичных отложений выступают на поверхность татарский и казанский ярусы верхней перми. Разрез вскрыт до венда на глубину 2340 м. Залежи нефти обнаружены в башкирских, терригенных визейских и турнейских отложениях (рис. 37). Они приурочены к четырем локальным положительным структурам, объединены в одно месторождение близким ВНК (водонефтяным контактом) турнейских залежей.

Локальные купола и брахиантиклинали характеризуются пологими наклонами крыльев: от 40' до 2°30'. С глубиной наблюдается увеличение наклона слоев до кровли верхнего девона, а глубже — выполаживание. На наиболее изученной Ножовской брахиантиклинали высота по кровле кунгура 15 м, по нефтяному пласту турнейского яруса — 45 м.

Только на Ножовской брахиантиклинали выявлена нефтеносность в верейском горизонте (пласты В<sub>3</sub> и В<sub>4</sub>) на глубине 1115 м в известняках органогенно-детритовых и биоморфных. Пористость их 4,4—18%, проницаемость до 43 мд. ВНК залежи на минус 1024 м, высота 4 м. Дебиты нефти 7,9 т/сут при динамическом уровне 1123 м. Нефть плотностью 0,887, вязкостью 28,02 сст., содержание серы 2,52% и парафина 4,38%.

Залежи нефти в башкирском ярусе установлены на всех локальных положительных структурах. Высота их от 2 до 39 м (табл. 12). Нефтеносные преимущественно органогенные известняки отличаются сильно изменчивой пористостью от 0 до 22% и проницаемостью до 130 мд. Хо-

рошо насыщенные прослои по расчетным данным имеют пористость 15,8%. Залежи массивные сводовые. Дебиты нефти 6,6—34 т/сут при фонтанировании. Нефть плотностью 0,865, вязкость ее 14,3 сст, содержание серы 2,05—2,3%; пластовое давление 118—121 ат, давление насыщения 93—95 ат; газовый фактор 15—20 м<sup>3</sup>/т.

Визейская терригенная толща имеет мощность от 39 до 68 м. В ней песчано-алевролитовые пласты наиболее выдержаны в бобриковском горизонте и подвержены сильным изменениям в тульском. В нефтепромыс-

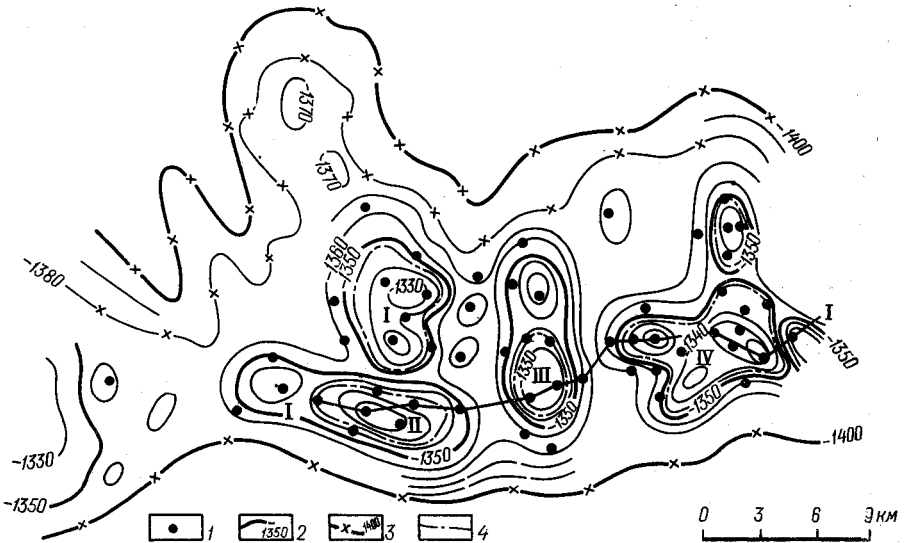


Рис. 36. Структурная карта по кровле терригенной пачки тульского горизонта Ножовского месторождения (составила Л. И. Трофимова)

1 — скважины; 2 — стратозогипсы по скважинам; 3 — изогипсы по III отражающему горизонту; 4 — контур нефтеносности турнейских залежей. Локальные поднятия: I — Березовское, II — Опалихинское, III — Ножовское, IV — Падунское

ловой практике выделяются тульские пласты (Тл<sub>2</sub>, Тл<sub>1</sub>) и бобриковский (Бб), к которым приурочены пластовые сводовые залежи.

Залежи в тульском горизонте (пласт Тл<sub>2</sub>) установлены на всех куполах и брахиантиклиналях (см. табл. 12). Мощность пласта изменя-

Таблица 12

Характеристика залежей нефти Ножовского месторождения

Локальная положительная структура	Размеры по кровле тульского горизонта, м			Пласты нефти							
				Бш		Тл <sub>2</sub>		Бб <sub>1</sub> +Бб <sub>2</sub>		Т	
	Длина	Ширина	Высота	Отметка ВНК	Высота залежи, м	Отметка ВНК	Высота залежи, м	Отметка ВНК	Высота залежи, м	Отметка ВНК	Высота залежи, м
Березовский купол	5,5	5	24	-1055	2	-1358	23	-1358	4	-1410	19
Опалихинская брахиантиклиналь	12,5	4	40	-1058	20	-1347	28			-1412	39
Ножовская брахиантиклиналь	10,5	3,5	40	-1060	14	-1350	3	-1350	6	-1410	24
Падунский купол	13,5	12	38	-1072	39	-1358	45	-1366	41	-1422	47



ется от 6 до 18 м. Высота залежей 3—45 м. Пласт Тл<sub>1</sub> выделен на Березовском куполе и Опалихинской брахиантиклинали.

В бобриковском горизонте нет залежи только на Опалихинской брахиантиклинали. Мощность бобриковского проницаемого пласта меняется от 15 до 32 м. Высота залежей от 4 до 41 м, наибольшая на Падунском куполе, на котором получены дебиты нефти 160—250 т/сут.

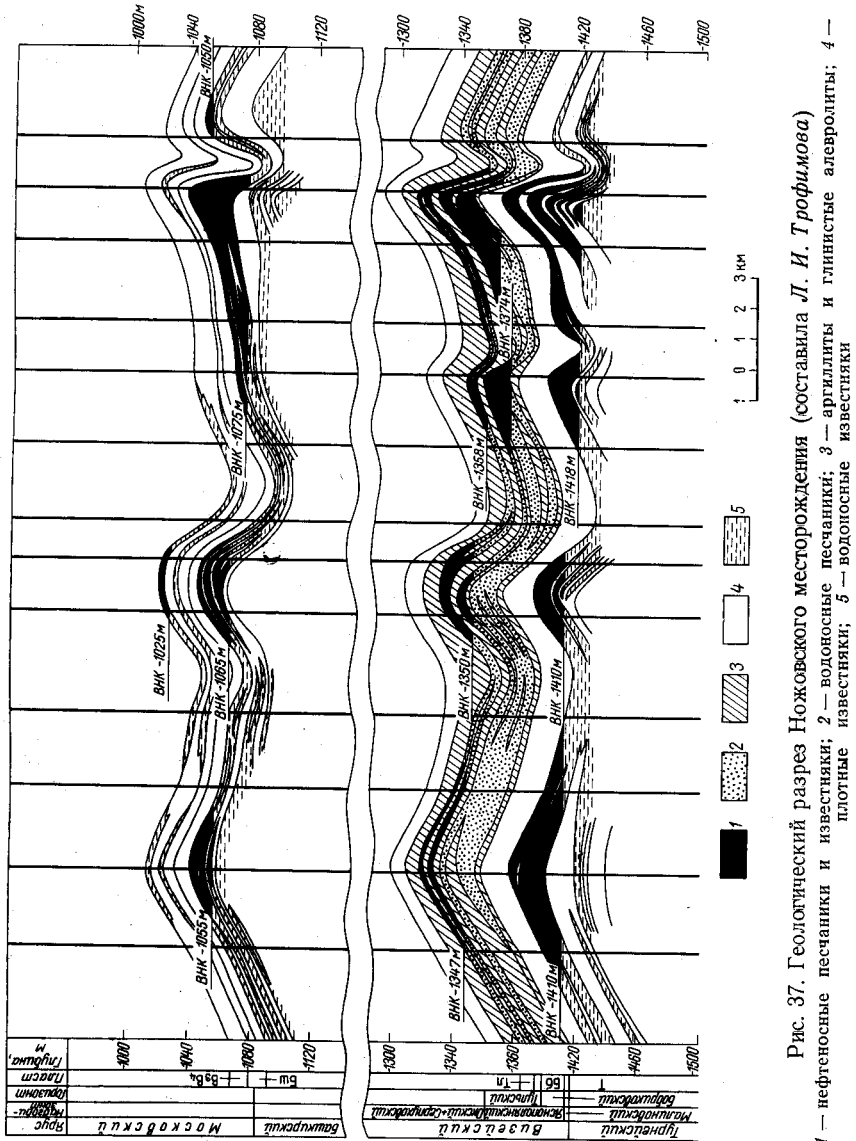


Рис. 37. Геологический разрез Ножковского месторождения (оставила Л. И. Трофимова)  
 1 — плотные песчаники и известняки; 2 — водоносные песчаники; 3 — аргиллиты и глинистые алевролиты; 4 — водоносные известняки; 5 — пористые известняки

Пористость песчаных и алевролитовых нефтеносных пород визейской терригенной толщи от 9 до 26,4%, проницаемость до 2720 мд.

Нефти яснопалеозойского надгоризонта плотностью 0,893—0,898, вязкость 23,2—29,3 сст, содержат серы 2,87—3,57%, парафина 3,6—6,0%. Пластовое давление 148—155 ат, давление насыщения 95 ат, газовый фактор 12—13 м<sup>3</sup>/т. Режим залежей — упруго-водонапорный.

В турнейской карбонатной толще залежи встречены на всех локальных положительных структурах месторождения. Высота их 19—47 м, максимальная на Падунском куполе. Залежи массивные сводовые. Нефтесодержащие известняки пористо-кавернозные и трещиноватые. Пористость их изменяется от 0,5 до 21,2%, проницаемость от 0 до 774 мд. Дебиты нефти 5—65 т/сут.

Нефть плотностью 0,914—0,938, вязкость 49—77,9 сст, содержит серы 2,05—4,33, парафина 3,15—4%. Пластовое давление 163—168 ат, давление насыщения 120—123 ат, газовый фактор 10—12 м<sup>3</sup>/т. Месторождение находится в разведке.

Осинское месторождение нефти расположено у г. Осы на р. Каме. Открыто в 1960 г. Под четвертичными отложениями здесь залегает в основном шешминский горизонт, а на водоразделах белебеевская свита казанского яруса. Геологический разрез вскрыт на глубину 2260 м до девонских отложений.

Месторождение нефти приурочено к одноименному куполу, прослеживающемуся по всем маркирующим горизонтам, от кровли соликамского горизонта до подошвы среднего девона. По кровле артинского яруса купол имеет относительно крутое восточное крыло (2°—2°10'), более пологое (0°50'—1°) западное. Размеры поднятия 20×13 км, высота 52 м. С глубиной амплитуда поднятия увеличивается, составляя в карбоне 120 м; в девонских отложениях происходит выполаживание структуры. Залечь нефти установлена в серпуховско-башкирской толще, нефтепроявления отмечены в верейских, яснополянских и кыновско-живетских отложениях.

К серпуховско-башкирской нефтяной толще приурочена массивная сводовая залежь, залегающая на глубине 1050—1150 м (рис. 38). Высота ее — 109 м. Большая высота залежи обусловила нефтеносность в сводовой части структуры карбонатных пород башкирского и намюрского ярусов и серпуховского надгоризонта. ВНК установлен на отметке минус 1002 м. В разрезе залежи выделяется до 45 проницаемых нефтенасыщенных пластов и пропластков мощностью от 0,4 до 20 м. Эффективная нефтенасыщенная мощность в среднем составляет 56%. Для продуктивной части разреза характерно частое чередование пористых и плотных прослоев. Коллектором нефти в основном служат известняки, реже доломиты. По микроструктуре выделены органогенные и хемогенные разности. Пористость известняков колеблется в широких пределах. Наибольшей пористостью обладают биоморфные и биоморфно-детритовые известняки, приуроченные к верхней части залежи. Уменьшение пористости известняков наиболее вероятно объясняется вторичной кальцитизацией пор в подошвенной части массивной залежи. Пористость нефтенасыщенных прослоев колеблется от 0,6 до 24,2%. Известняки, равномерно насыщенные нефтью, обладают пористостью от 9 до 24,2%, а неравномерно насыщенные — от 0,6 до 12%. Проницаемость изменяется от 0,1 до 1208 мд. Неоднородность карбонатных коллекторов обусловила большие колебания дебитов — от 1 до 80,0 т/сут. Начальное пластовое давление 118 ат, газовый фактор 14—29 м<sup>3</sup>/т. В купольной части структуры газовый фактор равен 110 м<sup>3</sup>/т, что свидетельствует о возможном незначительном скоплении свободного газа, не имеющем большого площадного распространения.

Размеры залежи 7×12 км, режим упругий, смешанный с режимом растворенного газа. Нефть имеет плотность 0,881, серы 2,6%, парафина 4,3%. Вязкость нефти в пластовых условиях 12 ссп. Попутный газ жирный, в его составе метана 19,4%, азота 40,2%.

Разведочные работы на месторождении закончены, и оно находится в разработке с 1965 г.

**Лобановская подзона** отличается от других подзон наиболее легкими, менее сернистыми и смолистыми нефтями. Обычно содержание серы менее 1,25%, исключение представляет залежь башкирского яруса Лобановского месторождения. Газовый фактор больше 30 м<sup>3</sup>/т. В данную подзону входят Козубаевское, Лобановское, Талицкое, Межевское, Полазнинское и Демидовское месторождения. Все они, кроме последнего, содержат залежи нефти в визейской терригенной толще.

Полазнинское месторождение расположено в 35 км севернее г. Перми, на левом берегу р. Камы и на акватории водохранилища у пос. Полазна. На поверхности выступают четвертичные и кунгурские

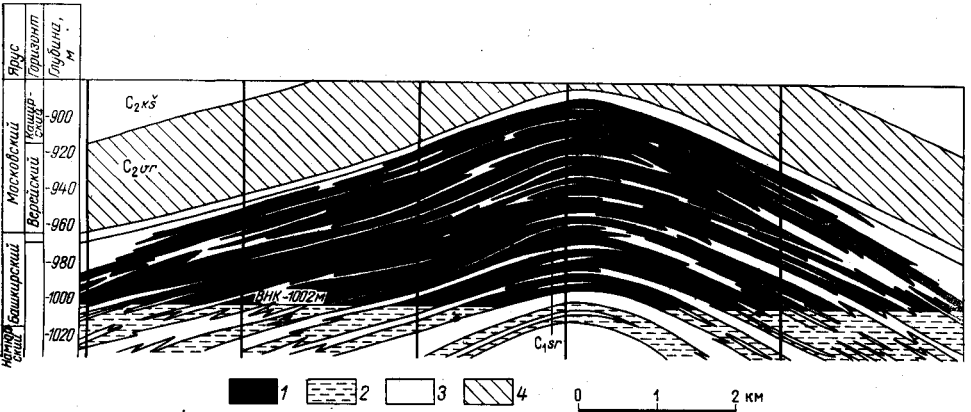


Рис. 38. Геологический разрез серпуховско-башкирской толщи Осинского месторождения (составила В. П. Фролова)  
 1—3 — карбонатные породы: 1 — нефтеносные, 2 — водоносные, 3 — плотные; 4 — карбонатно-терригенные породы верейского горизонта

отложения. Разрез осадочного чехла вскрыт на глубину 2021 м до венда. Залежи нефти приурочены к своду купола, вытянутого в широтном направлении. По кровле туйской пачки кунгура длина его 10 км, ширина 7 км, высота 40 м и наклоны крыльев от 15' до 1° 30'. В глубину вплоть до кровли верхнефранских отложений наклоны крыльев и высота купола увеличиваются. По кровле терригенной тульской пачки размеры его по площади 6×4 км, а высота 60 м и углы наклона крыльев 2—6°. Сводовая часть купола в каменноугольных отложениях смещается по отношению к кунгурским на запад на 1,5 км. В верхнефранских отложениях он выполаживается и переходит в структурный нос.

Залежи нефти установлены в верейских, башкирских, визейских терригенных и кыновских отложениях. Значительные нефтепроявления отмечены в карбонатных породах верхнего карбона, намюрского и турнейского ярусов. Слабые нефтепроявления констатированы в карбонатных породах артинского и сакмарского ярусов, в мячковском, подольском и каширском горизонтах московского яруса.

В верейско-подольской нефтегазоносной толще в верейском горизонте выявлено три нефтяных пласта: В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>. Они залегают на глубине 997—1128 м и сложены известняками и частично доломитами. Наибольший контур нефтеносности имеет пласт В<sub>3</sub>. Данные по нефтяным пластам следующие:

Пласт	Средняя мощность, м	Средняя пористость, %	Высота залежи, м
В <sub>3</sub> . . . . .	9	4,7	44
В <sub>4</sub> . . . . .	7	3,4	41
В <sub>5</sub> . . . . .	2	—	33

Залежи пластово-сводовые (рис. 39). Нефть плотностью 0,835, содержит серы 0,91%, смол и асфальтенов 8,1%.

В башкирском ярусе установлена массивная сводовая залежь высотой 40 м. Вмещающие известняки неоднородны. Средняя пористость их 6,1%, проницаемость до 157 мд. Нефть плотностью 0,832, серы 0,93%. Начальное пластовое давление 110 ат, давление насыщения 86 ат. Газовый фактор около 55 м<sup>3</sup>/т. Попутный газ отличается от других залежей в зоне нефтенакопления преобладанием метана (20,2%) над азотом (19,6%).

Залежи пластов В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub> и Бш эксплуатируются совместно. Большинство скважин разрабатывается путем возврата с залежей визей-

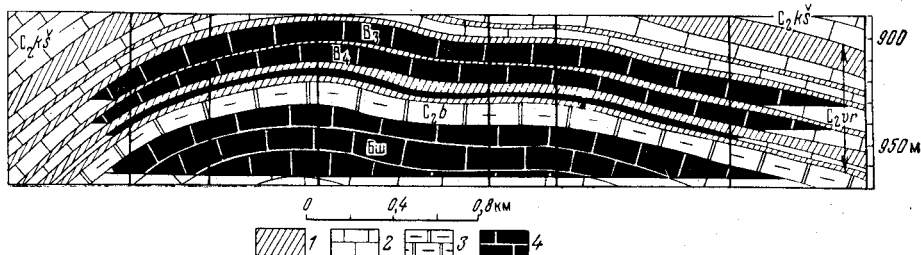


Рис. 39. Геологический разрез среднего карбона Полазнинского месторождения (составил И. Х. Абрикосов)

1 — мергели, аргиллиты и глинистые алевролиты; 2 — известняки; 3 — известняки окремненные и глинистые; 4 — нефтеносные известняки

ской терригенной толщи. В специальных скважинах, пробуренных за контуром нефтеносности пласта Тл<sub>1</sub> на юго-восточном крыле Полазнинского купола, дебиты скважин из пласта Бш после солянокислотной обработки достигали 50—80 т/сут. При эксплуатации дебиты нефти снижались и возрастал газовый фактор. Текущие средние дебиты 5,3 т/сут, газовый фактор 165 м<sup>3</sup>/т. Залежи имеют режим растворенного газа.

Визейская терригенная толща залегает на глубине 1275—1325 м. Мощность ее 55—60 м. В своде и куполе в ней выделяются три пласта нефтеносных песчаников. Тл<sub>1</sub>, Бб<sub>1</sub>, Бб<sub>2</sub>. Песчаники мелкозернистые с прослоями алевролитов и аргиллитов. За контуром нефтеносности эти пласты сливаются на юго-восточном крыле купола.

Пласт Тл<sub>1</sub> наиболее выражен и самый продуктивный (рис. 40). Мощность его 7—25 м. Средняя мощность нефтенасыщенной части 14 м. Залежь нефти пластово-сводовая высотой 28 м. Пористость песчаников 6—20%, проницаемость до 578 мд. Плотность нефти 0,833, серы в ней 0,97%, смол и асфальтенов 7,8%. Начальное пластовое давление 140 ат, давление насыщения около 132 ат, газовый фактор около 64 м<sup>3</sup>/т. Первоначальный ВНК был на отметке минус 1197 м. В начале эксплуатации все скважины фонтанировали с дебитом 15—100 т/сут.

Пласт Бб<sub>1</sub> самый невыдержанный вследствие замещения глинистыми алевролитами и аргиллитами. Мощность его 0—7 м. На западе месторождения он сливается с пластом Бб<sub>2</sub>. Пористость песчаников пласта 8—20%. ВНК на отметке минус 1200—1204,5 м. Пласт эксплуатировался несколькими скважинами.

Пласт Бб<sub>2</sub> мощностью 4—15 м содержал пластово-сводовую залежь нефти высотой 16 м. Пористость песчаников 4—21%, проницаемость от

72 до 459 мд. ВНК первоначально был на отметке минус 1217 м. Пласт эксплуатировался несколькими скважинами.

Нефти пластов Бб<sub>1</sub> и Бб<sub>2</sub> плотностью 0,835, серы в них 0,9%. Нефтяные пласты залежей визейской терригенной толщи разрабатываются по сетке скважин 400×400 м. В настоящее время разрабатывается пласт Тл<sub>1</sub> с законтурным заводнением. Текущий дебит скважин 24,5 т/сут, газовый фактор 55 м<sup>3</sup>/т. Попутный газ жирный с содержанием азота 23,5%.

В живетско-кыновской толще нефть получена лишь в одной скважине из песчаников кыновского горизонта с глубины 1855 м. Нефтенасыщенный песчаник мощностью 5 м при глубиннонасосной эксплуатации

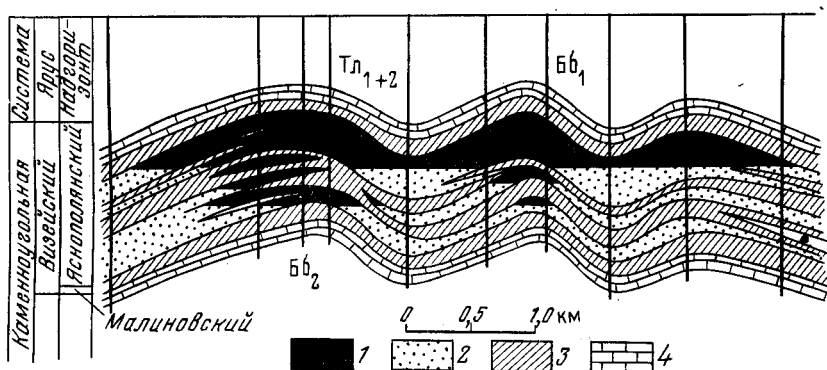


Рис. 40. Геологический разрез визейской терригенной толщи (Полазнинского месторождения (составил И. Х. Абрикосов)

1 — нефтеносные песчаники и алевролиты; 2 — водоносные песчаники и алевролиты; 3 — аргиллиты и глинистые алевролиты; 4 — известняки

давал 5 т/сут. Нефть самая легкая и менее сернистая на данном месторождении. Плотность ее 0,829, серы 0,65%, смол и асфальтенов 4,9%.

**Васильевская подзона** отличается тем, что здесь выявлены залежи нефти только в визейской терригенной толще. Все залежи небольшие по запасам. Сюда входят месторождения Васильевско-Майкорского вала: Кузьминское, Васильевское, Чермозское, Майкорское, Верхнепожвинское и располагающиеся вне вала Тукачевское и Касибское месторождения. Высота залежей 12—35 м. Нефти плотностью 0,865—0,893, серы в них 1,52—2,16%. Газовый фактор 13—16 м<sup>3</sup>/т. Исключение представляет Касибское месторождение, нефть которого имеет плотность 0,818, серы в ней всего 0,69% и газовый фактор 156 м<sup>3</sup>/т. Кроме того, на этом месторождении установлена нефтеносность башкирского яруса, и оно, возможно, является частью самостоятельной подзоны нефтенакопления.

### Шумовско-Бельская зона газонефтенакопления

Эта зона приурочена к депрессионной части Камско-Кинельских прогибов. Для нее характерно значительное увеличение мощности турнейского яруса и визейской терригенной толщи. На большей части площади сильно сокращена мощность верхнедевонской карбонатной толщи и развиты породы доманикового типа. Эта часть зоны отличается сов-



падением структурных планов перми, карбона и девона, исключение представляют площади развития мощных солей и артинских рифовых массивов. Строеие зоны осложняется развитием локальных (Шумовский купол) и значительных (Батырбайский, Яринский и намечающийся Березниковский мезокупола) тектоно-седиментационных поднятий, которые построены по типу бортовых зон Камско-Кинельских прогибов. В них резко увеличена мощность верхнедевонской карбонатной толщи, наблюдается усиление структурных форм от пермских отложений до кровли верхнего девона, а ниже их выполаживание и исчезновение некоторых обособленных положительных локальных структур и даже валов (Каменноложский).

Из-за недостаточной изученности зоны она не может быть подразделена на подзоны. В ней открыто 14 месторождений, из них два крупных по запасам нефти: Батырбайское и Ярино-Каменноложское. Наибольшее количество залежей в визейской терригенной толще, большинство их пластово-сводовые, встречаются массивные сводовые, а также залежи, связанные с рифовыми массивами. Высота залежей от нескольких метров до 94 м (Ярино-Каменноложское).

Наиболее тяжелые, сернистые и менее газонасыщенные нефти отмечаются на юго-западе зоны (Шумовское месторождение). В северо-восточном направлении они становятся более легкими, менее сернистыми и резко увеличивается газовый фактор. Начиная с Батырбайского и Ярино-Каменноложского месторождений и восточнее у залежей карбона появляются газовые шапки и даже газовые залежи (Подольская залежь Батырбайского месторождения). Максимальный газовый фактор 367 м<sup>3</sup>/т отмечен в яснополянских отложениях в скв. 5 на Бельском месторождении. Самая легкая нефть плотностью 0,795 и с содержанием серы 0,24% обнаружена в тех же отложениях на Баркмосском месторождении.

Батырбайское газонефтяное месторождение расположено в южной части Пермской области в 25 км севернее г. Чернушка, открыто в 1960 г.

На поверхности и под четвертичными отложениями залегают породы казанского яруса. Разрез вскрыт на глубину 2363 м до рифея.

Месторождение приурочено к одноименному мезокуполу размерами 31×22 км и высотой 120 м, четко выраженному в каменноугольных отложениях и осложненному Аскульской брахиантиклиналью, Константиновским, Утайбашским, Зайцевским и Пальниковским куполами (рис. 41). От подошвы карбона к его кровле происходит выполаживание Батырбайского мезокупола и осложняющих его структур. В нижнепермских отложениях из-за увеличения мощности в восточном направлении купол переходит в структурный выступ, погружающийся на запад. Строеие в девонских отложениях изучено плохо.

На месторождении установлены: газовая залежь в пласте Пд+К<sub>0</sub>, газонефтяные залежи в пластах К<sub>1</sub>, В<sub>1</sub>, В<sub>3+4</sub> и нефтяные в пластах Бш, Тл<sub>1+2</sub>, Бб<sub>1</sub>, Бб<sub>2</sub> и Т. Нефтепроявления встречены в венде, пашийском, кыновском, семилукском горизонтах (Марков и др., 1966).

Подольско-каширская газовая залежь (Пд+К<sub>0</sub>) массивная сводовая, на большей части площади водоплавающая, залегает на глубине 850—950 м. Газоводяной контакт (ГНК) залежи минус 760 м, размеры 20,5×15,5 км, высота 49 м. В ней выделяется от 1 до 20 проницаемых пропластков мощностью 0,4—5,4 м (рис. 42). Эффективная газонасыщенная мощность от 0,8 до 18,4 м. Дебиты газа от 14,5 до 27,9 тыс. м<sup>3</sup> на диафрагме 5 мм. Пластовое давление 91,7—95,7 ат. Газ содержит 23,8% азота и 60% метана. Теплота сгорания 7900 ккал/м<sup>3</sup>.

Каширский газонефтяной пласт (К) мощностью 0,4—6,6 м весьма не выдержан по площади. Нефтенасыщенная часть 4,2 м. Размеры площади, охватывающей Константиновскую и Асюльскую залежи, 20×12—15 км, высота до 25 м, ВНК минус 845 м.

Газовая шапка на Константиновском куполе достигает 17 м высоты, а на Асюльской брахиантиклинали — 38 м. Залежь пласта К на Утяй-башском куполе имеет ВНК минус 859 м. Дебиты газа из пласта К от 19 до 31,5 тыс. м<sup>3</sup> на диафрагме 5 мм, газ содержит метана 56—65%, азота до 32%, теплота сгорания 6800—7100 ккал/м<sup>3</sup>. Дебиты нефти 11 т/сут при фонтанировании. Нефть плотностью 0,863—0,886, серы в ней 1,99—2,58%.

Пласт В<sub>1</sub> мощностью 1—3 м включает две залежи с ВНК минус 854 м. Залежь Константиновского купола площадью 15×12,5 км, высотой 42 м с газовой шапкой 18 м. Залежь Асюльского купола площадью 14×6 км, высотой 38 м, газовая шапка 5 м. Дебиты нефти 6,5 т/сут при фонтанировании, а газа 22—32 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Пласт В<sub>3+4</sub> мощностью 1,6—10 м сложен биоморфными и органогенно-детритовыми известняками с пористостью 7—23% и проницаемостью до 327 мд. В нем имеется две залежи с ВНК минус 880 м — на Константиновском куполе площадью 15×4,5—9 км, высотой 41 м и газовой шапкой 32 м и на Асюльской брахиантиклинали площадью 4×5,5 км, высотой 30 м с газовой шапкой 6 м. Дебиты нефти до 34 т/сут при фонтанировании, а газа до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Нефть верейского горизонта плотностью 0,872—0,879, с содержанием серы 2,3%. Газ содержит 49,3—69,5% метана, 19,7—32,1% азота.

Башкирская нефтяная залежь массивная сводовая. В ней выделяется 22 проницаемых прослоя известняков и доломитов мощностью 0,8—7,3 м, с пористостью 3—20% и проницаемостью до 174 мд. Максимальная нефтенасыщенная мощность 28,2 м. Длина залежи 20 км, ширина — до 15 км, высота 56,5 км, ВНК минус 920 м. Дебиты нефти до 50 т/сут при фонтанировании. Нефть плотностью 0,873—0,888, серы в ней 2,3—2,6%, парафина 2,75—7,4%. Давление насыщения 106 ат, начальное пластовое давление 108 ат, газовый фактор 55 м<sup>3</sup>/т.

11 Зак. 1078

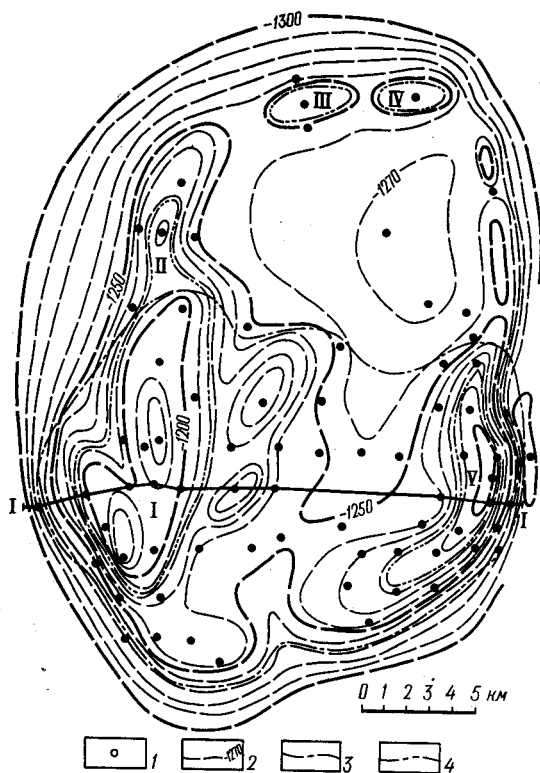
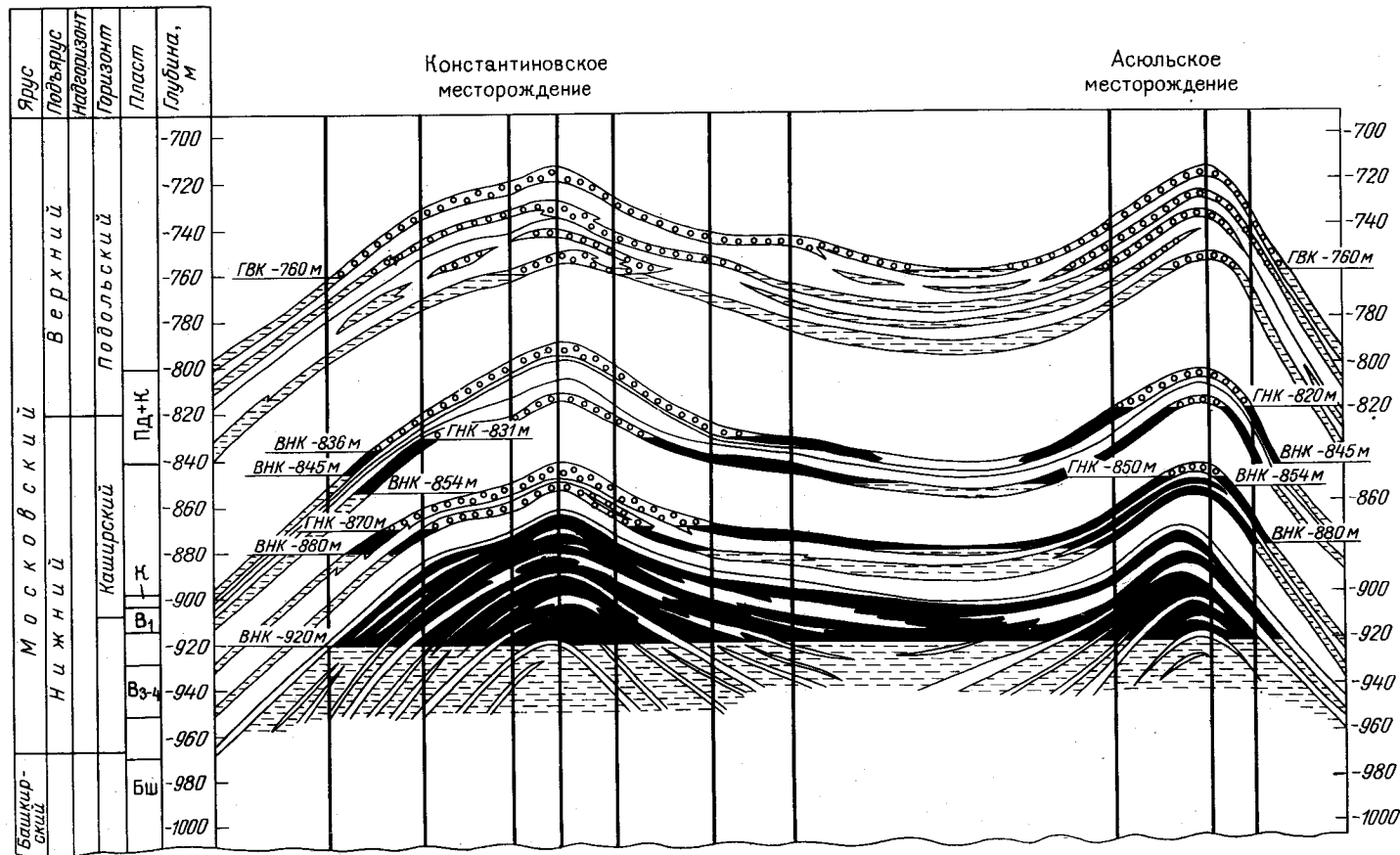


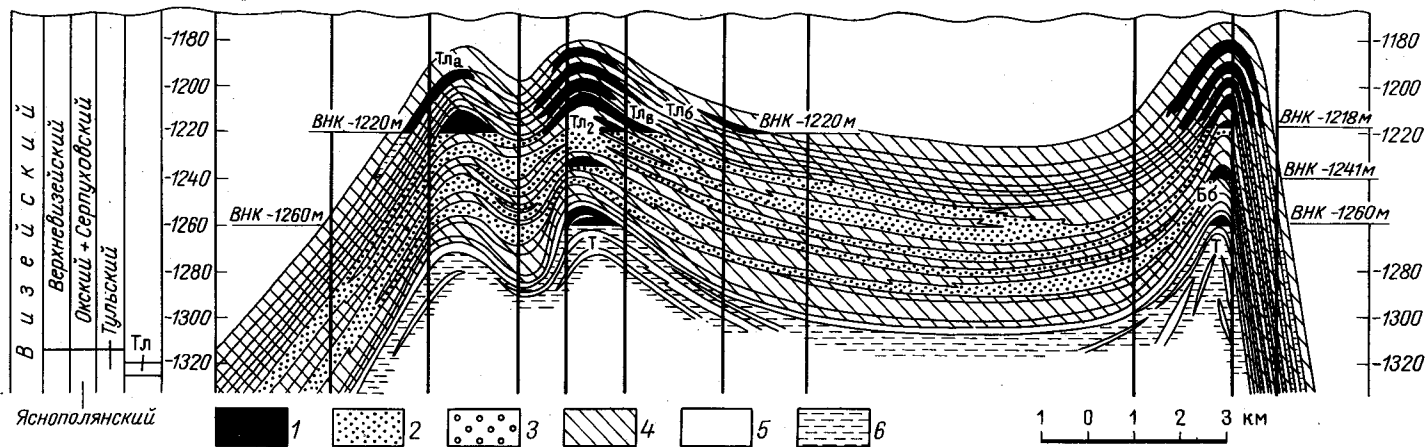
Рис. 41. Структурная карта по кровле терригенной пачки тульского горизонта Батырбайевского месторождения (составил Л. Л. Благиных)

1 — скважины; 2 — стратоногипсы; 3 — контур нефтеносности пласта Бш; 4 — контур нефтеносности пласта Тл. Поднятия: I — Константиновское, II — Утяйбашское, III — Зайцевское, IV — Пальниковское, V — Асюльское

а



6



- Рис. 42. Геологические разрезы через залежи среднего карбона Батырбайского месторождения: а — по линии I—I (см. рис. 41) (составила О. Р. Меновщикова); б — по линии I—I через залежи нижнего карбона (составила Н. С. Жильцова)  
 1 — нефтеносные песчаники и известняки; 2 — водоносные песчаники и алевролиты; 3 — газонасыщенные карбонатные породы; 4 — аргиллиты и глинистые алевролиты; 5 — плотные известняки; 6 — водоносные известняки

Визейская терригенная толща мощностью 70—114 м характеризуется значительным изменением. Пористость песчаных и алевролитовых прослоев 11—19,5%, проницаемость до 828,7 мд.

В тульском горизонте выделяются два пласта: Т<sub>1</sub> мощностью 1,5—7,5 м и Т<sub>2</sub> мощностью 13,5—31 м, имеющих общий ВНК. В горизонте имеется четыре разобщенных залежи: Константиновская и Асюльская с высотой 40 м, Пальниковская — 16 м и Утяйбашская — 15 м (см. рис. 42, б). Наиболее высоко залегает ВНК Асюльской залежи (минус 1218 м) и наиболее низко — Утяйбашской (минус 1252 м).

Наибольшая по площади Константиновская залежь — 15×4—7,5 км. Дебиты нефти 35—56 т/сут — фонтаном. Плотность ее 0,863—0,894, содержание серы в ней 1,8—2,7%, парафина — 4,45%. Начальное пластовое давление 145 ат, давление насыщения 105 ат, газонасыщенность нефти 56 м<sup>3</sup>/т.

Нефтяной пласт Б<sub>1</sub> сложен чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов мощностью 8—26 м. К нему приурочены три разобщенные залежи с разными ВНК: Асюльская с высотой 15 м, Константиновская — 23 м и Утяйбашская — 21 м. Наиболее крупная Утяйбашская площадь — 4,5×2 км. Нефть плотностью 0,864—0,876, серы в ней 2,16%, парафина 3,7—5%, газовый фактор 44,5 м<sup>3</sup>/т. Пластовое давление 145 ат, давление насыщения 92,5—100,5 ат.

Нефтяной пласт Б<sub>2</sub> хотя и приурочен к хорошо выдержанному песчанику, но содержит небольшую залежь (1,7×1 км и высотой 6 м) лишь на Утяйбашском куполе, ВНК минус 1263 м.

В турнейском ярусе выявлены две разобщенные массивные сводовые нефтяные залежи: Константиновская и Асюльская.

Пористость нефтеносных органогенных известняков до 20,6%, проницаемость до 573 мд. В залежах выделяется до 10 проницаемых прослоев. Нефтенасыщенная мощность известняков достигает 12,9 м. Глубина залегания 1500—1550 м. Наибольшая по площади Константиновская залежь (10×1,3 км) имеет высоту 25 м. Высота Асюльской залежи 11 м. Дебиты нефти до 16 т/сут. Нефть плотностью 0,873—0,923, серы в ней 1,9—3,8%, парафина 4,4%.

Ярино-Каменноложское газонефтяное месторождение расположено в 35 км к северо-востоку от г. Перми. Открыто в 1954 г. Здесь на поверхности и под четвертичными отложениями залегают соликамский горизонт уфимского яруса и иренский горизонт кунгурского яруса. Геологический разрез вскрыт на глубину 2420 м до венда.

Месторождение приурочено к крупной асимметричной брахиантиклинали субмеридионального простирания, наиболее четко выраженной в нижнекаменноугольных отложениях. По кровле терригенной пачки тульского горизонта складка имеет длину 27 км, ширину 4—5,5 км, высоту более 100 м (рис. 43). Наклон западного крыла 4—5°, восточного — около 2°. Складка осложнена Яринской и Каменноложской локальными брахиантиклиналями с несколькими вершинами. Вверх по разрезу эти структуры выполаживаются. По кровле артинского яруса высота ее всего 45 м, наклон западного крыла 1°25', а восточного менее 1°. Ниже тульского горизонта наклон возрастает до кровли фаменского яруса, а глубже происходит выполаживание, и в нижнефранских отложениях брахиантиклиналь переходит в моноклинал с наклоном на восток.

Промышленные залежи выявлены в серпуховско-башкирской, визейской терригенной и тульской карбонатной толщах. Нефтепроявления встречены в артинских, сакмарских, верхнекаменноугольных известняках.







ная мощность их достигает 15,5 м. Пористость известняков изменяется от 3,8 до 15,4%, проницаемость от 0,1 до 125 мд. Этаж нефтеносности 50 м, ВНК минус 1440 м. Залежь массивная сводовая, водоплавающая, с режимом растворенного газа. Дебиты нефти колеблются от 1 до 160 т/сут, начальное пластовое давление залежи 172 ат, давление насыщения 155 ат, газонасыщенность 157 м<sup>3</sup>/т. Попутный газ содержит 35,0% метана и 15,8% азота. Месторождение эксплуатируется с 1955 г.

Залежи визейской терригенной и башкирско-намюрской толщ разрабатываются с применением соответственно законтурного заводнения и разрезающего внутриконтурного.

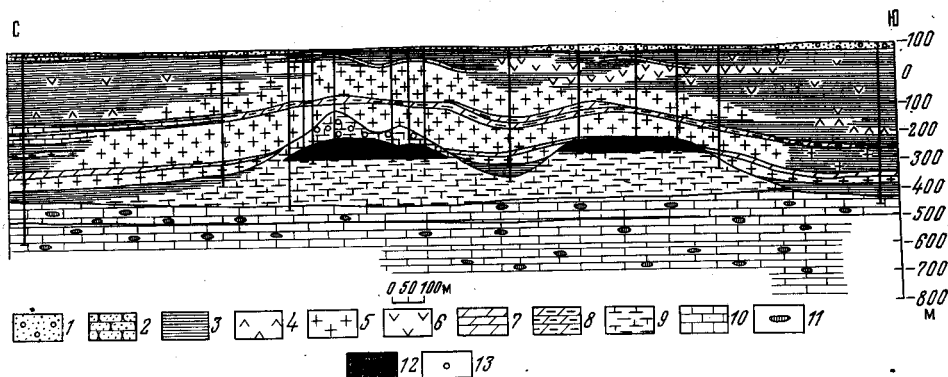


Рис. 46. Геологический разрез Верхнечусовского месторождения нефти (составил П. А. Софроницкий)

1 — пески и галечники; 2 — песчаники; 3 — глины, аргиллиты и мергели; 4 — каменная соль; 5 — ангидриты; 6 — гипсы; 7 — доломиты; 8 — глинистые доломиты; 9 — массивные рифовые известняки; 10 — слоистые известняки; 11 — кремнистые стяжения; 12 — нефть; 13 — газ

Юго-восточнее и северо-восточнее месторождения в пределах Каменноложского вала открыто еще пять нефтяных месторождений с залежами в визейской терригенной толще (см. табл. 6).

Верхнечусовское газонефтяное месторождение находится на правом берегу р. Чусовой у устья рек Усолки и Рассошки, в 2 км северо-восточнее ст. Уралнефть. Месторождение открыто в 1929 г., оно располагается на площади пойменных террас р. Чусовой. Вблизи месторождения в крутых склонах долины р. Чусовой обнажается соликамский горизонт, сложенный песчаниками, аргиллитами и пачками плитчатых известняков. На месторождении геологический разрез вскрыт на глубину 1798 м от соликамского горизонта до башкирского яруса.

Промышленные залежи нефти приурочены к массивным брахиоподово-мшанковым известнякам саргинского горизонта артинского яруса. Эти известняки образуют два массива: северный — длиной 1100 м, шириной 600 м, высотой 250—290 м и южный — размером 750 на 500 м, высотой до 175 м. Поверхность массивов имеет склоны в 30—45°. Артинские слоистые известняки (криноидно-мшанковые и губково-фузулиновые), подстилающие рифовые брахиоподово-мшанковые известняки, залегают с наклоном около 1° на восток. Кунгурские отложения, перекрывающие массивы брахиоподово-мшанковых известняков, залегают плащеобразно, выполаживаясь вверх. По кровле иренского горизонта здесь наблюдается поднятие меридионального простирания высотой 15—20 м.

На месторождении были выявлены две залежи нефти, располагающиеся в верхней части Северного и Южного массивов брахиоподово-мшанковых известняков (рис. 46). Последние участками сильно кавер-

нозные с инкрустационной структурой. Пористость их сильно меняется как по вертикали, так и по горизонтали от 3 до 25%. Менее пористы глинистые темно-серые разности и наиболее пористы чистые разности и доломиты, замещающие известняки.

Залежь нефти Северного массива залегает на глубинах 334—400 м. В начале эксплуатации площадь нефтеносности была около 22 га, а после — 16 га. Нефтенасыщенная часть массива до 60 м складывается известняками и доломитами. К краям массива нефтеносные породы выклиниваются. Нефтенасыщение неравномерное. Наиболее нефтенасыщены линзы доломитов. Нефтенасыщенные породы подстилаются водоносными и перекрываются плотными глинистыми, участками кавернозными, газосодержащими известняками от 15 до 120 м мощности. Раздел между водой и нефтью находился на отметках минус 280—295 м. Залежь Северного массива брахиоподово-мшанковых известняков эксплуатировалась с 1929 по 1953 г.

На Южном массиве мощность нефтеносных известняков была всего 39 м, ВНК минус 260—275 м. Залежь быстро обводнилась.

Нефть темно-коричневого цвета, плотностью 0,936—0,956, с высоким содержанием серы (от 4,2 до 5,4%) и ароматических углеводородов (см. табл. 7). В начальный период эксплуатации скважин выделялось до 100 м<sup>3</sup> и более газа на тонну нефти, но содержание быстро падало до 15—10 м<sup>3</sup> и менее. Средние начальные дебиты нефти 5—25 т/сут. Начальное пластовое давление 35—40 ат. В процессе разработки залежей пластовые давления и дебиты скважин быстро падали. С появлением воды в скважинах она поступала в количестве 0,1—0,4 т/сут. Месторождение характеризуется режимом растворенного газа. За время эксплуатации с 1929 по 1953 г. добыто 78 693 т. нефти. В верхней части брахиоподово-мшанковые известняки содержали свободный газ. Газ Верхнечусовского месторождения азотно-углеродный. Метана в нем до 45—83% и азота от 2,3 до 17% (см. табл. 8). Месторождение не эксплуатировалось.

Кроме промышленных залежей нефти в брахиоподово-мшанковых известняках, на площади Верхнечусовского месторождения отмечены слабые нефтепроявления в известняках верейского горизонта, сакмарского яруса и иренского горизонта. Особенно интенсивные нефтепроявления констатированы в пачке кунгурских доломитов, примыкающих к рифовым массивам.

### Куедино-Вesлянская зона газонефтенакопления

Эта зона располагается в бортовой части Камско-Кинельских прогибов к югу и востоку от депрессионной зоны и протягивается от Москудьинского месторождения на юго-западе Пермской области до Комарихинского месторождения на р. Чусовой. Для зоны характерно усиление локальных положительных структур с глубиной от пермских отложений до фаменских и выполаживание или исчезновение обособленной формы в нижнефранских и среднедевонских породах. Большинство месторождений содержат залежи нефти и газа в визейской терригенной толще. В отличие от Ножовско-Касибской зоны здесь развиты газонефтяные и газовые залежи. Попутный газ отличается преобладанием метана над азотом. Исключение составляют лишь некоторые залежи башкирского и московского ярусов. Большинство месторождений мелкие, но имеются и средние (Гожанское, Куединское) и одно крупное (Павловское), высота залежей до 106 м. В восточном и северо-восточном направлениях уменьшается плотность нефтей и содержание в них серы, увеличивается газонасыщенность и высота газовых шапок, появляются

газовые залежи не только в среднем карбоне, но и в визейской терригенной толще. В зоне выделяются три подзоны: Куединская, Павловская, Веслянская.

**Куединская подзона** нефтегазонакопления охватывает месторождения Куединского и Дубовогорского валов. Сюда относится Москудьинское, Гондыревское, Быркинское, Красноярское, Аряжское, Дубовогорское и Степановское нефтяные и Куединское газонефтяное месторождения. Локальные положительные структуры, контролирующие месторождения, прослеживаются в пермских, каменноугольных и девонских отложениях. Только Степановское поднятие не выражено в девоне. Залежи нефти в подзоне открыты во всех региональных нефтегазоносных толщах, кроме нижнепермской. В визейской терригенной толще нет залежей только на Дубовогорском месторождении. Высота залежей от 5 до 79 м. Наиболее легкие и менее сернистые нефти отмечаются в живецко-кыновской и верейско-подольской толщах, а наиболее тяжелые и сернистые — в турнейской и терригенной визейской толщах. Газовый фактор — от 18 до 49 м<sup>3</sup>/т. Газовые шапки высотой 11,4—17,4 м установлены в верейско-каширском (К+В<sub>1</sub>) и верейском (В<sub>3</sub>+В<sub>4</sub>) пластах Куединского месторождения. Дебиты газа из них до 17,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Газ содержит 34% метана и 55,7% азота.

Гожанское нефтяное месторождение расположено в 30 км северо-западнее пос. Куеда. Открыто в 1952 г. Здесь под четвертичными отложениями залегают красноцветные песчано-глинистые породы белебеевской и шешминской свит. Разрез вскрыт на глубину 2542 м до рифея.

Месторождение приурочено к брахиантиклинали северо-западного простирания. Длина ее по кровле артинского яруса 13,7 км, ширина 3 км и высота 35 м. Юго-западное крыло складки имеет наклон 2°20', а северо-восточное — 1° — 1°30'. С глубиной до фаменского яруса происходит увеличение наклона крыльев, высота складки достигает 100 м. В нижнефранских отложениях складка несколько выполаживается.

Установлено восемь залежей нефти: две в верейско-подольской толще (К+В<sub>1</sub> и В<sub>3+4</sub>), одна в серпуховско-башкирской (Бш), две в визейской терригенной (Тл<sub>2</sub>+Бб<sub>1</sub> и Бб<sub>2</sub>), одна в турнейской (Т) и две в живецко-кыновской (Д<sub>1</sub>+Д<sub>п</sub>). Нефтепроявления отмечены в филипповских доломитах и франских известняках.

Пласт К+В<sub>1</sub> залегает на глубине 925 м, сложен известняками и доломитами с пористостью 9,4—16,7% и средней проницаемостью 15 мд, мощностью 14—16 м. В средней части он разделен прослоем глинистых известняков. Высота залежи нефти — 58,4 м.

Пласт В<sub>3+4</sub> сложен известняками пористостью 13—28% и проницаемостью до 530 мд, мощностью 14—18 м. В средней части пласта прослеживается плотный глинистый известняк. Высота залежи — 43 м.

Известняки башкирского яруса заключают массивную сводовую залежь нефти. Пористость нефтеносных известняков 3—17%, средняя проницаемость 14 мд. Высота залежи 37 м.

Испытание залежей среднего карбона проводилось совместно, и поэтому здесь нет достаточных данных о составе нефтей и дебитах.

Визейская терригенная толща залегает на глубине 1270—1350 м. Песчаники и алевролиты не выдержаны по простиранию.

К пластам Тл<sub>2</sub> и Бб<sub>1</sub> приурочена единая залежь с ВНК минус 1195 м. Мощность пласта Тл<sub>2</sub> 1—5 м, а Бб<sub>1</sub> 2,5—12 м. Пористость песчаников и алевролитов 1,7—23%. Высота залежи — 58 м. Дебиты нефти — до 6 т/сут.

Пласт Бб<sub>2</sub> на отдельных участках Гожанской брахиантиклинали полностью замещен глинистыми алевролитами и аргиллитами (рис. 47).



Пористость нефтенасыщенных пород 7—25%, проницаемость до 859 мд, мощность до 16 м, ВНК минус 1208—1215 м. Высота залежи нефти — 51—58 м. Дебиты скважин до 35,5 т/сут при фонтанировании.

Нефти визейской терригенной толщи имеют плотность 0,914, содержание серы 3,03%, смол и асфальтенов 34,1%, газонасыщенность — 19 м<sup>3</sup>/т. Пластовое давление — 144 ат и давление насыщения — 68 ат. Несмотря на большую высоту залежей, дебиты нефти низкие, что связано с большой вязкостью нефти, которая в пластовых условиях равна 32—66 спз.

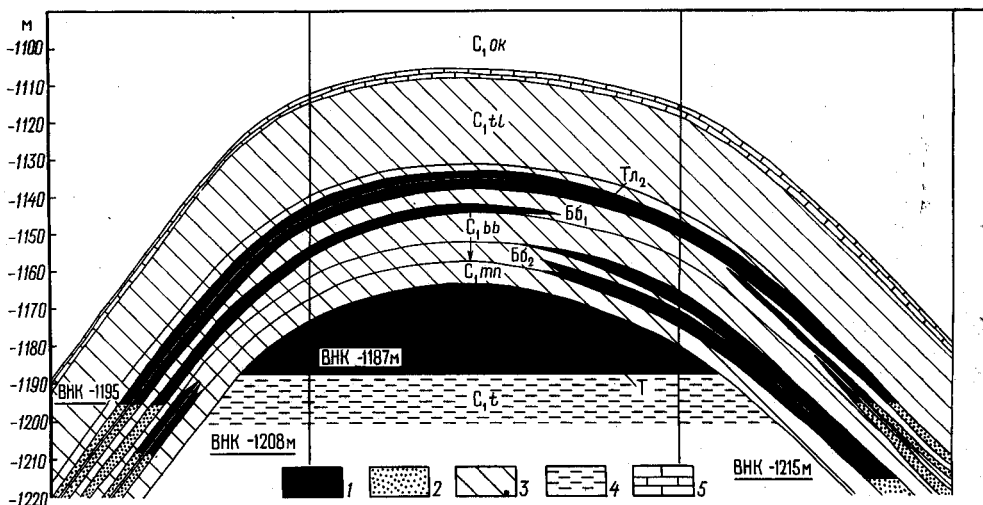


Рис. 47. Геологический разрез визейской терригенной и турнейской толщ Гожанского месторождения (составил Н. Ф. Дудин)

1 — нефтяные песчаники и известняки; 2 — водоносные песчаники и алевролиты; 3 — аргиллиты и глинистые алевролиты; 4 — водоносные известняки; 5 — плотные известняки

Залежь в турнейских известняках массивная сводовая. Нефтеносные известняки пористостью 5—18% и проницаемостью до 191 мд. Высота залежи — 15 м. Нефть плотностью 0,915, содержит 4% серы, дебит 31,6 т/сут.

В живетско-кыновской толще песчано-алевролитовые пласты Д<sub>I</sub> и Д<sub>II</sub> на отдельных участках месторождения полностью замещаются глинистыми алевролитами и аргиллитами (рис. 48), залегают они на глубине 1970—2020 м.

Пласт Д<sub>I</sub> пашийского горизонта имеет пористость 6,4—23,5%, проницаемость 64 мд и мощность 0—8,5 м. Высота залежи 51—72 м. Нефть плотностью 0,884, содержит 2,17% серы, газонасыщенность — 46 м<sup>3</sup>/т. Пластовое давление — 200 ат, давление насыщения — 98 ат.

Пласт Д<sub>II</sub> живетского яруса пористостью 7,6—22%, проницаемостью 34 мд и мощностью до 15 м включает залежь нефти высотой 44—65 м. Нефть плотностью 0,889, с содержанием серы 1,79%. ВНК залежи пластов Д<sub>I</sub> и Д<sub>II</sub> общий на северо-восточном крыле брахиантиклинали минус 1867 м, на юго-восточном — минус 1888 м. Испытание пластов Д<sub>I</sub> и Д<sub>II</sub> в большинстве скважин проводилось совместно. Дебиты скважин — до 38 т/сут.

Залежи нефти в терригенных визейской и живетско-кыновской толщах пластовые сводовые с литологическим замещением.

**Павловская подзона** газонефтенакопления приурочена к Чернушинскому валу. Здесь установлены Этышское, Павловское, Березовское,

Таныпское, Красногорское, Аспинское и Сосновское месторождения, в которых насчитывается 30 нефтяных, 8 газонефтяных и 6 газовых залежей.

Вал и локальные положительные формы наиболее четко выражены в нижнем карбоне, а вверх по разрезу происходит их выполаживание. По кровле артинского яруса исчезает восточное крыло вала и наблюдается пологая моноклираль с наклоном на запад, осложненная небольшими куполами. Живетско-кыновская толща залегает с общим наклоном на восток. Детали ее строения не выяснены.

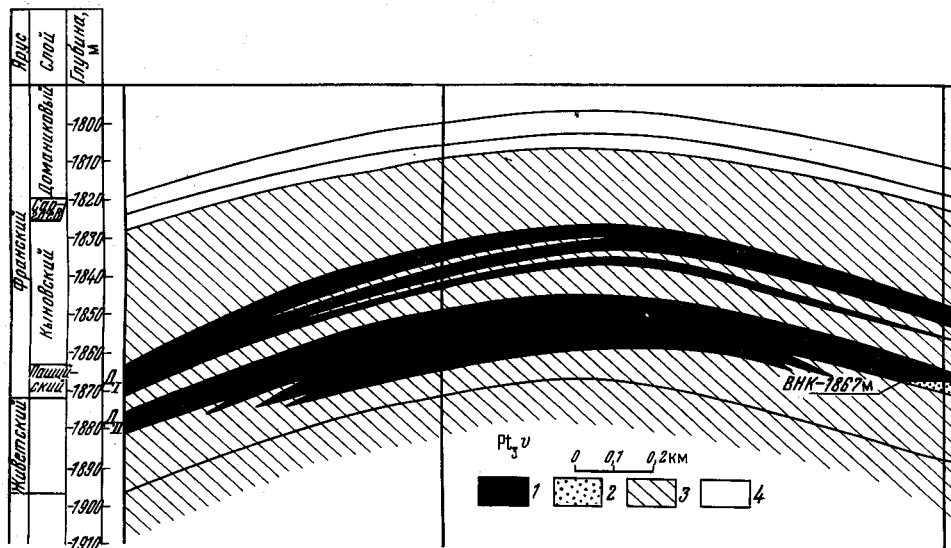


Рис. 48. Геологический разрез живетско-кыновской толщи Гожанского месторождения 1—3 — песчаники и алевролиты: 1 — нефтеносные, 2 — водоносные, 3 — аргиллиты и алевролиты глинистые; 4 — плотные известняки

Все месторождения подзоны содержат залежи нефти в турнейской карбонатной и визейской терригенной толщах. Залежи нефти имеются на некоторых месторождениях в башкирском ярусе. Неоконтуренные залежи в кыновском горизонте известны на Этышском, Павловском и Сосновском месторождениях. В верейско-подольской толще выявлены две газонефтяные и три газовые залежи. Высота залежей от нескольких до 50 м. По сравнению с Куединской подзоной нефти здесь менее плотные и сернистые, а газонасыщенность больше (21—114 м<sup>3</sup>/т). В газе, растворенном в нефти, во всех залежах азота меньше 20%. Газ газовых шапок и залежей отличается преобладанием метана над азотом.

Павловское газонефтяное месторождение находится в 15 км восточнее г. Чернушка. Открыто в 1956 г. На поверхности под четвертичным покровом залегают шешминский и соликамский горизонты уфимского яруса. Разрез вскрыт на глубину 2243 м до рифея.

Месторождение приурочено к крупному куполу, наиболее четко выраженному в нижнем карбоне. По кровле терригенной пачки тульско-го горизонта длина его 32 км и ширина 16 км, высота 60 м. На нем выделяется восемь местных куполов (Улыкский, Павловский, Барановский, Южно-Павловский, Григорьевский, Винокуровский, Северо-Павловский и Деткинский). Купол вверх по разрезу выполаживается по кровле артинского яруса, по горизонтам кунгурского яруса исчезает его восточное крыло, и он переходит в структурный выступ (с общим наклоном слоев на запад), осложненный весьма пологими поднятиями.

На Павловском месторождении выявлены: газовая залежь в подольском горизонте (Пд), газонефтяная в верейском горизонте ( $V_{3+4}$ ), 6 нефтяных залежей в башкирском ярусе (Бш), в визейской терригенной толще (Тл<sub>2</sub>, Бб<sub>1</sub>, Бб<sub>2</sub>), в турнейском ярусе (Т) и в кыновском горизонте (Д<sub>0</sub>). Нефтепроявления отмечены в кунгурском и артинском ярусах, в окском и серпуховском надгоризонтах и пашийском горизонте (Звездин и др., 1966).

Газовая залежь подольского горизонта недоразведана. Пласт Пд представлен мелкозернистыми кавернозными известняками мощностью 6—10 м пористостью до 11%. Пласт испытан только на Деткинском куполе (скв. 258). Получен приток 7,2 тыс. м<sup>3</sup> газа на 2,45-миллиметровом штуцере. Газ содержит 54,9% метана и 30,3% азота.

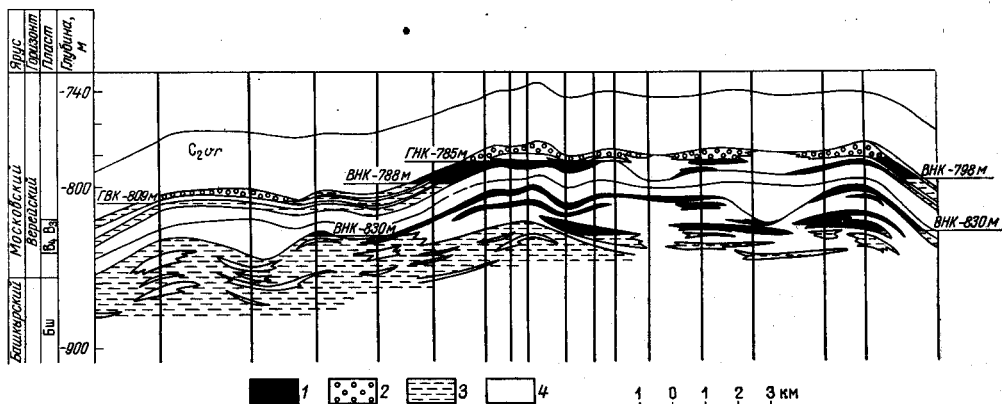


Рис. 49. Геологический разрез толщи среднего карбона Павловского месторождения (составила О. Р. Меновщикова)

Карбонатные породы: 1 — нефтеносные, 2 — газоносные, 3 — водоносные, 4 — плотные

Пласт  $V_{3+4}$  верейского горизонта сложен биоморфными и органо-детритовыми известняками с пористостью до 14,5%, проницаемостью до 29,3 мд, мощностью 1,7—11,5 м. К данному пласту в центральной части месторождения (площади Улыкского, Павловского, Барановского, Южно-Павловского куполов) приурочена газонефтяная залежь размером 17,8×17,5 км, высотой 32 м, из которых 18 м падают на газовую шапку (рис. 49). Дебиты нефти 42 т/сут при фонтанировании, а газа 26—78 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Нефть плотностью 0,872—0,884, серы в ней 2,1%, парафина 4%. Газ газовой шапки содержит 70,8% метана, 8,3% этана и 16,5% азота.

На Деткинском куполе в пласте  $V_{3+4}$  установлена газовая залежь высотой 14 м с ГНК на 24 м ниже такового центральной части месторождения.

Нефтяная залежь в башкирском ярусе залегает на глубине 975—1050 м. Она приурочена к органо-детритовым известнякам с пористостью до 13,3% и проницаемостью до 109 мд. Общая мощность нефтенасыщенных известняков до 15,8 м. Залежь площадью 19×16,7 км, высотой 35,4 м, является массивной сводовой. Дебиты нефти до 18,5 т/сут. Нефть плотностью 0,894, с содержанием серы 1,9—26,97%, парафина 3,6%, газовый фактор 39 м<sup>3</sup>/т, пластовое давление 94 ат.

Визейская терригенная толща на месторождении залегает на глубине 1360—1400 м, мощность ее 61—88 м. Песчаники и алевролиты толщи характеризуются пористостью 10—27,5% и проницаемостью 9—1550 мд. Выявленные залежи пластовые сводового типа с литологическим замещением.



На месторождении с 1961 г. разрабатывается яснополянская залежь с применением законтурного заводнения и разрезающего внутриконтурного, делящего его на четыре поля.

**Веслянская подзона** газонефтенакопления приурочена к одноименному валу, на котором выявлено три нефтяных месторождения: Троельжанское, Обливское и Кукуштанское; 9 газонефтяных — Мазунинское, Лазуковское, Веслянское, Лужковское, Ергачинское, Кыласовское, Ожгинское, Елкинское и Комарихинское. Для Веслянского вала характерно совпадение условий залеганий пермских и каменноугольных отложений с увеличением наклона крыльев и высоты куполов и брахиантиклиналей в глубину. В франском ярусе вал переходит в моноклинал, и живетско-киновская толща залегает с общим наклоном на восток; бурением обособленные поднятия в ней не выявлены.

В подзоне известно 23 нефтяные, 14 газонефтяные и 2 газовые залежи в каменноугольных отложениях. В отличие от Павловской подзоны здесь установлены газонефтяные залежи в визейской терригенной толще и не выявлено залежей в каширском и подольском горизонтах. Нефти в подзоне в основном более легкие, менее сернистые, чем в Павловской подзоне, и более газонасыщенные (газовый фактор 50—174 м<sup>3</sup>/т). В большинстве залежей давление насыщения приближается к пластовому. Нефти верейского горизонта более плотные, чем нефти башкирского яруса.

Кыласовское газонефтяное месторождение находится в 20 км северо-западнее г. Кунгура на междуречье рек Сылвы и Бабки. Открыто в 1961 г.

На поверхности и под четвертичными отложениями выступают гипсы и ангидриты иренской свиты, местами закарстованные, и частично — соликамская свита. Разрез вскрыт на глубину 2427 м до венда.

Месторождение приурочено к брахиантиклинали субмеридионального простирания длиной 16,5 км и шириной 2—3,5 км. По кровле артинского яруса высота 20 м. Западное крыло с наклоном 1°, а восточное 40'. С глубиной брахиантиклиналь становится более крутой и высокой. По кровле тульского горизонта западное крыло имеет наклон 4°25', а высота брахиантиклинали достигает 50 м. С глубиной происходит смещение осевой части складки в сторону более крутого западного крыла. В нижнефранских и более древних отложениях по построениям наблюдается общий наклон слоев на восток. На месторождении выявлены одна нефтяная залежь в верейском горизонте (В<sub>3+4</sub>) и две газонефтяные залежи: одна в башкирском ярусе (Бш) и другая в визейской терригенной толще (Тл<sub>1</sub>+Тл<sub>2</sub>+Бб<sub>1</sub>). Нефтепроявления встречены в артинском, турнейском ярусах и в карбонатной толще верхнего девона.

Залежь пласта В<sub>3+4</sub> пластово-сводовая (рис. 51). Залегает на глубине 1305 м, ВНК минус 1140 м. Мощность нефтенасыщенных известняков — 1—7,5 м. Их средняя пористость 10%, проницаемость 44,1 мд. Высота залежи — 31,4 м. Дебиты нефти 1,5—2,5 т/сут. Нефть плотностью 0,9, серы в ней 1,14—1,53%, парафина до 2%, газонасыщение 51 м<sup>3</sup>/т, пластовое давление 131 ат, давление насыщения 71,5 ат.

Газонефтяная залежь в башкирском ярусе массивная сводовая. Нефтегазонасыщенные известняки участками кавернозные. Пористость их в среднем около 10%, а проницаемость до 37 мд. Общая мощность нефтегазонасыщенных прослоев 0,4—6 м. ВНК минус 1180 м. Высота нефтяной залежи — 7 м, а газовой шапки — 28 м.

Дебиты нефти 2,15 т/сут. Плотность ее 0,836, содержание серы 1,52%, парафина — 9,76%, газонасыщенность 81 м<sup>3</sup>/т, пластовое давление 137 ат. Дебиты газа 9,6—83,2 м<sup>3</sup>/сут. Газ содержит 77,6% метана и 10,9% азота.



Мощность визейской терригенной толщи на месторождении от 52 до 69 м. Наиболее сильно литологически изменяется тульский горизонт. Пористость песчаников и алевролитов в среднем 14,7%, а проницаемость до 643 мд. Яснополянская залежь приурочена к пластам Тл<sub>1</sub> и Тл<sub>2</sub> тульского горизонта и пласту Бб<sub>1</sub> бобриковского. Пласт Тл<sub>1</sub> имеет суммар-

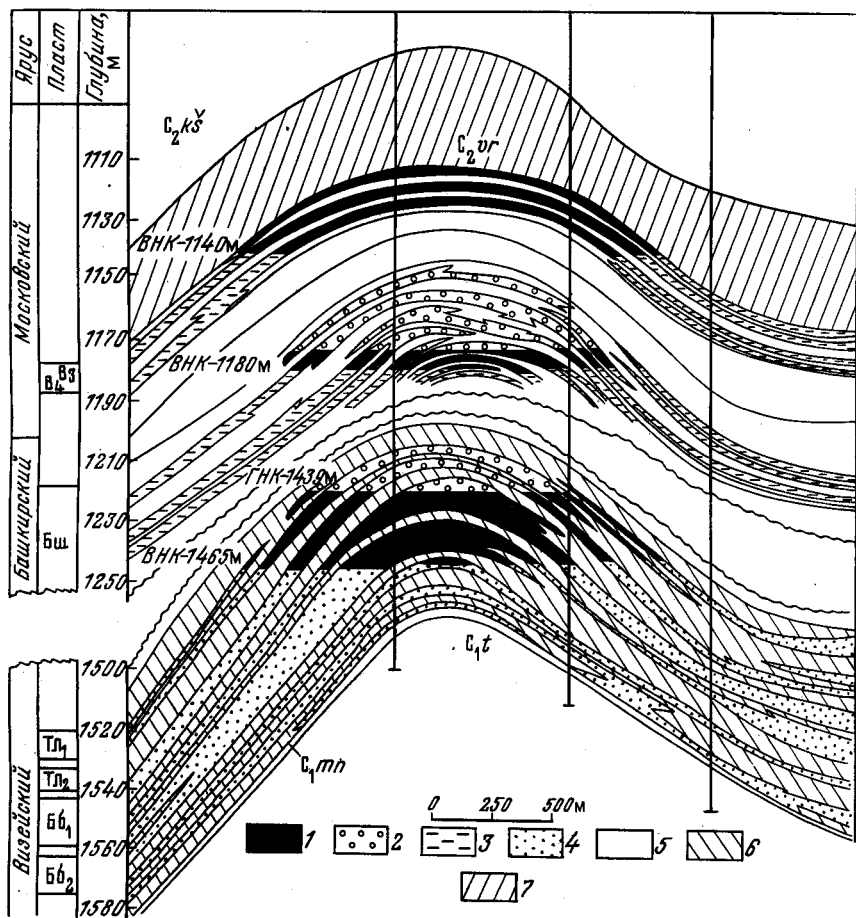


Рис. 51. Поперечный геологический разрез средне- и нижнекаменноугольных залежей нефти Кыласовского месторождения (составила З. А. Федорчук). 1 — нефтеносные песчаники и известняки; 2 — газонасыщенные известняки; 3 — водоносные известняки; 4 — водоносные песчаники и алевролиты; 5 — плотные известняки; 6 — аргиллиты и глинистые алевролиты; 7 — терригенно-карбонатные породы верейского горизонта

ную эффективную мощность 2—6,5 м. Пласт Тл<sub>2</sub> на отдельных участках месторождения замещен глинистыми алевролитами. Общая мощность газонасыщенной части пласта 3—8,5 м. Основным промышленным объектом Кыласовского месторождения является пласт Бб<sub>1</sub>. Мощность его 15—28 м. В нем 2—5 пронцаемых прослоев. Общая мощность газонасыщенных прослоев 0,7—20 м. ВНК яснополянской залежи установлен для указанных пластов на близких отметках минус 1460—1464 м, а ГНК — минус 1439—1443 м (см. рис. 51). Высота залежи 42 м, газовой шапки — 20,5 м, режим упруго-водонапорный. Тип залежи пластовый сводовый с литологическим замещением. Дебиты нефти от 0,5 до

185 т/сут, а газа до 90 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Нефть плотностью 0,846, серы в ней 1,32%, парафина 7%, газонасыщенность 163 м<sup>3</sup>/т. Газ газовых шапок содержит 78,6% метана и 8,4% азота.

Месторождение находится в разработке с 1966 г.

### Дороховская зона нефтенакопления

Эта зона ограничена с запада Павловской и Веслянской подзонами газонефтенакопления, с востока Сылвинской зоной. Для зоны характерно общее пологое погружение пермских отложений на запад, а карбона и девона — на восток, на фоне которого выделяются весьма пологие и нечеткие положительные структуры — купола и структурные носы. Здесь выявлены мелкие залежи нефти в живетско-кыновской толще, в фаменском ярусе, в визейской терригенной, в башкирской и визейско-подольской толщах (см. табл. 6). Дебиты нефти менее 15 т/сут. Залежи нефти в основном недоразведанные.

### Сылвинская зона нефтегазонакопления

Данная зона только намечается, и к ней относится территория Сылвинской впадины Предуральяского прогиба, располагающаяся к югу от Веслянского вала. Осадки карбона и девона в отличие от нижнепермских отложений залегают с общим, осложненным уступами наклоном на восток. Геофизическими работами близ восточной границы зоны выявлен четкий Шамарский вал в каменноугольных породах. В зоне развиты погребенные рифовые массивы артинского возраста (по западной границе) и ассельско-артинские в виде меридиональной полосы. Зона плохо разбурена. Здесь выявлено лишь два мелких месторождения; Бруснянское газонефтяное и Кордонское газовое с конденсатом.

В Бруснянском месторождении установлена газовая залежь в бобриковском горизонте высотой 12 м с дебитом газа через 3,2-миллиметровый штуцер 107 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Газ содержит метана 78,8%, азота и редких 5,6%, конденсата 10 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Нефтяная залежь в башкирском ярусе высотой около 10 м. Нефть плотностью 0,819, серы в ней 0,89%, газовый фактор 181—186,5 м<sup>3</sup>/т. Дебиты нефти 5 т/сут.

На Кордонском месторождении только из одной скважины из рифогенных ассельско-сакмарских известняков получен приток газа 400 тыс. м<sup>3</sup>/сут с конденсатом плотностью 0,750 до 100 г/м<sup>3</sup>. Газ содержит 79,7% метана, 9,4% этана и 4,8% азота вместе с редкими.

### Западно-Уральская зона нефтегазонакопления

Эта намечающаяся зона охватывает краевые (передовые) складки. Здесь не открыто ни одного промышленного месторождения нефти и газа, но основанием для ее выделения являются обнаруженные нефтегазопроявления в шахтах Кизеловского бассейна, особенно в турнейских известняках, которые на глубине 400—800 м содержат нефть плотностью менее 0,8 и количеством серы менее 0,5%; выделяющийся газ содержит 74,8% метана и только 6,6% азота. Заслуживает внимания и увеличение газонасыщенности нефтей и появление газовых шапок и залежей при приближении к Уралу. Разрез и структурные условия Западно-Уральской зоны сходны с продолжением таковой на Верхней Печоре и в Башкирии, где открыты крупные газоконденсатные месторождения. Наиболее перспективными являются территории развития мощ-

ных нижнепермских песчано-глинистых толщ и площади, где пермские, каменноугольные и девонские осадки находятся под покровом более молодых образований.

Ограниченные на сегодня данные и отсутствие промышленной нефтегазоносности по рифейскому комплексу дают основание выделить в Приуралья лишь возможно перспективные площади. По М. М. Балашовой (1968 г.), к ним относятся отдельные участки территории развития карбонатной калтасинской свиты, так как последняя принимается многими исследователями за нефтепроизводящую. Основные перспективы связываются с серафимовскими песчаниками, перекрывающими калтасинские доломиты. Обращается внимание на пачки песчаников внутри калтасинской свиты.

По вендскому комплексу геологических данных больше, что дало возможность М. М. Балашовой (1968 г.) выделить в Пермском Прикамье шесть проницаемых песчаниковых пачек, показать приуроченность нефтепроявлений к нижним двум (5- и 6-й), а также обосновать правомерность выделения перспективной площади, охватывающей южную часть Верхнекамской мегавпадины (южнее р. Обвы), Башкирский макрокупол и его северный склон.

Хотя на описываемой территории в эйфельском ярусе и не известны залежи нефти и газа, он должен рассматриваться как перспективный, так как имеются нефтепроявления в западных складках Урала и в скважинах Приуралья. Наиболее перспективна такатинская свита песчаников по восточному борту Предуральского прогиба и в краевых уральских складках в районах, где песчаники находятся под надежными водопорами и в зоне застойных вод (хлоридно-натриево-кальциевые рассолы). Представляют интерес и карбонатные породы койвинского и бийского горизонтов.

К живетско-кыновской терригенной толще по перспективам нефтеносности выделяется пять категорий площадей (рис. 52).

1. Площади высокоперспективные охватывают части Верхнекамской впадины и Пермско-Башкирского свода. Эта территория содержит основные промышленные залежи нефти. Живетско-кыновская толща здесь имеет среднюю мощность около 40 м. В разрезе кыновского горизонта выше 20 м глинистых пород.

2. Площади перспективные примыкают к высокоперспективным и распространены в Верхнекамской мегавпадине, в северной части Пермско-Башкирского свода и в западной части Предуральского прогиба севернее г. Добрянки.

3. Площади малоперспективные занимают значительную территорию, где в разрезе живетско-кыновской толщи почти не содержится пород-коллекторов, или толща имеет небольшую мощность, или при наличии удовлетворительных пластов-коллекторов отсутствуют обособленные положительные локальные структуры (Кудымкарский и Кочевский валы).

4. Площади бесперспективные охватывают районы с отсутствием в разрезе пород-коллекторов и выходом на поверхность терригенной живетско-кыновской толщи или залеганием в зоне активного водообмена.

5. Площади с неустановленными перспективами находятся в Предуральском прогибе и на территории складчатого Урала, где не известны коллекторные особенности и мощности песчаников и алевролитов в разрезе толщи, не известны и гидрогеологические условия в живетско-кыновской толще.

Карбонатная толща пород саргаевско-фаменского возраста не имеет региональной водоупорной покрывки, поэтому в этой толще возможно развитие местных нефтегазоносных пачек. Наиболее перспективны в нефтегазоносном отношении бортовые участки и поднятия депрессион-

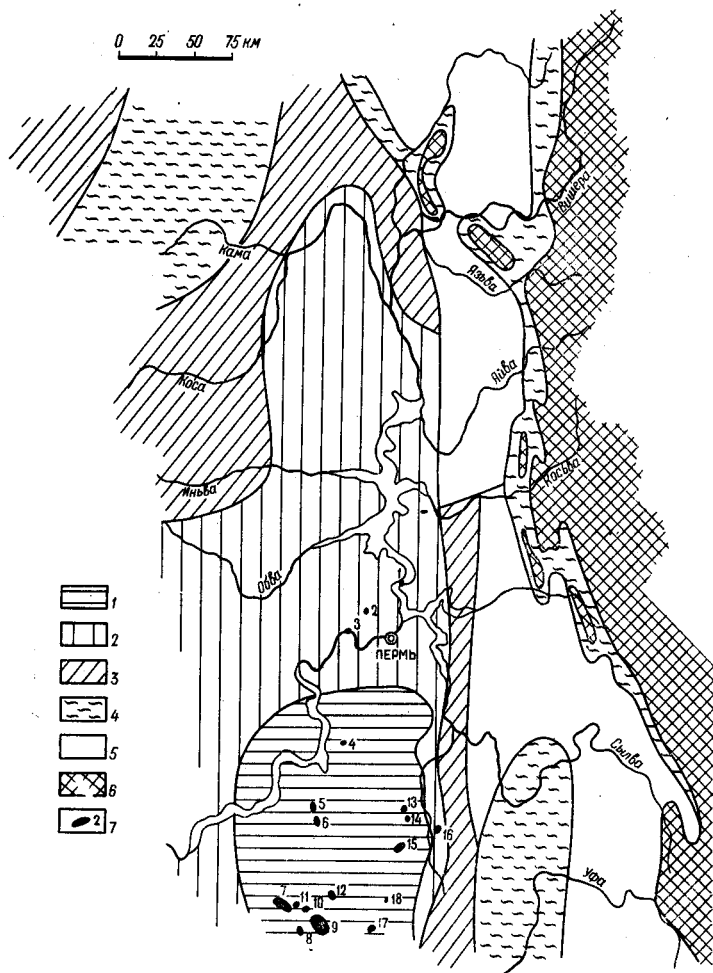


Рис. 52. Схематическая карта перспектив нефтеносности живецко-кыновской толщи Пермского и Свердловского Приуралья. По М. М. Балашовой (с добавлениями и изменениями)

Площади: 1 — высокоперспективные, 2 — перспективные, 3 — мало-перспективные, 4 — неперспективные, 5 — невыясненных перспектив; 6 — выход на поверхность додевонских отложений; 7 — нефтяные месторождения: 1 — Полазинское, 2 — Северокамское, 3 — Краснокамское, 4 — Рассветовское, 5 — Елпачихинское, 6 — Тулвинское, 7 — Гожанское, 8 — Гондыревское, 9 — Куединское, 10 — Красноярское, 11 — Быркинское, 12 — Дубовогорское, 13 — Сосновское, 14 — Кулигинское, 15 — Аспинское, 16 — Чайкинское, 17 — Этышское, 18 — Павловское

ной части зоны Камско-Кинельских прогибов, где развиты чистые карбонатные осадки увеличенной мощности с наличием рифогенных образований. На перспективность этой зоны указывают выявленные при бурении зоны поглощений, открытие залежи нефти на Дороховском месторождении и обильные нефтепроявления. Неперспективными являются зоны развития карбонатно-глинистого разреза, где нет пород-коллекторов.

В оценке перспектив турнейской карбонатной толщи выделяются те же категории, что и для визейской терригенной толщи, так как они тесно связаны с местоположением относительно бортов и поднятий депрессионной зоны Камско-Кинельских прогибов. Разница лишь в том, что менее перспективна данная толща там, где сильно размыта верхняя часть турнейского яруса, например на участке вдоль борта от Козубаевского до Касибского месторождения.

В визейской терригенной толще выделяется пять категорий площадей (рис. 53):

1. Высокоперспективные — сюда отнесены борта Камско-Кинельских прогибов, мезокупола и купола депрессионной части, такие как Батырбайский, Яринский, Березниковский. Как видно из табл. 6, к этим площадям приурочено большинство залежей нефти. К востоку от линии, соединяющей Бельское и Баркмооское месторождения, получают развитие газовые залежи.

2. Перспективные площади примыкают к высокоперспективным.

3. Малоперспективные площади располагаются западнее перспективных, занимая большую территорию Верхнекамской впадины.

4. К бесперспективным площадям относятся Коми-Пермяцкая погребенная макробрахиантиклиналь, Предтима́нский прогиб, Ксенофоновско-Колвинский вал как не имеющие пород-коллекторов или терригенной толщи. К этой же категории отнесены территории выходов на поверхность визейской терригенной толщи в складках Урала и те, которые находятся в зоне активного водообмена.

5. К площадям с невыясненными перспективами отнесены Верхнепечорская мегавпадина, территории складчатого Урала, где данная толща находится в зоне затрудненного водообмена, но неизвестны коллекторы и структуры на глубине.

В окско-башкирском карбонатном комплексе (в нижней и средней частях) региональных водоупоров нет. Несмотря на существенные нефтепроявления, в окском надгоризонте промышленных залежей не обнаружено. В серпуховском надгоризонте нефть встречена только на Осинском месторождении и связана с большой высотой залежи. Распространение местных водоупоров по площади не выяснено, и поэтому нет данных для выделения перспективных площадей.

Перспективы серпуховско-башкирской нефтегазоносной толщи рассматриваются совместно с верейско-подольской, так как их нефтегазоносность тесно связана, что видно из табл. 6. Здесь также выделяется пять категорий перспективных площадей:

1. Высокоперспективные площади охватывают почти весь Пермско-Башкирский свод и часть Верхнекамской впадины (рис. 54).

2. Перспективные площади окаймляют высокоперспективные, и здесь выявлены лишь единичные залежи.

3. К малоперспективным площадям относятся северная и северо-западная части Верхнекамской мегавпадины и погребенная Коми-Пермяцкая макробрахиантиклиналь. Здесь в среднем карбоне не выявлено обособленных положительных структур и уменьшается метаморфизация подземных вод.

4. К площадям невыявленных перспектив отнесены часть Предтима́нского прогиба, Верхнепечорская мегавпадина и значительная часть Западно-Уральской зоны складчатости.

5. К бесперспективным площадям отнесены Урал и Тиман, где средний карбон выступает на поверхность или находится в зоне активного водообмена.

Подольско-филипповский карбонатный комплекс не содержит региональных водоупоров. Местные водоупоры не изучены. Известные



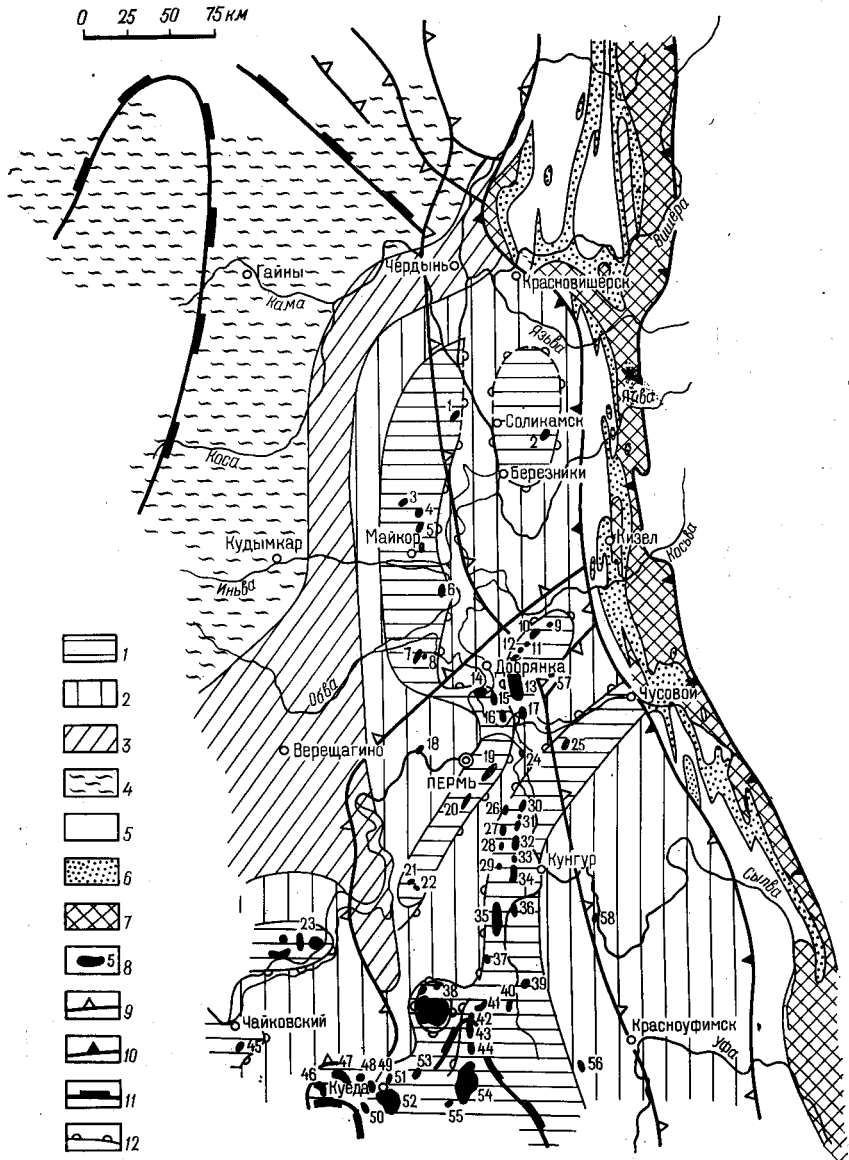


Рис. 53. Схематическая карта перспектив нефтеносности визейской терригенной толщи Пермского и Свердловского Приуралья (составили В. Н. Рыбаков, П. А. Софроницкий)

Площади: 1 — высокоперспективные, 2 — перспективные, 3 — малоперспективные, 4 — неперспективные, 5 — невыясненных перспектив; 6—7 — выход на поверхность: 6 — карбона, 7 — девона и более древних отложений; 8 — нефтяные и газонефтяные месторождения: 1 — Касибское, 2 — Бельское, 3 — Тукачевское, 4 — Верх-Пожвинское, 5 — Майкорское, 6 — Чермозское, 7 — Васильевское, 8 — Кузьминское, 9 — Истокское, 10 — Ольховское, 11 — Верх-Добрянское, 12 — Кухтымское, 13 — Ярино-Каменоложское, 14 — Полазинское, 15 — Межевское, 16 — Талницкое, 17 — Шалашинское, 18 — Краснокамское, 19 — Лобановское, 20 — Козубаевское, 21 — Рассветовское, 22 — Маячное, 23 — Ножовское, 24 — Сыльинское, 25 — Комаринское, 26 — Обливское, 27 — Кукуштанское, 28 — Лауковское, 29 — Троельжанское, 30 — Елкинское, 31 — Ожгинское, 32 — Кыласовское, 33 — Ергачинское, 34 — Лужковское, 35 — Мазунинское, 36 — Веслянское, 37 — Сосновское, 38 — Батырбайское, 39 — Чайкинское, 40 — Уинское, 41 — Аспинское, 42 — Красногорское, 43 — Таныльское, 44 — Березовское, 45 — Шумовское, 46 — Москудинское, 47 — Гожанское, 48 — Быркинское, 49 — Красноярское, 50 — Гондыревское, 51 — Аряжское, 52 — Куединское, 53 — Степановское, 54 — Павловское, 55 — Этышское, 56 — Каменское, 57 — Баркосское, 58 — Брюсянское; 9—12 — границы структур: 9 — сводов, впадин и седловин по кровле артинского яруса, 10 — мегаструктур Урала, 11 — погребенных макроформ, 12 — Камско-Кинельских прогибов



залежи нефти и газа приурочены к кровле комплекса нижнепермской толщи, имеющей скользящую границу относительно стратиграфических уровней.

Перспективные площади для поисков нефти и газа выделены на территории Предуральяского прогиба и западных складок Урала, где имеются надежные покровы и толща находится в зоне затрудненного водообмена. Перспективные погребенные артинские и ассельско-сакмарские рифовые массивы и слоистые карбонатные породы в сводах положительных структур. В высокоамплитудных складках Урала возможно открытие нефтяных и газовых залежей с конденсатом, заполняющих не только нижнепермскую карбонатную толщу, но также и верхний и средний карбон.

Открытие промышленных залежей в терригенных породах нижней и верхней перми маловероятно, ибо в них нет существенных нефте- и газопроявлений и отсутствуют песчаные коллекторы. Песчаники полимиктовые с существенным развитием глинистого цемента.

За последние 5 лет в Пермской области открыто 28 нефтяных, 5 газонефтяных и 1 газовое месторождение. Уже сейчас выявились крупные запасы нефти в Ножовской группе. Важным было открытие в визейской терригенной толще высокодебитного Бельского месторождения, легкой нефти в Соликамской впадине, выявление газоконденсатных залежей Бруснянского и Комарихинского месторождения в Сылвинской впадине и открытие газоконденсатной залежи в ассельско-сакмарских известняках на Кордонском месторождении. Получен небольшой приток нефти из венда (Сивинское месторождение). Все эти открытия указывают на большие возможности увеличения запасов нефти и газа в Приуралье и передовых складках Урала.

Первоочередной задачей является продолжение поисков нефти и газа в каменноугольных отложениях, особенно в наиболее перспективной визейской терригенной толще. Эти поиски должны быть сосредоточены по бортам и на тектоно-седиментационных поднятиях депрессионной зоны Камско-Кинельских прогибов. Заслуживает внимания северное продолжение Веслянского вала, Березниковский мезокупол, восточный борт Яринского мезокупола, западный борт к северу от Касибского месторождения. Необходимо проводить поиски новых крупных поднятий, осложняющих депрессионную часть Камско-Кинельской впадины.

Важными являются поиски газа в восточной части Предуральяского прогиба и в передовых складках Урала в полосе развития мощных терригенных толщ нижней перми и под покровами, перекрывающими породы перми, карбона и девона (Винниковский, Рыбаков, 1968). Следует продолжить поиски нефти в терригенном девоне на высокоперспективной территории, где заслуживают внимания не только новые положительные структуры, но и площади месторождений с недоразведанными залежами, такие как Павловское и др. Представляются весьма перспективными поиски в восточной половине Соликамской впадины.

Целесообразно начать подготовку к поискам залежей нефти на склонах крупных структур в местах выклинивания каменноугольных и девонских отложений, а также приступить к решению проблемы выявления промышленной нефтеносности в додевонских отложениях в пределах перспективной территории.

# МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

## ЖЕЛЕЗО

Урал являлся основной железорудной базой старой России и занимал доминирующую роль в выплавке чугуна до середины XIX в. В годы Советской власти в связи с открытием ряда крупных месторождений и вовлечением в промышленное освоение месторождений титаномагнетитов добыча железных руд неизмеримо возросла. По количеству разведанных запасов железных руд в настоящее время Урал занимает четвертое место в Советском Союзе, а по добыче — второе (после Украины).

Урал отличается многочисленностью железорудных месторождений, которые размещаются в нескольких структурно-фациальных зонах, относятся к разным эпохам рудообразования (от нижнего протерозоя до верхнего олигоцена включительно) и характеризуются значительным разнообразием условий образования. Наиболее важное промышленное значение имеют скарново-магнетитовые и титаномагнетитовые месторождения, являющиеся основной базой черной металлургии Урала. Большое промышленное значение имеют также месторождения сидеритов и бурых железняков Бакала, отличающиеся низким содержанием фосфора и других примесей.

Дальнейшее развитие черной металлургии Урала потребует значительного расширения сырьевой железорудной базы как за счет расширения перспектив разрабатываемых и разведываемых, так и вовлечения в эксплуатацию новых месторождений богатых или легкообогатимых руд. Очевидно, в недалеком будущем важное место в рудном балансе уральской металлургии займут месторождения железистых кварцитов (Тараташ), а также осадочные месторождения оолитовых бурых железняков (аятского и лисаковского типов) и месторождения хромо-никелевых бурых железняков (Серовское и др.), выявленные среди платформенных мезо-кайнозойских образований.

Изучением железорудной базы Урала занимались многие геологи, причем этой проблеме некоторые из них посвятили всю свою жизнь. Большой вклад в развитие уральской железорудной базы внесли А. Н. Заварицкий, Б. П. Кротов, К. Е. Кожевников, В. М. Логиновский, М. И. Алешин, С. Д. Батищев-Тарасов, Л. Н. Овчинников, Д. Д. Топорков, О. П. Сергеев, А. И. Усенко, В. К. Головченко и др.

## ЭПОХИ ОБРАЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Образование железорудных месторождений Урала связано с определенными циклами его тектоно-магматического развития, что обусловило неравномерное размещение их во времени и пространстве. В каждом из уральских тектоно-магматических циклов — раннедокембрий-

ском, позднедокембрийско-кембрийском, ордовикско-позднепалеозойском и мезо-кайнозойском — выделяются относительно короткие эпохи образования железных руд, связанные с развитием эндогенных и экзогенных процессов. Это позволяет наметить более или менее определенные закономерности рудообразования и пространственного размещения месторождений.

Среди отложений раннего докембрия Тараташского антиклинория распространена формация железистых кварцитов с месторождениями и проявлениями магнетитовых кварцитов, перспективы которых пока изучены слабо, но представляются обнадеживающими<sup>1</sup>.

В позднедокембрийско-кембрийский цикл геосинклинального развития Урала благоприятные условия для образования железных руд складывались в процессе накопления мощных осадков в бурзянское, юрматинское и каратауское время. В отложениях Башкирского мегантиклинория известны крупные и хорошо изученные месторождения сидеритов бакальского и зигазино-комаровского типов, приуроченные к определенным толщам бурзянской и юрматинской серий. В восточной подзоне Центрально-Уральского поднятия среди отложений юрматинской и каратауской серий, а также ашинской свиты часто встречаются мелкие месторождения и рудопроявления гематит-магнетитовых руд, связанные с осадками терригенных фаций. Они слабо изучены, и поэтому оценка перспектив этих районов представляет задачу будущего.

На описываемой части Урала интрузивный магматизм позднедокембрийско-кембрийского цикла проявился слабо. Эндогенные процессы образования железных руд не получили широкого развития и на площади Центрально-Уральского поднятия имеют локальный характер. В пределах Башкирского мегантиклинория месторождения представлены высокотитанистыми магнетитами, титаномагнетитами, приурочены к Кусинско-Копанской габбровой интрузии, относящейся по времени образования, вероятно, к машакскому этапу. Бедные вкрапленные руды в породах этой интрузии очень широко распространены, а сплошные разновидности развиты в сравнительно ограниченных масштабах. В северной части поднятия известно непромышленное месторождение титаномагнетитов горы Юбрьшки, также приуроченное к габбро. Кроме того, здесь расположены мелкие скарновые месторождения и рудопроявления Троицко-Осамской группы, связанные с Троицкой интрузией гранитоидов.

Ордовикско-позднепалеозойский тектоно-магматический цикл геосинклинального развития Урала является главным в отношении образования эндогенных промышленных железорудных месторождений. За длительный период формирования Уральской палеозойской геосинклинали неоднократные проявления магматизма в эвгеосинклинальной зоне сопровождались образованиями многочисленных, в том числе весьма крупных и экономически важных месторождений титаномагнетитовых и скарново-магнетитовых руд.

В ордовикско-позднепалеозойском цикле выделяются четыре основные железорудные эпохи, отвечающие соответствующим этапам тектоно-магматического развития Урала, — ордовикско-раннедевонская, среднедевонско-раннетурнейская, позднепетрунейско-намюрская и позднепалеозойская.

В начальной стадии ордовикско-раннедевонского этапа (в ордовикское время) происходило накопление мощных терригенно-карбонатных толщ в миеосинклинальной зоне образующегося субмеридионального

<sup>1</sup> Здесь и далее рудные скопления, не имеющие в настоящее время промышленного значения, называются по традиции «месторождениями» (непромышленными), так как многие из них в прошлом разрабатывались и известны в литературе как месторождения. — Прим. ред.



прогиба (западная часть Тагильского мегасинклиория). Здесь в благоприятных условиях формируются железорудные месторождения, представленные в настоящее время магнетитовыми и гематит-магнетитовыми рудами (Ильмовские, Шунутские, Чувальские и др.). Они характеризуются небольшими размерами и слабо изучены.

Во второй стадии в эвгеосинклинальной зоне образуются важнейшие по своему промышленному значению скарново-магнетитовые и титаномагнетитовые месторождения, генетически и пространственно связанные с интрузиями Платиноносного пояса. К массивам габбро и пироксенитов, а также к горнблендитам этого пояса приурочены магматические железорудные месторождения. Среди пироксенитов залегают крупные месторождения бедных, равномерновкрапленных малотитанистых магнетитов Качканарское и Гусевогорское, запасы которых исчисляются миллиардами тонн. К этому же типу относится группа Кытлымских рудопроявлений, а также мелкие месторождения — Висимское, Баронское и др.

В горнблендитах, являющихся, по-видимому, автометасоматическими производными пироксенитов, размещается сравнительно крупное Первоуральское месторождение, руды которого по химическому составу аналогичны качканарским, но отличаются от последних вкрапленно-шлировой текстурой. Месторождения титаномагнетитовых руд в горнблендитах наблюдаются и в других интрузиях Платиноносного пояса. Среди меланократовых габбро Волковского массива находится Волковское месторождение комплексных апатит-борнит-титаномагнетитовых руд, имеющих промышленное значение для извлечения меди, фосфора, железа и ванадия.

С умеренно кислыми и щелочными гипабиссальными интрузиями Платиноносного пояса, внедрившимися в позднюю интрузивную фазу, генетически связаны многочисленные месторождения скарново-магнетитовых руд, локализующихся обычно в секущих контактах интрузивных тел. Наиболее крупные месторождения (Высокогорское, Гороблагодатское) связаны с щелочными интрузиями, более мелкие — с гранодиоритами и кварцевыми диоритами. Почти все месторождения этой крупной рудоносной зоны располагаются не в удалении, а в непосредственном контакте интрузий. Все скарново-магнетитовые месторождения, приуроченные к интрузиям Платиноносного пояса, формируются, как правило, в кровле интрузий, представленной осадочно-вулканогенными образованиями. На основании детального изучения месторождений устанавливается приуроченность их к толщам чередования карбонатных и эффузивных пород. Подавляющая масса месторождений залегают в образованиях лудловского яруса, реже они встречаются в породах венлока и нижнего девона.

В *среднедевонско-раннетурнейский* этап в развивающихся прогибах внутренней зоны геосинклинали — Тагильско-Магнитогорском. Восточно-Уральском и Тюменско-Кустанайском — накапливались сравнительно мощные толщи вулканогенных, терригенных и карбонатных пород. Благоприятные условия для образования крупных железорудных месторождений, очевидно, не возникали; в терригенных образованиях выявлены гематит-магнетитовые и бурожелезняковые рудопроявления, не имеющие промышленного значения.

В *миогэосинклинальной* области в течение этого этапа, в частности в течение франского века, создавались временами условия для образования осадочных железорудных и бокситовых отложений. Накопление железосодержащих разностей среди терригенных отложений пашийской свиты в Западно-Уральской внешней зоне складчатости совпадает с крупнейшей девонской трансгрессией в начале франского века. Бокситы

и бокситоподобные породы, залегающие под железосодержащими слоями, образуют с ними единый рудоносный комплекс.

Месторождения пашийского типа очень многочисленны, но отличаются небольшими размерами. Наиболее широко распространены они в районе Пашийского завода, встречаются также в пределах Башкирского мегантиклинория и в бассейне р. Вишеры. Небольшие размеры месторождений пашийского типа, ограничивающие их перспективы, объясняются мобильными условиями накопления осадков и внутриформационными размывами, которые, местами полностью уничтожили рудные пласты.

В генетической связи с интрузиями среднедевонского-раннетурнейской габбровой формации, представленной основными и кислыми породами Серовско-Уфалейского пояса и Салдинской антиклинальной структуры, образовались контактово-метасоматические (скарновые) месторождения. К отдельным интрузиям Серовско-Уфалейского пояса приурочены рудные поля месторождений: магнетитовых руд Первого Северного рудника, находящиеся в контактах массивов габбро и габбро-диабазов; скарново-магнетитовых руд Масловского рудника, тяготеющие к контакту массива габбро, кварцевых диоритов и гранодиоритов; скарново-магнетитовых руд наиболее крупной на Среднем Урале Ауэрбаховско-Песчанской группы, а также скарновых медных руд Турьинских рудников, залегающие в контактовых зонах гранодиоритовых и кварцево-диоритовых массивов. С отдельными массивами габброидов Восточно-Уральского поднятия пространственно связаны скарново-магнетитовые месторождения Салдинской и Пийской групп.

Во всех структурно-фациальных зонах Урала осадочные образования *верхнетурнейского-наюрского* яруса не несут промышленного железного оруденения. В миогеосинклинальной зоне Урала среди угленосных отложений, а местами и среди карбонатных образований встречаются сидеритовые руды и образовавшиеся за их счет бурые железняки, однако масштабы рудоносности вышеуказанных пород крайне незначительны и не представляют практического интереса. Мелкие месторождения и рудопроявления этого типа встречаются в районе Кизеловского угольного бассейна, Кыновского завода и в других пунктах Западно-Уральской внешней зоны складчатости.

Наиболее крупные и продуктивные интрузии позднеурнейско-наюрской габбровой формации располагаются в прогибах эвгеосинклинальной зоны Среднего и Южного Урала — Восточно-Уральском, Тагильско-Магнитогорском и Тюменско-Кустанайском. С этими интрузиями парагенетически связаны уникальные по масштабам оруденения скарново-магнетитовые месторождения Южного Урала — Качарское, Сарбайское, Соколовское, Магнитогорское Глубоченское и др. К числу небольших месторождений этого типа относится Теченское и другие слабо изученные месторождения восточного склона Среднего Урала. Указанные месторождения размещаются в различных структурно-фациальных зонах, а поэтому возможно одновременное их образование в течение данного этапа.

Среди терригенных и карбонатных отложений верхнепалеозойского структурного яруса железорудные образования осадочного генезиса неизвестны.

В отношении образования железорудных месторождений мощные интрузии позднепалеозойской (варисской) гранитной формации являются непродуктивными. Правда, некоторые мелкие скарново-магнетитовые месторождения располагаются в контактовых ореолах варисских гранитных интрузий (например, Сиверское — в контакте Верх-Исетской и Маскайкинского — в контакте Ключевской интрузии), однако генетическая связь этих месторождений с позднепалеозойскими гранитными ин-

трузиями вызывает сомнения; оруденение, возможно, связано с кислыми дифференциатами среднепалеозойских габбровых формаций, пока не выделенными вследствие недостаточного расчленения гранитоидов.

Мезо-кайнозойский цикл на Урале отвечает платформенной стадии его развития. Горные сооружения, созданные герцинским тектогенезом, в пермское и раннетриасовое время интенсивно разрушаются, в связи с чем поверхность складчатого Урала нивелируется и принимает форму пенеплена. В *триас-юрское время* на Урале господствует континентальный режим, жаркий и влажный климат, обусловившие развитие мощных кор выветривания, среди которых в результате сложных процессов химического выветривания образуются остаточные месторождения железо-никелевых руд и других полезных ископаемых. Коры выветривания являлись областями питания верхнемезозойских и кайнозойских континентальных и морских толщ, в том числе и очень мощных и важных для промышленности железорудных формаций. Запасы осадочных месторождений железных руд этого цикла, таких, как Аятское, Лисаковское, Серовское, исчисляются миллиардами тонн.

В мезо-кайнозойском цикле платформенного развития Урала можно выделить три основные эпохи образования крупных промышленных месторождений: раннемеловую, позднемеловую, среднеолигоценовую.

В *раннемеловую* эпоху на подавляющей территории Урала (исключая приполярную его часть) господствовал континентальный режим. Континентальные толщи накапливались за счет размыва мощных кор выветривания в депрессиях эрозионного, тектонического и эрозионно-тектонического происхождения. Главную роль в образовании этих депрессий играли, по-видимому, процессы блоковой тектоники, что подтверждается характерной морфологией триас-нижнеюрских грабенов, представляющих собой длинные, узкие, глубокие впадины в палеозойском фундаменте. Депрессии, возникшие в результате блоковой тектоники, впоследствии были разработаны эрозионными процессами. Большая часть таких депрессий приурочена к западной границе сплошного распространения мезо-кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности. Характерные элементы-примеси в железорудных формациях (никель, хром, кобальт, титан и др.) иногда дают ясное представление о составе пород областей размыва.

К раннемеловой эпохе относятся месторождения: Серовское, представленное хромо-никелевыми бурыми железняками, образовавшееся за счет кор выветривания по ультрабазитам, Халиловские, аналогичные по условиям образования, характеру областей размыва и составу руд Серовскому месторождению; Алапаевские бурожелезняковые, образовавшиеся на поверхности закарстованных известняков нижнего карбона за счет кор выветривания основных эффузивов.

*Позднемеловая эпоха* характеризуется развитием морской трансгрессии на восточном склоне Урала. Необходимо отметить, что в районе Приполярного Урала погружение фундамента и развитие трансгрессии происходило несколько раньше, чем в районах Среднего и Южного Урала. В морских осадках верхнего мела залегают крупные и средние по запасам месторождения оолитовых бурых железняков (Аятское, Синаро-Теченское, Марсятское и др.).

*Среднеолигоценовая эпоха* характеризуется континентальным режимом. Континентальные осадки этого времени залегают размывом на морских палеогеновых, нижнеолигоценовых, а местами и на палеозойских образованиях. Рудоносные формации, представленные песками и глинами с пластами оолитовых бурых железняков, приурочены к речным долинам и озерам. Наиболее крупным является Лисаковское месторождение, запасы которого достигают нескольких миллиардов тонн.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗА

В основу генетической типизации месторождений положены следующие главные признаки: вещественный состав руд и вмещающих пород, связь эндогенного оруденения с магматизмом, литологическим (петрографическим) составом вмещающих пород и геолого-тектоническими структурами; связь экзогенного оруденения с фациальными условиями осадконакопления; размещение эндогенного и экзогенного оруденения во времени.

На основании изучения всех имеющихся материалов разработана следующая классификация железорудных месторождений<sup>1</sup>.

### I. ЭНДОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

#### А. ПОЗДНЕМАГМАТИЧЕСКИЕ<sup>2</sup>

1. Месторождения высокотитанистых магнетитов (титаномagnetитов) в габбро и габбро-амфиболитах:

а) месторождения, залегающие в апогаббровых амфиболитах и содержащие густокрапленный крупнозернистый ильменит (кусинский тип),— Кусинское, Чернореченское, Юбрышкинское и др.;

б) месторождения, залегающие в слабо метаморфизованных габбро и содержащие рассеянный крупнозернистый «свободный» ильменит (копанский тип),— Копанское, Маткальское, Медведевское и др.

2. Месторождения низкотитанистых магнетитов в основных и ультраосновных интрузивных породах:

а) месторождения, залегающие преимущественно в пироксенитах, реже в горнблендитах и характеризующиеся равномернокрапленным и шлировым оруденением (качканарский тип),— Качканарское, Гусевгородское, Висимское, Первоуральское, Вознесенское и др.;

б) месторождения, залегающие в меланократовых пироксен-биотитовых габбро и характеризующиеся равномернокрапленным магнетит-ильменит-борнит-апатитовым оруденением (волковский тип),— месторождения Волковской группы на Среднем Урале, Погорельское на Южном Урале.

3. Месторождения массивных магнетитовых руд, залегающие в диоритах и габбро-диоритах (баяновский тип),— месторождения Баяновской группы на Северном Урале.

#### Б. ПОСТМАГМАТИЧЕСКИЕ

1. Скарновые (контактово-метасоматические) месторождения магнетитовых и гематит-магнетитовых руд, генетически связанные с кислыми и щелочными интрузивными породами габбровых формаций:

а) месторождения магнетитовые с преимущественным развитием скаполитовой фазы минерализации — Осокино-Александровское и др.;

<sup>1</sup> В легенде прилагаемой карты месторождений руд черных металлов принята более обобщенная типизация железорудных месторождений.— *Прим. ред.*

<sup>2</sup> Выделяемые в этом классе титаномagnetитовые месторождения некоторыми исследователями (Д. С. Штейнберг, В. Г. Фоминых и др.) подразделяются на несомненно магматические и на метасоматические. Практически разделить их на соответствующие генетические типы представляется весьма затруднительным, так как явления метасоматоза в той или иной мере присущи всем месторождениям титаномagnetитовых руд.— *Прим. ред.*

б) месторождения магнетитовые с широким развитием пироксен-гранатовой фазы минерализации — Магнитогорское, Высокогорское, Горблагодатское и др.;

в) месторождения магнетит гематитовые с преобладанием низкотемпературной гидросиликатной фазы минерализации — Алексеевское, Кормильцевское, Воскресенское и др.

## 2. Гидротермальные месторождения.

Месторождения мушкетовит-магнетитовых и гематитовых руд (кутимский тип) — месторождения Кутимской группы на западном склоне Северного Урала.

## II. ЭКЗОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

### А. ОСАДОЧНЫЕ

#### 1. Морские:

а) месторождения сидеритовых руд, залегающие в доломитах бакальской и саткинской свит верхнего протерозоя (бакальский тип), — месторождения Бакальской группы, Ахтенское месторождение;

б) месторождения сидеритов и бурых железняков в терригенных отложениях палеозоя — мелкие месторождения западного склона Урала;

в) месторождения оолитовых красных железняков в терригенных отложениях франского яруса (пашийский тип) — месторождения Пашийской группы на западном склоне Среднего Урала и др.;

г) месторождения оолитовых бурых железняков в терригенных отложениях верхнего мезозоя (аятский тип) — Аятское, Мугайское, Синаро-Теченское, Марсятское месторождения.

#### 2. Континентальные:

а) месторождения никель-хромсодержащих бурых железняков в песчано-глинистых отложениях юры и нижнего мела (халиловский тип) — Халиловское месторождение на Южном Урале, Серовское на Северном Урале и др.;

б) месторождения бурых железняков в беликовых отложениях нижнего мела (алапаевский тип) — месторождения Алапаевской, Каменской, Полетаевской и Лангуро-Самской групп и др.;

в) месторождения оолитовых бурых железняков в косослоистых песках и алевролитах среднего олигоцена (лисиковский тип) — Лисиковское месторождение на Южном Урале.

### Б. ВЫВЕТРИВАНИЯ

1. Месторождения легированных бурых железняков в коре выветривания ультрабазитов и в контакте их с карбонатными породами — Елизаветинское, Уктусское, Осиновское и другие месторождения.

2. Месторождения железных шляп по железисто-карбонатным породам (зигазино-комаровский тип) — Туканское и другие месторождения Башкирской АССР, месторождения Златоустовского района и др.

3. Месторождения бурых железняков в мезо-кайнозойских глинистых отложениях на разных по составу горных породах палеозойского возраста — различные мелкие месторождения на восточном и западном склонах Урала.



### III. ОСАДОЧНЫЕ МЕТАМОРФИЗОВАННЫЕ

(метаморфогенные)

1. Месторождения магнетитовых кварцитов в тараташской свите нижнего протерозоя — Лысогорско-Куватальский, Радостный и другие участки в пределах Тараташского антиклинория.

2. Месторождения магнетитовых и гематитовых руд в терригенных отложениях верхнего протерозоя и кембрия — мелкие месторождения осевой зоны и западного склона Среднего и Северного Урала.

3. Месторождения магнетитовых и гематитовых руд в терригенных отложениях ордовика и силура — Чувальское месторождение в бассейне р. Вишеры и др.

Кроме вышеуказанных, на Урале известно большое количество месторождений и рудопроявлений, происхождение которых не установлено вследствие слабой изученности (месторождения неустановленного типа или происхождения).

Главное промышленное значение на Урале имеют скарновые месторождения и месторождения титаномагнетитов, которые в ряде районов представляют крупные промышленные объекты, причем руды в сплошных разновидностях отличаются очень высоким качеством, а вкрапленники легко и дешево обогащаются. Промышленная ценность руд титаномагнетитовых месторождений повышается наличием в них примеси титана и ванадия.

Большое промышленное значение имеют месторождения бакальско-го типа, однако их роль снижается в связи с тем, что бурые железняки, отличающиеся весьма высоким качеством и небольшими запасами, интенсивно отрабатываются, сидериты, имеющие крупные разведанные запасы, добываются в незначительном количестве в связи с тем, что полностью не освоена технология их переработки.

В 1971 г. из месторождений, расположенных на рассматриваемой территории, добыто железных руд (в млн. т): титаномагнетитов 29,1; магнитных железняков, мартитов и полумартитов 28,2; бурых железняков 4,0; сидеритов 1,9. Общая добыча по всем типам руд составила 63,2 млн. т.

#### ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД УРАЛА

##### *Эндогенные месторождения*

**Позднемагматические месторождения титаномагнетитовых руд** образуются или одновременно с формированием интрузий габбровой формации, или на поздних стадиях их кристаллизации, в условиях больших глубин и медленного остывания интрузий. Принадлежность интрузий к тому или иному тектоно-магматическому циклу является одним из главных признаков выделения эндогенных металлогенических зон. Отмечается, что интрузиям одного и того же интрузивного цикла свойственны более или менее сходные по минерально-химическому составу рудные образования.

В Кусинско-Копанской интрузии позднекембрийско-кембрийского магматического цикла широко развиты месторождения высокотитанистых магнетитов с повышенным содержанием ванадия. Отношение титана к железу в этих рудах составляет 0,28, пятиокиси ванадия к железу

0,012—0,015. Подавляющая масса железа, титана и ванадия в Кусинско-Копанской интрузии концентрируется во вкрапленных рудах. В гораздо меньших количествах указанные металлы сосредоточены в пластообразных залежах сплошных руд. Местами наблюдаются мелкие концентрации ильменитовых руд<sup>1</sup>.

В основных и ультраосновных породах Платиноносного интрузивного комплекса, относящегося к позднесилурийско-раннедевонскому подэтапу палеозойского магматического цикла, месторождения титаномагнетитов характеризуются вкрапленными рудами качканарского типа с низким содержанием титана и несколько пониженным содержанием ванадия. Отношение титана к железу в рудах составляет 0,05, отношение ванадия к железу — 0,010. Некоторые месторождения (Волковское и др.) характеризуются сложной наложенной минерализацией — борнит, апатит, халькопирит.

В Платиноносном поясе выделяются несколько отличные по своей позиции мелкие месторождения сплошных магнетитовых руд Баяновской группы, залегающие в габбро-диоритах периферической части Кумбинского массива основных пород. В отличие от руд качканарского типа, встречающихся в этом же массиве (месторождение горы Брусковой), в рудах баяновского типа отсутствуют титан, и ванадий.

Многочисленные месторождения титаномагнетитов встречаются только в интрузивных породах определенного состава и нигде на Урале не отмечаются в породах кровли интрузивных комплексов, в частности, и среди тех эффузивов, которые по своему химическому составу являются аналогами титаноносных интрузий.

Наиболее убедительным примером генетической связи месторождений титаномагнетитов со становлением интрузивных комплексов является Кусинско-Копанская интрузия, к которой приурочено большое количество крупных и мелких залежей вкрапленных и сплошных руд. Последние во всех случаях выклиниваются в пределах интрузивного тела и нигде не проходят в кровле, хотя многие из них локализируются в приконтактных зонах, в непосредственной близости с вмещающими интрузию породами.

Крупные промышленные концентрации титаномагнетитов на Урале локализируются в различных петрографических разновидностях пород габбровых формаций и нигде не встречаются в петрографических комплексах перидотитовых формаций. Так, пироксениты и меланократовые габбро габбровых формаций несут титаномагнетитовое оруденение в широких масштабах, тогда как в этих же породах, встречающихся среди ультрабазитовых (обычно серпентинизированных) интрузий или в тесной пространственной связи с ними, месторождения титаномагнетитов не встречаются.

Преобладающая масса месторождений титаномагнетитов Урала размещается в следующих петрографических разновидностях пород габбровых формаций: 1) в меланократовых, обычно пироксеновых габбро с плагиоклазом пониженной основности и в апогаббровых амфиболитах (Кусинское, Волковское и другие месторождения); 2) в пироксенитах (чаще всего в диаллагитах) и апопироксенитовых амфиболитах. Рудная вкрапленность разубоживается как по мере увеличения в породе плагиоклаза, так и оливина. Оливиновые пироксениты Качканарского

<sup>1</sup> По данным разведочных работ последних лет в месторождениях кусинского типа выделяются крупные месторождения собственно ильменитового подтипа, в которых титаномагнетитовое оруденение имеет подчиненное значение и локализуется в ледяном боку ильменитовых залежей (Медведевское).— *Прим. ред.*

месторождения не несут промышленной кондиционной вкрапленности (содержание железа в рудной породе не ниже 16%); 3) в горнбленди-тах пегматоидной структуры, имеющих, возможно, эпимагматическую природу. Рудная минерализация имеет в этих породах вкрапленно-шли-ровый характер.

Титаномагнетитовые руды представлены как сплошными, так и вкрапленными разновидностями. Сплошные руды характеризуются массивной, реже полосчатой текстурой. Текстуры вкрапленных руд довольно разнообразны и определяются количественным и пространственным соотношением рудных и силикатных минералов. В целом преобладают равномерные вкрапленники сидеронитовой структуры (Качканарское месторождение); руды с полосчатым строением также имеют широкое распространение (Баронское, Копанское месторождения).

Установлено, что величина рудных выделений во вкрапленных рудах зависит от размеров зерен силикатов вмещающих пород: грубозерни-стые породы по сравнению с мелко- и среднезернистыми разновидностями несут более крупные рудные выделения.

Наиболее перспективными на титаномагнетитовые руды являются сравнительно хорошо изученные Кусинско-Копанский интрузивный комплекс и массивы Платиноносного пояса, в пределах которых выделяются рудоносные перспективные зоны — Кусинско-Копанская и Чистопско-Ревдинская (рис. 55).

**Скарновые (контактово-метасоматические) магнетитовые и медно-магнетитовые месторождения** пространственно и генетически связаны с умеренно кислыми гипабиссальными интрузиями гранитоидов габбровых формаций. В числе гранитоидов, с которыми пространственно связаны эти месторождения, отмечаются граниты, гранодиориты, кварцевые диориты и диориты, сиениты, граносиениты, сиенито-диориты и другие промежуточные породы этого ряда. Наличие ортоклаза в гранитоидах указанного типа является благоприятным признаком перспективности районов для возможного выявления скарновых руд.

Названные интрузии габбровой формации в отличие от верхнепалеозойских нормальных гранитов гранитовой формации характеризуются небольшими размерами, пестрым составом, изменяющимся на небольших расстояниях, отсутствием пегматитов и явлений миремкитизации. Жильная фация интрузий представлена по преимуществу основными, реже средними породами. Дополнительным критерием отличия гранитоидов габбровых формаций от непродуктивных по содержанию железа гранитоидов верхнепалеозойской гранитовой формации могут служить данные, установленные Л. Н. Овчинниковым и М. В. Трояновой (1963 г.), о величине отношения калия к рубидию: в гранитоидах габбровых формаций это отношение колеблется от 506 до 5000, в среднем составляет 1600, а в гранитоидах гранитной формации — от 58 до 417, в среднем — 190.

Вопрос об источнике железа в скарново-магнетитовых месторождениях в достаточной мере не изучен. Вероятно, накопление больших масс железа в месторождениях этого типа связано с процессами ассимиляции железистых пород кровли, представленной обычно основными эффузивами, их туфами и другими образованиями. О широком развитии магматической ассимиляции пород кровли свидетельствуют более основной состав периферических зон рудоносных гранитоидных массивов по сравнению с центральными их частями, наличие большого количества ксеноклитов среди интрузивных тел, обогащенность магнетитом эндоконтактовых зон рудоносных гранитоидных массивов, характеризующихся, как правило, повышенными магнитными полями. Таким образом, растворы при их отделении в постмагматическую фазу уже бы-

ли обогащены железом за счет ассимиляции пород кровли и при восходящем движении по зонам нарушений вступали в реакцию с карбонатными и карбонатно-силикатными породами, в результате чего в начальную стадию происходило выделение железистых скарнов и магнетита, а позднее различных гидросиликатных образований.

Подавляющая масса скарновых магнетитовых месторождений располагается в контакте интрузий или в ксенолитах пород кровли внутри самих интрузивных тел. Почти все месторождения локализируются в висячем боку интрузивных массивов и располагаются как в пологих, так и в крутых секущих контактах. Месторождения, удаленные от контакта интрузий (до нескольких километров), связаны с оперяющими дизъюнктивами или тектонически ослабленными зонами, представляющими пути продвижения восходящих растворов. На многочисленных уральских примерах установлено, что наиболее крупные скарновые месторождения и богатые железом руды локализуются в вулканогенно-осадочной кровле интрузивов, представленной чередованием карбонатных пород, эффузивов и их туфов. Сплошные руды развиваются преимущественно по карбонатным породам и туфам с примесью карбонатов, вкрапленные руды — по брекчированному или трещиноватому эффузивам.

На месторождениях Ново-Песчанском, южной части Высокогорского и других отмечается приуроченность промышленных рудных тел к контакту лежащего бока эффузивов с карбонатными породами, что указывает на экранирующую роль эффузивов, представляющих собой физически плотную среду, трудно проницаемую для рудоносных растворов. Зоны дробления, брекчирования и расслоения в породах кровли являлись наиболее

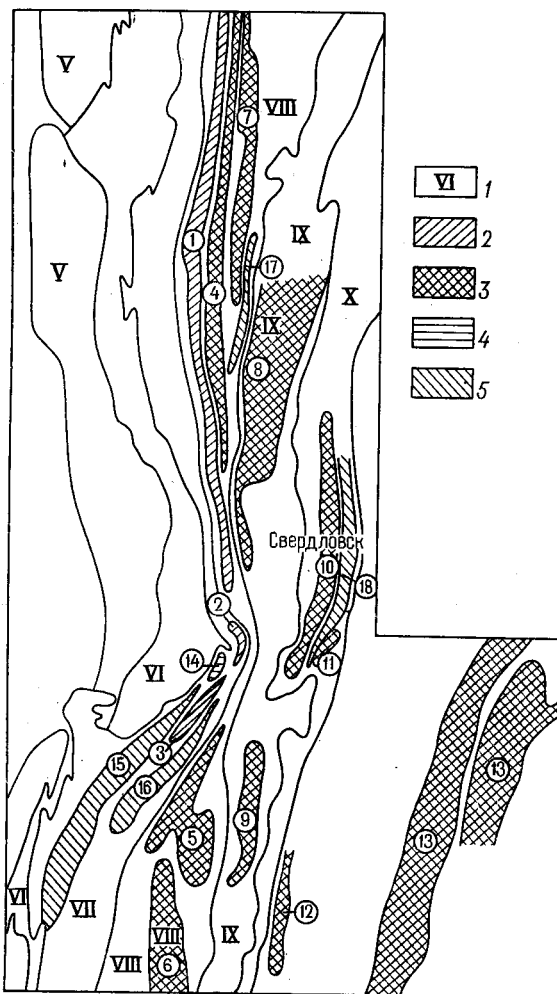


Рис. 55. Схема размещения железорудных зон Урала

1 — структурно-фациальные зоны (римские цифры): V — Предуральский прогиб, VI — Западно-Уральская внешняя зона складчатости, VII — Центрально-Уральское поднятие, VIII — Тагильско-Магнитогорский прогиб, IX — Восточно-Уральское поднятие, X — Восточно-Уральский прогиб; 2—5 — железорудные зоны (цифры в кружках): 2 — титаномagnetитовые (1, 2, 3), 3 — скарновые (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13), 4 — метаморфогенные (14), 5 — осадочные (15, 16, 17, 18).

Железорудные зоны: 1 — Чистопско-Ревдинская; 2 — Куртинская, 3 — Кусинско-Копанская, 4 — Гороблагодагско-Покровская, 5 — Круглогорско-Остроленская, 6 — Магнитогорская, 7 — Аурбаховская, 8 — Пашийско-Петрокамская, 9 — Степнинско-Маскайинская, 10 — Теченская, 11 — Тахталымская, 12 — Новониколаевская, 13 — Курганская (Вальерьяновская), 14 — Тараташская, 15 — Бакальская, 16 — Семибратская, 17 — Серовская, 18 — Алапаевско-Каменская

благоприятными путями продвижения рудоносных растворов, что подтверждается сравнительно широким развитием скарново-магнетитовых образований с характерной брекчиевидной текстурой.

В соответствии с закономерной последовательностью выделения минералов в скарновых зонах и по преобладающему типу околорудных метасоматитов Г. А. Соколов (1963) выделяет три подтипа скарново-магнетитовых месторождений: скаполитовый, скарновый, водносиликатный.

Скаполитовый подтип характеризуется широким развитием на месторождениях высокотемпературного хлорсодержащего известково-натрового алюмосиликата — скаполита, причем минералы скарновой ассоциации, такие, как пироксен, гранат и другие, развиты в незначительных количествах, а магнетитовые руды образуются путем непосредственного замещения известняков и других литологически благоприятных первичных образований, а также частью скаполитизированных пород. Месторождения этого подтипа сравнительно немногочисленны (Качарское, Осокино-Александровское и др.).

Скарновый подтип характеризуется широким развитием среди околорудных измененных пород скарновых минералов, относящихся к таким высокотемпературным безводным силикатам, как пироксен и гранат. Магнетит при этом образуется преимущественно путем метасоматического замещения скарновых минералов, а последние возникают за счет осадочно-вулканогенных, частью интрузивных пород. Месторождения скарнового подтипа по сравнению с другими наиболее широко распространены.

Водносиликатный подтип характеризуется широким развитием в зонах околорудных изменений среднетемпературных минеральных ассоциаций, в состав которых входят минералы с гидроксильной группой: эпидот, везувиан, хлорит, амфиболы, сульфиды и др. На некоторых месторождениях водносиликатного подтипа скарновые образования, альбитизация, калишпатизация, скаполитизация совсем не наблюдаются. К низкотемпературной стадии минералообразования относятся цеолиты, кварц, карбонаты, сульфиды. На большинстве железорудных месторождений Урала наблюдаются минералы как скарновой, так, и водносиликатной стадий минерализации.

Анализ материалов по хорошо разведанным и эксплуатируемым скарново-магнетитовым месторождениям показывает, что условия формирования отдельных месторождений существенно различны и определяются целым рядом геолого-структурных факторов, а также литологическим составом пород кровли интрузивных массивов, с которыми связаны скарновые образования и магнетитовые руды.

Размеры отдельных железорудных месторождений и рудовмещающих скарновых зон находятся в зависимости от положения их относительно контактовой поверхности интрузивного массива и стратификации (слоистости) осадочно-вулканогенных толщ в экзоконтактовых ореолах интрузий. По отношению к контактовой поверхности интрузивов наблюдаются как согласные, так и несогласные скарновые магнетитовые рудные зоны, причем последние на Урале явно преобладают над первыми. Структурно-тектонический контроль оруденения при формировании таких месторождений имеет важнейшее значение.

Типичными примерами месторождений с несогласным залеганием скарново-рудных зон по отношению к контактовой поверхности интрузива являются Магнитогорское, Высокогорское, Гороблагодатское и многие другие. Примерами месторождений с согласным залеганием скарновых рудных зон по отношению к контактовой поверхности интрузивов являются Валуевское, Северо-Песчанское, Ауэрбаховское, неко-



торые месторождения сульфидно-магнетитовых руд Турьинской группы и др.

По отношению к вмещающим осадочно-вулканогенным породам наблюдаются как согласные, так и секущие скарново-магнетитовые рудные зоны. Резко преобладают месторождения с согласным залеганием скарново-рудных зон, т. е. месторождения, при формировании которых главное значение имели факторы литологического контроля оруденения. Встречаются также рудные зоны, несогласные как с контактовой поверхностью интрузий, так и со слоистостью пород кровли. Обособленных и хорошо изученных месторождений такого типа не отмечается, они встречаются на отдельных рудных телах и еще мало изучены.

Наиболее крупными по запасам являются месторождения, несогласные с контактовой поверхностью интрузий, но согласные с кровлей, т. е. месторождения, при формировании которых главное значение имели структурно-тектонический и литологический факторы контроля оруденения (Магнитная, Высокая, Благодать). Однако среди этой группы наблюдаются и мелкие месторождения, так что двух этих факторов для перспективной оценки площадей или зон в контактовых ореолах, конечно, недостаточно. Необходимо учитывать также такие признаки, как состав пород кровли в контактовом ореоле, тектоническую структуру кровли в доинтрузивный (дорудный) и рудный этапы и другие факторы.

Перспективными являются месторождения, залегающие резко несогласно с породами кровли, но более или менее согласно с контактовой поверхностью интрузии. Таких месторождений немного. К ним относятся Северо-Песчанское, Ауэрбаховское и некоторые другие.

Таким образом, можно сделать следующие основные выводы относительно геологической позиции скарново-магнетитовых месторождений Урала.

1. Скарново-магнетитовые месторождения Урала пространственно и генетически связаны с умеренно кислыми и щелочными гранитоидами габбровых формаций различного возраста, характеризующимися гипабиссальными условиями образования, небольшими размерами и пестрым составом. Присутствие ортоклаза в гранитоидах является благоприятным фактором при оценке перспектив различных районов. Широко распространенная на Урале позднепалеозойская гранитовая формация в отношении скарново-магнетитового оруденения непродуктивна.

2. Все крупные скарново-магнетитовые месторождения локализируются в секущих контактах интрузивных тел, т. е. в зонах, благоприятных для проникновения рудоносных растворов в породы кровли по плоскостям напластования или порам и трещинам.

3. Согласное залегание скарново-рудных зон по отношению к вмещающим осадочно-вулканогенным толщам указывает на большое значение в рудообразовании литологических факторов, т. е. наличие пород, благоприятных для развития метасоматических процессов, а также зон и полостей отслаивания, возникающих при складкообразовании.

4. Процессы дорудной и пострудной пликативной и разрывной тектоники, обусловившие образование зон дробления, брекчирования, расланцевания и разрывов сплошности, несомненно, играли большую роль в формировании скарново-магнетитовых месторождений как факторы, способствовавшие возникновению рудоподводящих каналов в приконтактной зоне интрузии.

Основная масса выявленного оруденения скарново-магнетитового типа приурочена к следующим зонам: Гороблагодатско-Покровской,

Ауэрбаховской, Пийско-Петрокаменской, Теченской, Круглогорско-Остроленской, Магнитогорской, Степнинско-Маскайкинской, Новониколаевской, Курганской (см. рис. 63).

### *Экзогенные месторождения*

#### **Осадочные морские месторождения**

**Месторождения сидеритовых руд, залегающие в доломитах бакальской и саткинской свит верхнего протерозоя (бакальский тип),** расположены в пределах северной части Башкирского мегантиклинория. Залегают они в карбонатных отложениях бурзянского структурного яруса, относящихся по возрасту к верхнему протерозою. В состав бурзянского структурного яруса входят три свиты (снизу вверх): айская, саткинская и бакальская. В низах саткинской свиты, представленной карбонатными породами, расположена Ахтенское месторождение. В верхней терригенно-карбонатной подсвите бакальской свиты залегают многочисленные месторождения Бакальской группы. Нижняя терригенная подсвита бакальской свиты не несет сидеритового оруденения. Общий стратиграфический диапазон размещения месторождений бакальского типа составляет около 3 км.

Месторождения Бакальской группы и Ахтенское залегают в доломитах, что характерно для оруденения бакальского типа, так как до сих пор сидеритовые руды нигде не были встречены среди известняков или терригенных толщ. Месторождения Бакальской группы приурочены к Бакальской синклинали, ядро которой слагают наиболее молодые отложения зигазино-комаровской свиты. В крыльях синклинали залегают кварциты зигальгинской свиты, трансгрессивно налегающие на различные горизонты бакальской свиты. Бакальская синклиналь имеет ширину около 12 км, погружается к юго-западу под трансгрессивно налегающие толщи и осложнена более мелкими складчатыми структурами и разрывными нарушениями. К последним приурочены внедрения даек диабазов преимущественно северо-восточного простирания.

Об условиях образования сидеритовых руд бакальского типа нет единого мнения. Наиболее признанным следует считать концепцию осадочного и гидротермально-метасоматического образования руд<sup>1</sup>.

Бурые железняки месторождений бакальского типа представляют собой типичные железные шляпы по сидеритам, т. е. остаточные образования поверхностной зоны окисления.

**Месторождения сидеритов и бурых железняков залегают в терригенных отложениях** нижнего карбона западного и восточного склонов Урала. Отдельные мало изученные месторождения встречаются и в других стратиграфических подразделениях палеозоя. Такого рода рудопроявления часто отмечаются при разработке угольных пластов, однако промышленных месторождений среди них пока не обнаружено. Сидеритовые руды известны в Кизеловском угленосном бассейне западнее пос. Кын, в Полтаво-Брединском районе и в других местах. Наиболее широко распространены они в районе пос. Кын, где известно 35 мелких месторождений, обеспечивавших рудой заводы Кыновской дачи в дореволюционное время. Руды представлены бурыми железняками и сидеритом, залегают на известняках турне и перекрываются мелкозернистыми кварцевыми песчаниками угленосной толщи. Возможно, что некоторые месторождения бурых железняков являются железными шляпами

<sup>1</sup> Подробно этот вопрос освещается в статье О. П. Сергеева «Бакальская группа месторождений сидеритов и бурых железняков» (см. ниже). В настоящем издании XII тома «Геологии СССР» месторождения сидеритов рассматриваются как осадочные образования.— *Прим. ред.*

сидеритового оруденения, другая часть месторождений относится, по-видимому, к инфильтрационным образованиям, возникшим в карстовых депрессиях в мезозое и кайнозое. В целом месторождения слабо изучены, но, по-видимому, они не будут представлять практического интереса.

**Месторождения оолитовых красных железняков и терригенных отложений франского яруса (пашийский тип).** В размещении и геологической позиции месторождений пашийского типа может быть отмечен ряд основных черт.

1. Месторождения залегают в отложениях миогеосинклинального типа Западно-Уральской внешней зоны складчатого палеозоя.
2. Стратиграфическое положение наиболее изученных месторождений определяется низами франского яруса (пашийская свита). Бокситы и бокситоносные породы фациально сменяются железорудными слюдами и образуют с последними единый рудоносный комплекс.
3. Трансгрессивное залегание рудоносного комплекса.
4. Залегание месторождений в терригенных фациях; карбонатные фации пашийской свиты непродуктивны на железные руды.
5. Невыдержанность и малые размеры рудных пластов, что ограничивает их перспективы.

Руды представлены двумя типами: а) первичными оолитовыми красными железняками, относящимися к морским осадкам, состоящими из гематита, гидрогематита и небольших количеств сидерита и шамозита, реже рудами, оолиты которых состоят исключительно из сидерита; б) конгломератовыми красными железняками, образовавшимися за счет размыва и переотложения первичных оолитовых руд; они состоят из галек оолитовых руд, ожелезненного песчаника и яшмовидной глины.

Пашийская свита, имеющая сравнительно небольшую мощность (не более 200 м), с перерывами прослеживается по западному склону от крайних южных широт Южного Урала, через весь Средний и Северный Урал и далее за границы описываемой территории. В пределах этой очень длинной, но узкой полосы развития пород пашийской свиты известно большое количество мелких месторождений оолитовых красных железняков, реже сидеритов и лимонитов, представленных небольшими пластообразными залежами. В различных районах западного склона Урала в пашийской свите преобладают то карбонатные, то терригенные фации, причем рудоносными из них являются терригенные. Глубоководные отложения пашийской свиты в отношении железного оруденения не продуктивны. Терригенные толщи в пашийской свите наиболее широко развиты в бассейне р. Вишеры, в районе Пашийского завода и по периферии Башкирского мегантиклинория.

**Месторождения оолитовых бурых железняков в терригенных отложениях верхнего мезозоя (аятский тип)** залегают в верхнеюрских и верхнемеловых морских отложениях и характеризуются оолитовой текстурой рудных образований, представленных главным образом водными гидроокислами железа и частью железистыми хлоритами и сидеритами.

Месторождения располагаются в прибрежной зоне верхнемелового моря, которая проходила в субмеридиональном направлении близ современной границы сплошного распространения мезо-кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности. В пределах указанной зоны с севера на юг известны следующие сравнительно хорошо изученные месторождения: Марсятское, Мугайское, Синаро-Теченское и Аятское. К этому же типу относятся малоизученные месторождения, расположенные к востоку от западной границы распространения отложений верх-

него мела. Глауконит-лептохлоритовые рудоносные породы оолитового строения, чередующиеся с глауконитовыми песчаниками, отмечаются и в Северном Зауралье среди верхнеюрских морских отложений.

Стратиграфическое положение месторождений аятского типа различное. В Северном Зауралье оолитовые рудоносные железистые породы имеют верхнеюрский возраст, Марсятское и Мугайское месторождения относятся по возрасту к сеноман-турону, Синаро-Теченское — к кампану, Аятское — к турон-сантону. Разновременность образования месторождений этого типа объясняется тем, что трансгрессия позднемезозойского моря захватила северные части Зауралья несколько ранее, чем южные.

Все месторождения аятского типа залегают среди мелководных морских осадков прибрежной зоны. Характер размещения относительно континента указывает на образование их в заливах или на склонах островных поднятий открытого моря. Области питания служили участки суши территории современного горного Урала, на поверхности железистых палеозойских пород которой развивалась кора выветривания.

### Осадочные континентальные месторождения

Месторождения никель-хромсодержащих бурых железняков в песчано-глинистых отложениях юры и нижнего мела (халиловский тип) широко распространены на восточном склоне Северного, Среднего и Южного Урала. Крупными из них считаются в настоящее время месторождения Халиловской группы на Южном Урале и Серовское месторождение в Краснотурьинском районе на Северном Урале. Все месторождения этого типа пространственно и генетически связаны с остаточными корами выветривания ультрабазитов и приурочены к депрессиям или грабенам. Месторождения располагаются в различных стратиграфических подразделениях юры и нижнего мела, в связи с чем стратиграфический контроль образования не является решающим. Так, например, Серовское месторождение по возрасту относится к сеноману, Халиловское — к лейасу.

Руды месторождений этого типа, представляющие собой болотные или озерные осадки, претерпели местами сильный диагенез, так что первоначальная слоистость иногда сильно замаскирована. В связи с этим Халиловские месторождения на первоначальной стадии их изучения относились к месторождениям выветривания.

Рудные толщи залегают на различных горизонтах размытой остаточной коры выветривания ультрабазитов, реже — на различных породах их кровли. В результате последующих процессов размыва значительная часть месторождений халиловского типа, по-видимому, уничтожена. В результате благоприятного проявления пострудной блоковой тектоники на некоторых месторождениях, например на очень крупном Серовском, руды оказались перекрытыми морскими осадками, что предохранило рудный горизонт от последующих размывов.

Месторождения бурых железняков в беликовых отложениях нижнего мела (алапаевский тип) наиболее широко распространены в районах Среднего и Северного Урала и залегают в континентальной толще беликовых отложений. Возраст рудоносных отложений относится к апту.

К этому типу относятся месторождения Лангурско-Самской группы на Северном Урале, месторождения Алапаевской и Каменской групп на Среднем Урале и месторождения Полетаевской группы на Южном Урале.

Месторождения алапаевского типа приурочены к низам беликовой толщи алапаевской свиты, являющейся нижней из трех континентальных

нижнемеловых свит восточного склона Урала, залегают в депрессиях, преимущественно на размытой закарстованной поверхности известняков нижнего карбона. Отмечается приуроченность месторождений к синклинальным структурам палеозойских пород, где на широких площадях развивался относительно неглубокий карст, выполненный различными осадками.

Процессы развития глубоких карстов воронкообразной, неправильной и других форм имели место в основном после отложения руд и привели к сложным нарушениям рудных пластов и вмещающих пород.

Рудной толще присуща вертикальная зональность, обусловленная положением уровня грунтовых вод или нижней границы зоны окисления. Ниже зоны окисления первичное оруденение представлено железистым хлоритом (стриговитом) и сидеритом. В зоне окисления развит гидрогетит, представленный плотной и охристой разновидностями.

Размещение основных месторождений в меридиональном направлении вдоль Восточно-Уральского прогиба обусловлено, по-видимому, соответствующим расположением областей питания на западе, где широко развиты коры выветривания по железистым эффузивам.

**Месторождения оолитовых бурых железняков в косослоистых песках и алевролитах среднего олигоцена (лисаковский тип).** К этому типу относятся очень крупное Лисаковское и Кировское месторождения, находящиеся в Южном Зауралье. Условия залегания и морфология рудных тел Лисаковского месторождения свидетельствуют о приуроченности рудоносной толщи к субширотной речной долине, врезанной в морские отложения нижнего олигоцена и палеоцен-эоцена. В западной части района эта долина врезана в палеозойский фундамент западного борта Тургайской впадины. Ширина долины 7—8 км, длина более 100 км. Абсолютные высоты дна долины понижаются с запада на восток с 218 до 181 м. Морфология рудных пластов и их расположение в плане указывают на последующие размыты, перемещение речного русла, появление рукавов, стариц, озер, болот, где произошло накопление осадков. Русловые залежи имеют вытянутую форму, озерные — изометричную. Крупные залежи имеют длину до 20 км, ширину 2—3 км, мощность до 25 м. Эти отложения относятся к кутанбулакской свите, возраст которой определяется как первая половина среднего олигоцена.

### Месторождения выветривания

Месторождения выветривания на Урале весьма многочисленны и разнообразны по условиям образования, морфологии рудных тел и составу руд. По количеству месторождений это самая обширная группа, однако промышленные объекты среди них крайне редки. Эти месторождения разрабатывались в дореволюционное время и служили базами мелких металлургических заводов.

Своим происхождением они обязаны процессам выветривания и действию грунтовых вод. В обобщенном виде все месторождения выветривания могут быть разделены на три типа:

- 1) месторождения легированных бурых железняков в коре выветривания ультрабазитов и в их контактах с карбонатными породами;
- 2) месторождения железных шляп по железисто-карбонатным породам;
- 3) месторождения бурых железняков в мезо-кайнозойских глинистых отложениях на различных по составу породах палеозойского возраста.

**Месторождения легированных бурых железняков в коре выветривания ультрабазитов и в их контакте с карбонатными породами.** В настоя-



щее время почти все эти месторождения как железорудные не представляют практического интереса вследствие малых размеров рудных тел, но подробно изучаются при поисковых работах на никель.

К этому типу относятся Елизаветинское и Уктусское месторождения близ Свердловска, Калиничевское в районе Верх-Нейвинска и другие, являющиеся типичными остаточными образованиями мезозойской коры выветривания серпентинизированных дунитов и перидотитов. Образование остаточной коры выветривания ультрабазитов в отношении железа не представляет практического интереса, но их наличие позволяет положительно оценивать перспективы площадей с точки зрения возможного выявления месторождений осадочного происхождения вышеохарактеризованного халиловского типа.

**Месторождения железных шляп по железисто-карбонатным породам (зигазино-комаровский тип).** Промышленные и хорошо изученные месторождения этого типа известны в Башкирской АССР, где они залегают в сланцевых толщах авзянской и зигазино-комаровской свит, относящихся к юрматинской серии. Ранее исследователи относили их к нормальным осадочным образованиям среди терригенных толщ. Геологи Южно-Уральского геологического управления склонны считать их месторождениями выветривания, образовавшимися за счет бедных железисто-карбонатных пород, учитывая: а) приуроченность месторождений бурых железняков к поверхностным зонам; б) приуроченность окисленных руд (бурых железняков) зоны окисления к зонам бедных железисто-карбонатных пород или сидеритизированных сланцев, залегающих на глубине; в) сильное выветривание (обеление) вмещающих пород в пределах распространения зоны вторичных руд (бурых железняков).

Наблюдаемые в ряде месторождений на более значительных глубинах сплошные сидериты они относят к инфильтрационно-метасоматическим образованиям, более поздним по отношению к бедным железисто-карбонатным породам и сидеритизированным сланцам.

Рядом исследователей высказывались также мнения о происхождении некоторых месторождений бурых железняков за счет окисления сульфидов. Последняя точка зрения находит некоторое подтверждение на примере разведки Семибратского месторождения, на котором в зонах ниже бурых железняков встречены довольно мощные тела пиритовых руд.

В пределах Семибратской рудоносной зоны известно большое количество месторождений бурых железняков, которые являются месторождениями типа выветривания частью на месте железисто-карбонатных, частью пиритизированных пород.

**Месторождения бурых железняков в карстах и других депрессиях на различных по составу горных породах палеозойского возраста** очень широко распространены как на западном, так и на восточном склонах Урала. В дореволюционное время они служили основной базой снабжения рудой многочисленных мелких заводов; в наше время они не представляют практического интереса. В геологическом отношении они изучены слабо, так как поисковые работы в советское время на них почти не проводились.

Рудопроявления рассматриваемого типа приурочены обычно к депрессиям на различных палеозойских породах. Большая их часть залегает в карстах на карбонатных породах, выполненных глинистыми продуктами выветривания с гнездами и штоками бурых железняков. Значительное количество рудопоявлений приурочено к депрессиям на эффузивах или терригенных толщах осадочных формаций. В таких случаях месторождения требуют внимательного изучения, так как они

могут оказаться железными шляпами первичного оруденения как эндогенного, так и экзогенного происхождения.

Перспективы месторождений рассматриваемого типа крайне ограничены.

### Осадочные метаморфизованные месторождения

Месторождения магнетитовых кварцитов в тараташской свите нижнего протерозоя<sup>1</sup>. В пределах Тараташского антиклинория известно более 60 выходов магнетитовых кварцитов, в том числе и старых заброшенных рудников (Радостный, Магнитный, Куватальский, Ближний и Дальний), разработка которых в дореволюционное время производилась для нужд Уфалейского и Қыштымского заводов. По уточненным данным, полученным в результате проведенных в последние годы поисково-разведочных работ, к низам тараташской свиты, сложенной очковыми биотитовыми, гранат-биотитовыми, гранат-биотит-силлиманитовыми гнейсами и кварцитами, прорванными интрузиями основного и кислого состава, приурочены две продуктивные толщи. Наиболее интересно оруденение в нижней из них. Мощность ее не менее 1000 м. Сложена она параамфиболитами и парагаббро и вмещает рудный горизонт, состоящий в верхней части из маломощных (не более 20 м), резко выклинивающихся линз магнетитовых кварцитов. Нижняя часть рудного горизонта включает мощные (до 50—100 м) тела магнетитовых кварцитов, которые, по-видимому, составляют единый пласт, нарушенный местами тектоническими перемещениями и разобренный зонами развития более поздней мигматизации пород.

В магнетитовых кварцитах наблюдается полосчатость, согласующаяся со сланцеватостью и гнейсовидностью вмещающих пород. Минеральный состав руд: магнетит (30—60%), кварц (30—60%), ромбический пироксен, роговая обманка, апатит, гранат, гематит и лимонит. Гематит представляет продукт окисления магнетита. Содержание железа в рудах колеблется в пределах 29—35% и определяется количественным соотношением в руде магнетита и кварца.

В настоящее время в пределах Тараташского антиклинория проводятся широкие поисково-разведочные работы. Магнетитовые кварциты могут стать серьезной сырьевой базой для металлургических заводов Южного Урала.

Месторождения магнетитовых и гематитовых руд в терригенных отложениях верхнего протерозоя и кембрия сравнительно широко распространены в пределах Центрально-Уральского поднятия.

В верхнем из слагающих эту структуру кембрийском комплексе рудоносной является ашинская свита, в низах которой известны рудопроявления Басегское, Танчихинское и др. Рудные тела Басегского рудопроявления гематитовых руд, залегающие в алевролитах вишневого цвета, прослежены по простиранию более чем на 1 км и имеют мощность местами 10 м и более. Руды хорошего качества, но бедные, плохо обогащаемые. Не исключены возможности выявления крупных месторождений.

Из образований нижнего верхнепротерозойско-кембрийского комплекса наиболее интересными являются сланцевые толщи висимской свиты, среди которых встречаются мелкие месторождения гематит-магнетитовых руд. Наличие многочисленных рудопроявлений в отложениях висимской свиты в сочетании с благоприятными литолого-фациальными данными позволяют надеяться на расширение ее перспектив при проведении геолого-геофизических поисковых работ.

<sup>1</sup> Раздел обновлен редакцией.— Прим. ред.

Месторождения магнетитовых и гематитовых руд в терригенных отложениях ордовика и силура распространены как в миогеосинклинальной зоне на Среднем и Северном Урале среди ордовикских отложений Улсовско-Койвинского синклинория, так и в эвгеосинклинали в отложениях того же возраста Лозьвинско-Ревдинской моноклинальной структуры.

В Улсовско-Койвинском синклинории продуктивной на железные руды является щугорская свита карбонатных пород, в которой залегает Верхне-Чувальское месторождение гематит-магнетитовых руд. Рудоносной является также залегающая выше хыдейская свита, представленная чередованием глинистых сланцев и известняков, к контакту которых приурочено Нижне-Чувальское месторождение. Отложения ордовика Лозьвинско-Ревдинской моноклинальной структуры несут гораздо большее количество рудопроявлений железа.

Терригенные отложения нижнего ордовика (тельпосская и саранхапнерская свиты) вмещают многочисленные мелкие месторождения гематит-магнетитовых руд, к числу которых относятся Шунутское, Ульяновское, Зимовочное, Пузанское и др.

В нерасчлененных отложениях нижнего и среднего ордовика (тельпосская и шайтанская свиты) залегают месторождения гематит-магнетитовых руд: Ильмовское, Хмелевское, Раздельское, Ново-Сурьинское, Магдалинское, Тюшевское и многие другие, связанные большей частью с глинистыми фациями. В среднем ордовике (шайтанская свита) известны месторождения гематит-магнетитовых руд (Белогорское 3 и др.), залегающие среди туфопесчаников и туффитов. В верхнем ордовике (билимбаевская свита) железорудные месторождения неизвестны.

В целом отложения ордовика эвгеосинклинальной зоны, залегающие трансгрессивно на подстилающих толщах, в перспективе представляют значительный интерес, хотя все известные месторождения отличаются небольшими размерами. Следует, однако, учитывать, что как сами месторождения, так и вмещающие их толщи слабо изучены. При проведении работ в будущем большее внимание должно быть уделено нижнему ордовика и залегающим в нем месторождениям. Следует также учитывать, что в отложениях ордовика Ревдинской структуры значительно развиты вулканогенные фации, а поэтому некоторые месторождения при детальном изучении возможно окажутся не осадочными, а гидротермальными.

Таким образом, среди большого разнообразия типов железорудных месторождений Урала промышленное значение имеют только некоторые из них, а именно: месторождения титаномагнетитов, скарно-вые магнетитовые (контактово-метасоматические), месторождения сидеритов и бурых железняков (бакальский тип), месторождения хромистых бурых железняков (халиловский тип), месторождения оолитовых железных руд в морских отложениях верхнего мела (аятский тип), месторождения оолитовых железных руд в континентальных отложениях среднего олигоцена (лисаковский тип) и месторождения железистых кварцитов в метаморфогенных образованиях нижнего протерозоя.

## ПОЗДНЕМАГМАТИЧЕСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

### *Месторождения титаномагнетитов*

Месторождения титаномагнетитов на Урале известны с давних пор, но попытки использования этих руд в дореволюционное время не имели успеха ввиду их «тугоплавкости». Геологическое и технологическое изучение титаномагнетитов Урала было начато Уральским отделением Ин-

ститута прикладной минералогии в 1927 г. и продолжалось до 1933 г. За это время сравнительно детально изучены и разведаны Кусинское и Первоуральское месторождения, начата разведка Копанского месторождения и произведена ревизия всех ранее известных месторождений. Работа по технологическим испытаниям руд увенчалась успехом, в связи с чем в 1933 г. было вовлечено в эксплуатацию Кусинское, а в 1936 г. Первоуральское месторождения.

Результаты разведочных работ и геологического обследования месторождений титаномагнетитов Урала за период 1928—1933 гг. были обобщены И. И. Малышевым, П. Г. Пантелеевым и А. В. Пэком (1934). Впоследствии поиски и разведки были прекращены и только с 1948 г. к титаномагнетитовым месторождениям вновь было привлечено внимание как к возможным крупным источникам железа и ванадия.

За период 1949—1961 гг. были проведены большие работы по разведке Гусевогорского, Качканарского и Висимского месторождений, в результате которых выявлены крупные запасы бедных вкрапленных титаномагнетитовых руд. Параллельно с разведочными работами проведены испытания обогатимости руд и металлургических свойств концентратов. Техничко-экономическими расчетами доказано, что бедные вкрапленные руды Качканарского месторождения со средним содержанием железа около 17% могут быть рентабельно использованы как железованадиевые. На базе Гусевогорского месторождения построен крупнейший в стране Качканарский горнообогатительный комбинат, вступивший в строй в конце 1963 г.

Месторождения титаномагнетитов Урала разделяются на два типа: кусинский и качканарский (в последнем, в свою очередь, может быть выделен волковский подтип).

К кусинскому типу относятся месторождения: Кусинское, Северо-Кусинское, Южно-Кусинское, Чернореченское, Медведевское, Копанское, Маткальское, залегающие в интрузиях основных пород западного склона Южного Урала. К этому же типу относится залегающее среди апогаббровых амфиболитов Куртинское месторождение, находящееся в 14 км к юг-юго-востоку от г. Верхнего Уфалея, а также малоизученное месторождение горы Юбрышки, расположенное на западном склоне Северного Урала и залегающее в интрузивном массиве габбро-диабазов.

Месторождения кусинского типа характеризуются следующими признаками: 1) пластообразной формой интрузий габбро, залегающих среди протерозойских пород; 2) широким развитием вкрапленных и в подчиненном количестве сплошных руд (Кусинское, Копанское, Чернореченское и другие месторождения); 3) пластообразной формой рудных тел сплошных и вкрапленных руд, длина которых по простиранию достигает нескольких километров и даже десятков километров (Копанское месторождение), по падению — сотен метров; мощность сплошных руд около 3—8 м, а вкрапленных руд достигает нескольких десятков метров; 4) резкими переходами от сплошных руд к вкрапленным и вмещающим породам; 5) высоким содержанием в рудах титана и постоянным присутствием ванадия (количество  $TiO_2$  на 1% железа составляет 0,28%,  $V_2O_5$  — от 0,012 до 0,015%). Высокое содержание титана в рудах является основным отличительным признаком месторождений кусинского типа.

Месторождения качканарского типа залегают в пироксенитах и горнблендитах габбровой формации Платиноносного пояса.

Месторождения качканарского типа характеризуются следующими признаками: 1) неправильной формой и сложной структурой интрузивных тел, вмещающих рудные тела; 2) залеганием интрузивных комп-

лексов в породах среднего палеозоя; 3) штокообразной, гнездообразной или неправильной формой рудных тел; 4) преобладающим развитием вкрапленных руд (сплошные руды практически отсутствуют); 5) постепенными переходами руд во вмещающие породы; 6) низким содержанием в рудах титана и постоянным присутствием ванадия (количество  $TiO_2$  на 1% железа в концентратах составляет 0,05%,  $V_2O_5$  — около 0,01%). Низкое содержание титана в рудах и отсутствие сплошных руд является основным отличительным признаком месторождений качканарского типа.

К числу наиболее крупных и разведанных месторождений качканарского типа относятся: собственно Качканарское, Гусевогорское, Висимское и Первоуральское. Менее изученными являются месторождения Кытлымской группы и месторождения массива Кумба — Золотой Камень. К качканарскому типу следует отнести также месторождения комплексных руд Волковской группы, в которых кроме магнетита и ильменита развиты борнит и апатит в достаточных для промышленного освоения количествах. Медь относится к числу наиболее важных компонентов в волковских рудах.

### Месторождения титаномагнетитов кусинского типа

Главнейшие месторождения кусинского типа залегают в Кусинской межпластовой интрузии, вытянутой в северо-восточном направлении (азимут  $35-40^\circ$ ) на протяжении 70 км и падающей на юго-восток под углом  $40-80^\circ$ . Крутые падения наблюдаются в самой северной части, пологие — на всем остальном протяжении интрузивного комплекса. Северная граница интрузии устанавливается в 2 км к северо-востоку от Кусинского титаномагнетитового рудника, а южная проходит в 2,5 км к югу от поселка Малый Кыл. Мощность интрузии в северо-восточной части 300—400 м, в юго-западной около 1 км.

Висячем боку почти на всем протяжении интрузивного комплекса залегают граниты и гранито-гнейсы Губенской и Рябиновской интрузий, в лежачем — доломиты, кварциты и сланцы саткинской свиты верхнего протерозоя. Характерной особенностью интрузии является наличие в ней согласных ксенолитов, к которым приурочены известные в литературе минеральные копи — Ахматовская, Николае-Максимилиановская, Еремеевская, Шишимская, Прасковье-Евгеньевская.

Состав интрузии неоднороден, что отмечалось многими исследователями. Неоднородность обусловлена колебанием относительных количеств плагиоклаза и темновесных компонентов. Выделяются следующие разновидности пород: меланократовое габбро, мезократовое габбро (резко преобладает), лейкократовое габбро, анортозиты, полевошпатовые пироксениты, пироксениты, полевошпатовые амфиболиты, амфиболиты.

Северо-восточная часть интрузивного комплекса на протяжении 15 км подвергнута метаморфизму сильнее по сравнению с юго-западной его частью. Метаморфизм выражен главным образом в амфиболизации габбро.

В связи с различием процессов метаморфизма находится, вероятно, существенная разница в структуре и текстуре руд различных частей рудоносной зоны. Руды месторождений северо-восточной части (Кусинское, Чернореченское) содержат ильменит в виде крупных индивидуализированных зерен, который при механическом обогащении обособляется в немагнитный концентрат. Руды Копанского месторождения, расположенные в слабо метаморфизованной части интрузии, отличаются тонким прорастанием магнетита с ильменитом и не поддаются механическому обогащению. В пределах интрузивного комплекса известны



следующие месторождения (с северо-востока на юго-запад): Северо-Кусинское, Кусинское, Южно-Кусинское, Чернореченское, Медведевское, Копанское, Ивановское, Буланихинское, Маткальское и др.

Кусинское месторождение титаномагнетита (Кусинские магнитки) находится на Южном Урале, в Челябинской области, в 23 км к северу от г. Златоуста. С лежащего бока габбровый массив в районе месторождения контактирует (по М. И. Гараню) с доломитами саткинской свиты протерозоя, с висячего — с гранито-гнейсами, имеющими также северо-восточное простирание и падение на юго-восток под углом  $45-55^\circ$ .

Среди пород, слагающих габбровый массив, наиболее широко развиты габбро и пироксениты; подчиненное развитие имеют горнблендиты, анортозиты и габбро-пегматиты. За счет интенсивного метаморфизма габбро и пироксенитов возникли амфиболиты, эпидозиты, амфибол-хлоритовые и амфибол-гранатовые породы, хлоритовые сланцы.

Кусинское месторождение представлено серией параллельных пластообразных рудных тел, приуроченных к центральной части габбрового массива (рис. 56, а). Простирание рудных тел северо-восточное  $40-50^\circ$ , падение юго-восточное крутое (до  $75-85^\circ$ ) в северо-восточной и центральной частях месторождения и более пологое (около  $55^\circ$ ) — в юго-западной. Рудные тела пластообразной формы представляют основную массу промышленных запасов сплошных руд. Кроме них на месторождении имеют зоны вкрапленного оруденения линзовидной формы.

На Кусинском месторождении известны три параллельные рудные залежи сплошных руд: 1, 2, 3 длиной от 180 до 2500 м, мощностью от 0,15 до 5,5 м.

Кроме этих трех залежей при разведке обнаружено до двух десятков мелких шширообразных рудных тел, имеющих незначительные размеры. К югу от детально разведанного Кусинского месторождения буровыми работами установлено продолжение рудоносной зоны. Однако рудные тела здесь незначительной мощности и сильно тектонически нарушены. На месторождении наблюдаются пострудные разрывные нарушения северо-западного простирания, переходящие во флексуры и надвиги.

При проходке эксплуатационных штреков на флангах месторождения по простиранию установлены дугообразные изгибы рудных тел с радиусом около 25 м. Изгибы направлены к северо-западу. Подобные изгибы рудных тел в том же северо-западном направлении установлены и по их падению: крутое юго-восточное падение постепенно сменяется вертикальным, а затем пологим юго-восточным (см. рис. 56, б).

Таким образом, на Кусинском месторождении выявляется синклиналичная структура, в восточном крыле которой располагаются вышеотмеченные рудные тела. Причины отсутствия оруденения в западном крыле не выяснены. Как установлено наблюдениями в эксплуатационных выработках, полосчатость рудовмещающих амфиболитов повторяет изгибы рудных тел. Эти структурные особенности характерны только для интрузивного тела и по отношению к слоистости карбонатных пород кровли ориентированы несогласно. Синклиналичная структура Кусинского месторождения вероятнее всего может быть объяснена дифференциацией магматического расплава после его внедрения и последующими пластическими деформациями силикатного и рудного вещества. Более определенная расшифровка природы структуры требует дополнительного сбора фактического материала.

Минеральный состав руд довольно однообразен. В сплошных рудах магнетит и ильменит составляют  $90-95\%$ , второстепенные минералы, такие, как гематит, рутил, пирит, халькопирит, —  $5-10\%$ . В поверх-

ностной зоне месторождения встречаются мартит, лимонит, халькозин. Магнетита в сплошной руде в среднем 60—70%. Величина зерен его колеблется от 0,1 до 0,5 мм. Наблюдаются прорастания зерен магнетита тонкопластинчатым ильменитом. Такого рода структуры именуются

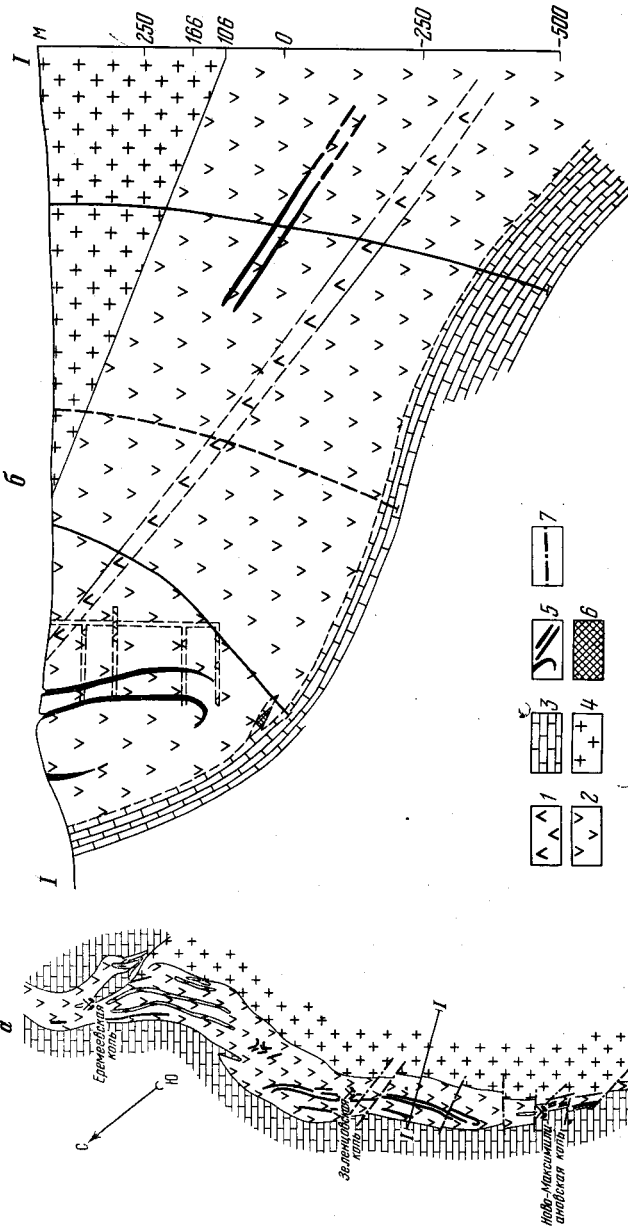


Рис. 56. Схематическая геологическая карта (а) и геологический разрез (б) Кузнецкого месторождения титаномагнетита

1 — лейкократовые амфиболиты; 2 — габбро-амфиболиты и меланократовые амфиболиты; 3 — карбонатные породы саткинской свиты; 4 — гранито-гнейсы Губенского массива; 5 — сплошные титаномагнетитовые руды; 6 — вкрапленные руды; 7 — тектонические нарушения

структурами распада твердых растворов, неоднократно описанными в литературе. Наблюдаемые в магнетите решетчатые образования гематита имеют, очевидно, аналогичную природу, совершенно отличную от таковой при процессах мартитизации магнетита в поверхностной зоне окисления.

Ильменита в сплошной руде содержится 25—35%. Разновидности руд, состоящие из одного ильменита, встречаются крайне редко. Бед-

ные вкрапленные руды по сравнению со сплошными разновидностями характеризуются повышенным отношением двуокиси титана к железу: в сплошных разновидностях руд это отношение около 0,25—0,28, в бедных вкрапленниках оно повышается до 0,35—0,40. Величина зерен ильменита 0,1—0,5 мм, реже встречаются индивиды в несколько сотых долей миллиметра и крупные зерна величиной 1—2 мм. Гематит встречается в рудах в количестве 5—8% в виде тонких пластинок величиной в сотые и тысячные доли миллиметра. Из нерудных минералов в рудах присутствуют хлорит, роговая обманка, гранат, реже встречаются эпидот, биотит, апатит, кальцит, брейнерит.

Текстура сплошных титаномагнетитовых руд массивная, реже наблюдаются полосчатые и петельчатые текстуры, обусловленные наличием в руде нерудных минералов. Структура руд среднезернистая и неравномернозернистая.

Полный химический состав руд на основании 24 анализов по различным залежам характеризуется следующим содержанием (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  4,3;  $\text{TiO}_2$  13,24;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  6,04;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  41,32;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  0,91;  $\text{V}_2\text{O}_5$  0,66;  $\text{FeO}$  29,24;  $\text{CaO}$  0,90;  $\text{MgO}$  3,80;  $\text{MnO}$  0,63.

Месторождение эксплуатируется тремя шахтами — Северной, Центральной и Южной и в ближайшие 2—3 года будет полностью отработано.

Северо-Кусинское и Южно-Кусинское месторождения характеризуются небольшими размерами рудных тел по простиранию и незначительной их мощностью, вследствие чего не представляют практического интереса. Обеспечение Кусинского ГОК рудной базой предполагается за счет добычи бедных титаномагнетитовых и ильменитовых руд Медведевского месторождения.

Копанское месторождение титаномагнетита расположено в 22 км к юго-западу от г. Златоуста. Копанское месторождение наиболее крупное из месторождений Кусинско-Копанской группы; по геологическим условиям аналогично Кусинскому, залегает в Копанском габбровом массиве, имеющем пластообразную форму и длину по простиранию 28 км. Простирание массива северо-восточное, падение юго-восточное под углом 35—50°. Висячем боку залегают гранитоиды Рябиновской интрузии, в лежачем — метаморфические породы протерозоя, представленные непосредственно вблизи контакта с кварцитами. Габбровый массив прорезан крутопадающими дайками диабазового состава, которые также секут и комплекс осадочных образований. Простирание даек северо-восточное и северо-западное. В отличие от Кусинского месторождения рудовмещающие породы здесь мало затронуты метаморфизмом.

Копанское месторождение в настоящее время разведано по простиранию на значительное расстояние. На флангах оно не оконтурено и продолжается, по-видимому, как в северо-восточном, так и в юго-западном направлениях на всю длину Копанского массива. Рудная зона приурочена к центральной части массива и падает на юго-восток под углом 40—50°. Она представлена мощными зонами вкрапленников с мелкими шширами сплошных руд, не представляющими практического значения.

Магнетит в рудах Копанского месторождения количественно достигает 20—80%. Величина отдельных зерен варьирует от 0,1 до 1,0 мм. Характерно постоянное сростание магнетита с ильменитом. Содержание ильменита в рудах колеблется от 10 до 30%, а величина зерен обычно не превышает 1 мм; при механическом обогащении в концентрат обособляется всего в количестве 5—6%.

На основании 40 полных химических анализов среднее содержание различных компонентов в сплошных рудах характеризуется следую-

щим образом (в вес. %): Fe 45,10; TiO<sub>2</sub> 10,89; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,57; P 0,010; S 0,01; SiO<sub>2</sub> 7,70; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 37,08; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 11,45; FeO 24,58; MnO 0,33; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,45; CaO 1,16; MgO 2,85; NiO 0,09. Средний химический состав вкрапленных руд при бортовом содержании железа в них не менее 20% следующий: Fe 24,98%, TiO<sub>2</sub> 6%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,22%.

На основании предварительных разведочных работ выявлены огромные перспективные запасы вкрапленных руд, определяемые в 6 млрд. т, обеспечивающие строительство крупного комбината, подобного Качканарскому. Промышленное освоение месторождения задерживается из-за сложности их обогащения, поэтому необходимо разработать оптимальную технологическую схему промышленного освоения копанских руд. В связи с огромным дефицитом в местных железных рудах в Челябинской области ввод в эксплуатацию такого крупного месторождения, как Копанское, в значительной степени может улучшить местную рудную базу черной металлургии Южного Урала.

### Месторождения титаномагнетитов качканарского типа

Наиболее крупными и разведанными месторождениями этого типа являются следующие (с юга на север): Первоуральское, Висимское, Волковское (комплексных руд — апатит-ильменит-борнит-магнетитовых), Гусевгорское, Качканарское; не изучены перспективные месторождения и рудопроявления Кытлымской группы и рудопроявления в массивах Кумба — Золотой Камень, Чистопском, Хой-Эква и др. Ниже приводится краткое описание наиболее крупных и разведанных месторождений.

Первоуральское месторождение титаномагнетитов находится в 44 км к северу от г. Свердловска.

Район месторождения слагают породы габбрового комплекса, образующие Ревдинский массив. На западе они контактируют с терригенными толщами ордовика, а на востоке с эффузивами и их туфами и различными сланцами нижнего девона и силура. Центральная часть массива сложена горнблендитами и пироксенитами, которые протягиваются полосой согласно с общим меридиональным простиранием интрузивного комплекса. Длина полосы пород горнблендит-пироксенитового комплекса — 4 км, ширина колеблется от 200 до 800—900 м, достигая наибольшей величины в районе гор Магниток и у Первоуральского завода.

С горнблендитами и пироксенитами связано как само Первоуральское месторождение, так и ряд расположенных севернее старых заброшенных железных рудников — Пахотный, Мавринский, Осеновский, Верхнезаводский, Стулинский Ближний, Стулинский Дальний. Они приурочены преимущественно к восточной периферии горнблендитов вблизи контакта с габбро.

Зоны наиболее интенсивного оруденения сложены крупнозернистыми горнблендитами, что является довольно характерным признаком для месторождения. Горнблендиты, не несущие оруденения, представлены обычно мелкозернистыми разностями. Титаномагнетит почти всегда выполняет промежутки между зернами роговой обманки, обуславливая тем самым характерную сидеронитовую структуру руд. Прослеженная горными выработками длина промышленной рудной зоны по простиранию составляет 3500 м, ширина 50—250 м, длина по падению 100—150 м. В западной части рудная зона постепенно переходит в безрудные горнблендиты, а в восточной ограничена габбровым массивом, не несущим промышленного оруденения.

Месторождение представлено вкрапленным оруденением со шлирами массивных руд и не имеет четких контактов с вмещающими породами. По количественному соотношению рудных и нерудных минералов на Первоуральском месторождении выделяются два основных типа руд: 1) вкрапленные руды с содержанием зерен титаномагнетита в количестве от 10 до 50%; 2) массивные и густовкрапленные руды с содержанием зерен титаномагнетита более 50%.

Частая перемежаемость богатых и бедных руд и постепенные переходы между ними исключают возможность раздельной их добычи. Рудные минералы представлены магнетитом (80—90%) и ильменитом (10—20%); в небольших количествах встречаются халькопирит, пирит, халькозин, борнит, сфалерит. В поверхностной зоне месторождения за счет окисления сульфидов развиты азурит и малахит. Нерудные минералы вкрапленных руд представлены роговой обманкой и полевым шпатом, а нерудные минералы сплошных руд — почти исключительно хлоритом, эпидотом, реже гранатом, шпинелью, корундом, диаспором и карбонатами.

В контурах промышленного оруденения на Первоуральском месторождении выделены три разновидности руд по содержанию железа: 1) бедные вкрапленники с содержанием железа от 14 до 25%; 2) богатые вкрапленники с содержанием железа от 25 до 35%; 3) сплошные руды с содержанием железа более 35%. Кроме того, встречаются вкрапленники с содержанием железа менее 14%, относящиеся к некондиционным рудам. Наиболее развиты на месторождении бедные вкрапленники, включаемые в контур балансовых руд при бортовом содержании железа 14% и среднем 16% и выше. Руды имеют шлировый характер, на чем и основано их обогащение с предварительным крупным дроблением. Средний химический состав сырых руд (в %): Fe 16,3,  $V_2O_5$  0,16,  $TiO_2$  2,19. Среднее содержание железа в добытой рудником рудной массе за ряд лет составляет 17,7%.

Первоуральское месторождение оконтурено и разведано по простиранию, на глубину недоразведано. Горнотехнические условия месторождения благоприятные. Значительная ширина рудной зоны и большие ее размеры по простиранию позволяют вести разработку месторождения открытыми способами до большой глубины.

Эксплуатация Первоуральского месторождения начата в 1936 г. За период с 1936 по 1957 г. добыто 21,4 млн. т руды. Добыча за 1971 г. составила 3,3 млн. т.

Гусевогорское и Качканарское месторождения титаномагнетита (месторождения Качканарской группы) находятся в Исовском районе Свердловской области, в 30 км к северо-западу от ж.-д. ст. Нижняя Тура.

Месторождения известны более 200 лет. Впервые обстоятельное изучение их произведено в 1902—1904 гг. Н. К. Высоцким в связи с поисково-разведочными работами на платину. В 1931—1932 гг. изучение Гусевогорского и Качканарского месторождений производилось геологами Уральского отделения Института прикладной минералогии И. И. Малышевым, П. Г. Пантелеевым и А. В. Пэком (1934), обобщившими результаты исследований в работе «Титаномагнетитовые месторождения Урала». Запасы месторождений Качканарского массива оценивались авторами в несколько сот миллионов тонн высококачественного концентрата. Более обстоятельное изучение рудоносности Качканарского массива начато в 1946 г. партией треста «Уралчерметразведка» и с 1949 г. продолжено Уральским геологическим управлением.

Качканарский габбро-пироксенитовый массив занимает площадь около 110 км<sup>2</sup>. В современном эрозионном срезе он имеет изометрич-



ную форму и относится, по-видимому, к типу лакколлитов (рис. 57). На востоке массив контактирует с плагиоклазовыми порфиритами и диабазами силура, а западнее развиты слюдяные и кремнистые сланцы ордовика. В северной и южной частях интрузива габбро переходят в амфиболиты. Согласно данным З. В. Рупасовой, в пространственном расположении различных пород интрузии наблюдается закономерность, выражающаяся в чередовании их по вертикали в следующем виде (сверху вниз):

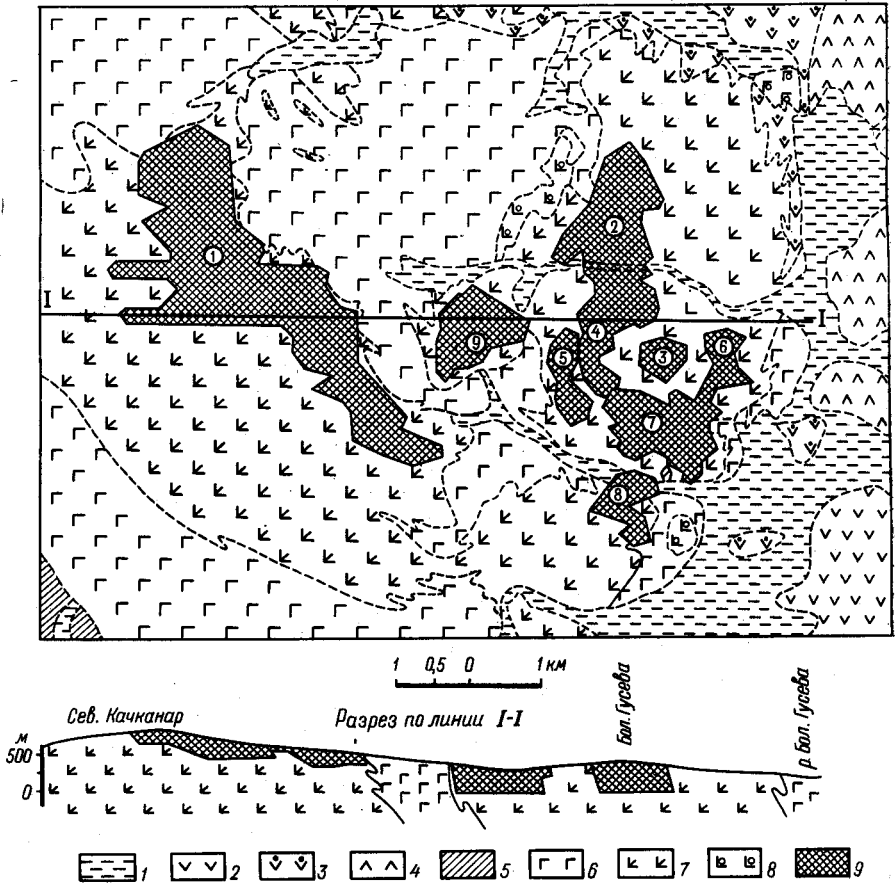


Рис. 57. Схематическая геологическая карта района Гусевогорского и Качканарского месторождений титаномагнетита на Среднем Урале

1 — современные аллювиальные отложения; 2—4 — эффузивы силура: 2 — порфириты, 3 — амфиболиты плагиоклазовые, 4 — амфиболиты эпидиабазовые; 5 — альбит-хлоритовые, роговообманково-плагиоклазовые, слюдяные и другие сланцы ордовикского возраста; 6—8 — интрузивные породы: 6 — габбро, 7 — пироксениты, 8 — горнблендиты; 9 — рудные залежи (цифры в кружках): 1 — собственно Качканарское месторождение; 2—9 — рудные залежи Гусевогорского месторождения: 2 — Северная, 3 — Промежуточная I, 4 — Промежуточная II, 5 — Промежуточная III, 6 — Восточная, 7 — Главная, 8 — Южная, 9 — Западная

1. Габбро биотитовые с оливином и без оливина.
2. Габбро роговообманковые со шпировыми участками линзообразной формы пироксенитов и габбро-пегматитов.
3. Габбро пироксеновые и оливиновые.
4. Пироксениты роговообманковые и плагиоклазовые с включениями линзовидных участков габбро — переходная зона между габбро и пироксенитами.
5. Пироксениты диаллаговые крупнозернистые, порфириовидные.
6. Пироксениты диаллаговые и оливин-диаллаговые средне- и мелкозернистые.
7. Пироксениты оливиновые мелкозернистые с обособлениями мелкозернистых пироксенитов.

Жильные породы (плагноклазиты, микрогаббро и др.) развиты в верхних зонах и совершенно отсутствуют в пироксенитах нижних горизонтов интрузии. В плане отмечается грубоконцентрическое расположение пород интрузива, согласующееся с их зональным расположением в вертикальном разрезе.

Пироксениты слагают около 50% всей площади интрузива (50—55 км<sup>2</sup>) и представлены двумя обособленными массивами — Гусевогорским, вытянутым в меридиональном направлении и падающим на восток под углом 80—85°, и Качканарским, имеющим изометрическую форму и падающим также на восток под углом 25—30°. Габброиды, занимающие площадь около 35 км<sup>2</sup>, выполняют пространство между пироксенитами и окаймляют их в периферических частях.

Гусевогорский массив, имеющий длину по простиранию 8,5 км, ширину 1—3,5 км, сложен преимущественно пироксенитами. Кроме пироксенитов, в строении его принимают участие перидотиты, горблендиты, габбро, габбро-пегматиты и жильные породы — пироксенит-аплиты, микрогаббро, габбро-порфириды и плагноклазиты.

Качканарский пироксенитовый массив вытянут в северо-восточном направлении и полого падает на восток-северо-восток под углом 30—35°. Длина его 5,5 км, средняя ширина 3,2 км. Интрузив сложен в основном диаллаговыми пироксенитами; оливинные пироксениты развиты здесь незначительно. Подчиненное значение имеют оливиниты и перидотиты. В Качканарском массиве отчетливо проявляется полосчатость, обусловленная шлировым характером сплошных рудных обособлений в пироксенитах и ориентированная по направлению контактов с вмещающими породами. Падение полосчатости направлено от периферии к центру массива.

Оруденение в пределах Гусевогорского массива представлено редкой вкрапленностью титаномагнетита в пироксенитах, перидотитах, оливинитах и габбро. Шлировые обособления и прожилки массивных руд развиты крайне ограниченно и самостоятельного значения не имеют. Наиболее распространены в массиве пироксениты, в которых и концентрируется вкрапленное промышленное оруденение. Среди габбро оруденение носит убогий характер и не удовлетворяет промышленным требованиям.

Гусевогорское месторождение. В пределах рудного поля месторождения оконтурены следующие рудные залежи: Главная (эксплуатируется), Северная, Промежуточная I, Промежуточная II, Промежуточная III, Южная, Восточная и Западная (см. рис. 57). Наиболее крупными являются Северная, Западная и Главная залежи.

*Главная залежь* отличается наибольшей разведанностью. В ее строении принимают участие преимущественно неравномернозернистые пироксениты типа диаллагитов, среди которых местами встречаются линзообразные участки и крутопадающие полосы оливиновых пироксенитов и верлитов атакситового строения. Оруденение представлено вкрапленностью титаномагнетита средней густоты. В горизонтальном сечении залежь имеет изометричную форму; падение ее восточное крутое, под углом 70—80°. В пределах контура промышленного оруденения встречаются обогащенные и безрудные участки. Обогащенные участки имеют размеры от 1000 до 3000 м<sup>2</sup>. Внутри этих контуров содержание железа в рудах местами достигает 25%.

Слабоминерализованные (некондиционные) и безрудные участки в контуре промышленного оруденения обычно имеют изометричную форму. Размеры их колеблются от 1000 до 22 000 м<sup>2</sup>. Общая площадь рудной залежи 1,1 км<sup>2</sup>. Обогащенные и безрудные участки отличаются

хорошей выдержанностью и прослеживаются от поверхности до самых нижних горизонтов, имея согласное с массивом крутое падение на восток. Нижняя граница оруденения находится на большой глубине, так как структурные скважины, пройденные до глубины 500—600 м, прошли по кондиционным рудам, не установив выклинивания.

*Северная залежь* расположена к север-северо-западу от Главной залежи и по размерам является самой крупной на Гусевогорском месторождении. Площадь промышленного (кондиционного) оруденения около 2 км<sup>2</sup>.

Пироксениты (как рудоносные, так и безрудные) рассечены большим количеством даек роговообманковых и кварцевых плагиоклазитов. Видимая мощность их, установленная шурфами, колеблется от 0,1 до 2 м. Жильные породы имеют разнообразное простирание и падение под углами от 20 до 90°. Наибольшее количество жильных плагиоклазитов наблюдается в восточной части рудной залежи.

Руды месторождения подразделяются на пять типов: крупно-, средне-, мелко-, тонкозернистые и тонкодисперсные. Минеральный состав руд по отдельным залежам довольно однообразен. Рудные минералы представлены магнетитом и ильменитом; в подчиненных количествах развиты гематит, халькопирит, пирит, пентландит и борнит; спорадически отмечается самородная платина. Из нерудных минералов отмечены оливин, пироксен (диаллаг), амфибол (первичный и вторичный), плагиоклаз, шпинель (плеонаст), эпидот, цоизит, клиноцоизит, серпентин, хлорит, уралит.

Магнетит составляет не менее 90% от количества рудных минералов. Величина его зерен колеблется в широких пределах: от 0,05 до 5 мм. На основании 10 анализов средний химический состав магнетита, выделенного из пироксенитов магнитным анализатором при измельчении до 200 меш, следующий (в вес. %): Fe 59,93; TiO<sub>2</sub> 3,72; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,59; SiO<sub>2</sub> 3,82; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,48; CaO 0,98; MgO 2,99.

Ильменит в составе вкрапленных руд присутствует в очень незначительных количествах и составляет в среднем не более 10% от магнетита. Выделения его имеют размеры от 0,05 до 1,5 мм. Большая часть ильменита кристаллизовалась одновременно с магнетитом, что обусловило крайне ограниченную возможность разделения этих двух минералов механическими способами обогащения.

Мартит развит незначительно и встречается только в рудах поверхностной зоны. Халькопирит, пирит, пентландит в незначительных количествах встречаются по трещинкам пород и в виде вкрапленности в магнетите. Самородная платина встречена в виде зерен пластинчатой формы.

По химическому составу руды Гусевогорского месторождения относятся к типу малотитанистых ванадийсодержащих магнитных железняков. Содержание железа в сырых кондиционных рудах колеблется от 14 до 37%, в среднем 17%; среднее содержание рудного (растворимого) железа в них 12—13%. Содержание TiO<sub>2</sub> в сырых рудах изменяется в отдельных пробах от 0,43 до 1,88%, а в среднем составляет 1,15%.

Все участки Гусевогорского месторождения находятся в благоприятных гидрогеологических условиях. Обводненность месторождения крайне слабая и не представляет затруднений при эксплуатации месторождения.

В 1971 г. на месторождении добыто 25,5 млн. т руды. На базе Гусевогорского месторождения работает крупнейший в стране горно-обогатительный комбинат. В 1971 г. обогатительной фабрикой переработано 26,7 млн. т сырых руд с содержанием железа 15,8% и получено

4,6 млн. т железо-ванадиевого концентрата с содержанием железа 61,0%.

Качканарское месторождение находится на восточном склоне горы Качканар, в 5 км к западу от Гусевогорского месторождения. Промышленная вкрапленность титаномагнетита концентрируется в диаллагитах и разубоживается в вышележащей по разрезу зоны габбро, а также в расположенных ниже диаллагитах, оливковых пироксенитах и перидотитах. Переход от промышленной вкрапленности к безрудным породам постепенный.

Вблизи поверхности на месторождении развито шлирово-полосчатое и мелкокрапленное оруденение среди оливинитов и мелко- и среднезернистое оруденение в диаллагитах. Шлирово-полосчатый рудный комплекс падает на восток под углом 25—30°. С глубиной шлировый тип оруденения сменяется равномерной мелкозернистой вкрапленностью титаномагнетита.

Общая площадь промышленного оруденения с содержанием железа 14% и более составляет 12,2 км<sup>2</sup>. Залежь разведана до горизонта 500 м, т. е. на глубину 150—200 м от поверхности. Средний химический состав руд (в вес. %): Fe 16,64; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,14; TiO<sub>2</sub> 1,30.

Минеральный состав руд и их технологические свойства аналогичны рудам вышеописанного Гусевогорского месторождения.

Горнотехнические условия месторождения благоприятные. Крупные размеры рудной залежи и выход руд на поверхность позволяют вести разработку месторождения открытым способом. Мощность вскрышных работ измеряется единицами метров, местами менее 1 м. Обводненность месторождения крайне слабая и не представит затруднения при разработке.

### *Месторождения магнитных железняков*

Баяновское и Золотушинское месторождения находятся в 5 км к западу от Покровского рудника, у северо-восточного подножия горы Кумбы. Месторождения располагаются в диоритовой оторочке габбрового массива Кумба — Золотой Камень, относящегося к Платиноносному поясу.

Вмещающие породы представлены бескварцевыми пироксеновыми и пироксен-биотитовыми диоритами. Рудные тела характеризуются линзообразной формой и небольшими размерами. В состав руд рассматриваемых месторождений входит магнетит с невысоким содержанием в нем ванадия, пироксен, реже плагиоклазы, еще реже биотит и продукты их замещения — соссурит, эпидот, цоизит. Из примесей присутствуют сфен, апатит, пирит и очень редко халькопирит. Химический состав различных руд месторождений приведен в табл. 13.

Разработки Баяновского месторождения производились в 1915—1917 гг., а затем в 1924—1925 гг., далее с 1929 по 1935 г.; возобновились в 1952 и прекращены в 1960 г. вследствие нерентабельности.

В этом же районе известно Вересовское месторождение баяновского типа, однако вследствие небольших размеров промышленного значения оно не имеет.

### **СКАРНОВЫЕ (КОНТАКТОВО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ) МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Месторождения этого типа являются основной железорудной базой Урала, несмотря на то что по удельному весу балансовых запасов руд они значительно уступают титаномагнетитовым месторождениям. На Урале известно больше двухсот месторождений скарново-магнетитовых

Таблица 13

## Химический состав руд Баяновского и Золотушинского месторождений

Номер пробы	Fe	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	П.п.п.
1	55,2	10,9	0,42	4,8	55,7	22,0	0,19	3,7	2,5	0,60
2	39,5	23,6	0,74	9,3	41,4	13,8	0,11	6,3	3,4	1,27
3	24,7	38,2	0,73	10,1	24,8	9,6	0,11	10,2	4,1	1,89
К-31	54,9	11,8	0,05	5,4	51,4	24,4	0,54	2,5	3,2	1,05
К-33	43,5	18,3	0,44	6,5	52,1	9,1	0,50	4,4	6,5	2,33
К-34	23,3	31,8	0,71	12,3	23,3	9,0	0,23	10,9	8,7	1,74
К-32	38,8	21,8	0,65	7,6	41,8	12,4	0,41	6,6	7,1	0,57

Примечание. Пробы 1, 2 и 3 соответствуют сплошным, богатым вкрапленным рудам Баяновского месторождения, пробы К-31, К-33 и К-34 — сплошным, богатым вкрапленникам и бедным вкрапленникам Золотушинского месторождения, проба К-32 — среднему составу рудной массы этого месторождения (среднее по композитным пробам).

руд. Все они неравномерно располагаются вдоль восточного склона Урала. Разработка и использование для выплавки чугуна скарно-магнетитовых руд на Урале началось еще на заре уральской металлургии.

Главнейшие скарно-магнетитовые месторождения на Северном Урале, входящие в Серовско-Ивдельский железорудный район, расположены в северной части Гороблагодатско-Покровской (Покровское, Второе и Третье Северное и другие месторождения) и Ауэрбаховской (Ауэрбаховско-Песчанская группа месторождений) зон. Южнее, на Среднем Урале, в южном замыкании Гороблагодатско-Покровской зоны находится старейший на Урале Тагило-Кушвинский железорудный район с Высокогорским, Гороблагодатским и другими скарно-магнетитовыми месторождениями. На Южном Урале контактово-метасоматические железорудные месторождения располагаются в Магнитогорской зоне в пределах крупного Магнитогорского железорудного района, в Миасском районе (Круглогорское месторождение) и в ряде пунктов Челябинской области в пределах Теченской (Теченское) и Степнинско-Маскайкинской железорудных зон. На восточном склоне Среднего Урала выделяется Пийско-Петрокаменная зона скарно-магнетитового оруденения с месторождениями Пийской группы (Большереченским, Северо-Камбаихинским и др.), а еще восточнее, в пределах Южного Зауралья — Курганская (Валерьяновская) железорудная зона (Глубоченское месторождение), являющаяся северным продолжением зоны развития крупнейших Соколовско-Сарбайских контактово-метасоматических месторождений.

Уральские скарно-магнетитовые месторождения пространственно и генетически связаны с гранитоидами габбровых формаций преимущественно ниже- и среднепалеозойского возраста. В северной части Гороблагодатско-Покровской зоны (Покровское, Второе и Третье Северное месторождения) продуктивные гранитоиды имеют гранодиоритовый состав, а в южном окончании этой зоны (Тагило-Кушвинская группа месторождений) — диорито-сиенитовый. В Ауэрбаховской зоне среди продуктивных гранитоидов преобладают диориты, значительно реже нормальные граниты (Песчанские месторождения) и, как исключение, диабазы (Первое Северное и другие месторождения Сухдойского рудного узла). В Магнитогорском железорудном районе наиболее крупные контактово-метасоматические месторождения и перспективные рудопроявления генетически связаны с роговообманковыми гранитами и граносиенитами, в то время как мелкие скарно-магнетито-



вые рудопроявления ассоциируют с габброидами. В других районах габброиды слагают значительную часть продуктивных массивов. Например, Круглогорское месторождение в Миасском районе связано с кварцевыми амфиболизированными габбро, а Витимское месторождение в Серовско-Ивдельском районе находится непосредственно в габбро и габбро-норитах, причем рудные зоны развиваются здесь по глубинным разломам в теле габброидов.

Преобладающая часть рудных зон и залежей скарново-магнетитовых руд располагается либо в непосредственном экзоконтакте интрузий гранитоидов, либо на некотором удалении от контакта с ними (обычно 300—1200 м) и в этом случае размещается в литологически благоприятных для оруденения породах. Вмещающие горные породы обычно представлены известняками, известковистыми туффитами, туфопесчаниками, базальтовыми, пироксен-плагиоклазовыми порфиритами и их туфами.

Реже скарнообразование и оруденение развиваются непосредственно в массивах гранитоидов или в их эндоконтактах. Так, на Ауэрбаховском месторождении гранат-пироксеновые скарны образуются по интенсивно раздробленной части интрузива и дайкам диабазовых порфиритов, в меньшей мере — по известнякам, при этом скарны приобретают эпидот-гранатовый состав.

Большую роль в размещении промышленного оруденения играет характер взаимоотношений контактов интрузивов с породами вулканогенно-осадочной толщи, а также интенсивность проявлений дорудной тектоники. Как правило, характерны секущие крутопадающие контакты, широкое развитие зон дробления и брекчирования пород и высокая насыщенность рудного поля жильными телами, в большинстве своем фиксирующими элементы дорудной тектоники. Рудные зоны, представленные различными скарнами, часто имеют сложное строение и значительные размеры (до 1200—1500 м по длине и до 180—230 м по ширине).

В зависимости от состава вмещающих пород различаются пироксен-плагиоклазовые (диопсид-геденбергит-ферросалит-олигоклазовые), гранат-пироксеновые (андрадит-гросуляр-диопсидовые) и эпидот-гранатовые скарны. Реже в рудных зонах развиваются скарны кварц-кальцит-эпидот-хлоритового состава (Второе Северное месторождение). Для некоторых месторождений (Осокино-Александровское, Высокогорское, Гороблагодатское) характерны пироксен-скаполитовые метасоматиты, присущие месторождениям скаполитового подтипа (по Г. А. Соколову). В большинстве железорудных месторождений Урала отмечаются водные силикаты — амфибол, хлорит, серпентин и другие минералы, специфичные для месторождений водносиликатного подтипа.

Рудные тела в большинстве имеют пластообразную и линзовидную форму и залегают согласно с вмещающими толщами пород. Они имеют различные размеры, от нескольких десятков до нескольких сотен метров в длину и до 100 м и более по мощности. Значительно реже встречаются столбообразные залежи, залегающие вблизи экзоконтактов или внутри интрузивов (Высокогорское, Теченское месторождения). Рудные тела сложены сплошными магнетитовыми и скарново-магнетитовыми рудами. По содержанию железа выделяются магнетитовые (окисленные и первичные) и богатые, бедные и убогие скарновые руды. Главным рудным минералом является магнетит. В незначительных количествах присутствуют гематит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит и другие минералы.

Для ряда месторождений (в особенности для Ауэрбаховско-Песчанской группы) характерны магнетитовые руды с переходами в халь-

копиритовые через халькопирит-магнетитовые руды, причем меднорудные тела по сравнению с железорудными значительно дальше расположены от контактов с продуктивными гранитоидами и занимают в рудном поле краевые (по отношению к интрузивам) зоны. В окисленных рудах преобладают мартит, гематит, встречаются псиломелан, вад, малахит и другие минералы. В магнетитовых рудах содержание железа колеблется от 50 до 60% и выше, в скарново-магнетитовых рудах оно составляет 20—50%. Среднее содержание серы в рудах по отдельным месторождениям колеблется от 0,15 до 3,35% (Песчанское), фосфора — от 0,033 до 0,211%, редко более.

Наиболее крупные известные месторождения скарново-магнетитовых руд располагаются в рудоносных зонах, приуроченных к геологическим структурам Тагильско-Магнитогорского прогиба. Описание главных рудных узлов и месторождений приводится ниже в порядке расположения железорудных районов по структурно-фациальным зонам с севера на юг.

### ***Месторождения Тагильско-Магнитогорского прогиба***

В пределах рассматриваемой территории наиболее крупные железорудные месторождения контактово-метасоматического типа приурочены к западному борту и центральной части Тагильского мегасинклинория, а также к западному крылу Магнитогорского мегасинклинория. В Тагильском мегасинклинории выделяются две крупные рудоносные зоны со скарново-магнетитовым оруденением — Ауэрбаховская и Гороблагодатско-Покровская. Северная группа месторождений Гороблагодатско-Покровской зоны и месторождения Ауэрбаховской зоны объединяются в так называемый Серовско-Ивдельский железорудный район, а южная группа Гороблагодатско-Покровской зоны — в Тагило-Кушвинский железорудный район. В Магнитогорском мегасинклинории известные скарново-магнетитовые месторождения распространены в Магнитогорской и Круглогорско-Остроленской рудоносных зонах, которые объединяются соответственно в два железорудных района — Магнитогорский и Миасский.

### **Серовско-Ивдельский железорудный район**

Серовско-Ивдельский железорудный район расположен на восточном склоне Северного Урала, от широты верховьев р. Лозьвы на севере до широты р. Каквы на юге. В административном отношении он охватывает Ивдельский, Североуральский, Краснотурьинский, Карпинский и Серовский районы Свердловской области.

Начало систематического изучения района относится к периоду производства топографической и геологической съемок Богословского горного округа, выполненных в 1894—1898 гг. под руководством Е. С. Федорова и В. В. Никитина. По результатам этих работ в 1901 г. издана классическая монография «Богословский горный округ». Позднее изучение геологии района и рудных месторождений было продолжено Е. Д. Стратановичем. После Великой Октябрьской социалистической революции изучением района занимались В. М. Сергиевский, В. С. Домарев, Е. П. Молдаванцев, Г. К. Волосюк, О. В. Лахтионов, А. Н. Ходалевич и др. Большой вклад в дело изучения железорудных месторождений Северного Урала внесли В. М. Логиновский, А. К. Бруштейн, Г. А. Кордовер, А. И. Усенко и другие геологи.

В Серовско-Ивдельском районе известны железорудные месторождения различных генетических типов: магматические, скарново-магнетитовые и осадочные.

Магматические титаномагнетитовые месторождения, связанные с габбро и их дифференциатами, сравнительно небольшие и не эксплуатируются. Осадочные месторождения представлены крупным Серовским месторождением бобово-конгломератовых руд, содержащих повышенное количество хрома и никеля, и мелкими месторождениями Лангуро-Самской группы, часть которых эксплуатируется.

В геологическом отношении Серовско-Ивдельский железорудный район приурочен к северной части Тагильского мегасинклинория, осложненного складчатостью второго и более высоких порядков. В западном борту мегасинклинория расположен Платиноносный дунит-пироксенит-габбровый пояс, представленный сложными по составу и строению интрузивными комплексами — Кытлымским, Кумбинским, Денежкина Камня, Помурским и Чистопским. Они имеют зональное строение. Центральную — большую часть их — составляет габбро. В западных частях располагаются сравнительно мелкие тела ультраосновных пород, в восточной — обширные поля диоритов и гранодиоритов. В южных массивах тела ультраосновных пород встречаются довольно часто, а в северных — они редки. Напротив, средние и кислые породы наиболее развиты в северных массивах: Помурском и Чистопском. Форма последних вытянутая, а внутреннее строение линейное, тогда как форма южных массивов близка к изометричной, а внутреннее строение субконцентрическое.

В восточном борту Тагильского мегасинклинория расположен Серовско-Невьянский пояс интрузивных пород средне-позднедевонской габбровой формации, к которому непосредственно на востоке примыкает Серовско-Маукский (или Серовско-Уфалейский) перидотитовый пояс.

По строению Серовско-Невьянский габбровый пояс аналогичен Платиноносному, но породы более основного состава располагаются в нем преимущественно в восточной части, а кислого — в западной. При этом кислые дериваты нередко образуют обособленные массивы (с севера на юг): Ивдельский, Лангурский, Каменский, Марсятский, Ларьковский, Ауэрбаховский, Лобвинский.

Вмещающими породами для интрузий Платиноносного пояса являются преимущественно верхнесилурийские андезито-базальтовые порфириты и их туфы с подчиненными пластами известняков, а интрузии Серовско-Невьянского пояса залегают большей частью в нижнедевонских известняках или андезито-базальтовых порфиритах с прослоями известняков.

Между указанными интрузивными поясами в центральной части мегасинклинория прослеживаются полосы интрузивных диабазов. Особенно выдержана восточная полоса диабазов, с которой связаны месторождения железных руд Первое Северное, Суходойское и Пещерное. В восточной части мегасинклинория проходит тектонический разлом, по которому западный блок приподнят на 300—400 м и надвинут на восточный. В результате западнее разлома на поверхность выходят палеозойские породы, а восточнее они скрыты чехлом мезо-кайнозойских осадочных отложений.

Месторождения скарново-магнетитовых руд района приурочены к двум зонам. Западная зона — Гороблагодатско-Покровская — связана с гранитоидами Платиноносного пояса, включает следующие рудные узлы (с севера на юг): Второй Северный, Третий Северный, Покровский, а также ряд мелких месторождений. К Восточной — Ауэрбаховской зоне, связанной с гранитоидами Серовско-Невьянского пояса,

приурочены Суходойский рудный узел, Масловская, Турьинская и Ауэрбаховско-Песчанская группы месторождений<sup>1</sup>.

#### СЕВЕРНАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРОБЛАГОДАТСКО-ПОКРОВСКОЙ ЗОНЫ

Гороблагодатско-Покровская рудоносная зона со скарново-магнетитовыми железорудными месторождениями располагается вдоль восточной границы Платиноносного пояса и непосредственно примыкает к Чистопско-Ревдинской зоне. Наиболее крупные месторождения — Третье Северное, Второе Северное и Покровское — связаны с северными габбро-гранодиоритовыми массивами (Помурским, Чистопским и Высотинским), имеющими вытянутую в меридиональном направлении форму. По положению относительно контакта с продуктивными интрузиями месторождения и рудные тела зоны отчетливо разделяются на три группы:

1. Месторождения и рудные тела, располагающиеся в экзоконтакте интрузии среди пород вулканогенно-осадочного комплекса. Богатые руды образовались преимущественно по прослоям известняков, известковистых туфов и туффитов, залегающим среди вулканогенных пород. Рудные тела этой группы выдержаны по падению и простираются и имеют наибольшие размеры по сравнению с рудными телами двух других групп. Именно в них сосредоточены основные запасы руд Северного Урала. К этой группе относятся Второе Северное месторождение, рудные тела восточной зоны Третьего Северного месторождения, центральная часть Покровского месторождения и ряд мелких месторождений (Высотинское, Белореченское, Алексеевское, Кормильцевское).

2. Месторождения и рудные тела, расположенные в зоне эндоконтакта и образовавшиеся в результате замещения ксенолитов вмещающих пород (обычно силикатных), захваченных интрузией, или интрузивных пород более ранних генераций. Размеры таких тел обычно измеряются десятками и первыми сотнями метров, форма их неправильная, элементы залегания разнообразны. Запасы руд отдельных тел составляют сотни тысяч тонн, иногда достигая 2 млн. т (Кум-Курый-Чакурская залежь). К числу таких рудных тел относятся залежи Западной рудной зоны Третьего Северного месторождения, ряд рудных тел Покровского месторождения.

3. Месторождения, расположенные внутри интрузии, в нескольких километрах от контакта, и образовавшиеся в результате замещения самих пород интрузии вдоль зон глубинных разломов. Форма тел обычно линзообразная. Массивные и скарново-магнетитовые руды чередуются с прослоями скарнов и скарнированных габбро. Примером является Витимское месторождение, состоящее из большого количества рудных линз, образовавшихся по габбро.

Второе Северное месторождение находится в 105 км к север-северо-западу от г. Ивделя. Открыто в 1912 г. Е. Д. Стратановичем. Разведывалось в 1913—1914 гг. геологами Богословского горного округа, в 1930—1931 гг. геологами Уральского геологоразведочного треста под руководством Г. К. Волосюка. Наиболее полное представление о месторождении получено в результате разведки, проведенной Северной экспедицией в 1946—1951 гг. (М. Я. Барабашкин, О. В. Бурдина, З. М. Дмитриева), а также детальной магнитной съемки, выполненной В. П. Петуховым в 1966 г., и последующего уточнения перспектив месторождения в 1967—1968 гг. (Э. В. Киркин).

<sup>1</sup> Описание скарново-медных месторождений Турьинской группы здесь не приводится.

Рудное поле Второго Северного месторождения приурочено к восточной экзоконтактовой зоне Чистопской габбро-гранодиоритовой интрузии. Интрузия образует выступ в сторону рудного поля месторождения. Простирание контактовой зоны и согласных с нею рудных тел меридиональное. Расстояние от восточного контакта главной интрузии до лежащего бока рудной зоны — 400—500 м. К востоку от главной интрузии расположены малые интрузии диоритового состава, непосредственно подстилающие нижние рудные тела Второго Северного месторождения и падающие на восток под углом 35—50°. К югу угол паде-

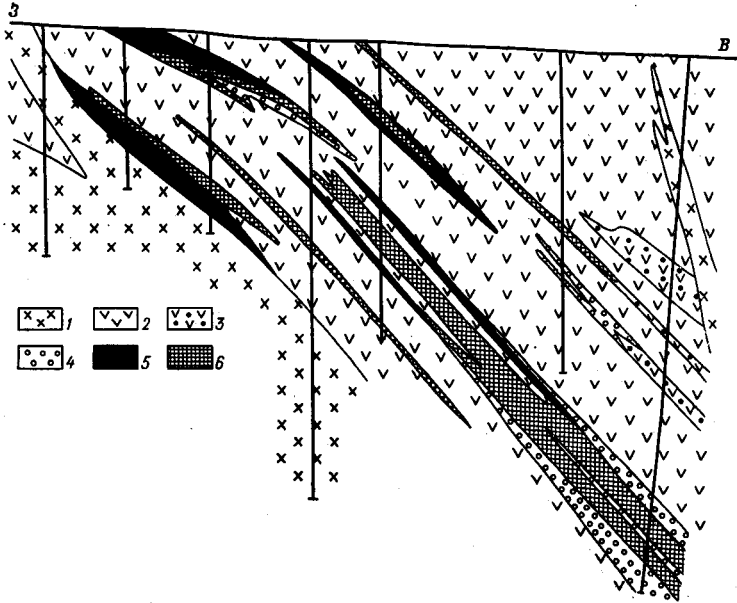


Рис. 58. Геологический разрез Второго Северного месторождения. По Э. В. Киркину

1 — диориты, кварцевые диориты; 2 — базальтовые порфириды и их туфы; 3 — ороговикованные базальтовые порфириды и их туфы; 4 — скарны; 5 — массивные магнетитовые руды; 6 — скарновые магнетитовые руды

ния диоритов становится круче. На месторождении развиты разрывные нарушения, в основном пострудные, амплитуда их обычно измеряется десятками метров.

Эффузивно-осадочный комплекс верхнего силура представлен плагиоклазовыми и пироксен-плагиоклазовыми порфиридами, их туфами и туфобрекчиями. Известняки, обычно загрязненные силикатным веществом, сохранились лишь в северо-восточной части месторождения в виде отдельных линз мощностью до 35 м. Ближе к контакту с интрузией известняки замещены рудами и скарнами.

Рудная зона по простиранию прослежена на 1300 м, ширина ее более 500 м. Характеризуется сложным строением, выражающимся в чередовании прослоев и линз сплошных магнетитовых и скарновых руд, скарнов преимущественно кварц-кальцит-эпидот-хлоритового состава (рис. 58) и эффузивно-пирокластических пород и известняков. Эффузивные породы и их туфы вблизи рудных тел часто ороговикованы, осветлены и скарнированы. Мощность рудной зоны порядка 180 м, в северной части месторождения она уменьшается до 90 м. Рудные тела залегают согласно с вмещающими породами и имеют восточное падение под углом от 20° (на севере) до 50° (на юге). Мощность отдельных рудных линз колеблется от 1 до 25 м. Количество линз исчис-



ляется десятками. Наиболее выдержанные линзы по падению прослеживаются до 400 м и более.

Среди руд месторождения выделяются сплошные магнетитовые и скарново-магнетитовые (богатые и бедные). Основной рудный минерал — магнетит; встречаются гематит, мушкетовит, пирит, халькопирит. Из нерудных преобладают кварц, хлорит, кальцит, эпидот, пироксен и амфибол. Довольно редко встречаются сфен, апатит и гранат (последний преимущественно в восточной части месторождения, где развиты известняки). В скарново-магнетитовых рудах, образовавшихся преимущественно по порфирирам и их туфам, среди нерудных минералов преобладают плагиоклаз, хлорит. Текстура сплошных магнетитовых руд массивная, скарново-магнетитовых (богатых) — пятнистая и полосчатая. Бедные скарново-магнетитовые руды имеют вкрапленную текстуру. Последние широко развиты в контактовой зоне к северу и югу от Второго Северного месторождения, характеризуются изменчивостью по простиранию и падению. Мощность их обычно менее 10 м. Массивные магнетитовые руды среди них встречаются редко.

Среднее содержание в рудной массе, включенной в подсчет запасов, равно (в %): железа 45,12; серы 1,41; фосфора 0,054; меди 0,21. Содержание силикатного железа 2—3%,  $TiO_2$  от 0,10 до 0,80%,  $V_2O_5$  от 0,008 до 0,065%.

Замещению подвергались преимущественно известняки и туфогенные породы с кальцитом. По ним образовались в основном массивные и богатые скарновые магнетитовые руды, имеющие минимальное содержание титана, ванадия и щелочей. Бедные скарновые руды образовались в результате замещения порфириров и их туфов. Они характеризуются повышенными содержаниями  $TiO_2$  (до 0,8%),  $V_2O_5$  (до 0,065%),  $Na_2O$  (до 1,56%),  $K_2O$  (до 0,21%). В магнетитовых и богатых скарновых рудах содержание этих компонентов примерно в 10 раз меньше.

Разведана только северо-западная часть месторождения. Поисковыми скважинами выяснено, что рудная зона погружается в юго-восточном направлении, выходя далеко за пределы контура утвержденных запасов. Геолого-геофизические данные последних лет позволяют считать, что рудная зона Второго Северного месторождения продолжается в юго-западном направлении вдоль контакта интрузии еще примерно на 3 км. Это позволяет увеличить запасы месторождения в несколько раз (за счет разведки руд с содержанием железа 20—30%).

Гидрогеологические условия месторождения несложные. Возможные притоки воды в горные выработки при шахтной добыче составят 150—250 м<sup>3</sup>/ч. При открытой добыче приток в карьер глубиной 70 м будет достигать 200 м<sup>3</sup>/ч. Горнотехнические условия отработки месторождения благоприятные, около 40% запасов руд могут быть добыты открытым способом.

Витимское месторождение расположено в 90 км к северо-западу от г. Ивделя и в 22 км к юго-западу от Второго Северного месторождения. Месторождение открыто Северной экспедицией в 1965 г. по данным магнитной съемки С. П. Ошева. Перспективная оценка его произведена в 1966 г. Э. В. Киркиным.

Месторождение расположено в краевой эндоконтактной части Чистопской габбровой интрузии на расстоянии 3 км от контакта массива с вмещающими породами. Рудные тела приурочены к глубинным разломам северо-восточного простирания, заложенным в габбро и габбро-норитах (рис. 59). Метасоматоз, выразившийся в развитии скар-

нов и образовании магнетитовых руд и вкрапленности сульфидов, наиболее интенсивно проявился вдоль зон разломов и оперяющих их трещин. На удалении от последних отмечается амфиболизация пироксенов и общее осветление габбро в результате выноса железа. Из числа известных рудных участков наиболее изучены Витимский и Верблюжий, расстояние между которыми около 2 км. На Витимском участке насчитывается около 10 рудных тел с размерами по простиранию от 10 до 800 м. Аналогичная картина на Верблюжинском участке.

Рудная зона представлена переслаиванием магнетитовых руд (сплошных, богатых и бедных) со скарнами, амфиболизированными и осветленными габбро и свежими неизмененными габбро и габбро-норитами. Общая ширина рудоносной зоны до 1 км. Рудная зона сечется маломощными дайками лампрофиров и микрогаббро. Простирание рудных тел северо-восточное, падение юго-восточное под углом 70—90°. Главное рудное тело Витимского участка имеет длину по простиранию 800 м, среднюю мощность от 2 до 8 м, длину по падению 300 м. Наиболее крупная залежь Верблюжинского участка имеет длину по простиранию 680 м, среднюю мощность 9 м и длину по падению 480 м. По падению рудные залежи выклиниваются на глубинах 200—500 м. Наблюдается погружение рудных тел в северном направлении.

В зависимости от содержания железа установлены типы руд: массивные магнетитовые, богатые скарново-магнетитовые и бедные скарново-магнетитовые. Среднее содержание по месторождению (в %): железа 35,6; серы 1,21; фосфора 0,088;  $TiO_2$  0,45;  $V_2O_5$  0,025.

Главным рудным минералом является магнетит, наблюдаемый в виде сплошной зернистой массы, прожилков, гнезд и вкрапленности, что обуславливает соответствующую текстуру руд. Обычно в ассоциации с магнетитом в незначительном количестве устанавливаются пирит (до 10%), пирротин, халькопирит, мельниквит, сфалерит, гематит,

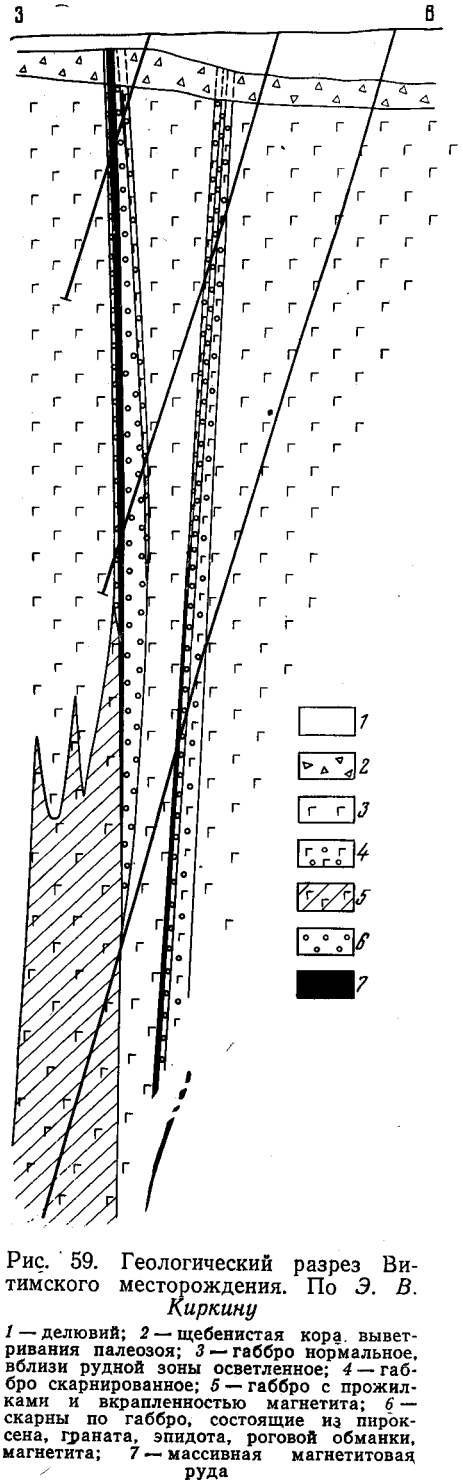


Рис. 59. Геологический разрез Витимского месторождения. По Э. В. Киркину

1 — делювий; 2 — щербистая кора выветривания палеозоя; 3 — габбро нормальное, вблизи рудной зоны осветленное; 4 — габбро скарнированное; 5 — габбро с прожилками и вкрапленностью магнетита; 6 — скарны по габбро, состоящие из пироксена, граната, эпидота, роговой обманки, магнетита; 7 — массивная магнетитовая руда

ильменит. Нерудные минералы представлены плагиоклазом, пироксеном, роговой обманкой, эпидотом, гранатом.

Генезис месторождения подтверждается значительным развитием типичных эпидот-гранатовых и пироксен-гранатовых скарнов, развивающихся по габбро, осветлением габбро за счет выноса железа.

Третье Северное месторождение находится в 30 км к северо-западу от г. Ивделя. В геологической литературе известно с 1912 г. В 1916—1918 гг. разведывалось геологами Богословского горного округа. В 1930—1933 гг. на месторождении проведены геологоразведочные и геофизические работы под руководством Е. П. Молдавандева, О. В. Лахтионова, А. А. Логачева. В 1946 г. П. А. Кукиным выполнена магнитная съемка участка месторождения и проведены дополнительные горные и буровые работы под руководством С. Н. Плотнова. Наиболее полная детальная разведка месторождения проводилась в 1947—1957 гг. под руководством геологов Е. Ф. Киселевой и Е. И. Васильевой. В 1963 г. возобновлены геологопоисковые работы по оценке перспектив месторождения и его района (Н. Н. Кусков, А. А. Куликов и В. Б. Деев).

Месторождение приурочено к восточной субмеридиональной контактовой зоне Помурской габбро-гранодиоритовой интрузии с породами вулканогенно-осадочного комплекса верхнего силура. Интрузия имеет сложное строение, представлена габбро, диоритами и гранодиоритами; преобладают диориты. Вблизи контактов с вмещающими породами они приобретают порфировидный облик. На протяжении 5 км на запад от восточного контакта интрузии последняя сопровождается ксенолитами и тектоническими блоками эффузивных пород кровли. Широкое развитие ксенолитов вмещающих пород в интрузиве обусловило большое площадное развитие рудообразования в эндоконтактной зоне (рис. 60).

Вмещающие породы представлены верхнесилурийским вулканогенно-осадочным комплексом, в состав которого входят порфириты основного и среднего состава, их туфы и туфобрекчии, переслаивающиеся в разрезе с туфопесчаниками, карбонатизированными туффитами, слоистыми туфами, известковистыми брекчиями и известняками. Карбонатные породы появляются в восточной части месторождения в виде линз и прослоев известняков мощностью до 40 м. К западу они замещены рудами и скарнами, состоящими из переменных количеств граната, пироксена, эпидота, амфибола, кальцита. Эффузивные породы, прилегающие к рудным телам, подверглись осветлению, ороговикванию, скарнированию.

Месторождение разбито субмеридиональными и субширотными сбросами на отдельные блоки, одни из которых опущены, другие подняты; те и другие взаимно передвинуты в широтном направлении. Разрывные нарушения являются в основном пострудными, что подтверждает наличие зеркал скольжения в рудных телах и вмещающих породах, зон катаклазированных пород и брекчий трения, микросдвигов в магнитном железняке. Тектонические трещины явились местом многочисленных даек диабазовых порфиритов, микродиабазов, диоритов, секущих эффузивно-осадочную толщу, рудные тела и интрузивные породы и имеющие крутое падение (75—80°) на юго-восток и юго-запад.

На месторождении выделяется два рудных участка: Южный и Северный (Кум-Курый-Чакурский). На Южном участке сосредоточены основные рудные тела месторождения I, II, III, IV, V, VI, VII, X, XII, группирующиеся в две рудные зоны, разобщенные телом интрузии (см. рис. 60).

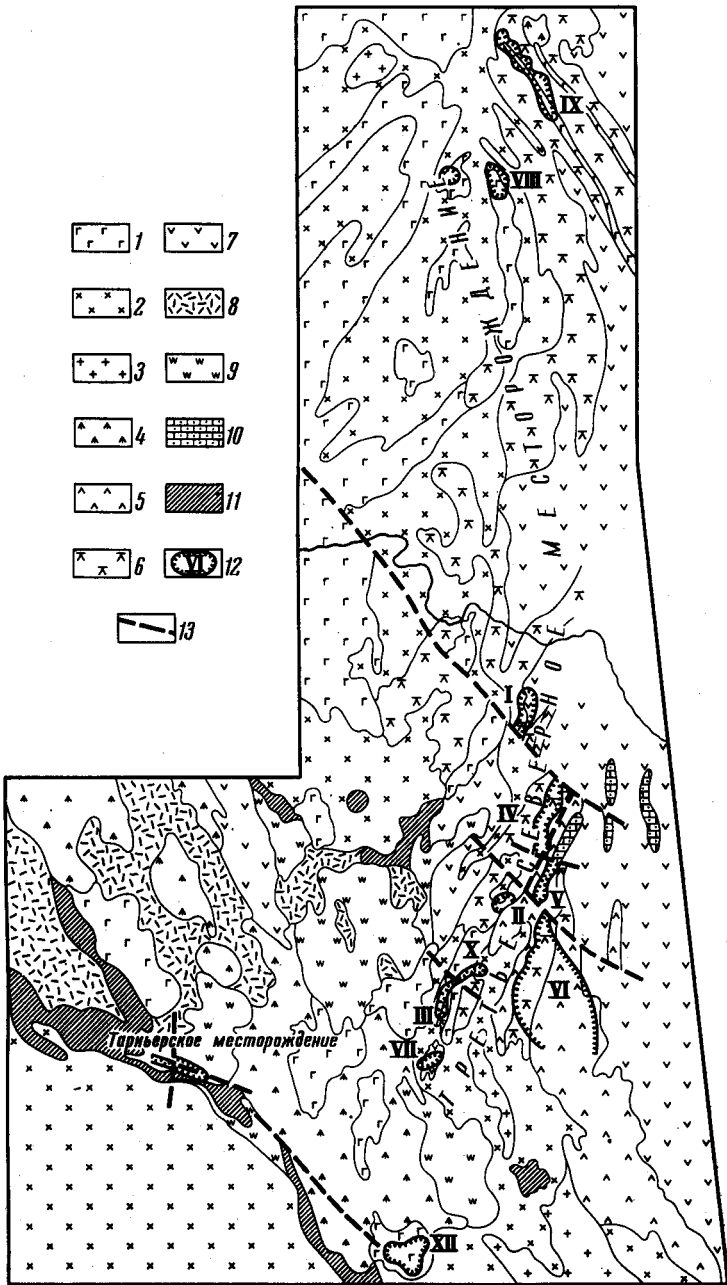


Рис. 60. Схематическая геологическая карта Третьего Северного месторождения

1 — габбро, габбро-диориты; 2 — диориты, кварцевые диориты; 3 — гранодиориты, плагиограниты; 4 — диабазовые порфиры, диабазовые порфиры эффузивные; 5 — базальтовые порфиры, их туфы и туфобрекчи, диабазовые порфиры эффузивные; 6 — порфиры андезито-базальтовые, их туфы и туфобрекчи; 7 — андезитовые порфиры, их туфы и туфобрекчи; 8 — альбитофиры, кварцевые альбитофиры эффузивные; 9 — кварц-альбитовые породы, серицит-альбит-кварцевые породы, вторичные кварциты; 10 — туфиты и туфобрекчи с карбонатным материалом; 11 — роговики с биотитом, амфиболом, плагиоклазом, кварцем; 12 — проекция рудных тел на поверхность (римскими цифрами обозначены номера рудных тел); 13 — тектонические нарушения

Самая крупная по запасам Восточная рудная зона включает IV, V и VI рудные тела, являющиеся отдельными тектоническими блоками единой рудной залежи. Зона протягивается с севера на юг на 3 км, причем на юго-восточном фланге не оконтурена. С запада рудная зона ограничена выходами рудных тел на поверхность или их выклиниванием вблизи поверхности по мере приближения к интрузии. Падение рудных тел Восточной зоны и согласно залегающих с ними вмещающих

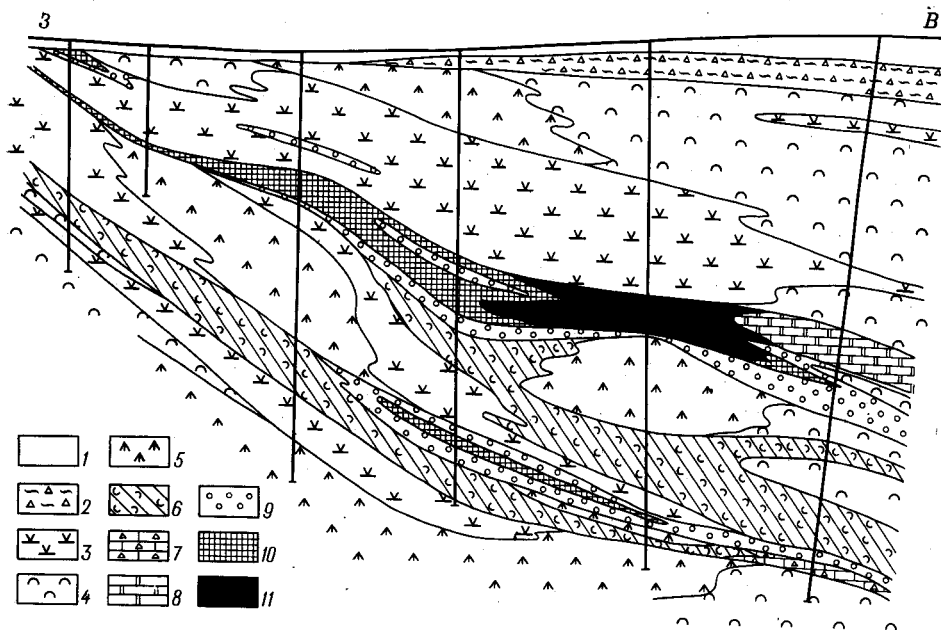


Рис. 61. Геологический разрез VI рудного тела Третьего Северного месторождения.  
По В. Б. Дееву

1 — делювий; 2 — кора выветривания; 3 — порфириты андезит-базальтовые; 4 — туфы и туфобрекчии андезит-базальтовых порфиритов; 5 — диабазовые порфириты; 6 — слоистые туфы и туффиты; 7 — известковистые туфобрекчии; 8 — мраморы; 9 — скарны, состоящие преимущественно из эпидота, амфибола, кальцита, хлорита, граната; 10 — скарновые магнетитовые руды; 11 — массивные магнетитовые руды

пород восточное под углом от 5 до 40°. По падению рудные тела выполаживаются.

В северной части зоны рудные тела IV и V представлены Главным рудным горизонтом мощностью до 10—15 м. Он хорошо выдержан и сопровождается мощной зоной скарнов; по падению переходит в мраморизованные известняки мощностью до 10 м. К югу в пределах VI рудного тела мощность Восточной рудной зоны увеличивается до 80 и затем до 110 м за счет появления Верхнего и Нижнего рудных горизонтов, параллельных Главному горизонту и расположенных соответственно выше и ниже его.

В юго-восточном направлении рудная залежь Восточной зоны постепенно погружается. Головная ее часть по восстанию расщепляется на маломощные рудные прослои, которые на западе выклиниваются, не достигая поверхности.

С востока и юга VI рудное тело (южное в Восточной зоне) не оконтурено: установлено продолжение залежи в восточном направлении (рис. 61).



Несколько обособленное положение занимает самое северное I рудное тело, сдвинутое по тектоническому нарушению на 800 м к северо-западу от IV рудного тела, входящего в Восточную зону. Первое рудное тело имеет мощность 5—10 м и залегает среди гранатовых скарнов с примесью эпидота, хлорита, кальцита, кварца. По падению скарно-рудная зона переходит в мраморизованные известняки мощностью 16 м. Протяженность рудного тела около 600 м, ширина по падению до 300 м. Падение восточное под углом от 30 до 45°.

Западная рудная зона включает рудные тела II, X, III, VII, XII (см. рис. 60). С запада и востока ограничена интрузией и только в северо-восточном направлении на участке Второго рудного тела она смыкается с Восточной рудной зоной. При этом в месте смыкания зон II рудное тело находится в основании общей рудной зоны, а V — в верхней ее части. Рудные тела Западной зоны разделяются безрудными или неопределенными участками. Мощность рудной зоны изменяется от 5 до 55 м. Она имеет сложное строение, включает до 10 прослоев магнетитовых и скарно-магнетитовых руд (наиболее крупные из них имеют мощность 5—10 м), переслаивающихся в разрезе с вулканогенными породами. Карбонатные породы отсутствуют. Длина рудных тел по простиранию 200—400 м. Падение их восточное под углом 15—45°. Третье рудное тело, в отличие от остальных, имеет западное падение под углом 30—65°, что совершенно несвойственно для Южного участка месторождения и может быть объяснено явлениями разрывной тектоники.

Северный участок объединяет Кум-Курый-Чакурское, VIII и IX рудные тела. Контакт интрузии диоритов с вмещающим вулканогенно-осадочным комплексом верхнего силура здесь имеет северо-западное простирание (см. рис. 60). Параллельно контакту с интрузией на расстоянии 300 м к северо-востоку от него залегает IX рудное тело, падающее на северо-восток под углом 20—50°. Мощность его до 10 м, сложено оно магнетитовыми и скарно-магнетитовыми рудами, образовавшимися в результате замещения пласта известняков, которые залегают среди порфиритов, их туфов и туфопесчаников. VIII и Кум-Курый-Чакурское рудные тела расположены в пределах интрузии, на расстоянии соответственно 600 и 1200 м к западу от контакта. Руда образовалась путем замещения ксенолитов эффузивов, скарнированные остатки которых можно наблюдать в разрезе (рис. 62). Падение рудных тел юго-восточное под углом 30°. Наиболее крупным является Кум-Курый-Чакурское тело мощностью до 40 м, залегающее на глубине 30 м от поверхности.

На месторождении преобладают богатые скарно-магнетитовые и магнетитовые руды. Главным рудным минералом является магнетит. Участки рудных тел, выходящие на поверхность, затронуты окислением. Часто встречаются пирит и халькопирит, образующие неравномерную вкрапленность в магнетитах и скарных рудах, редко массивные пирит-халькопиритовые руды. Реже наблюдаются пирротин и борнит. Состав нерудных минералов в рудах различен для разных рудных тел. Типичными для тел Западной зоны являются эпидот, хлорит, амфибол, пироксен, плагиоклаз. Для рудных тел Восточной зоны, где руда образовалась по известнякам и карбонатным туффитам, характерно повышенное содержание кальцита, граната, кварца.

Среднее содержание (в %) железа в рудах Третьего Северного месторождения 42,86; серы 1,54; фосфора 0,039. Содержание (в %) силикатного железа 5—7;  $TiO_2$  0,2—0,4;  $V_2O_5$  0,012—0,047;  $SiO_2$  8—16;  $Al_2O_3$  2,5—6;  $CaO$  3—10;  $MgO$  1,4; щелочей 0,04—0,82. При этом содержание титана, ванадия, щелочей, силикатного железа, кремнезема

и глинозема в рудах Восточной зоны значительно меньше, чем в Западной, а окислов кальция и магния, напротив, больше. Это еще раз подтверждает факт образования руд Западной зоны по силикатным породам, а руд Восточной зоны преимущественно по карбонатным породам. На отдельных локальных участках содержание меди, связанной с халькопиритом, достигает 5,5 и даже 22%. В ряде скважин встречаются в значительном количестве арсенопирит, висмутин, самородное золото.

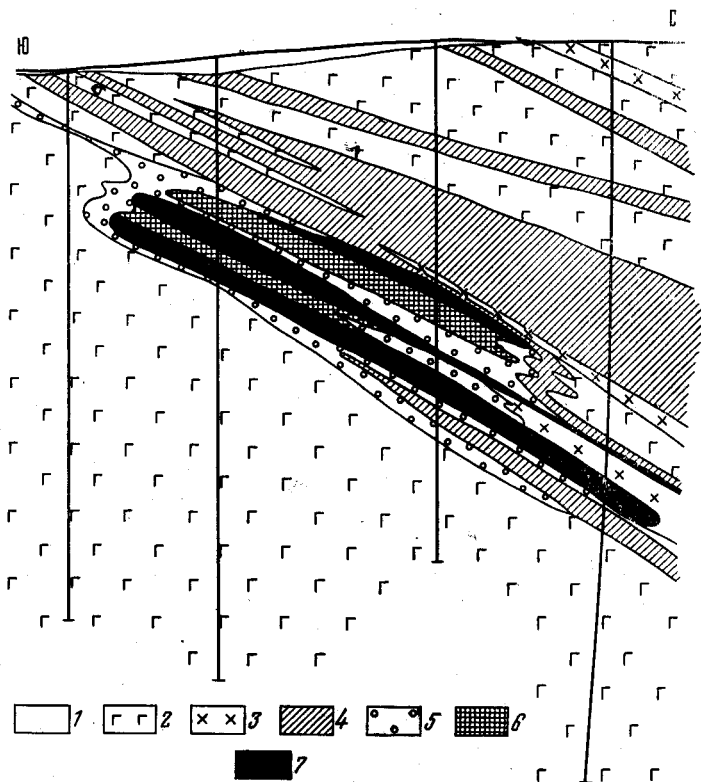


Рис. 62. Геологический разрез Кум-Курый-Чакурской залежи Третьего Северного месторождения. По С. И. Пазикову

1 — глинисто-обломочный делювий; 2 — габбро, габбро-диориты; 3 — диориты; 4 — роговики пироксен-плагиоклазовые и биотит-пироксен-плагиоклазовые по эффузивам; 5 — скарны пироксеновые, эпидот-пироксеновые; 6 — скарновые магнетитовые руды; 7 — массивные магнетитовые руды

Руды месторождения с содержанием железа 35—40% успешно обогащаются с помощью сухой магнитной сепарации при крупности 0,6—0,3 мм, причем содержание железа в концентрате составляет 59,5—62,5% при извлечении 84%. Руды с исходным содержанием железа порядка 22% также успешно обогащаются с применением мокрой магнитной сепарации промпродукта при крупности 0,15 мм. При этом концентрат содержит 54% железа при извлечении его 81%.

На месторождении проведена предварительная разведка. Не завершена оценка перспектив юго-восточного фланга VI рудного тела, восточного фланга II тела и площади между IX рудным телом на севере и I на юге.

Горнотехнические условия эксплуатации месторождения благоприятные. Рудные тела месторождения, выходящие на поверхность, а также Кум-Курый-Чакурское, залегающее на глубине 30 м, могут обрабатываться в верхних горизонтах открытым способом. По гидрогеологическим условиям месторождение относится к слабо обводненным. Средний приток воды на глубине 140 м ожидается до 230 м<sup>3</sup>/ч.

В 15 км к югу от Третьего Северного месторождения, на замыкании Помурской интрузии, расположен Бобровский участок с известными рудопоявлениями магнетита, перспективный для поисков железных руд.

Покровское месторождение расположено на р. Колонге, в 8 км к западу от г. Североуральска, открыто в 1752 г. Геологоразведочные и геофизические работы на месторождении проводились неоднократно: 1898 г. (Е. С. Федоров), 1914—1917 гг. (В. И. Бауман), 1928—1935 гг. (Е. П. Молдаванцев, А. К. Бруштейн, В. М. Логиновский), 1940—1962 гг. (Г. А. Кордовер, Е. И. Васильева). Наиболее полные данные по месторождению приведены в отчете Г. А. Кордовера. Эксплуатация месторождения впервые была начата в 1764 г., но вскоре прекратилась. В дальнейшем разработка производилась в 1915—1935 гг. и вновь начата в 1944 г.

Месторождение приурочено к зоне южного контакта Высотинской гранитоидной интрузии. В основании разреза лежит мощная толща андезито-базальтовых порфиритов, их туфов и туфогенных брекчий, среди которых залегают пласт известняков мощностью 10—35 м, на отдельных участках фациально замещенный известковистыми туфами и туфобрекчиями. Выше залегают базальтовые гиалопилитовые и спилитовые лавы (общей мощностью 50—80 м) с прослойками туфопесчаников. На лавах лежат розовые и красные известняки мощностью около 200 м, в которых встречается фауна, позволяющая относить рассматриваемую свиту к лудлоу. Падение толщи восточное под углом 15—25°, переходящее непосредственно на участке месторождения в пологое западное.

Главный рудный пласт образовался в результате метасоматического замещения известняков и известковистых туффитов. Рудные тела сопровождаются скарнами, состоящими из переменных количеств граната, кальцита, пироксена, эпидота и магнетита, ороговикованными и осветленными породами. В лежащем боку рудных тел широко развиты эпидозиты. Частичному скарнированию подверглись приконтактные интрузивные породы и жильные образования. Последние представлены диоритовыми порфиритами, микродиоритами, диоритовыми пегматитами и лампрофирами. В карьерах рудника эти жилы мощностью 1—8 м имеют северо-западное простирание и почти вертикальное падение.

В тектоническом отношении Покровское месторождение приурочено к южному замыканию Высотинской брахиантиклинали, имеющей меридиональное простирание и пологое погружение оси в северном направлении. Месторождение разбито на пять блоков в результате вертикальных и наклонных перемещений по сбросам, имеющим преимущественно север-северо-восточное простирание. Во многих случаях простирание сбросов совпадает с простиранием жил диоритовых порфиритов. Довольно часто наблюдается перекрещивание сбросовых трещин и сильное истирание материала между ними. Брекчий трения вдоль крупных сместителей достигают 5 м мощности. Угол падения сбросовых трещин к горизонту колеблется от 90 до 55°. Амплитуды сбросов изменяются от единиц до 150 м.

Серией сбросов субмеридионального простирания Главный рудный пласт разбит на три зоны (рис. 63): восточную (поднятую), цент-

ральную (опущенную) и западную (поднятую). Восточная зона субширотными сбросами также разбита на ряд блоков. С севера на юг здесь выделяются участки Колонгинский, Карьера 1 и Баронский.

Центральная зона опущена по отношению к восточной на 50—180 м. В зоне выделяется наиболее крупный на месторождении Первый Западный участок, имеющий протяженность по простиранию 950 м при ширине пласта от 250 м в южной части до 50 м в северной. Глубина залегания рудного тела колеблется от 50 до 180 м. Мощность пласта довольно выдержанная, в среднем равна 15 м, в местах раздува увеличивается до 25 м. К югу рудный пласт выклинивается, по-

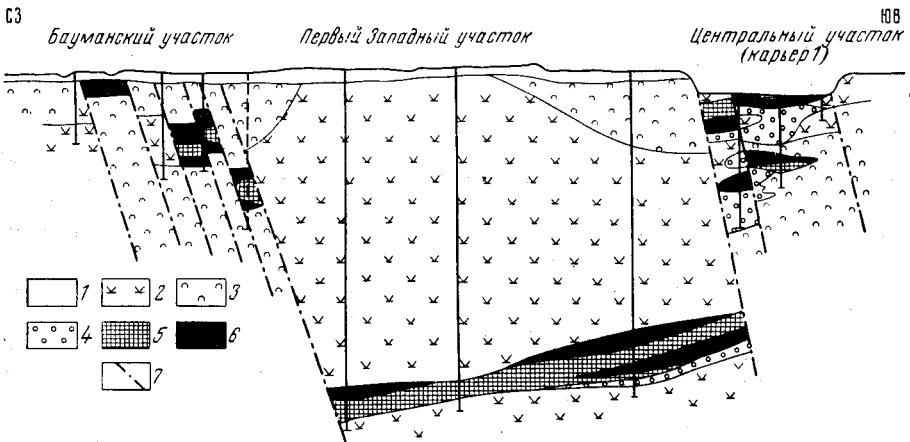


Рис. 63. Продольный геологический разрез Покровского месторождения.  
По Г. А. Кордоверу

1 — аллювиально-делювиальные отложения; 2 — порфириты андезито-базальтовые; 3 — туфы и туфобрекчии андезито-базальтовых порфиритов; 4 — скарны, состоящие из переменных количеств пироксена, граната и эпидота; 5 — скарновые магнетитовые руды; 6 — массивные магнетитовые руды; 7 — тектонические нарушения

являются известняки. Участок обрабатывается шахтой Первомайской.

Западная рудная зона приподнята над центральной серией ступенчатых взбросов и составляет один Бауманский участок (см. рис. 63).

Морфология рудных тел в основном определяется формой замещенного пласта известняков и известковистых туфов и более поздними разрывными нарушениями. На расстоянии примерно до 500 м от интрузии пласт известняков и известковистых туфитов полностью замещен магнетитовой рудой и скарнами, при большем удалении замещению рудой подверглась только часть пласта известняков, а далее рудные тела резко выклиниваются. Максимальное удаление рудных тел от контакта с интрузией — 1200 м. В северной и северо-западной частях приконтактной зоны замещенный пласт карбонатных пород состоял из известковистых туфитов и туфобрекчий, в связи с чем образовавшиеся по ним руды имеют нередко брекчиевидную структуру (Колонгинский и Бауманский участки).

В зависимости от содержания железа на месторождении выделяются руды массивные магнетитовые и богатые и бедные скарново-магнетитовые. На самом крупном Первом Западном участке массивные руды составляют 49% от рудной массы, богатые скарновые — 42%, бедные скарновые — 8% и безрудные прослои — 1%.

Среднее содержание основных компонентов в рудах Первого Западного участка (в вес. %): Fe 49,6; S 0,37; P 0,0430; Cu 0,069; TiO<sub>2</sub> 0,24; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,03; SiO<sub>2</sub> 14,1, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5,3; CaO 8,7; MgO 1,4; Co 0,006. Содержание силикатного железа невысокое и только в рудах, содержа-

щих андрадит, достигает иногда 12%. Содержание щелочей обычно менее 0,2%, но в рудах, образовавшихся по силикатным породам, оно достигает 1,27, при этом содержание  $TiO_2$  также увеличивается до 0,52%. Увеличивается и содержание  $Al_2O_3$  до 8%. На отдельных участках наблюдаются сернистые и медистые руды.

Главным рудным минералом является магнетит, редко встречается гематит. В верхней зоне месторождения были развиты окисленные и полуокисленные руды. Из нерудных минералов присутствуют гранат, пироксен, амфибол, эпидот, хлорит, кальцит, кварц, плагиоклаз; примесями являются пирит, халькопирит, кобальтин, халькозин, апатит. В рудах верхних горизонтов встречались малахит, медная синь, медная зелень, эритрин. Отмечается приуроченность сульфидов к зонам нарушений. Кобальтин присутствует в рудной массе в виде мелкой рассеянной вкрапленности, но иногда дает тонкие прожилки.

Месторождение интенсивно обрабатывается. В 1971 г. было добыто 209 тыс. т руды. Оставшиеся запасы руд месторождения приведены в табл. 18.

Гидрогеологические условия разработки Покровского месторождения сложные, так как значительная часть руд находится в пойме р. Колонги. Задача осушения была решена отводом реки за пределы месторождения.

В районе Покровского месторождения расположены мелкие магнетитовые месторождения: Высотинское, Белореченское, Кедровое, Воскресенское, Таскинское, Алексеевское, Княспинское и др.

#### МЕСТОРОЖДЕНИЯ АУЭРБАХОВСКОЙ ЗОНЫ

Месторождения этой зоны генетически связаны с габбро-гранитоидными интрузиями северной части так называемого Серовско-Невьянского пояса средне-позднедевонской габбровой формации. По геологической позиции, структуре и вещественному составу руд месторождения зоны значительно отличаются от месторождений, связанных с гранитоидами Платиноносного пояса.

Внедрение габбро-гранитоидных интрузий зоны произошло, очевидно, в достаточно консолидированные толщи осадочно-вулканогенных пород силуро-девонского возраста, нарушенных многочисленными дизъюнктивами. Наиболее благоприятными для рудообразования оказались известняковые толщи кобленца.

В Ауэрбаховскую рудоносную зону входят три группы месторождений: Суходойского рудного узла, Масловская и Ауэрбаховско-Песчанская.

#### СУХОДОЙСКИЙ РУДНЫЙ УЗЕЛ

Рудный узел объединяет Первое Северное, Суходойское и Пещерное месторождения, для рудных полей которых характерен более основной состав интрузивных пород, представленных диабазами.

Первое Северное месторождение открыто в 1831 г. С 1884 г. в течение трех лет месторождение эксплуатировалось обществом Коломенских машиностроительных заводов. Первые сведения о геологическом строении месторождения были опубликованы А. И. Успенским. Впоследствии месторождение изучалось Е. Д. Стратановичем (1912—1914 гг.), К. Б. Вайнбергом (1931—1933 гг.), А. Д. Пахомовым, определившим запасы руд в 1943 г. в 3275 тыс. т.

До 1947 г. Северной партией треста «Уралчерметразведка» разведывались участки Главного рудного поля и Восточной аномалии. В 1947 г. К. И. Прохоровой была составлена детальная схематическая



геологическая карта центральной части Первого Северного рудника. С 1949 г. началась разработка Главного рудного поля.

За 1954—1955 гг. Северной партией доразведано Главное рудное поле и Восточная аномалия (А. И. Усенко, А. К. Семерун). С 1955 по 1958 г. открыто и разведано Суходойское месторождение, дана оценка запасов Восточно-Суходойского, Тыньинского и Северо-Казанского участков (А. И. Усенко, А. И. Шевалдин); в 1958—1959 гг. открыто и разведано небольшое Пещерное месторождение, проведены детальные магнитные и гравиметровые съемки и геологическое картирование рудного поля (А. И. Шевалдин). В настоящее время разрабатываются Суходойское и Пещерное месторождения, остальные — отработаны.

Первое Северное месторождение расположено в северной части Ауэрбаховской железорудной зоны и приурочено к контакту интрузивных диабазов с известняками. Район месторождения сложен серией осадочно-вулканогенных пород средне- и верхнедевонского возраста, которые представляют восточную часть мощных силуро-девонских отложений Тагильского мегасинклинория. Большая часть рудоносной площади сложена образованиями живетского яруса, достигающими суммарной мощности около 1000 м, и лишь небольшую часть (на востоке площади) занимают породы франского яруса, имеющие мощность до 600 м.

В составе живетской толщи установлены (снизу вверх): углисто-глинистые, карбонатно-углисто-глинистые, карбонатно-глинистые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями и линзами серых и темно-серых известняков с характерной живетской фауной. Выше залегают туфопесчаники, переслаивающиеся с глинистыми сланцами, туфогенные сланцы, туффиты и туфоалезролиты. Туфогенно-осадочные породы перекрываются вулканогенными образованиями, среди которых выделяются туфы порфиритов андезитового и базальтового состава, туфы кварцевых порфиритов и порфириты авгитовые (базальтового состава). Все осадочные, туфогенные и эффузивные образования находятся в сложнейших фациальных взаимоотношениях.

Отложения франского яруса развиты к востоку и северо-востоку от площади распространения пород живета, залегают согласно с последними и, падая на восток, образуют с ними восточное крыло антиклинали. Протягиваются они от широты Восточной аномалии и сравнительно неширокой полосой (до 1 км) прослеживаются через весь район. Диабазовые тела не нарушают общей целостности франских отложений и располагаются среди них в западной части в виде небольших участков. Франские образования представлены в основном туфами плагиоклазовых кварцсодержащих порфиритов (андезитового состава), в подчиненном количестве среди них присутствуют линзы и прослой невыдержанной мощности туффитов, туфосланцев, туфопесчаников, кремнистых и глинистых сланцев, серых глинистых известняков с фауной франского яруса. Суммарная мощность франских отложений — 600 м.

Интрузивные породы района месторождения представлены исключительно диабазами, залегающими обычно в виде пластовых залежей и мощных меридиональных даек. Диабазы относятся к восточному интрузивному поясу и располагаются к западу от крупных массивов основного и среднего состава в виде прерывистой меридионально вытянутой полосы шириной до 5—7 км. Рудное поле Первого Северного месторождения является одним из районов максимального развития диабазов среди осадочно-вулканогенной толщи среднего и верхнего девона.

Внедрение диабазов происходило в четыре последовательных цикла с диапазоном по времени от нижней половины живета до верхней

половины турнейского века. Наиболее ранними по возрасту являются диабазы гор Сора и Пеша. Они представляют собой крупные лакколиты и по составу отличаются от диабазов района Первого Северного месторождения. В обнажениях среди них часто наблюдаются различной величины (от десятков сантиметров до первых десятков метров) ксенолиты туффитов и кремнистых туффитов. Сами диабазы имеют порфировый или миндалекаменный облик. С диабазами этого цикла рудообразование не связано.

В конце живетского века произошло внедрение диабазов второго цикла, образовавших обширные поля в центральной части Первого Северного месторождения. Тела диабазов этого цикла имеют преимущественно восточное падение при значительной горизонтальной мощности (до 600 м). Форма интрузивов дайкообразная в комбинации с межпластовыми залежами. Последние, как правило, образуют структуры облекания ксенолитов и пластов вмещающих пород. Диабазы данного цикла являются рудоносными.

В нижней половине франского века внедрялись диабазы третьего цикла. Распространены они преимущественно в западной части района. Интрузивные тела имеют форму даек с крутым западным падением и горизонтальной мощностью 300—500 м. Они распространены на значительную глубину и на поверхность выходят в виде меридионально вытянутых узких полос. С диабазами этого цикла связано месторождение Пещерное, находящееся в северной части района. Наконец, диабазы четвертого цикла внедрились, вероятно, в послетурнейское время (севернее пос. Бурмантово они прорывают карбонатные и туфогенные образования турнейского яруса). В районе Первого Северного месторождения к ним относятся микродиабазы, прорывающие в его восточной части отложения живетского и франского ярусов, а также диабазы второго цикла. Микродиабазы представляют собой дайкообразные тела, имеющие восточное падение и горизонтальную мощность, не превышающую 100 м. Оруденения, связанного с микродиабазами, не встречено.

Диабазы с кварцем в микропегматитовом сростании с щелочными полевыми шпатами и альбитом (так называемые конга-диабазы) по А. И. Шевалдину являются поисковым признаком на скрытое под диабазами магнетитовое оруденение.

Первое Северное месторождение приурочено к антиклинальной структуре второго порядка, которая сложена породами живетского и франского ярусов. Ось антиклинальной структуры протягивается в меридиональном направлении и проходит несколько западнее Главного поля и восточнее месторождения Пещерного. Западное крыло антиклинали сложено осадочными, туфогенными и эффузивными образованиями живета с углами падения 40—70°. В строении восточного крыла участвуют преимущественно эффузивные породы живетского и франского ярусов, углы падения здесь несколько положе (до 50°). Ядро складки сложено нижними горизонтами живета (известняками, углесто-кремнисто-глинистыми и другими сланцами). В ядре структуры значительное место занимают интрузивные диабазы, которыми осадочные породы разобщены на отдельные ксенолиты, блоки и полосы. Предполагается, что по доинтрузивным разломам происходило внедрение диабазов, чем обусловлено нередко секущее положение их контактов по отношению к слоистости вмещающих пород.

Характерной особенностью пликативной тектоники является следующее: осевые плоскости антиклинальных складок третьего порядка, расположенных к востоку от оси главной структуры рудного поля, наклонены на восток, а у расположенных к западу от последней — на за-

пад, причем более круто. Свидетельством проявления разрывной тектоники является наличие многочисленных нарушений, наблюдаемых в Суходойском карьере.

Рудничными геологами (В. П. Покровским и др.) в бортах карьера зафиксировано девять нарушений. Некоторыми из них контролировалось оруденение, другими вызваны блоковые перемещения участков месторождения с разрывом сплошности рудной залежи.

В карьерах Пещерного и Суходойского месторождений и на Главном поле преобладают нарушения типа взбросо-сдвигов меридионального и северо-восточного направления с падением плоскостей-смещителей на восток под углом 30—60°. Горизонтальная и вертикальная амплитуды смещений по ним равны 20—25 м. На Суходойском месторождении восточные крылья складок надвинуты на западные, образуя подобие чешуйчатых структур.

Все месторождения и рудопроявления района занимают вполне определенное положение в общей структуре — располагаются в ядре антиклинали или вблизи него.

Рудные тела Главного поля и Восточной аномалии приурочены к контактам толщи известняков с диабазовой интрузией, внедрившейся в ядро антиклинальной структуры. Залежь Суходойского месторождения тоже приурочена к апикальной части структуры. Рудные тела Пещерного месторождения, расположенные на западном крыле антиклинали, тяготеют к центру структуры. Рудопроявления Тыньинской, Северо- и Южно-Казанской аномалий, а также выявленные отдельными скважинами, приурочены к восточному крылу антиклинали, но залегают опять-таки вблизи ее центральной части.

Такое размещение месторождений и рудопроявлений, по-видимому, неслучайно и позволяет предположить, что рудоотложение происходило только в непосредственной близости от центральной части структуры района. Оруденению подвергались известняки, расположенные в центральной части антиклинальной структуры (Главное поле, Суходойское месторождение, район скв. 317), моноклинално падающие на восток пласты или прослои известняков (Восточная аномалия, Тыньинская, Северо- и Южно-Казанская аномалии), а также слоистые образования, представленные чередованием туфов пироксен-плагноклазовых порфиритов, тонкослоистых туффитов, туфопесчаников и известняков (Пещерное месторождение).

Локализации оруденения благоприятствовали куполообразные закрытые структуры, образовавшиеся в результате «обволакивания» диабазами пластов туфогенно-осадочных пород. Диабазы, залегая сверху разреза, играли своеобразную роль экрана, под которым локализовалось оруденение. В этом отношении наиболее показательны Суходойское месторождение, в котором рудное тело и расположенные выше него диабазы не задеты эрозией. Залежь здесь в широтном разрезе имеет форму «грибной шляпки» (рис. 64) с опущенными краями: на востоке вдоль падающего на восток (под углом 45°) контакта диабазов с известняками, а на западе — вдоль меридионального нарушения, по которому диабазы контактируют с известняками. На юге месторождения толща известняков выклинивается, почти сохраняя свою мощность, и располагается в пространстве между меридиональным и северо-восточным нарушениями. В зоне сочленения этих нарушений известняки (почти на всю мощность) замещены рудой. Максимальная мощность рудного тела характерна для апикальной части структуры, где контакт диабазов с известняками становится горизонтальным. Западное нарушение возникло в дорудное время, но позднее (в послерудное время) подновлялось, что хорошо наблюдается в бортах Сухо-

дойского карьера. Рудопроявления, встреченные скважинами 318, 320 и 317, также не подвергнуты эрозии. Расположены они под покровами диабазов в местах, где контакты последних с известняками или туфогенно-осадочными породами имеют пологие углы падения.

Апикальные части рудных тел почти всех остальных месторождений и рудопоявлений, в частности наиболее крупного из них Главного поля, а также Восточной аномалии и, возможно, Пещерного месторождения, размыты, о чем свидетельствует наличие валунчатых окисленных и полуокисленных магнетитовых руд в непосредственной близости от Главного поля и Пещерного месторождения. Сохранились лишь самые нижние части рудных тел.

На Пещерном месторождении, представленном тремя меридионально вытянутыми рудными зонами, кулисообразно расположенными относительно друг друга, наиболее значительные по размеру и мощности рудные тела располагаются в зоне контакта диабазов с туфогенно-осадочными породами, угол падения которого, по С. И. Пазикову, 55–60° на запад.

При пологих контактах экранирующих диабазов с расположенными ниже туфогенно-осадочными породами образование крупных залежей магнетитовых руд не происходило.

В Главном рудном поле выделяется два рудных тела — Западное и Восточное (рис. 65), залегающие в толще известняков на контактах с диабазами. Падение рудных тел восточное под углом 40° и более. Восточное рудное тело наиболее мощное, имеет длину по простиранию 450 м, Западное — 410 м. Максимальная мощность рудных тел наблюдается вблизи дневной поверхности, однако утолщения отмечаются и на глубине. На глубинах 30–70 м от поверхности рудные тела выклиниваются.

На Суходойском месторождении рудная залежь залегает на глубинах от 50 до 190 м от поверхности. Как отмечалось выше, в разрезе она имеет форму «грибной шляпки» (см. рис. 64). Над более высокой куполовидной частью расположены хлорит-амфиболовые скарны, выходящие на дневную поверхность. Мощность рудного тела изменяется от 6,8 до 77 м, средняя мощность 38–39 м. Известняки, замстившиеся рудой, подстилаются углисто-глинистыми сланцами живетского яруса.

На Пещерном месторождении рудная залежь имеет довольно сложное строение и состоит из ряда кулисообразно расположенных линзообразных рудных тел, протягивающихся на расстоянии

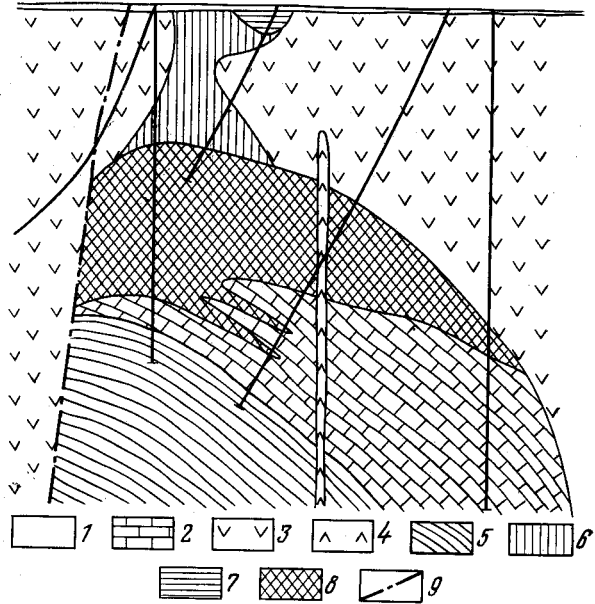


Рис. 64. Геологический разрез Суходойского месторождения

1 — покровные отложения; 2 — известняки; 3 — диабазы; 4 — диабазовые порфириды; 5 — туфосланцы; 6 — хлорит-амфиболовая порода по диабазам с обильной вкрапленностью магнетита; 7 — бедные вкрапленные руды (с магнетитом); 8 — магнетитовые руды; 9 — тектонические нарушения

порядка 1100 м. Все рудные тела группируются в три зоны: западную, центральную и восточную.

Тело западной рудной зоны прослежено по простираанию на 200 м. Наиболее протяженной является центральная рудная зона, максимальная ее мощность в раздувах 15 м. Восточная зона имеет протяженность 300 м, наибольшую мощность 10 м.

Падение рудных тел западное под углом 50—70°, определяется направлением контакта интрузии, внедрившейся по доинтрузивным (и, следовательно, дорудным) разрывным нарушениям. Установлено (С. И. Пазиков и др.), что около крутопадающих контактов интрузии интенсивность оруденения понижается. Наиболее благоприятны для оруденения контакты вмещающих пород с интрузивным массивом под углами, превышающими 55—60°.

Верхние части рудных тел Главного поля и Пещерного месторождения были представлены окисленными разностями руд (мартитами и полумартитами). Основная же часть руд на всех участках представлена магнетитом с примесью сидерита. В руде присутствуют пирит, мушкетовит, пирротин, халькопирит, ковеллин, кальцит, хлорит, амфибол, кварц, апатит.

Рис. 65. Геологический разрез Первого Северного месторождения (Главное рудное поле)

1 — известняки; 2 — диабазы авгитовые (нормальные); 3 — диабазы контаминированные известковистые; 4 — магнетитовые руды

Содержание в рудах (в вес. %): Fe 48—55,8; S 0,5—1,26; P 0,107—0,147; Cu 0,042—0,102; SiO<sub>2</sub> 5,51—6,06.

По диабазам и туфогенным породам в непосредственной близости к рудным телам развивались актинолитовые скарны (по Л. Н. Овчинникову, актинолит-гистерогенный минерал по пироксену). Гранат отмечался в очень небольшом количестве на Пещерном и Суходойском месторождениях и в большей мере — на Северо- и Южно-Казанском участках, где он ассоциирует с пироксеном, актинолитом и хлоритом. Магнетит развивался по скарновым минералам.

Имеющиеся данные свидетельствуют об ограниченности перспектив района для выявления новых месторождений. Следует, однако, отметить, что не все участки, перспективные для выявления слепых залежей с магнетитовым оруденением, опоскованы. Необходимо обследовать участки, в которых диабазы перекрывают толщи известняков.

#### МАСЛОВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В группу входят Масловское, Сосьвинское и Ново-Масловское месторождения, связанные с Масловским габбровым массивом. Расположены они либо по периферии массива, либо приурочены к ксенолитам вмещающих пород внутри массива.



Масловское месторождение расположено на левом берегу р. Сосьвы в 1,5 км от ж.-д. ст. Уралзолото. Открыто в 1939 г. М. И. Алешиным по данным магнитной съемки; разведывалось с перерывами с 1939 по 1962 г. С 1942 по 1967 г. месторождение эксплуатировалось.

В геологическом строении принимают участие эффузивные и туфогенно-осадочные образования. Западная часть месторождения сложена андезитовыми порфиритами и их туфами с прослоями кислых эффузивов, восточная, включая рудную зону, — известняками, туффидами, туфопесчаниками и порфиритами основного состава. Широко развиты на месторождении скарны. Полоса скарнированных пород шириной до 200 м прослеживается в восточной части месторождения и простирается далее на юг за его пределы. К северу она постепенно исчезает. В южной части месторождения вмещающие породы прорваны Масловской габбровой интрузией. На месторождении замещению подверглись известняки и туфогенные породы с существенно карбонатным материалом.

Рудные тела образуют две пластообразные залежи (Главную и Западную), залегающие согласно с вмещающими породами. Простираются они в северо-восточном направлении, падают на северо-запад под углом 40—70°, повторяя элементы залегания замещенных известково-туфогенных пород. Главная рудная залежь вытянута по простиранию на 400 м. Мощность 2—15 м, средняя 3,5 м, с глубиной она постепенно убывает.

Западная рудная залежь расположена в 6—15 м к западу от Главной. Простирание залежи северо-восточное 5—10°, падение на северо-запад под углом 60—62°. Мощность 3—5 м, длина по падению 55 м, по простиранию 200 м. Кроме того, отдельными скважинами внутри скарнов и скарнированных пород висячего и лежащего бока встречаются рудные прослойки мощностью от 0,1 до 1,0 м. Оба рудных тела рассечены несколькими широтными нарушениями. Амплитуда смещений по падению не превышает 6—20 м. Имеются нарушения и меридионального простирания.

Верхняя часть месторождения подверглась интенсивной эрозии, обусловившей скопление переотложенных валунчатых руд. По мере движения на север появляется кора выветривания, достигающая в северной части месторождения мощности 70 м. В результате выветривания магнетитовые руды превращены в мартиты и полумартиты. Главным рудным минералом является магнетит, который в верхней части месторождения, и особенно в валунчатых рудах, окислен и представлен мартитом. Из сульфидов преобладает пирит, реже встречаются пирротин, халькопирит, арсенопирит. Нерудные минералы представлены преимущественно кальцитом, хлоритом, гранатом, пироксеном. Среднее содержание компонентов составляет в магнетитовых рудах (в %):

	Fe	S	P	Cu
Магнетитовые руды . . . . .	56,13	1,36	0,04	0,17
Скарново-магнетитовые руды . . . . .	35,15	1,40	0,05	0,28

Месторождение отработано. Первоначально учтенные запасы руд составляли 2,8 млн. т.

Ново-Масловское месторождение открыто в 1960 г. по данным магнитной съемки Ю. А. Капинуса. Изучалось в 1960—1963 гг. (С. Н. Сигаев, Д. Е. Попова). На месторождении выделяются два участка: Северный и Южный.

Северный участок расположен в зоне северного контакта габбровой интрузии с эффузивной толщей, в 2 км к северо-востоку от Маслов-

ского месторождения. Южный участок приурочен к самому массиву габбро и расположен в 1,5 км южнее Северного участка.

Северный участок сложен порфиритами и их туфами основного состава, туффитами и эффузивами кислого состава. Туффиты развиты в виде маломощных прослоев в толще основных порфиритов. Кислые эффузивы слагают небольшой участок месторождения. В северной части участка в разрезе появляются известняки, южнее замещенные магнетитовой рудой. На участке выявлено три рудных тела (рис. 66) — верхнее, среднее и нижнее, разорванные серией продольных и широтных сбросов.

Рудные тела пластообразной формы залегают согласно с вмещающими породами, простираются в северном направлении, падают на запад под углом 40—50°. По простирацию рудные тела прослеживаются на 500 м, по падению до 450 м. На севере рудные тела выклиниваются, на юге ограничены интрузивом габбро. Истинная мощность верхнего рудного тела 18 м, к северу она уменьшается до 5 м, а по падению до 3 м. Мощность среднего рудного тела — 3 м. Максимальная мощность нижнего тела — 21 м, на север уменьшается до 6 м.

На Северном участке широко развиты дизъюнктивные нарушения. Наиболее крупным является Масловский сброс, проходящий вдоль всего участка. Кроме того, отмечается целый ряд тектонических нарушений сдвигового и сбросового характера, простирающихся в широтном и в меридиональном направлениях. Амплитуды нарушений достигают нескольких десятков метров.

Рудные тела Южного участка — Верхнее, Среднее и Нижнее — приурочены к ксенолитам вмещающих пород в массиве габбро. Они имеют форму линз, падающих на запад под углом 70°, размеры их по простирацию — несколько десятков метров. Истинная мощность Верхнего рудного тела — 7 м, Среднего — 6 м. Нижнее тело представлено рудной зоной общей мощностью 24 м, среди которой выделяются отдельные рудные прослои суммарной мощностью 14 м.

Рудные тела Северного участка сопровождаются скарновыми образованиями, на Южном участке скарны развиты в меньшей степени.

Руды месторождения подразделяются на 3 типа: магнетитовые, скарново-магнетитовые и окисленные. Главным рудным минералом магнетитовых и скарново-магнетитовых руд является магнетит, сульфиды представлены преимущественно пиритом, реже халькопиритом. В окисленных рудах преобладают мартит и полумартит, а сульфиды отсутствуют. Нерудные минералы представлены амфиболом, хлоритом, кальцитом, пироксеном, кварцем, эпидотом. Гранат встречается очень редко. Средний состав руд по участкам следующий (в %):

	Fe	S	P	Cu
Северный . . . . .	45,70	3,22	0,044	0,25
Южный . . . . .	37,15	0,32	0,028	0,03

Запасы руд Ново-Масловского месторождения подсчитаны по категории С<sub>2</sub> в количестве 10,9 млн. т, в том числе по Северному участку 9,4 млн. т. Месторождение не разведано.

Сосьвинское месторождение находится в 3 км к югу от Масловского, на правом берегу р. Сосьвы. Открыто в 1957 г. по данным магнитной съемки Б. С. Кебадзе. Изучалось С. Н. Сигаевым.

Месторождение приурочено к зоне юго-западного контакта Масловского массива габбро с породами эффузивно-осадочной толщи, вероятно, среднедевонского возраста. В верхней части разреза отмечается кора выветривания палеозоя, а также юрские, нижнемеловые и чет-

вертикальные глины, пески и галечники. Общая мощность мезо-кайнозойских отложений — до 75 м.

Рудные тела Сосьвинского месторождения расположены на трех участках: Сосьвинском, Восточно-Сосьвинском (в 300 м восточнее первого) и на участке А-262 (в 650 м западнее первого). Возможно, ранее существовала единая крупная рудная залежь, разобранная последующими тектоническими нарушениями.

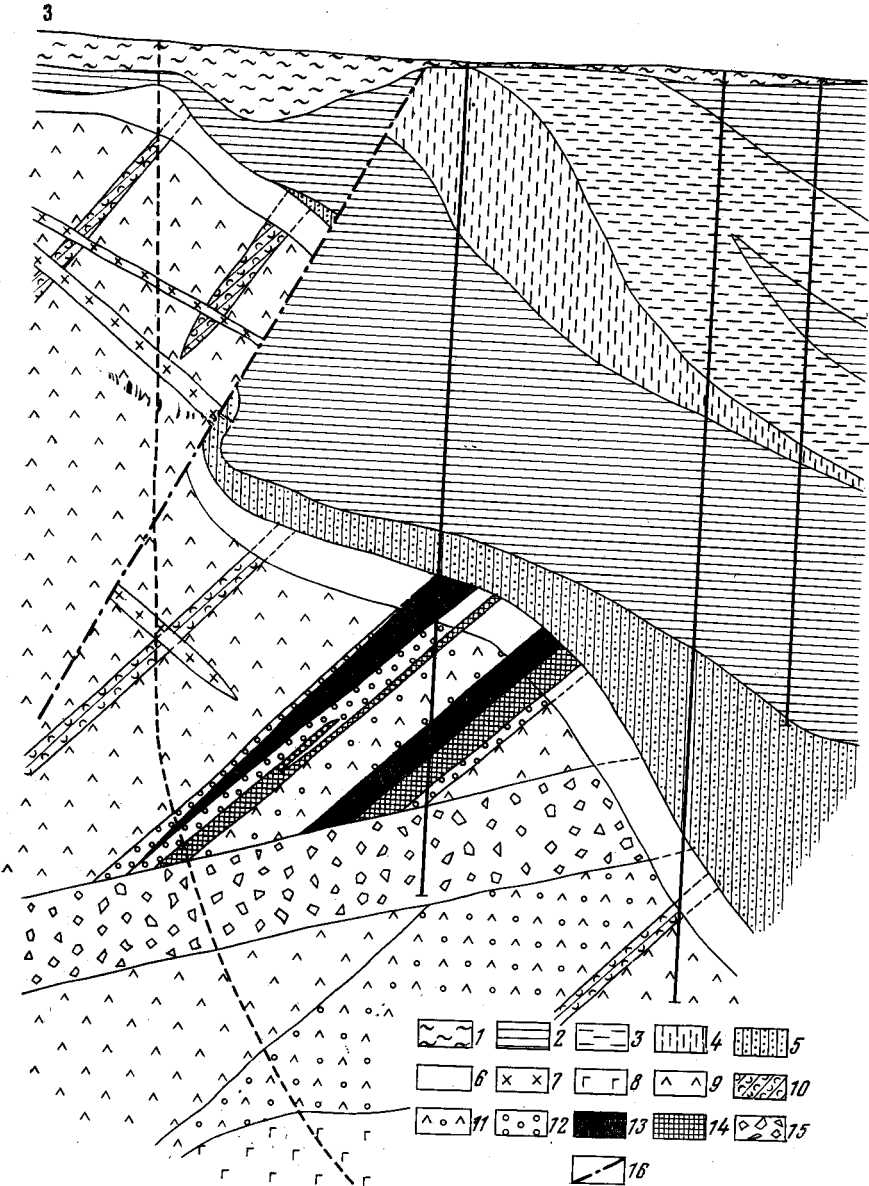


Рис. 66. Геологический разрез Ново-Масловского месторождения. По Д. Е. Поповой

1 — четвертичные глины; 2 — аргиллиты палеогена; 3 — диатомиты палеогена; 4 — кремнистые опоки палеогена; 5 — глауконит-кварцевый песчаник верхнего мела; 6 — триасюрские коры выветривания; 7 — диориты и габбро-диориты жильные; 8 — габбро; 9 — андезитовые порфириты; 10 — туффиты; 11 — скарированные порфириты; 12 — скары гранат-эпидотовые; 13 — массивные магнетитовые руды, в зоне коры выветривания превращенные в мартитовые; 14 — скарные магнетитовые руды, в зоне коры выветривания превращенные в мартитовые руды; 15 — зона дробления; 16 — тектонические нарушения

*Сосьвинский участок* включает рудное тело, имеющее форму сложного пласта, залегающего среди толщи основных порфиритов. Представлено чередованием полос богатой и бедной скарново-магнетитовой руды, сплошного магнетита с прослоями гранатового и пироксен-гранатового скарна, осветленного и ороговикованного порфирита. Со стороны висячего и лежащего боков рудную зону окаймляют скарны с преобладанием эпидота и пироксена. По мере удаления от рудного тела они сменяются осветленными порфиритами, а затем неизменными порфиритами основного состава. Ороговикованные порфириты наблюдаются преимущественно в лежащем боку рудного тела. По падению рудная зона, имеющая мощность 40 м (из которых 30 м составляет руда), сменяется скарнами и известняками, что свидетельствует об образовании руды по известнякам. Мощность последних достигает 13 м. Падение рудной залежи юго-западное под углом 35—52°. Протяженность рудного тела по простиранию — около 500 м, по падению — 200 м. В северо-восточном направлении оно погружается с глубины 20 м до 180 м.

*Восточно-Сосьвинский участок* расположен на западном берегу р. Сосьвы, южная приподнятая часть его залегает под рекой и переходит на левый берег. Участок приурочен непосредственно к западному контакту габбрового интрузива, повторяя его очертания, и представлен рудными телами сложного строения, залегающими на различной глубине. Субширотным тектоническим нарушением южная часть участка приподнята к дневной поверхности, северная опущена. Вмещающие породы представлены порфиритами основного и среднего состава, вблизи рудной зоны они претерпели значительный метаморфизм, который выразился в скарнировании, осветлении и ороговикании. Однако скарны здесь развиты менее широко, чем на Сосьвинском участке.

Рудное тело южной части участка представляет пластообразную залежь сложного строения, в которой чередуются магнетит, богатые и бедные скарново-магнетитовые руды, безрудные скарны и порфириты. Максимальная суммарная вертикальная мощность рудных прослоев — 27 м, при общей мощности рудной зоны 33 м. Мощность отдельных рудных прослоев колеблется от 1 до 21 м, средняя — 6 м. Длина рудной зоны по простиранию — 230 м, по падению — 150 м. Простирание ее юг-юго-западное (200°), падение — запад-северо-западное под углом 54°. Для рудного тела характерно постепенное выклинивание по падению с одновременным расщеплением на более тонкие прослои.

Северная часть участка вскрыта всего тремя скважинами, которыми подтверждено наличие рудной зоны на глубине (190—226 м) мощностью от 15 до 36 м при суммарной вертикальной мощности рудных прослоев соответственно 8 и 18 м. Простирание рудной зоны меридиональное, падение на запад под углом 45°. По простиранию и падению рудная зона не оконтурена. Протяженность рудной зоны, судя по величине магнитной аномалии, — около 1 км.

*Участок А-262* характеризуется крутопадающей пластообразной залежью сложного строения, в которой чередуются скарны, бедные и богатые скарново-магнетитовые руды, массивный магнетит и порфириты. Суммарная мощность рудных прослоев колеблется от 25 до 30 м, а мощность отдельных прослоев — от 1 до 16 м. Падение рудного тела западное под углом 50—56°, простирание субмеридиональное с погружением рудного тела на север и некоторым уменьшением угла падения в том же направлении.

В лежащем и висячем боках рудной залежи залегают мощные толщи (до 35 м) безрудных скарнов. Вмещающими породами являются:

ороговикованные осветленные порфириты, постепенно переходящие в неизменные разности.

Руды месторождения в основном скарново-магнетитовые. Сплошные магнетиты распространены незначительно. Главным рудным минералом является магнетит, в значительных количествах встречаются мушкетовит и мартит. Характерно высокое содержание сульфидов, из которых преобладает пирротин, встречаются пирит, халькопирит, сфалерит. В сульфидах в виде редких мелких включений установлены золото (до 0,6 г/т) и серебро (19,2 г/т).

Нерудные минералы в рудах представлены пироксеном, гранатом, эпидотом, хлоритом, амфиболом, кальцитом.

Средний химический состав руд по участкам приведен в табл. 14.

Таблица 14

Химический состав руд Сосьвинского железорудного месторождения (в вес. %)

Участок	Железо	Сера	Фосфор	Медь
Сосьвинский	38,56	2,64	0,032	0,085
Восточно-Сосьвинский	42,43	1,94	0,041	0,089
А-262	35,10	3,08	0,042	0,634

Запасы месторождения по категориям В+С<sub>1</sub> — 2,9 млн. т, прогнозные запасы — 11 млн. т.

На Сосьвинском участке установлено два водоносных горизонта: верхний горизонт грунтовых вод с притоком воды по скважинам от 1,4 до 10 м<sup>3</sup>/ч и нижний горизонт трещиноватых вод с притоком воды по скважинам от 0,02 до 2,9 м<sup>3</sup>/ч. Оба водоносных горизонта питаются в основном за счет вод р. Сосьвы, которая протекает через южную часть Восточно-Сосьвинского участка. Для отработки месторождения необходим отвод р. Сосьвы.

#### АУЭРБАХОВСКО-ПЕСЧАНСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Геологическое описание района месторождений впервые было произведено С. Палласом в 1770 г. Впоследствии район изучали П. Протасов, А. П. Карпинский, Е. С. Федоров (с 1894 г.), В. В. Никитин, Е. Д. Стратанович (1901—1918), Е. П. Молдавандцев (с 1923 г.), А. Н. Заварицкий (1929 г.), В. М. Сергиевский (1931 г.), Г. К. Волосюк, О. В. Лахтионов, А. Н. Ходалевич (1932—1936 гг.), Д. С. Коржинский (1940—1942 гг.), Л. Н. Овчинников, Я. П. Баклаев и др.

Составлялись мелко- и крупномасштабные геологические карты, изучались петрология и полезные ископаемые района.

В 1959—1961 гг. под руководством Н. С. Лисова составлена крупномасштабная геологическая карта района, наиболее полно отражающая его геологическое строение. Разведочные работы на Ауэрбаховском (Ольховском) месторождении были начаты в 1887 г. Впоследствии были открыты Воронцовское, Песчанское (близповерхностные залежи), Гаревское (1894 г.) и Троицкое (1900 г.) месторождения. С 1930 по 1935 г. разведочными работами руководил В. М. Логиновский, в 1947—1952 гг. — Г. А. Кордовер. С 1955 г. поисковые и разведочные работы проводятся под руководством А. И. Усенко при участии Е. В. Стычинской и др. За этот период открыты и разведаны Северо-



Песчанское и Ново-Песчанское месторождения, ряд новых залежей магнетитовых руд на Южно-Песчанском и других участках. В 1968 г. завершено составление детальной геологической карты рудного поля и определено направление дальнейших поисковых работ.

Геофизическое изучение рудного поля началось в 1911 г. (А. А. Васильева, В. Н. Пономарев, В. В. Тимофеева, Л. К. Кибалина и др.). С 1959 г. геофизическими съемками в рудном поле руководит Ю. А. Капинус. По рудному полю составлены детальные магнитные и гравиметрические карты.

Ауэрбаховское месторождение как месторождение красных железняков известно с 60-х годов XVIII в. под названием Ольховского. Добыча руд карьером начата в 1800 г. и проводилась с перерывом в течение нескольких периодов, с 1945 г. началась подземная разработка месторождения, продолжающаяся и в настоящее время. Карьерами отработаны небольшие Южно- и Северо-Песчанские рудные тела, Троицкий, Владыкинский, Гаревский и Южно-Воронцовский участки. На последнем и Северо-Воронцовском участках велась также подземная разработка. С 1968 г. началась подземная добыча руд на наиболее крупном в районе Северо-Песчанском месторождении.

Ауэрбаховско-Песчанская группа месторождений тесно связана с интрузиями Ауэрбаховского гранитоидного комплекса, в состав которого входят Ауэрбаховский массив и серия мелких, расположенных севернее его секущих тел. Собственно Ауэрбаховский массив длиной 13 км и шириной 5 км имеет в плане меридионально вытянутую овальную форму. Северо-восточная, северная и восточная его части сложены габброидами, ядро — гранитоидами. Формирование массива происходило в несколько фаз: раннюю — габбровую и диоритовую (габбродную), более позднюю — гранодиоритовую, и заключительную — гранитную. Железное и медное оруденение парагенетически связано главным образом с диоритовой фазой интрузивной деятельности и в значительно меньшей мере — с гранитной.

Массив залегает среди осадочно-эффузивных пород кобленцкого возраста, представленных на юге известняками, а на севере и западе андезитовыми, андезито-дацитовыми и андезито-базальтовыми порфиритами и туфами с прослоями известняков (рис. 67). В юго-восточной части он прорывает (под покровом мезозойских отложений) вулканогенные образования туринской свиты (силур). Контакты массива всюду вертикальные или крутопадающие, секущие по отношению к вмещающим толщам, имеющим преимущественно пологие залегания.

Ауэрбаховский массив сопровождается рядом мелких интрузивных тел, сложенных габбро, габбро-диабазами, габбро-диоритами, диоритами, отчасти кварцсодержащими и кварцевыми диоритами и гранодиоритами. Это Западно-Песчанский, Пещерный, Верхне-Каменский, Васильевско-Москалевский и другие более мелкие массивы, являющиеся по существу сателлитами Ауэрбаховского массива. В составе собственно Ауэрбаховского интрузива выделяются Песчанский и Восточно-Ауэрбаховский диоритовые массивы, расположенные в его западной, восточной и северной частях. Некоторые из них прорывают эйфельские, в том числе и верхнеэйфельские, образования. В то же время живетские образования признаков контактового воздействия не обнаруживают. Отсюда более или менее точно определяется эйфельское время образования интрузивного комплекса и связанного с ним контакто-метасоматического оруденения.

Район отличается сложной тектоникой. Тектонические подвижки, сопровождающиеся разрывными нарушениями, происходили в течение длительного времени. Различаются разломы доинтрузивные, много-

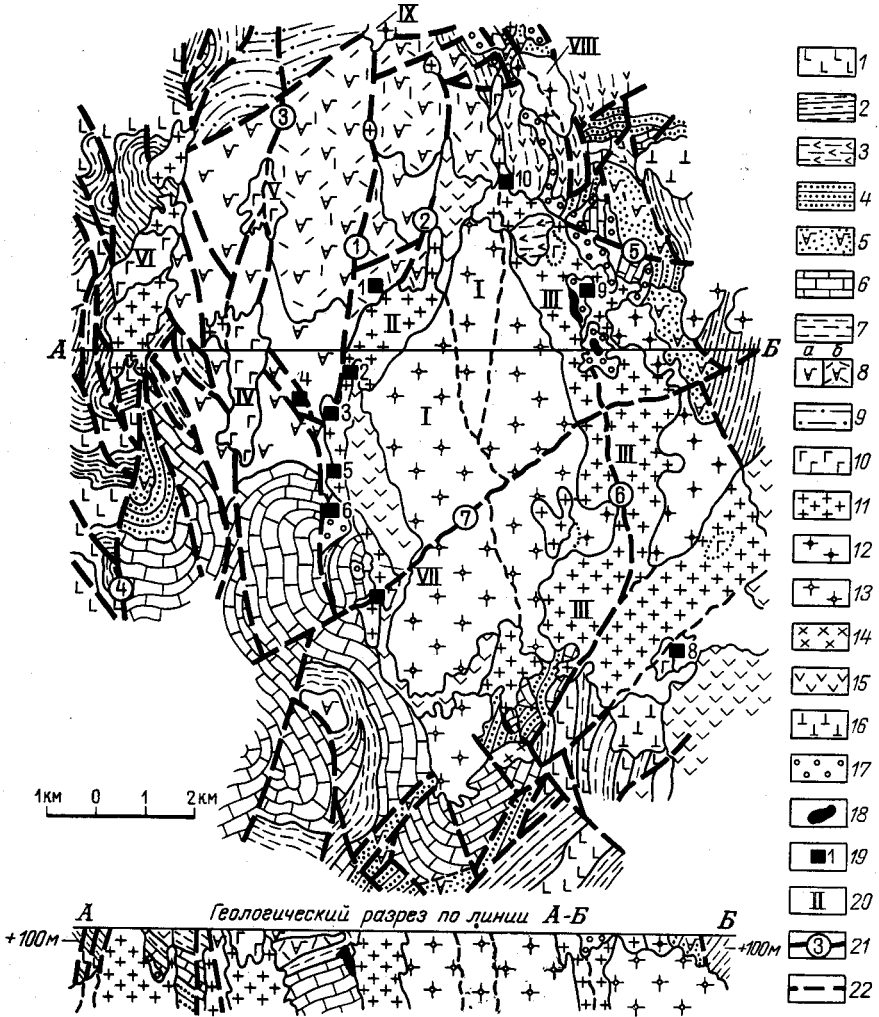


Рис. 67. Геологическая карта палеозоя Песчанско-Ауэрбаховского рудного поля (составили Н. Ф. Уфимцев, А. И. Усенко, А. А. Шот)

1—2 — силуро-девон (туринская свита): 1 — порфиры базальтовые, микропорфиры, плагиоклазовые и пироксен-плагиоклазовые порфиры трахиандезитового состава, спилиты, 2 — полимиктовые конгломераты, туфо-конгломераты; 3—8 — нижний девон (кобленц — краснотурьинская свита): 3 — пироксен-плагиоклазовые порфиры базальтовые и их туфы (взвозная толща), 4 — туфопесчанники кремнистые, полимиктовые конгломераты, туфо-конгломераты, 5 — пироксен-роговообманково-плагиоклазовые порфиры андезито-базальтового состава (суворовская толща), 6 — известняки, мраморизованные известняки, мраморы (фроловско-васильевская толща), 7 — тонкослоистые туффиты с прослоями туфов, переслаивание туфопесчанников с известняками и кремнистыми, кремнисто-глинистыми и известковистыми туффитами (башмаковская толща), 8 — роговообманково-плагиоклазовые порфиры андезитового, андезито-базальтового состава (а) и их туфы (б) грубо- и тонкообломочные (богословская толща); 9 — средний девон (эйфель — песчанская свита) — пироксен-плагиоклазовые порфиры базальтовые, андезито-базальтовые и их туфы; 10 — габбро; 11 — диориты; 12 — кварцевые диориты; 13 — гранодиориты; 14 — граниты; 15 — пироксен-плагиоклазовые порфиры и «туфоподобные» породы с обломками (включениями) диоритов; 16 — диабазы; 17 — скарпы гранатовые и пироксен-гранатовые; 18 — магнетитовая руда; 19 — месторождения и их участки, рудные тела; 1 — Ново-Песчанское, 2 — Северо-Песчанское, 3 — Верхняя и Нижняя залежи Южно-Песчанского месторождения, 4 — Западно-Песчанское, 5 — Южное, 6 — Северо-Воронцовский, 7 — Центрально-Воронцовский, 8 — Южно-Воронцовский, 9 — аномалии 34 квартала, 10 — Ауэрбаховские; 20 — интрузивные массивы: I — Ауэрбаховский, II — Песчанский, III — Восточно-Ауэрбаховский, IV — Западно-Песчанский, V — Верхне-Каменский, VI — Пещернинский, VII — Воронцовский, VIII — Веринский, IX — Васильевско-Москалевский; 21 — тектонические нарушения (цифры в кружках): 1 — Северо-Песчанское, 2 — Ново-Песчанское, 3 — Западно-Песчанское, 4 — Краснотурьинское, 5 — широтное Ауэрбаховское, 6 — Восточное Ауэрбаховское, 7 — Южно-Воронцовское; 22 — тектонические нарушения, залеченные интрузиями

кратно подновлявшиеся, и пострудные; первые отличаются определенной приуроченностью к ним интрузий комплекса, зонами развития скарнов и гидротермальных изменений. Нарушения обусловили блоковое строение рудного поля.

Диоритовым интрузиям комплекса сопутствует весьма интенсивное оруденение. С ними связаны обширные и многочисленные скарновые поля с железорудными и медно-железорудными месторождениями. При этом в оруденении отчетливо наблюдается зональность: магнетитовое оруденение тяготеет обычно к интрузивным массивам, а медно-сульфидное локализуется в некотором удалении. Наряду с этим часто отмечается пространственное совпадение магнетитового и халькопиритового оруденения, обогащение халькопиритом магнетитовой руды при выклинивании рудных тел на глубине в местах непосредственного контакта с интрузивами, локализация сульфидных медных руд в промежутке между интрузивом и залежью магнетитовых руд в висячих блоках железорудных тел.

Вдоль западного контакта Песчанского диоритового массива и его апофиз располагаются следующие месторождения скарново-магнетитовых руд (с севера на юг): Ново-Песчанское, Северо-Песчанское, Южно-Песчанское, Воронцовское, Владыкинское, Гаревское. К зоне южного контакта, где размещены небольшие массивы гранитов и гранит-аплитов, приурочено Каквинское месторождение, а к восточному контакту Восточно-Ауэрбаховского диоритового интрузива — Ауэрбаховское месторождение и ряд рудопроявлений.

К северу от массива на продолжении Ауэрбаховского месторождения на расстоянии 4 км прослеживается цепь меднорудных скарновых месторождений, известных под названием Турьинских. В их числе находятся Вадимо-Александровское месторождение<sup>1</sup>, представленное комплексными сульфидно-магнетитовыми рудами, и Москалевское — скарново-магнетитовыми, отчасти с примесью халькопирита.

Наиболее крупные по размерам и запасам рудные тела контролируются крутопадающими меридиональными разломами, экранирующим положением вулканогенных образований, покрывающих известняки, контактами диоритовых интрузивов с известняками.

Песчанское месторождение состоит из нескольких обособленных групп рудных тел, получивших наименование месторождений (с севера на юг): Ново-Песчанского, Северо-Песчанского, Западно-Песчанского и Южно-Песчанского<sup>2</sup>.

Месторождение приурочено к западному контакту Песчанского диоритового массива, представляющего северо-западную часть Ауэрбаховского интрузивного комплекса и прорывающего осадочные и осадочно-вулканогенные толщи кобленцкого яруса нижнего девона (рис. 68). В районе месторождения массив представлен диоритами, габбро-диоритами и габбро. Среди образований кобленцкого яруса выделяются: внизу мраморизованные известняки и мраморы фроловско-васильевской толщи мощностью свыше 800 м; стратиграфически выше лежат переслаивающиеся туфопесчаники, туфосланцы и туфы андезитовых порфиритов с прослоями известняков башмаковской или «слоистой» толщи; сверху — роговообманково-плагиоклазовые порфири-ты и их туфы с резко подчиненным количеством туфопесчаников богословской толщи.

Образования башмаковской толщи, занимающей в стратиграфической колонке среднее положение, прослеживаются в районе месторож-

<sup>1</sup> Описание этого месторождения здесь не приводится.

<sup>2</sup> Далее они называются участками.

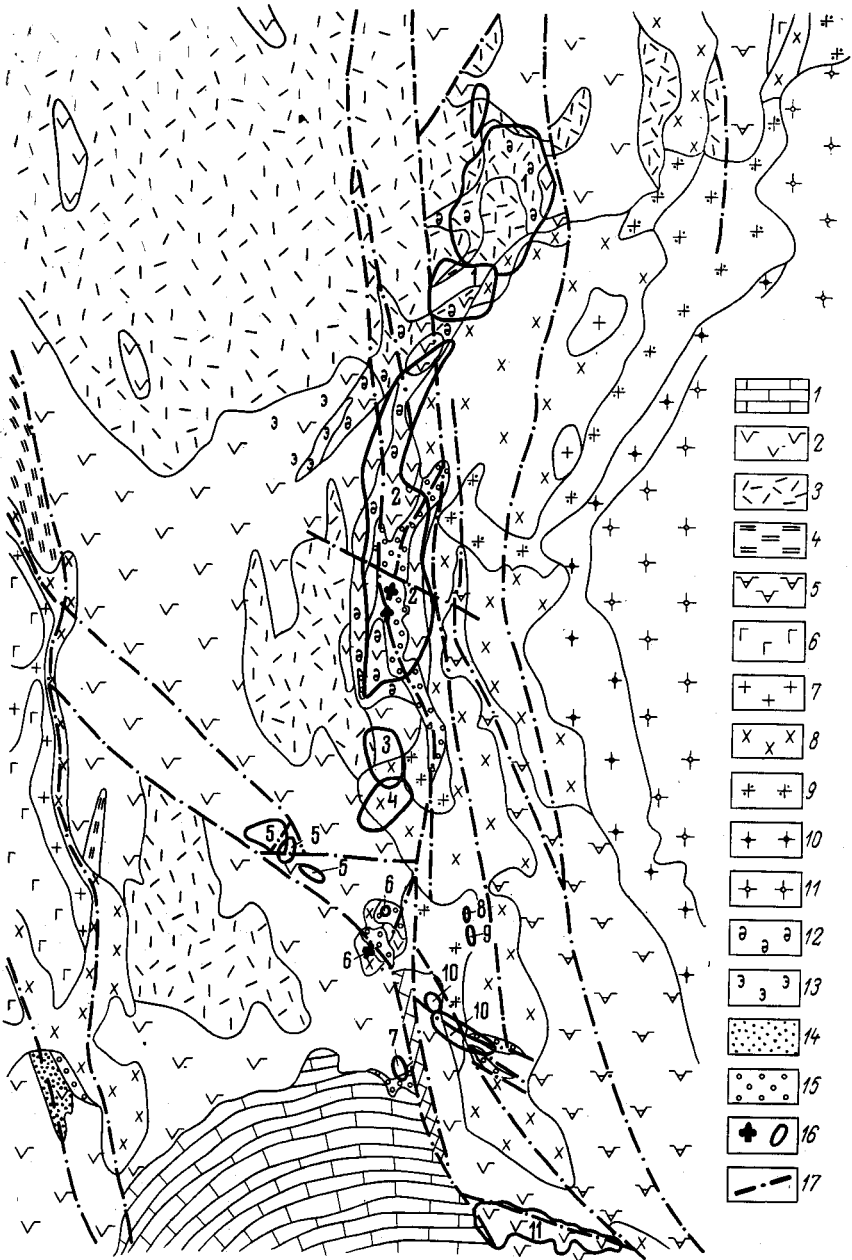


Рис. 68. Схематическая геологическая карта Песчанского месторождения  
 1 — массивные известняки, мраморизованные известняки и мраморы; 2 — эффузивные роговообманково-плагноклазовые порфириды андезитового состава, кварц-роговообманковые андезиты дацитового состава; 3 — туфы роговообманково-плагноклазовых порфиритов грубо- и тонкообломочные; 4 — туфопесчаники и туффиты; 5 — пироксен-плагноклазовые порфириды и «туфоподобные» породы с обломками диоритов; 6 — габбро; 7 — габбро-диориты; 8 — диориты, диориты порфиroidные; 9 — кварцсодержащие диориты, кварцсодержащие диориты порфиroidные; 10 — кварцевые диориты; 11 — гранодиориты; 12 — диопсидизированные вулканогенные породы; 13 — интенсивно эпидотизированные породы; 14 — роговики; 15 — скарны гранатовые и пироксен-гранатовые; 16 — месторождения и их участки, рудные тела: 1 — Ново-Песчанское, 2 — основная залежь Северо-Песчанского месторождения, 3 — верхняя залежь Южно-Песчанского месторождения, 4 — Нижняя залежь Южно-Песчанского месторождения, 5 — Западно-Песчанское месторождение, 6 — обработанные рудные тела Южно-Песчанского месторождения, 7—9 — рудные тела Южной залежи (9 — аномалия А=6, 8 — аномалия А=4, 9 — аномалия А=5), 10 — Южно-Песчанское месторождение, 11 — Северо-Воронцовский участок; 17 — тектонические нарушения

дения не повсеместно. Так, в пределах Южно-Песчанского и южной части Северо-Песчанского участков они отсутствуют, и богословская толща непосредственно залегает на фроловско-васильевской. В данном случае, по-видимому, происходило фаціальное замещение туффи-тов порфиритами и туфами. Вследствие этого мощности башмаковской и богословской толщ весьма изменчивы. С поверхности богословская толща слагает всю площадь Песчанского месторождения.

Вмещающие вулканогенно-осадочные породы и прилегающая часть массива пересекаются многочисленными дайками диабазовых, диоритовых и габбро-диабазовых порфиритов, спессартитов, вогезитов и др. Для пород вулканогенно-осадочной толщи характерны меняющиеся элементы залегания. На Ново-Песчанском участке месторождения они имеют довольно четкое северо-восточное простирание с падением на северо-запад под углами от 5—20 до 45°. В пределах Северо-Песчанского участка они приобретают субмеридиональное простирание с западным падением под углом 40—50°. На Южно-Песчанском участке в пределах отдельных блоков отмечается то широтное, то меридиональное простирание с падением на север и запад. В целом вмещающие породы залегают относительно полого и срезаются крутым контактом интрузии.

Северо-Песчанский меридиональный разлом прослежен как в пределах одноименного участка, так и к северу и югу от него. Направление падения плоскости сместителя меняется от крутого восточного под углом 65—70° на Северо-Песчанском участке до вертикального к югу от него. Западнее Ново-Песчанского участка амплитуда подвижки по разлому не превышает 75 м; опущено восточное крыло, что позволяет назвать нарушение сбросом. В других точках амплитуда подвижки не установлена, так как по нарушению внедрились многочисленные апофизы диоритов. Разлом дорудный. Он многократно подновлялся, в результате чего общая мощность скарново-рудной зоны достигает местами 200 м. На Северо-Песчанском участке нарушение фиксируется полосой скарнов длиной 1600 м, развившихся в зоне разлома. К этому разлому приурочено основное рудное тело, имеющее такое же простирание и падение, как и нарушение. В послерудное время нарушение также подновлялось, впоследствии по нему произошло излияние базальтовых пироксен-плаггиоклазовых порфиритов, а позднее внедрились гранодиориты.

В восточной части Ново-Песчанского участка выявлено нарушение сбросового характера, имеющее северо-восточное направление с падением плоскости сместителя на восток-юго-восток под углом 85—87° и амплитуду около 500 м. Возраст нарушения доинтрузивный, но оно обновлялось и в более позднее время. Блок, к которому приурочены рудные тела Ново-Песчанского участка, на севере ограничен диагональным взбросом северо-восточного простирания с падением плоскости сместителя на юго-восток под углом 75° и амплитудой смещения 220 м. Северо-западное крыло нарушения опущено.

Два диагональных нарушения северо-западного направления обусловили блоковую структуру Южно-Песчанского участка. При этом средний блок, к которому приурочена Западно-Песчанская залежь, приподнят по отношению к соседним блокам на 150 м.

Кроме того, на месторождении отмечается множество ослабленных зон с небольшими подвижками. В них часто наблюдаются зеркала скольжения.

Под влиянием постмагматических эманаций и растворов вмещающие осадочно-вулканогенные толщи, дайки и нередко сами интрузивные породы интенсивно метаморфизованы. На месторождении широко развиты контактово-реакционные скарны, развившиеся по силикатным



породам, и наоборот, инфильтрационно-метасоматические скарны, образующиеся по известнякам, получили ограниченное распространение. Наиболее интенсивному скарнированию подверглись вулканогенно-осадочные образования башмаковской толщи в контакте с известняками на Ново-Песчанском участке, краевая часть интрузива в контакте с известняками на всех участках и вулканогенные породы вдоль Северо-Песчанского меридионального разлома.

Рудные залежи, особенно крупные, окаймляются широкими ореолами метасоматически измененных вмещающих пород. Наиболее мощные и четкие ореолы фиксируются в вулканогенных толщах. Так, над залежами Ново-Песчанского, Южно-Песчанского, а также Северо-Воронцовского участков Воронцовского месторождения вулканогенные породы скарнированы и нередко полностью замещены лирооксен-гранатовыми скарнами. Интенсивное скарнирование захватывает эти породы в радиусе от 30—40 до 120 м, частичное скарнирование отмечается на расстоянии до 200 м от рудных залежей, а осветление вулканогенных пород с замещением диопсидом темноцветных минералов основной массы порфиритов и туфов развивается вокруг рудных тел в радиусе от десятков до 200 м. Вдоль контактов с дайками диабазовых порфиритов осветление, диопсидизация и скарнирование вулканогенных пород отмечаются на расстоянии до 450—500 м над залежами Ново-Песчанского участка. По восстанию основной рудной залежи центральной части Северо-Песчанского участка и к югу от него вулканогенные породы полностью замещены скарнами, образующими выход на поверхность в виде меридионально вытянутой полосы шириной до 200 м и длиной 1,6 км. Последняя фиксирует положение Северо-Песчанского разлома, сопровождающегося широкой зоной повышенной трещиноватости, дробления и расщепления как вулканогенных, так и интрузивных пород.

В вулканогенных породах развивается альбитизация, захватывающая внешние части зоны осветления. Нередко альбитизация сопровождается эпидотизацией, усиливающейся к периферии зоны альбитизированных пород, за пределами которой породы эпидотизированы, хлоритизированы и карбонатизированы неравномерно. В рудном поле неравномерная эпидотизация пород имеет повсеместное развитие. Образование эпидозитов обычно приурочивается к зонам разломов, вследствие чего их выходы фиксируются в виде более или менее прямолинейных полос. К зонам эпидозитов иногда приурочены небольшие залежи сульфидных медных руд прожилково-вкрапленного типа.

*Ново-Песчанский участок* включает восемь рудных тел. Два наиболее крупных рудных тела залегают в виде пластообразных залежей на контакте известняков фроловско-васильевской толщи с вулканогенными образованиями башмаковской толщи. Простираение рудных тел северо-восточное, падение северо-западное. Размеры первого тела  $370 \times 290$  м; средняя мощность 40 м, второго —  $760 \times 440$  м, средняя мощность 63 м. Второе рудное тело имеет ответвления, секущие толщу известняков и быстро выклинивающиеся по падению (рис. 69). Запасы руд в этих двух залежах составляют по категориям В+С<sub>1</sub> 70,5 млн. т В среднем руды содержат (в %): железа 50,7; серы 2,29; фосфора 0,033; меди 0,064.

Остальные шесть рудных тел участка приурочены к контактам даек диабазовых порфиритов и диоритов с известняками. В связи с удаленностью от основных залежей и небольшими размерами запасы этих рудных тел (в общей сложности около 1,6 млн. т) являются забалансовыми.

*Северо-Песчанский участок* включает шесть рудных тел, которые контролируются мощной зоной скарнов, приуроченной к меридиональ-

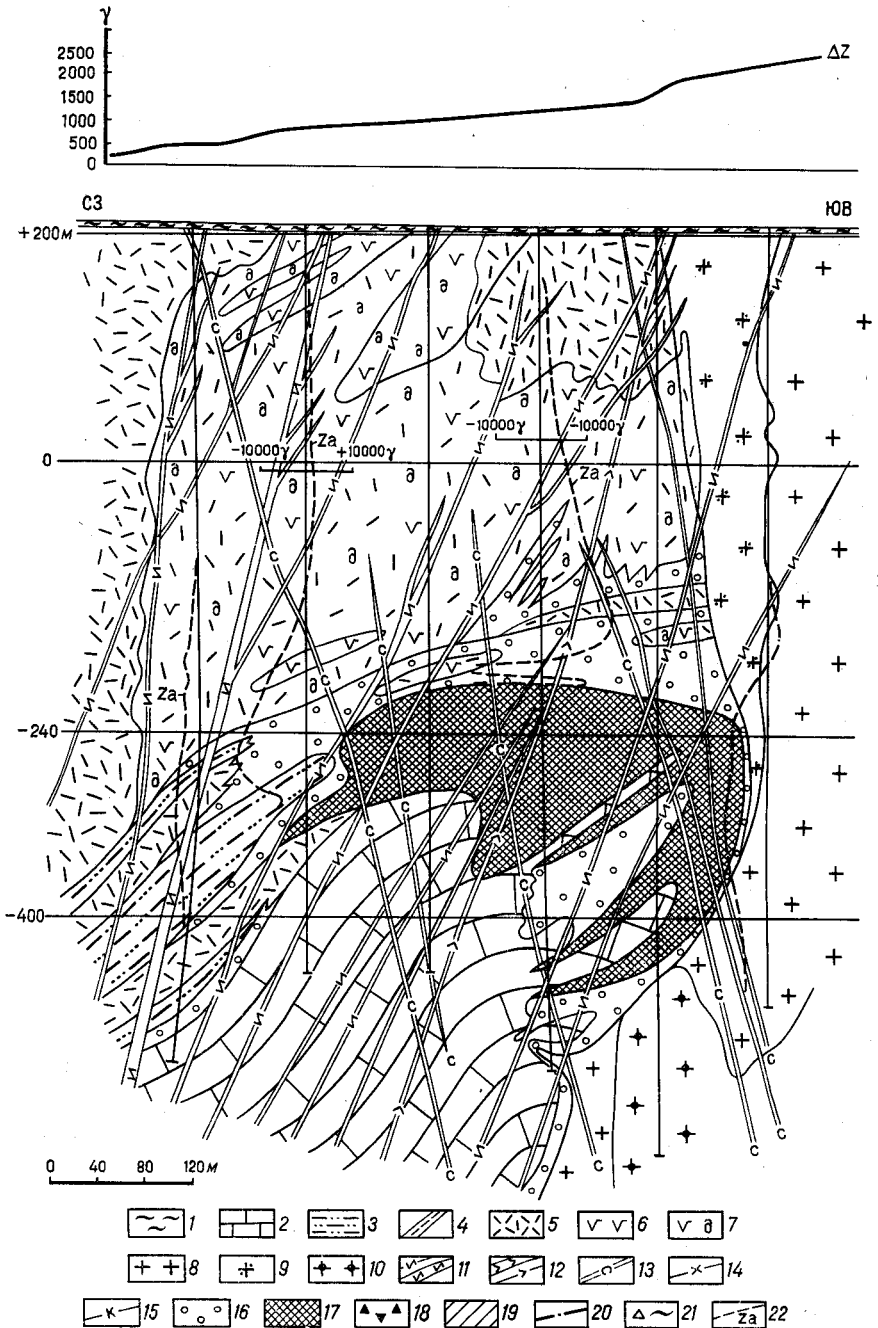


Рис. 69. Геологический разрез Ново-Песчанского участка

1 — почвенно-растительный слой и делювиально-элювиальные образования; 2 — известняки мраморизованные; 3 — слоистые туффиты, туффесчаники; 4 — хлорит-серицит-кварц-карбонатные породы; 5 — туфы роговообманково-плагноклазовых порфиритов; 6 — роговообманково-плагноклазовые, реже пироксен-плагноклазовые порфириты; 7 — туфы и порфириты дионсидизированные, частично эпидотизированные; 8 — диориты; 9 — порфиридные диориты; 10 — гранодиориты; 11 — дайки диабазовых порфиритов; 12 — дайки габбро-диабазов; 13 — дайки спессаритов; 14 — дайки диоритовых порфиритов; 15 — кварцевые жилы; 16 — скарны гранатовые и пироксен-гранатовые; 17 — руда магнетитовая, реже скарново-магнетитовая; 18 — скарново-халькопиритовая руда (вкрапленность и прожилки халькопирита в пироксен-гранатовом скарне); 19 — отработанная часть рудного тела; 20 — тектонические нарушения; 21 — передробленные, перетертые породы в тектонической зоне; 22 — магнитограмма Za

ному Северо-Песчанскому разлому крутого ( $65-70^\circ$ ) восточного падения в сторону интрузива. Наиболее крупным рудным телом является «Основное», на долю которого приходится около 95% запасов от общего их количества (см. табл. 18).

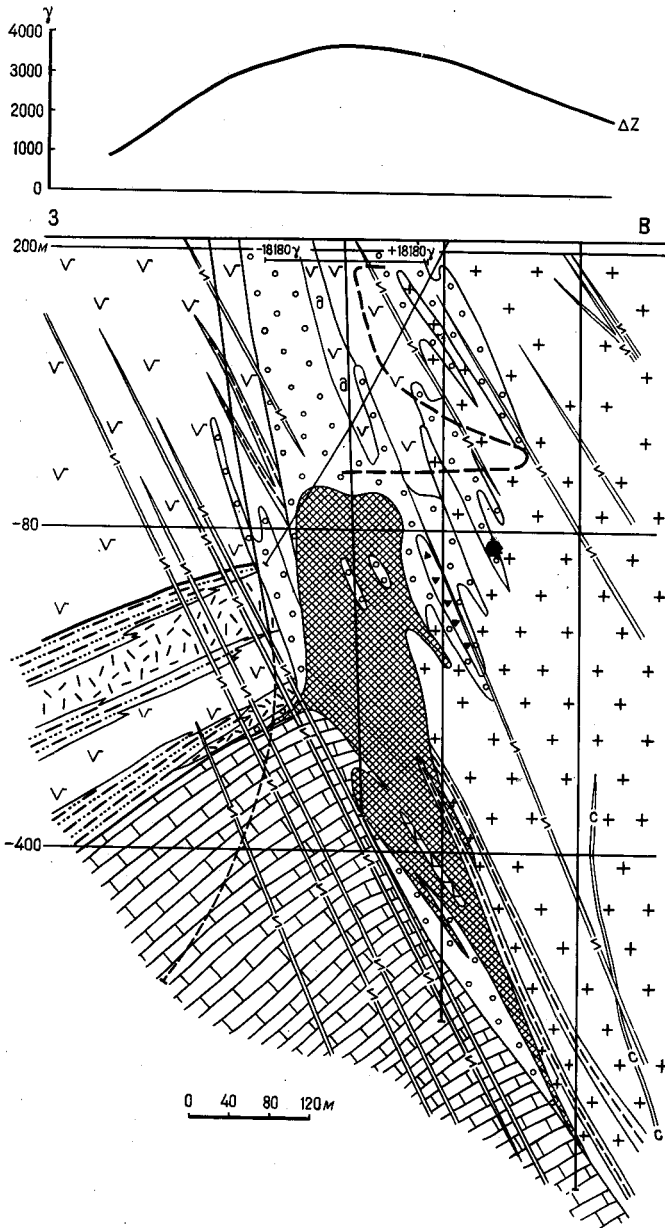


Рис. 70. Геологический разрез Северо-Песчанского участка. Условные обозначения см. на рис. 69.

Основное рудное тело залегает на глубине 270—900 м от поверхности, со склонением в северном направлении. Максимальная мощность 170 м, средняя 80 м. По простиранию рудное тело прослежено на 1700 м, по падению до глубины 900 м, причем мощность и длина по падению на флангах значительно уменьшаются (рис. 70).

На северном и южном флангах геологическая позиция рудного тела меняется. Контролирующим оруденение здесь, как и на Ново-Песчанском участке, становится контакт фроловско-васильевской толщи известняков с вышелегающими породами башмаковской толщи. При этом меняются и условия залегания рудного тела — оно становится пологопадающим, приобретает седловидную форму.

Ответвление от крутопадающего основного рудного тела участка, контролируемое контактом толщи известняков и вулканогенных образований, отмечено и в центральной части месторождения (см. рис. 70). Руды участка содержат (в %): железа 51; серы 3,35; фосфора 0,045; меди 0,083.

Породами, вмещающими рудные залежи, являются осветленные, интенсивно скарнированные роговообманково-плагиоклазовые порфириды, их туфы и диориты, а в нижней части лажачего бока — мраморизованные известняки.

На Южно-Песчанском участке известны три залежи — Верхняя и Нижняя Южно-Песчанские и Западно-Песчанская.

Верхнее рудное тело представляет собой горизонтальную линзовидную залежь, приуроченную непосредственно к контакту диоритов с известняками и тяготеющую к верхней части последних вблизи их перехода к вулканогенным образованиям. Залегаёт оно на глубине 453 м и имеет размеры в плане  $280 \times 155$  м при средней мощности 42 м.

Нижнее рудное тело залегаёт под горизонтальной

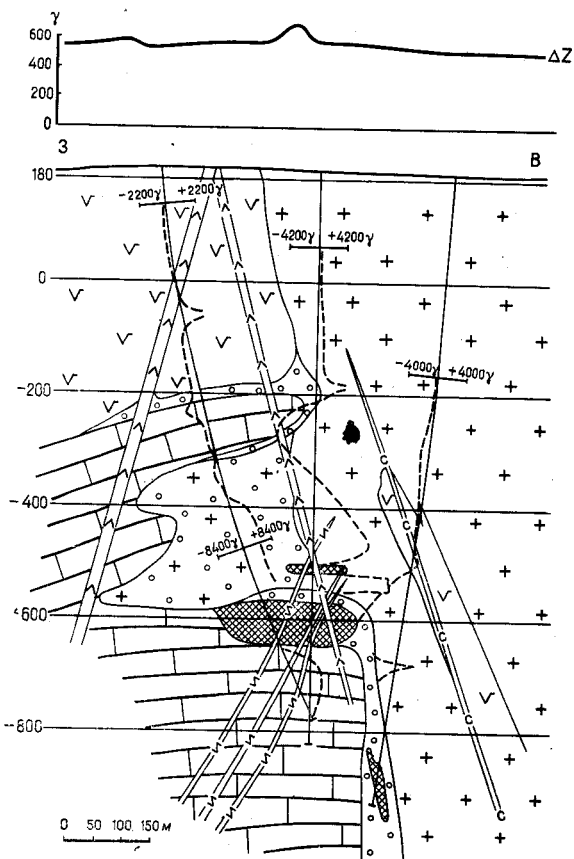


Рис. 71. Геологический разрез Нижней залежи Южно-Песчанского участка. Условные обозначения см. на рис. 69

частью апофизы диоритов в известняках (рис. 71). Сложено оно преимущественно магнетитовыми рудами, а скарново-магнетитовые руды отмечаются лишь в непосредственных контактах с диоритами и диабазовыми порфиридами даек. Глубина залегания — 758 м, длина — 260 м, ширина — 180 м, средняя мощность — 64 м.

Западно-Песчанское рудное тело удалено от контакта Песчанского интрузива на 400 м к западу, размеры тела в плане —  $200 \times 120$  м, по вертикали — 200 м. Оно имеет форму конуса, основание которого совпадает с границей вулканогенной и известняковой толщ, а вершина обращена вниз, вдоль даек габбро-диабазов в толще известняков (рис. 72). Рудное тело сложено магнетитовыми и халькопирит-магнетитовыми рудами; наиболее обогащенной халькопиритом является верхняя часть залежи.

В рудной зоне характерно обилие дорудных и пострудных даек диабазовых порфиритов. С глубиной роль даек как фактора рудоконтроля становится более определенной — оруденение приурочено к контактам даек, породы которых скарнированы и в различной степени оруденелы.

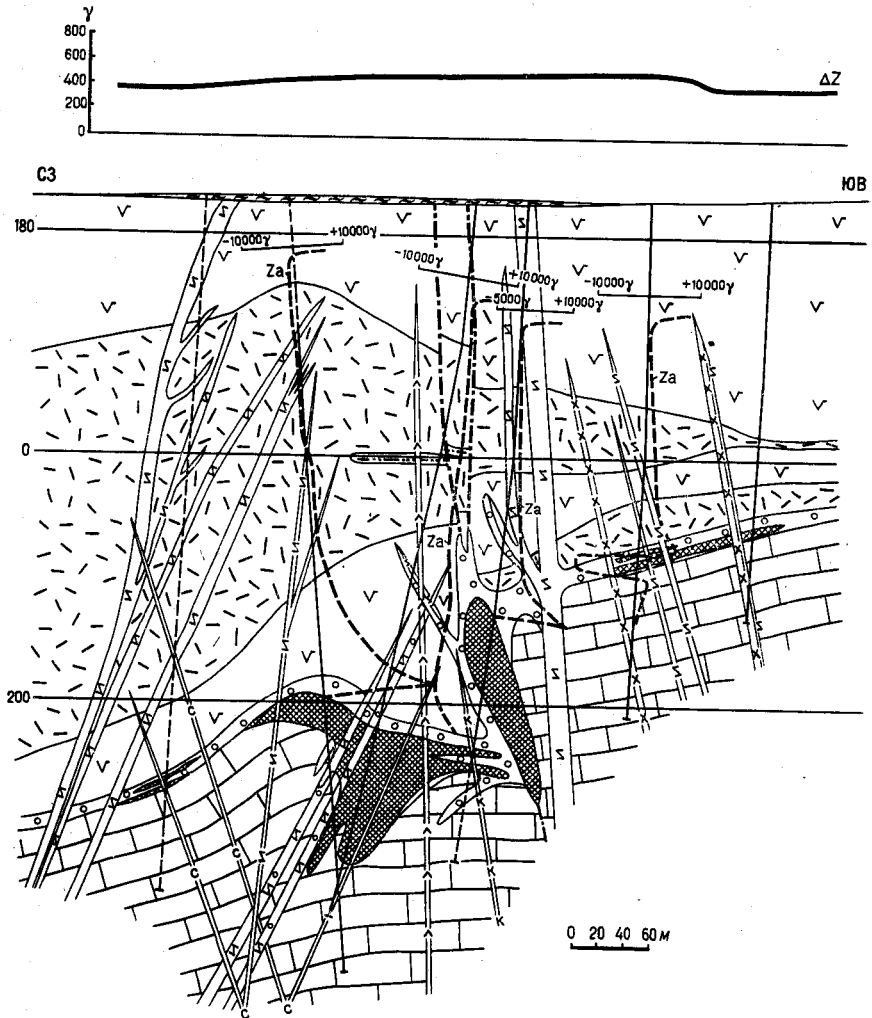


Рис. 72. Геологический разрез Западно-Песчанской залежи. Условные обозначения см. на рис. 69

Выше залежи среди эпидозитов, образовавшихся главным образом за счет роговообманково-плагноклазовых порфиритов и их туфов, у контактов с крутопадающими дайками диабазовых порфиритов выявлен ряд мелких тел халькопиритовых руд прожилково-вкрапленного типа. Они согласно с дайками круто падают на север и имеют непосредственную связь с халькопирит-магнетитовыми рудами, составляющими верхнюю часть залежи.

Химическая характеристика руд приведена в табл. 15.

В 200 м к юг-юго-востоку от Южно-Песчанских карьеров, в 730 м к югу от Нижней залежи, располагается Южная залежь, представлен-



Таблица 15

## Химический состав руд Песчанского участка (в вес. %)

Залежь	Железо	Сера	Фосфор	Медь
Верхняя Южно-Песчанская	50,44	2,58	0,036	0,065
Нижняя Южно-Песчанская	54,06	3,06	0,037	0,08
Западно-Песчанская	48,47	2,02	0,038	0,61

ная двумя рудными телами. Рудное тело 1 залегает на глубине 410—460 м и прослежено скважинами до глубины 613 м. Размеры его в плане 400×140 м, вертикальная мощность варьирует от 25 до 210 м. Оно имеет клиновидную форму в вертикальном разрезе и круто погружается на восток. Приурочено к контакту диоритов с известняками и залегает под горизонтальной апофизой диоритов, внедрившейся по верхнему стратиграфическому контакту толщи известняков (рис. 73).

Рудное тело 2 расположено непосредственно к северу от рудного тела 1 и залегает на глубине 470 м, имея размеры в плане 140×85 м при мощности 20 м. Оно погружается на восток под углом 55°.

Рудные тела сложены магнетитовыми, сульфидно-магнетитовыми и скарново-магнетитовыми рудами. Они содержат (в %): Fe 50,6; S 4,18; P 0,04; Cu 0,31.

Воронцовское месторождение представлено несколькими участками, расположенными на западном контакте Воронцовского диоритового интрузива: Северным, Центральным и Южным. На Центральном и Южном участках имелись небольшие запасы главным образом окисленных руд — мартитов, бурых железняков, которые почти полностью отработаны. В связи с этим ниже приводится краткое описание только Северного участка.

В геологическом строении этого участка участвуют вулканогенно-осадочные, интрузивные и жильные породы палеозойского возраста, а также породы, являющиеся продуктами метасоматических изменений и новообразований по осадочным и изверженным породам. Известняки фроловско-васильевской толщи, слагающие западную и южную части площади участка и залегающие ниже рудных тел, являются наиболее древними породами, вскрытыми в пределах участка. Преобладающее простирание толщи известняков меридиональное, но на отдельных его участках, благодаря наличию складок, осложняющих строение верхнего стратиграфического контакта толщи, оно изменяется вплоть до широтного.

В районе участка известняки в результате метаморфизма нацело перекристаллизованы и превращены в мраморы. На известняках залегает толща вулканогенных пород. В отдельных частях описываемого участка, особенно в южной, в сильно метаморфизованных вулканогенно-осадочных породах отмечаются реликты полосчатости, свидетельствующей, по-видимому, о наличии здесь слоистых образований башмаковской толщи, среди которых встречаются прослой известняков. Большой частью на известняках залегают грубо- и мелкообломочные туфы роговообманково-плагноклазовых порфиритов и порфириты андезитового состава.

Вулканогенные породы сильно изменены, особенно вблизи контакта с рудными залежами и известняками: ороговикованы, осветлены, диопсидизированы, скарнированы, эпидотизированы, хлоритизированы, карбонатизированы.



ного состава: диабазовые порфириды, пироксен-плагиоклазовые порфириды, иногда содержащие первичную роговую обманку. В значительно меньшем количестве развиты жильные породы среднего состава — спессариты и диоритовые порфириды.

На участке отмечается большое количество тектонических нарушений сбросового и взбросового характера. Несколько нарушений отме-

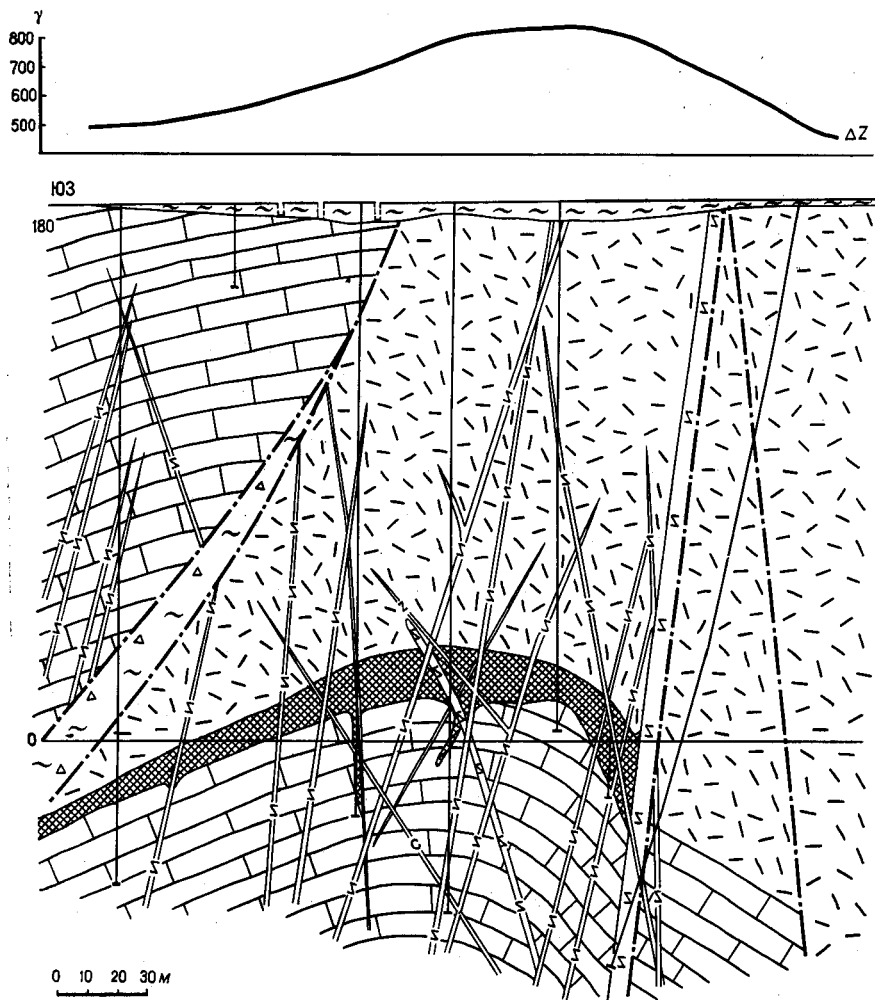


Рис. 74. Геологический разрез Северо-Воронцовского месторождения. Условные обозначения см. на рис. 69

чается в западной части участка. Здесь отдельные блоки в виде узких клиньев перемещены вниз и вверх, западная часть участка поднята.

Северо-восточная граница участка проходит по тектоническому нарушению доинтрузивного возраста. Многие нарушения подновлялись и в пострудное время, в результате чего отмечается перемещение блоков с отторгнутыми частями рудных залежей, дробление и перетирание руд.

Основная залежь участка представлена магнетитовыми и скарново-магнетитовыми рудами, имеет пластообразную форму и приурочена к куполовидной поверхности контакта известняков с вулканогенными образованиями (рис. 74). В ядрах небольших брахиантиклиналей от-

мечается повышенная мощность рудной залежи, а в ядрах брахисинклиналей и линейных прогибов кровли известняков (даже в пределах центральной части участка) в залежи появляются пустые окна.

Скарны на Северо-Воронцовском участке развиты в меньшей степени, чем на других. Они частично отмечаются в известняках на контактах с дайками, на контактах последних с рудной залежью, а также внутри залежи и в ее кровле.

Рудное тело имеет сложное внутреннее строение, содержит множество в различной степени скарнированных и оруденелых даек диабазовых порфиринов, а также гнезд пустых туфов и скарнов. В отдельных разрезах оно полностью находится внутри вулканогенной толщи, в других — среди известняков, примыкая к контакту последних с вышележащими туфами. Неровная нижняя граница основной рудной залежи с известняками часто обусловлена обилием доскарновых даек диабазовых порфиринов, вдоль которых оруденение развивалось на глубину. Это свидетельствует об определенной роли даек как геолого-структурного фактора локализации магнетитового оруденения.

Основная рудная залежь имеет длину по простиранию до 280 м, по падению — 200 м, мощность ее — от 1,9 до 17,5 м, глубина залегания — от 7 м в юго-восточной части до 180 м в северо-западной. Запасы ее составляли около 3 млн. т.

В висячем и лежащем боках Основной залежи имеется ряд мелких линзо- и гнездообразных тел бедных и богатых руд, часть которых обрабатывается попутно. В юго-восточной части участка, где рудная залежь выходила на поверхность или залегала на небольшой глубине, руды были представлены окисленными разностями. Они полностью отработаны.

Эксплуатация участка велась подземным способом через шахту Новую; добывались магнетитовые руды. Содержание железа в рудной массе (в %) 51,93; серы 3,52; фосфора 0,052; меди 0,116. В 1969 г. запасы месторождения полностью отработаны.

Ауэрбаховское месторождение приурочено к обширной зоне скарнов, развитой преимущественно на контакте интрузива с известняками фроловско-васильевской толщи, зажатой между Ауэрбаховским и Новым интрузивами, вероятно, соединяющимися на глубине (см. рис. 67). Основные рудные тела залегают в зоне восточного тектонического контакта Ауэрбаховского интрузива и только одно рудное тело (№ 9) приурочено к неровному западному контакту Нового интрузива. Интрузивные породы представлены диоритами, габбро-диоритами и габбро, слагающими краевую часть интрузива. Падение восточного контакта Ауэрбаховского интрузива крутое восточное, а западного контакта Нового интрузива — крутое западное.

Месторождение имеет меридиональное простирание и общую протяженность 3 км. Северная часть его поднята по широтному нарушению примерно на 600—700 м. В составе месторождения выделяются участки (с севера на юг): Николаевский, Верхний, Средний, Нижний, Южный, которым соответствуют одноименные карьеры.

Николаевский участок расположен к северу от широтного сброса в приподнятом блоке. Вмещающие породы здесь представлены роговообманково-плагиоклазовыми и пироксен-плагиоклазовыми порфиритами и их туфами, туффитами, туфопесчаниками суворовской и взвозной толщ, т. е. отложениями более древними, чем главный рудовмещающий горизонт. Руды на этом участке наиболее бедные, образовались при замещении магнетитом апосиликатных скарнов. Геологическое строение остальных участков более сходно. Они приурочены к широкой зоне гранатовых и пироксен-гранатовых скарнов, образовавшихся

по породам краевой части интрузива, дайкам диабазовых порфиритов и в меньшей мере — по известнякам. Отдельные выходы известняков и порфиритов наблюдаются на Верхнем и Среднем участках.

Главными тектоническими нарушениями на месторождении являются: субмеридиональный разлом вдоль восточного борта Восточно-Ауэрбаховского интрузива, контролирующий оруденение, и широтный разлом северной части месторождения.

Все породы на месторождении пронизаны дайками и жилами преимущественно диабазового состава. Дайки часто контролируются тектоническими трещинами и зонами подвижек.

На каждом участке установлено по несколько рудных тел, имеющих обычно пластообразную или линзовидную форму и располагающихся параллельно контакту интрузива. Редко форма рудных тел гнездо- или столбообразная. Простираение рудных тел север-северо-западное, падение восточное под углами 70—85°. Длина рудных тел по простиранию колеблется от 60 до 380 м, по падению — от 50 до 310 м. На глубине 400—500 м рудные тела, как правило, выклиниваются (рис. 75). Обычная мощность рудных тел 5—10 м. Наибольшие запасы руд сосредоточены на участках Среднем и Николаевском.

Руды залегают в первичных скарнах, которые состоят из граната ряда андрадит — гроссуляр и моноклинного пироксена, часто располагающегося во внешней части скарновой зоны на контакте с мраморами. Характерны звездчатые агрегаты пироксена. Замещением последних объясняется, по-видимому, своеобразная «сноповидная» вкрапленность сульфидов, главным образом пирита, в сплошных магнетитовых рудах. Наряду с первичными скарнами, обычно зеленовато-серыми или буроватыми, на месторождении наблюдаются скарны второй генерации, которые развиваются по различным системам трещин и секут первичные скарны и магнетитовые руды. Они отличаются ярко-бурым цветом и представлены преимущественно андрадитом. Руды в основном магнетитовые и скарново-магнетитовые. Они содержат (в %): железа 41,7; серы 0,64; фосфора 0,04; меди 0,18. Наиболее богатыми по содержанию железа являются руды Среднего участка. Содержание серы в рудах увеличивается в направлении с юга на север в сторону Турьинских меднорудных месторождений, а также с глубиной и в направлении внешней части скарновой зоны, к контакту ее с известняками.

В отношении меди в общих чертах сохраняется такая же, как и для серы, закономерность распределения. Медистые магнетиты наиболее широко развиты в северной части Среднего участка и особенно на северном фланге месторождения. Самостоятельные залежи сульфидных медных руд в эпидот-гранатовом скарне мощностью 6—7 м выявлены в восточной части Среднего участка. Мощная зона (около 50 м) с непромышленной вкрапленностью халькопирита в гранатовом скарне выявлена к востоку от рудного тела 9а, в южной части Нижнего карьера. Здесь же разведочным штреком горизонта 49 м вскрыта зияющая тектоническая трещина, в которой располагается плитообразная залежь самородной меди мощностью местами более 10 см. Залежи сульфидных медных руд имеют весьма ограниченные размеры и промышленного интереса не представляют.

Основным рудным минералом является магнетит. Мушкетовит и гематит отмечаются как продукты более поздних гидротермальных процессов. Кроме того, присутствуют сульфиды — пирит двух генераций, одна из которых выделяется повышенным содержанием кобальта, и халькопирит, встречающийся в руде в виде вкрапленников и прожилков. Из нерудных наиболее широко представлены скарновые минералы — гранат двух генераций, одна из которых пострудная, и пироксен.



Присутствуют также эпидот, хлорит, кварц, кальцит и другие минералы. Текстура магнетитовых руд — массивная, скарновых руд — полосчатая, брекчиевидная, пятнистая.

Мощная скарновая зона субмеридионального направления образовалась на Ауэрбаховском месторождении в основном по раздробленной

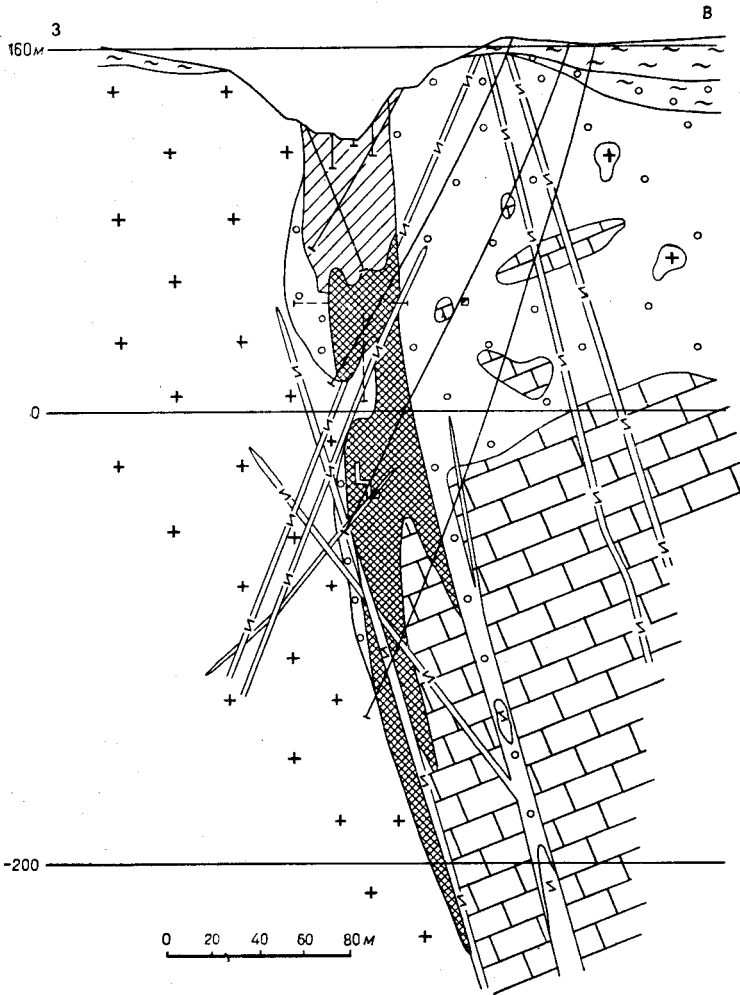


Рис. 75. Геологический разрез рудного тела 7 Среднего участка Ауэрбаховского месторождения. Условные обозначения см. на рис. 69

краевой части интрузива, представленного здесь главным образом диоритами. Скарнированию также подверглись многочисленные дайки преимущественно диабазовых порфиритов. В верхней части разреза, непосредственно к востоку от рудных тел, скарновая зона изобилует останцами силикатных пород (порфиритов, диоритов). Развитие скарнов по известнякам на месторождении ограничено и отмечается лишь непосредственно в контакте их с силикатными породами. Вблизи мощных скарновых зон в известняках также отмечаются жилы инфильтрационных скарнов, развивающихся по системе пересекающихся трещин. Мощ-

ность их до 10 см. Обычно они сложены крупными кристаллами граната, образующего цепочки вдоль трещин.

Строгая линейная вытянутость рудных тел и расположение их в субмеридиональном направлении внутри скарновой зоны или в ее восточной периферической части на контакте с известняками свидетельствует о ведущей роли тектонического контроля в локализации оруденения.

Кроме описанных месторождений, в рудном поле располагается ряд небольших по запасам залежей магнетитовых руд, запасы которых не числятся на балансе.

По своим технологическим свойствам магнетитовые и скарново-магнетитовые руды месторождений Ауэрбаховско-Песчанской группы относятся к легко обогащаемым методам сухого и мокрого магнитного обогащения. Флотация хвостов мокрого обогащения позволяет извлекать в медный и пиритный концентраты соответственно медь и кобальт. Руды Ауэрбаховского месторождения, содержание до 1% серы, успешно обогащаются методом сухой магнитной сепарации с предварительным дроблением до минус 25 мм.

Для руд Песчанских месторождений, содержащих 3—3,5% серы, оптимальной признана двухстадийная схема мокрого магнитного обогащения при крупности дробления 1—0 мм и минус 0,2 мм. При этом получается суммарный магнетитовый концентрат с содержанием (в %): железа 66,6; серы 2,1; фосфора 0,02; с коэффициентом основности 0,58. Выход концентрата — 60,8%, извлечение железа — 86,0%.

Рудные тела месторождений Ауэрбаховско-Песчанской группы залегают среди крепких и устойчивых скальных пород — скарнов, порфиринов, туфов, диоритов, известняков. Контакты рудных тел с вмещающими породами большей частью четкие, резкие. Грубая трещиноватость и пористость руд и пород, а также обусловленная ими влажность не превышают 5%.

Обводненность месторождений невелика. Притоки в шахты не превышают 100—120 м<sup>3</sup>/ч. Наиболее водообильной является верхняя водонесная зона мощностью 60—70 м, представленная трещиноватыми палеозойскими породами и обладающая более высокими фильтрационными свойствами, чем породы, залегающие глубже.

Таким образом, горнотехнические и гидрогеологические условия разработки месторождений рудного поля благоприятны.

Наличие продуктивных диоритовых массивов, приуроченных к многократно подновлявшимся тектоническим разломам глубинного заложения, и благоприятных литологических и структурных условий для локализации оруденения позволяют наметить общие перспективы на выявление в рудном поле новых рудных тел, запасы руд в которых предварительно определяются в 50—70 млн. т.

### Тагило-Кушвинский железорудный район

Тагило-Кушвинский горнопромышленный район относится к числу старейших на Урале. Здесь в 30—40-х годах XVIII в. после открытия железорудных месторождений гор Высокой и Благодать были заложены основы черной металлургии Урала, и в настоящее время район по добыче магнетитовых руд занимает первое место на Урале. Добыча руд в 1972 г. достигла 20% от общеуральской добычи железных руд всех типов.

Тагило-Кушвинский железорудный район включает площадь развития вулканических, вулканогенно-осадочных и осадочных образований лландоверийско-среднедевонского возраста, слагающих, по И. Д. Со-

болеву (1961), северную часть Тагильско-Магнитогорского прогиба (Тагильский мегасинклиорий). Постмагматические скарново-магнетитовые (горы Высокая и Благодать) и позднемагматические медно-железо-ванадиевые месторождения (Волковское и др. пространственно и генетически связаны с комплексом интрузивных пород ордовикско-раннедевонской габбровой формации (Штейнберг, 1963<sup>1, 2</sup>, 1969). В Тагило-Кушвинском районе интрузивный комплекс представлен на западе Тагило-Баранчинском габбровом массивом, в юго-восточной части расположен Тагильский, а в северо-восточной части — Кушвинский диорит-сиенитовые массивы. Волковский габбровый массив занимает центральное положение среди интрузивных массивов Тагило-Кушвинского района (рис. 76).

Согласно стратиграфической схеме, уточненной в последние годы по данным детальной геологической съемки (Ю. П. Сорокин, А. А. Пуркин, Е. И. Клевцов и др.), осадочные и вулканические породы района подразделяются на ряд свит (снизу вверх):

1. Красноуральская и кабанская свиты (ландовери — низы венлока) — вулканические породы ряда базальт — андезит — липарито-дацит . . . . . 600 м
2. Гальянская свита (венлок) — вулканические породы ряда базальт — андезито-базальт с нормальным соотношением в группе щелочей; в верхах свиты прослой пород карбонатной и терригенной фаций . . . . . 500—900 „
3. Именновская свита (верхний венлок — нижний лудлов) — вулканические породы ряда базальт — андезито-базальт в северной части района. В южной части района — карбонатные толщи большой мощности (до 700 м) . . . . . 700—2000 „
4. Туринская свита; нижняя часть свиты (верхи нижнего лудлова — верхний лудлов) — вулканические и осадочные породы ряда базальт — андезито-базальт с повышенной и высокой щелочностью кали-натровой серии (мощность 650—1000 м); верхняя часть свиты (верхи верхнего лудлова — жединский ярус) — вулканические и осадочные породы ряда трахиандезит — трахит (мощность 1700—3800 м) . . . . . 2350—4000 „
5. Бандейская свита (жединский ярус) — вулканические и осадочные породы ряда трахиандезит — базальтовый трахибазальт<sup>1</sup> . . . . . 120—1700 „
6. Лайская свита (эйфельский ярус) — вулканические, вулканогенно-осадочные породы состава эссекситовых порфиритов, осадочные породы . . . . . до 600 „

Перспективными для выявления скарново-магнетитового оруденения являются некоторые горизонты гальянской, именновской и туринской свит, вулканокластические образования которых переслаиваются с вулканогенно-осадочными и осадочными породами терригенной и карбонатной фаций. Неоднородный, часто пестрый состав вулканических и карбонатных осадочных толщ, контактирующих с продуктивными Кушвинским и Тагильским диорит-сиенитовыми массивами, приобретает важное значение как литологический фактор локализации оруденения.

Тагильский и Кушвинский массивы определяют структурную позицию Высокогорского и Гороблагодатского рудных полей. Восточный контакт обоих массивов, несмотря на сложность морфологии, является обычно согласным и нередко повторяет в плане изгибы складчатых структур вулканогенных и осадочных пород. Он имеет, как правило, восточное падение под углом 30—60°.

Северный субширотный контакт Кушвинского и юго-восточный контакт Тагильского диорит-сиенитового массива имеют секущий (под углом соответственно 90 и 60°) характер по отношению к толщам вулканических, вулканогенно-осадочных и осадочных пород субмеридионального простирания. Образование секущей контактовой поверхности сиенитовых массивов является результатом проявления дизъюнктивной

<sup>1</sup> Бандейская свита в общепринятых стратиграфических схемах выделяется в ранге толщи. — *Прим. ред.*

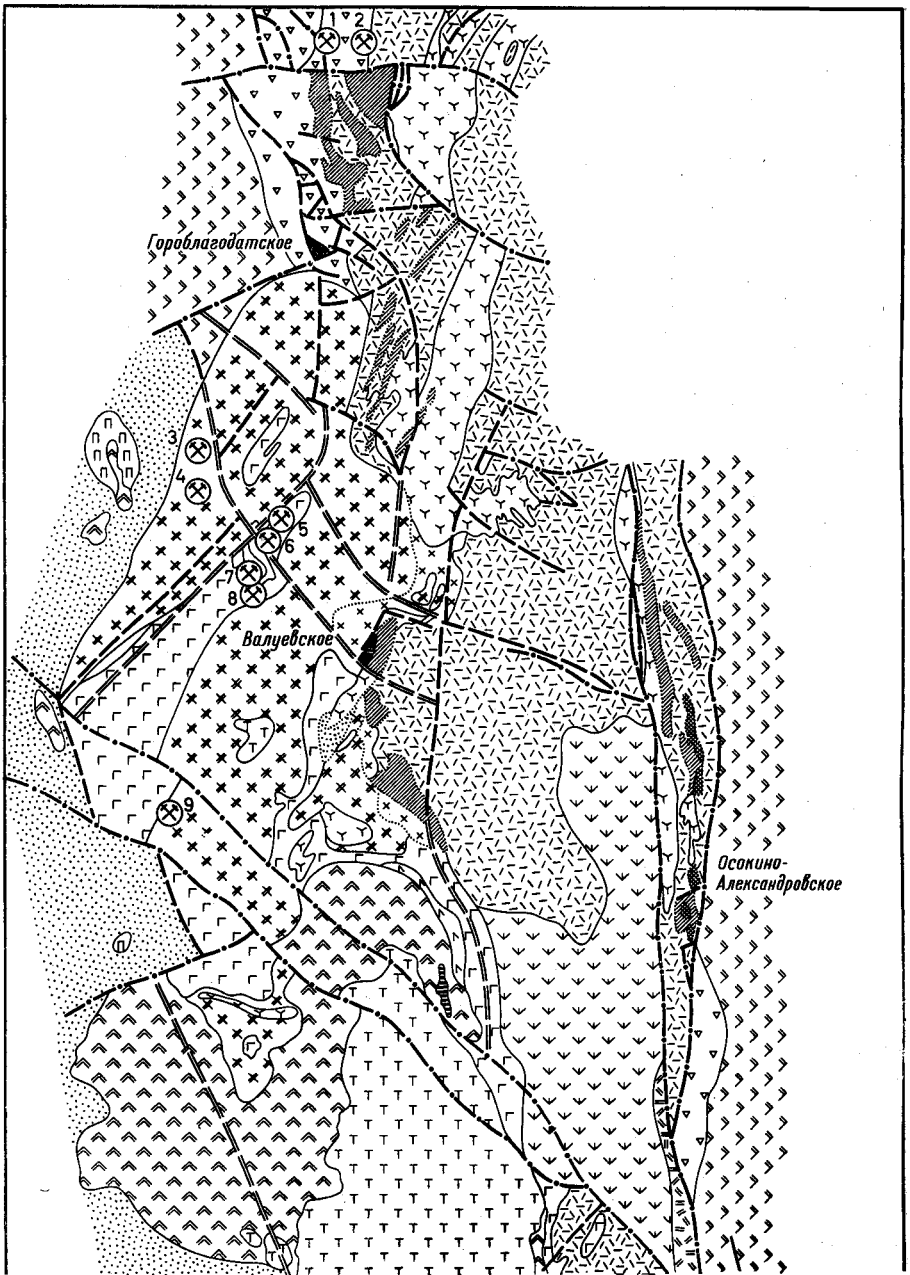
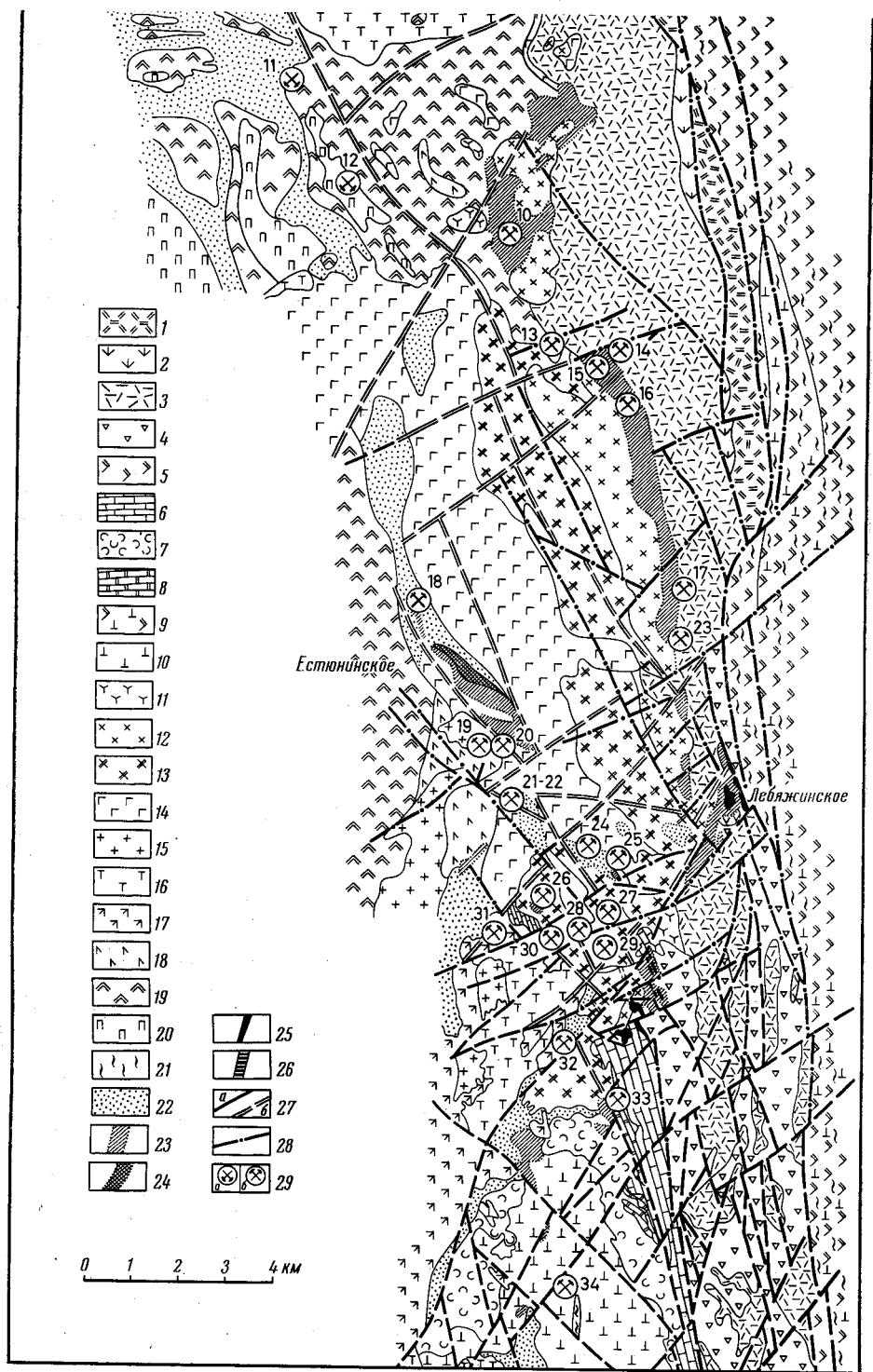


Рис. 76. Геологическая карта Тагило

1—10 — нижнесилурийский — среднедевонский вулканогенно-осадочный комплекс: 1 — лайская ринской свиты, 5 — вулканогенные породы именовской свиты, 6 — известняки высокогорья той же свиты, 9 — нерасчлененные вулканогенные толщи именовской и красноураль порфиры частью субинтрузивного облика, 12 — сиениты субщелочные, 13 — сиениты извест лекс: 15 — плагиограниты, граниты, 16 — кварцевые дисриты, 17 — кварцсодержащие дие дованные породы; 22 — роговики контактово-термальные и комплекс мелкозернистых мета пироксен-плагноклазовые и альбит-олигоклазовые метасоматиты, скарны; 24—25 — руды: железо-ванадиевые руды в габбро; 27 — доинтрузивные разломы видимые (а) и скрытые (рудопроявления) титаномангнетитовые (а) и магнетитовые (б): 1 — Первое Половинкинское, рудопроявлений (5 — Ивановское, 6 — А-1-47, 7 — Назаровское, 8 — Алферовское, 9 — Рубл Марфинское, 15 — Хахинское, 16 — Южно-Хахинское, 17 — Новолеляжинское, 18 — Северош горы, 24 — Выйское, 25 — Андреевское, 26 — Баумановское, 27 — Елизаровское, 28 — Черемш 33 — Гальянское,



**-Кушвинского железорудного района**

свита, 2 — бандейская свита, 3 — верхняя часть туринской свиты, 4 — нижняя часть ту-  
 ской толщи именной свиты, 7 — вулканогенные породы гальянской свиты, 8 — извест-  
 ково-щелочные и сиенито-диориты, 14 — диориты; 15—19 — габбро-плагногранитный ком-  
 плекс: 11 — микросиенитовые и сиенито-диориты, 12 — диориты; 13 — диориты; 14 — диориты; 15—19 — габбро-плагногранитный ком-  
 плекс: 18 — габбро-диориты, 19 — габбро; 20 — пироксениты; 21 — зеленые сланцы, расслан-  
 морфических пород с явлениями инъекций и переплавления; 23 — пироксен-скаполитовые,  
 24 — магнетитовые в нескарновых метасоматитах, 25 — магнетитовые в скарнах; 26 — медно-  
 (6); 28 — дорудные, интратрудные и пострудные разломы; 29 — железорудные месторождения  
 2 — Второе Половинкинское, 3 — А-5-55, 4 — А-6-55, 5—8 — Надежно-Коммерческая группа  
 евское, 10 — Жеребиковское, 11 — Северо-Баронское, 12 — Баронское, 13 — Безымянское, 14 —  
 Естюнинское, 19 — Негасимовское, 20 — Федоровское, 21 — А-2-55, 22 — А-3-55, 23 — Гуляц-  
 анское, 29 — Первое Каменское, 30 — Второе Каменское, 31 — Семеновское, 32 — Тонское,  
 34 — Юдихинское



тектоники на доинтрузивном этапе развития района. В дорудное и интрузивное время на участках несогласного контакта диорит-сиенитовых массивов со слоистыми породами кровли создавались благоприятные условия для проявления контактового железорудного метасоматоза в зонах внутрипластовой трещиноватости и межпластовых отслоений.

По структурному положению рудные тела месторождений района подразделяются на следующие основные группы: а) несогласные с контактовой поверхностью диорит-сиенитового массива, но согласные со слоистостью пород кровли (Высокогорское, Гороблагодатское); б) согласные с контактовой поверхностью интрузивных тел и слоистостью пород кровли (Валуевское, Новолебяжинское, Хахинское, Естюнинское и др.).

По геологической позиции относительно Тагильского и Кушвинского диорит-сиенитовых массивов месторождения района подразделяются на залегающие в экзоконтакте массивов и залегающие во внутренней зоне массивов. Этот принцип классификации использован при описании главных месторождений района.

По составу скарнов и руд в Тагило-Кушвинском районе выделяются месторождения с широким развитием пироксен-гранат-магнетитовой парагенетической ассоциации (Высокогорское, Гороблагодатское, Валуевское и др.) и месторождения с преимущественным развитием пироксен-скаполит-магнетитовой (Осокино-Александровское) и диопсид-олигоклаз-магнетитовой ассоциаций (Естюнинское).

Перечисленные основные литолого-структурные критерии наряду со стратиграфическими, геофизическими и прямыми поисковыми предпосылками используются для прогнозных геологоструктурных построений, служащих основой поисков новых железорудных месторождений.

#### КУШВИНСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В Кушвинском районе расположены Гороблагодатское, Валуевское, Осокино-Александровское месторождения. Наиболее крупным является Гороблагодатское месторождение, в котором сосредоточены основные промышленные запасы железных руд района.

Наиболее крупные железорудные месторождения, а также ряд рудопроявлений железа, марганца и меди пространственно и генетически связаны с Кушвинским диорит-сиенитовым массивом. Восточнее (4,5—6 км) выходов на поверхность Кушвинского сиенитового массива расположена вторая субмеридиональная зона, вмещающая скарново-магнетитовые железорудные месторождения и рудопроявления Осокино-Александровской группы.

По геологическому положению скарново-магнетитовые месторождения и рудопроявления района подразделяются на следующие группы: 1) месторождения и рудопроявления северного и восточного экзоконтакта Кушвинского диорит-сиенитового массива; 2) месторождения и рудопроявления Осокино-Александровской группы; 3) месторождения и рудопроявления внутренней зоны диорит-сиенитового массива. К первой группе относятся Гороблагодатское и Валуевское месторождения, а также скарновые медные рудопроявления Половинкинские Первое, Второе и др.

Гороблагодатское месторождение расположено на северо-восточной окраине г. Кушвы. Открыто в 1728 г. Степаном Чумпиным. Первые разведки начаты в 1735 г.

Систематические геологоразведочные работы на месторождении были организованы Уральским геологическим управлением в 1931 г. Значительный вклад в изучение месторождения внесли геологи В. М. Дервиз, В. П. Карманов, Н. Г. Сумин и В. А. Вакар, Д. С. Штейн-

берг и А. А. Маракушев, В. А. Груздев и В. М. Груздева, А. И. Семихин, А. К. Семерун и др. Геологические исследования района месторождения проводили Н. Н. Яковлев, А. Н. Заварицкий, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, В. В. Никитин, Ф. И. Кандыкин, Н. К. Высоцкий, А. К. Болдырев, В. М. Дервиз и др.

В 1934—1936 гг. В. П. Карманов впервые провел среднemasштабную геологическую съемку Кушвинского района. В 1947—1950 гг. Л. И. Кравцова и Д. С. Штейнберг впервые проводят детальную геологическую съемку. В 1959—1969 гг. детальное геологическое картирование Тагило-Кушвинского района проведено под руководством Ю. П. Сорокина, А. А. Пуркина и Е. И. Клевцова.

Гороблагодатское месторождение расположено в зоне северного секущего контакта. Кушвинского диорит-сиенитового массива с вулканическими и вулканогенно-осадочными породами туринской и именовской свит (рис. 77, а), в составе которых выделяются следующие толщи (снизу вверх):

1. Мысовская толща (нижний лудлов) — миндалекаменные базальтовые пироксеновые и пироксен-плаггиоклазовые порфириды; в северной части месторождения порфириды содержат прослой известковистых туффов (верхи толщи) и туфов порфиритов часто с обломками известняков (ближе к основанию толщи) . . . . . 400 м
2. Гороблагодатская толща (верхи нижнего лудлова) — сложный слоистый комплекс вулканических и вулканогенно-осадочных пород, вмещающий основные рудные тела Гороблагодатского месторождения. В гороблагодатской толще четко выделяются три горизонта: 1) нижний горизонт существенно вулканогенно-терригенный, сложенный базальт-известняковыми туфоконгломератами, переслаивающимися с туфогравелитами, туфопесчаниками и туфоалевритами (мощность 50—140 м); 2) средний горизонт, сложенный миндалекаменными существенно плаггиоклазовыми базальтовыми порфиридами повышенной щелочности так называемой «промежуточной пачки» (мощность 100—270 м); 3) верхний горизонт представлен ритмично переслаивающимися туфогравелитами, туфопесчаниками, туфоалевритами трахиандезитово-базальтового и базальтового состава. В северной части месторождения породы верхнего горизонта залегают на плаггиоклазовых порфиридах среднего горизонта. В южной части месторождения порфириды среднего горизонта выпадают из разреза, и породы верхнего и нижнего горизонтов образуют единую слоистую толщу (мощность 100—200 м) . . . . . 250—540 „
3. Туринско-колясниковская толща (верхний лудлов) — вулканокластические и эффузивные породы трахиандезитового и андезитово-трахитового состава, представленные грубообломочными туфами порфиритов, переслаивающимися в основании толщ с пепловыми туфами, туфопесчаниками и ксенотуфами, содержащими обломки известняков с фауной нижнего лудлова; верхи толщи имеют существенно лавовый состав. К породам туринско-колясниковской толщи приурочены тела бедных скаполит-магнетитовых руд . . . . . 800—1000 „

Породы гороблагодатской толщи прорваны пироксен-плаггиоклазовыми трахибазальтовыми порфиридами (так называемые порфириды всяческого бока месторождения). Эти породы прослеживаются непрерывно на 7 км в восточной части месторождения. Мощность их колеблется от 60 до 350 м (максимальная на южном фланге месторождения).

Породы мысовской толщи прослеживаются более чем на 6 км в виде субмеридиональной полосы шириной 350—600 м вдоль западной границы месторождения и выходят за его пределы.

В центральной части рудного поля в виде полосы север-северо-западного простирания шириной до 1100 м наблюдаются породы гороблагодатской толщи, выходящие на севере далеко за пределы месторождения. Вдоль восточной границы гороблагодатской толщи обнажаются выходы экструзивных трахибазальтовых порфиритов в виде полосы шириной от 70 до 750 м. Всю восточную часть месторождения занимают породы туринско-колясниковской толщи, которые прослежива-

ются в виде широко полосы (2,2 км) меридионального простираия (см. рис. 76).

В южной части месторождения вулканические и вулканогенно-осадочные породы прорваны и частично ассимилированы Кушвинской диорит-сиенитовой интрузией, которая образует с ними секущий контакт сложной морфологии субширотного простираия, круто погружающийся на глубину. Вблизи интрузии вмещающие породы подверглись контактово-метасоматическому метаморфизму. Наиболее интенсивному

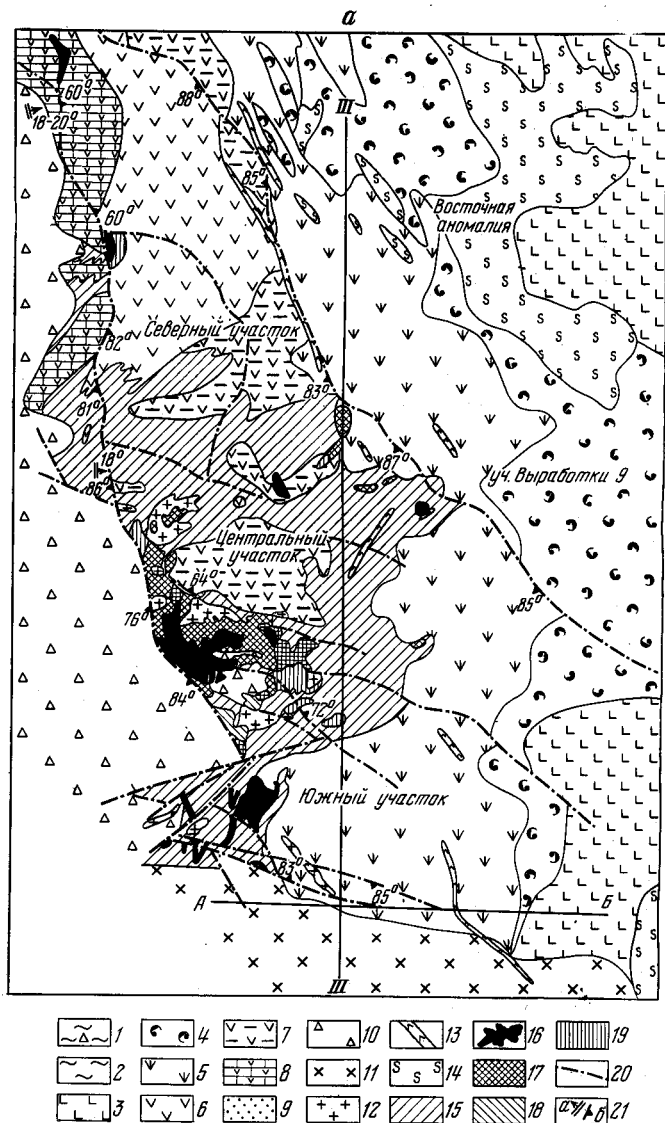
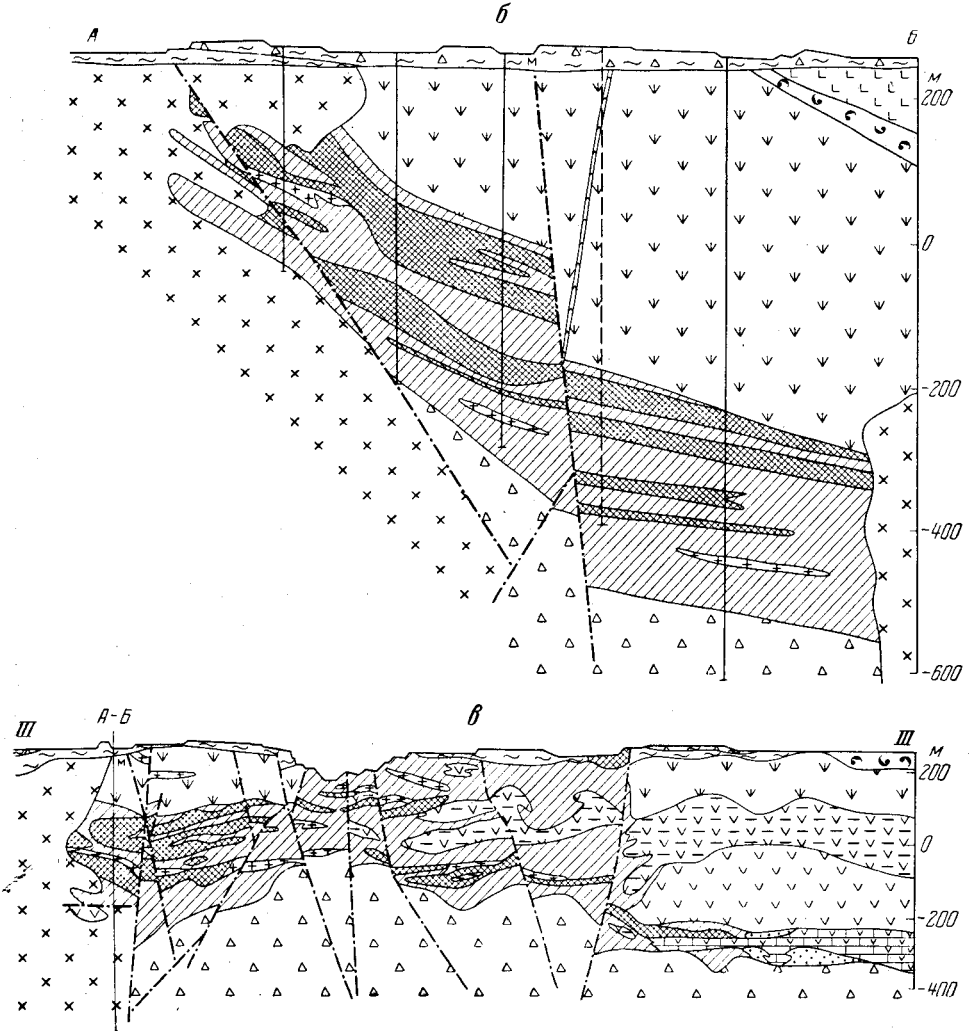


Рис. 77. Схематическая геологическая карта (а) и геологический словарь (б). 1 — четвертичные отложения, отвалы; 2 — мезозойская кора выветривания; 3 — мезозойская кора выветривания; 4 — крупнообломочные кристаллолиты; 5 — экструзивные плагиоклазовые и пироксен-плагиоклазовые грахи; 6 — зальтовые порфиры; 7 — мелко- и крупнообломочные туфы пласчистые; 8 — туфы пласчистые с прослоями песчаников и алевролитов (5–8 — гороблагодатская флора); 9 — микросиениты субщелочные; 10 — сиениты известково-щелочные; 11 — пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые и скарнированные породы; 12 — пироксен-плагиоклазовые порфиры; 13 — пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые и скарнированные породы; 14 — пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые и скарнированные породы; 15 — пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые и скарнированные породы; 16 — пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые и скарнированные породы; 17 — пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые и скарнированные породы; 18 — пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые и скарнированные породы; 19 — магнетит-гранатовые скарны; 20 — тектонические нарушения; 21 — тектонические нарушения.

изменению на месторождении подверглись породы гороблагодатской толщи, особенно в южной части месторождения, где они полностью замещены гранатовыми, пироксен-гранатовыми скарнами, магнетитовыми скарновыми и «оспенными» рудами и скаполитовыми породами.

Вулканогенно-осадочные породы туринской и именной свиты слагают западное крыло Туринско-Тагильской синклинали структуры и имеют восточное падение под углом  $20-30^\circ$ . Простирание пород в северной части —  $300-340^\circ$ , в южной —  $10-30^\circ$ . Общее моноклинальное залегание пород осложнено складчатостью второго порядка. Для складок второго порядка характерны северо-восточная ориентировка осей и асимметричность строения, обусловленная более крутым падением южных крыльев.



гические разрезы (б, в) Гороблагодатского железорудного месторождения

ривания; 3-4 — верхняя часть туринской свиты: 3 — плагноклазовые и пироксен-плагноклазовые то-витрокластические туфы трахиандезитовых порфиритов; 5-9 — нижняя часть туринской свиты: базальтовые порфириты, 6 — эффузивные плагноклазовые и пироксен-плагноклазовые трахиагноклазовых и пироксен-плагноклазовых порфиритов, 8 — базальт-известняковые конгломераты толща, 9 — туфопесчаники и алевролиты; 10 — мидалекаменные пироксеновые базальтовые портит-пироксен-роговообманковые среднезернистые; 12-13 — жильные образования: 12 — сиенит-пироксен-роговообманковые порфириты; 14 — метасоматиты пироксен-скаполитовые; 15 — скарны гранатовые, 16-19 — руды: 16 — магнетитовые, 17 — гранат-магнетитовые, 18 — ортоклаз-магнетитовые («оспеннения»; 21 — элементы залегания слоистости (а), разломов (б)

На месторождении выделяются доинтрузивные и постинтрузивные (дорудные и пострудные) разрывные нарушения. Доинтрузивные нарушения фиксируются положением секущей поверхности северного контакта Кушвинского диорит-сиенитового массива, дайками сиенитового состава и зонами интрузивных брекчий. Дайки микросиенитов и сиенит-порфиоров имеют преимущественно северо-восточное простирание и юго-восточное падение под углом 30—40°. Каких-либо смещений вдоль этих направлений не обнаружено. Ориентировка дорудных разрывных нарушений совпадает с осями складок второго порядка, что свидетельствует о близком времени формирования доинтрузивных разломов северо-восточного направления и пликативных структур второго порядка среди вулканических и вулканогенно-осадочных пород.

Постинтрузивные нарушения широко распространены на месторождении. Они имеют обычно субмеридиональное и субширотное направление. Ориентировка субмеридиональных сбросов несколько отклоняется от меридионального простирания к западу и параллельна генеральному простиранию рудовмещающих пород. Падение их крутое западное и колеблется от 80 до 90°. Простирание субширотных сбросов обычно отклоняется от широтного на юго-восток. Падение их крутое северное или южное под углом 75—85°. Постинтрузивные нарушения происходили как в дорудный, так и в послерудный этапы. Дорудные нарушения фиксируются зонами скарнов вдоль главного субмеридионального сброса и рудными брекчиями, в которых цементом является магнетит или скарновые минералы.

Пострудные нарушения имеют весьма широкое распространение на месторождении. С ними связаны крупные нарушения сплошности рудовмещающих пород и смещения отдельных тектонических блоков, вмещающих рудные тела. Пострудные нарушения унаследовали от дорудных те же два главных направления: субмеридиональное (северо-западное) и субширотное (юго-восточное). Оба направления сопровождаются системой субпараллельных нарушений и смещений, образующих ступенчатые сбросы. Наиболее крупные пострудные нарушения сосредоточены в центральной части месторождения (см. рис. 76).

К числу структурных факторов, контролирующих локализацию оруднения, относятся: характер контактов интрузива, геологическое строение экзоконтактной зоны, дорудные и интрарудные тектонические нарушения, проявление рассланцевания и многократное подновление трещин среди слоистых рудовмещающих пород и др.

Рудный метасоматоз максимально проявился в экзоконтактной зоне, в области субширотного крутопадающего секущего контакта Кушвинского диорит-сиенитового массива и в ослабленных зонах субмеридионального простирания, параллельных или совпадающих с главным дорудным сбросом. Здесь находятся наиболее крупные и мощные тела. С удалением от контакта интрузива в северном направлении мощности рудных тел постепенно уменьшаются. То же самое отмечается по падению рудных тел.

На месторождении выделено 15 рудных тел, пространственно и генетически тесно связанных с зонами скарнирования или скаполитизации. По стратиграфическому положению выделяются три рудных горизонта. Два горизонта — нижний и средний — залегают в гороблагодатской толще, а верхний — в зоне пироксен-скаполитовых пород туринско-колясниковской толщи. К нижнему рудному горизонту относятся рудные тела 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7, к среднему — рудные тела 8, 9, 10, 11, 12 и 13 и к верхнему — рудные тела 14 и 15. Размеры рудных тел колеблются по длине от 200 до 930 м, по мощности от 2 до 84 м. Длина их по падению изменяется от 520 до 1600 м (см. рис. 77, б; 77, в).



Промышленную ценность месторождения определяют рудные тела 1, 2 и 7, в которых сосредоточено свыше 94% общего количества балансовых запасов железных руд.

Рудные тела залегают согласно с рудовмещающими породами. Форма их пластообразная, реже встречаются неправильные линзы. В плане рудные тела имеют эллипсоидную форму и отчетливо вытянуты в широтном направлении по падению скарново-рудной зоны. Проявление пострудных разрывных нарушений и вертикальных смещений вдоль крутопадающих поверхностей значительно осложняет морфологию оруденения.

Для месторождения характерно срединное положение рудных тел внутри скарновой зоны, что соответствует одной из распространенных форм метасоматической зональности (см. рис. 77). Объем скарновой зоны на месторождении намного превышает объемы рудных тел. Лишь в северной части месторождения зоны скарнов, вмещающих рудное тело 7, невелики, а иногда вообще отсутствуют.

По минеральному и химическому составу на месторождении выделяются два типа руд: скарновые и «оспенные». Скарновые руды характеризуются парагенезисом гранат — магнетит или гранат — эпидот — магнетит и наличием в магнетите примесей марганца; «оспенные» — парагенезисом ортоклаз — пироксен — скаполит — магнетит и наличием в магнетите примеси титана и ванадия. Преимущественно распространены скарновые руды, слагающие основные рудные тела месторождения; «оспенные» руды имеют подчиненное распространение. Пространственно они тесно связаны с дайками микросиенитов и сиенит-порфиров и образуются в процессе их замещения. Самостоятельных рудных тел они не образуют и наблюдаются в виде различных по форме и размерам обособлений среди скарновых руд. Иногда среди скарновых руд встречаются кальцит-магнетитовые руды. Окисленные (мартитовые) руды сейчас в значительной мере отработаны.

В магнетитовых рудах месторождения наиболее распространены массивные, пятнистые, вкрапленные и полосчатые текстуры; иногда встречаются друзовая и другие типы текстур.

Минеральный состав первичных магнетитовых руд приводится в табл. 16.

Таблица 16

**Минеральный состав первичных магнетитовых руд  
Гороблагодатского месторождения**

Степень распространения минералов	Рудные минералы	Нерудные минералы
Главные	Магнетит	Гранат, пироксен, ортоклаз скаполит
Второстепенные	Пирит, халькопирит	Кальцит, эпидот, хлорит, альбит, пренит, цеолит
Редко встречающиеся	Сфалерит, гематит, пирротин, галенит, борнит, марказит, мушкетовит	Апатит, сфен, кварц, флюорит

Скарновые руды по минеральному составу, текстурно-структурным особенностям и содержанию железа подразделяются на сплошные магнетитовые, гранат-магнетитовые и магнетит-гранатовые руды и магнетит-гранатовые скарны.

Среднее содержание железа в рудах Гороблагодатского месторождения составляет 35,47%. Среднее содержание других компонентов ха-

рактеризуется следующими цифрами (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  18,77;  $\text{TiO}_2$  0,60;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8,29;  $\text{MnO}$  0,95;  $\text{CaO}$  11,48;  $\text{MgO}$  1,86;  $\text{V}_2\text{O}_5$  0,050; S 0,68; P 0,053; Co 0,022;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  36,85;  $\text{FeO}$  15,19; Cu 0,13; ZnO 0,078; Cr следы; Ni следы; п. п. п. 3,60;  $\text{H}_2\text{O}$  0,32.

В образовании Гороблагодатского месторождения выделяются две стадии. В первую стадию формируется складчатая структура рудовмещающих вулканогенно-осадочных толщ и закладываются субмеридиональные и субширотные зоны дробления. Во вторую стадию происходит становление Кушвинской гипабиссальной интрузии диорит-сиенитов в три фазы.

Первая фаза — внедрение сиенитовой интрузии, контактово-метасоматическое и метасоматическое воздействие массива на вмещающие породы (ороговикование, альбитизация и др.).

Вторая фаза — подновление доинтрузивных зон трещиноватости, по которым затем проникают постмагматические скарнирующие растворы, производящие метасоматическое замещение вулканогенно-осадочных пород в краевой части сиенитовой интрузии; возникновение скаполитовых пород и связанных с ними руд, скарнированных пород, скарнов и магнетитовых руд скарнового типа.

Третья фаза — образование сульфидов и низкотемпературных нерудных минералов (эпидота второй генерации, хлорита, карбонатов, серицита, пренита и др.). Проникновение сульфидов происходило вдоль новых зон, не совпадающих с путями движения растворов скарно- и рудообразования. Поэтому многочисленные мелкие жилки сульфидов и низкотемпературных нерудных минералов обычно секут тела скарнов и руд.

Гороблагодатское месторождение разрабатывается открытым и подземным способами. Основная часть добычи (3412 тыс. т в год) производится из Центрального карьера. Глубокие горизонты месторождения обрабатываются шахтой Южная.

Гидрогеологические условия месторождения сравнительно сложные. Обводнение горных выработок происходит главным образом по трещинным зонам, сопровождающим основные тектонические нарушения. Современный фактический приток воды в шахту «Южная» —  $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ , в шахту «Вспомогательная» —  $317 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Имеются реальные перспективы для увеличения запасов железных руд месторождения, главным образом за счет разведки его восточного фланга.

Валуевское месторождение расположено в 9 км юго-восточнее г. Кушва. Открыто в 1753 г., было известно под названием Малоблагодатского. Начало открытой разработки относится к XVIII в. Эксплуатация месторождения производилась в 1872—1883 гг. и была возобновлена в 1953 г.

Первые разведки на месторождении проводились в 1872—1883 гг. В. Н. Миллером, а детальная разведка — Гороблагодатской партией треста «Уралчерметразведка» с 1946 по 1956 г. Работами руководили геологи В. А. Груздев и В. М. Груздева (1948—1953 гг.) и А. И. Семенихин (1953—1956 гг.).

Валуевское месторождение приурочено к восточному экзоконтакту Кушвинской диорит-сиенитовой интрузии и залегает среди пород теплогорско-валуевской толщи туринской свиты в западном пологом крыле Туринско-Тагильской синклиналильной структуры (рис. 78, а).

Нижняя часть теплогорско-валуевской толщи представлена в основном пирокластическими породами. Выше в толще появляются крупные тела известняков. В результате контактово-метасоматических процессов один из пластов известняков на контакте с лейкократовыми сие-

нитами был замещен магнетитовыми рудами. Мощность пород теплогорско-валуевской толщи в районе месторождения составляет 1400 м. Возраст — верхи верхнего лудлова.

Валуевское месторождение залегает между двумя локальными выступами восточного контакта Кушвинского диорит-сиенитового массива. Усложнение морфологии восточного контакта массива обусловлено существованием двух параллельных субширотных доинтрузивных нарушений, фиксирующих проникновение сиенитов в породы кровли с образованием северной и южной крутопадающих секущих контактовых поверхностей. Восточный субсогласный контакт сиенитового массива имеет сравнительно пологое (под углом 30—45°) восточное падение.

Положение рудных тел на Валуевском месторождении контролируется основным субмеридиональным интарудным сбросо-сдвигом, подновленным в пострудное время. В центральной части месторождения это нарушение сопрягается с серией одновозрастных субширотных нарушений. Пострудные разрывные нарушения проявлены слабо. Крупных смещений рудных тел не наблюдается.

Вмещающие породы и рудные залежи имеют северо-восточное простирание по азимуту 40° и довольно выдержанное юго-восточное падение под углом около 30° с местными колебаниями угла падения от 20 до 50° (см. рис. 78, б).

Нижняя часть теплогорско-валуевской толщи в районе месторождения подвергнута интенсивному контактово-метасоматическому изменению. По вулканическим породам образуются существенно флогопит-калишпат-альбитовые породы. При удалении в породы лежачего и висячего боков и на флангах они сменяются хлорит-эпидот-альбитовыми породами с примесью серицита. В области субсогласного контакта лейкократовых сиенитов краевой зоны Кушвинского массива с вышележащими осадочными и вулканогенными породами развиты преимущественно пироксеновые и пироксен-гранатовые скарны и серпентиниты.

Большая часть рудных тел связана с пироксеновыми и пироксен-гранатовыми скарнами, иногда встречаются серпентин-магнетитовые руды. В висячем боку на расстоянии 250—1500 м от рудных тел Валуевского месторождения по известнякам и туфогенно-осадочным породам образуются гранат-бустамитовые скарны.

Форма скарново-рудной зоны пластообразная, унаследованная от замещенного скарнами пласта известняков. Сложена она магнетитовыми рудами, скарнами различного состава, серпентинитами и реже флогопитовыми породами. Стратиграфически выше основной рудной зоны месторождения среди метаморфизованных пород слоистой толщи размещено несколько маломощных обособленных тел верхнего рудоносного горизонта (см. рис. 78, б).

На месторождении установлено 14 рудных тел. Девять рудных тел (1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 12 и 13) приурочены к основной скарново-рудной зоне; пять тел (5, 6, 7, 9 и 14) слагают верхний рудоносный горизонт. Размеры их колеблются по длине от 50 до 950 м и по мощности (средней) от 5 до 15 м. Длина рудных тел по падению изменяется от 100 до 900 м.

В основной скарново-рудной зоне сосредоточено 86% общих запасов месторождения, из них на наиболее крупное рудное тело 2 приходится 85% общих запасов и 97% балансовых запасов месторождения. Рудное тело 2 имеет пластообразную форму, остальные тела — форму линз.

По внутреннему строению рудные тела неоднородны, что обусловлено незакономерным чередованием в них участков сплошных магнетитовых руд с гранат-магнетитовыми, пироксен-магнетитовыми рудами

и скарнами. По текстуре на месторождении выделяются два приблизительно одинаково распространенных типа руд: сплошные и скарново-магнетитовые. Сплошные магнетитовые руды обычно массивной тек-

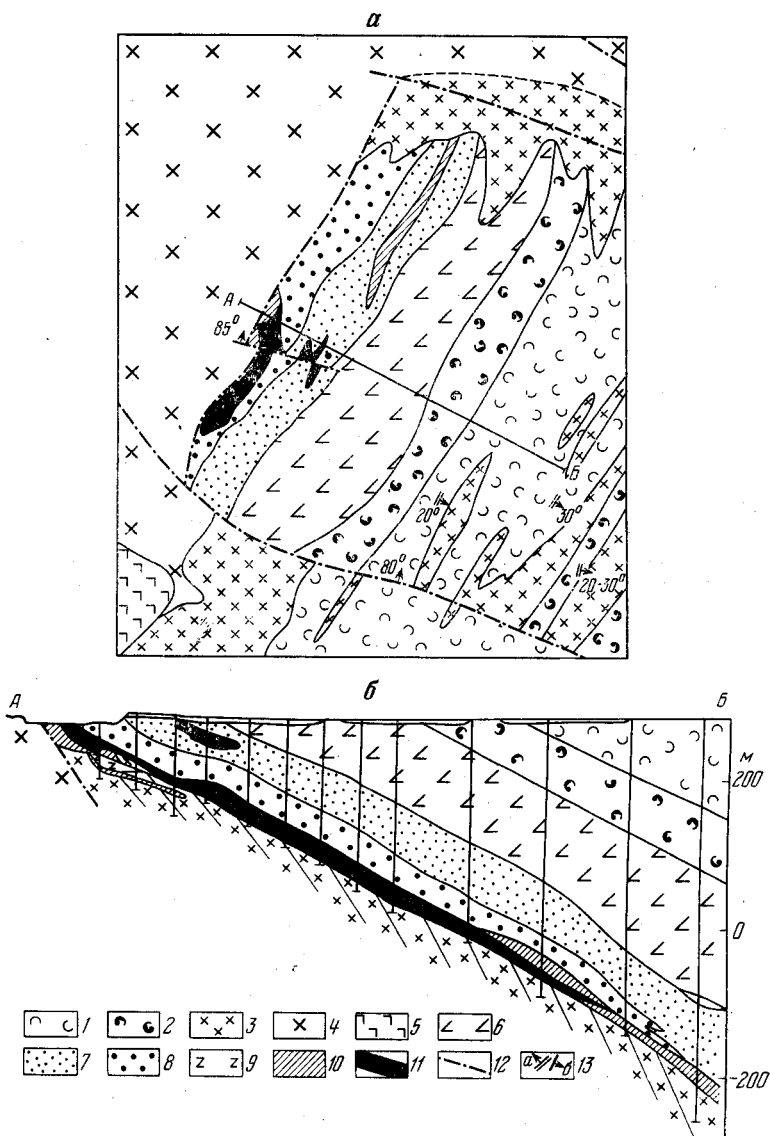


Рис. 78. Схематическая геологическая карта (а) и разрез (б) Валуевского железорудного месторождения

1—2 — туфы трахитовых порфиров (верхняя часть туринской свиты): 1 — мелко- и крупнообломочные кристалло-литокластические слоистые туфы, 2 — крупнообломочные кристалло-витрокластические игнимбриовидные туфы; 3 — микросенииты и сениит-порфиры субщелочные; 4 — сенииты субщелочные биотит-роговообманковые; 5 — диориты калишпатсодержащие, пироксен-биотитовые; 6—9 — метасоматиты: 6 — хлорит-альбитовые, 7 — флогопит-альбитовые массивные и 8 — те же полосчатые; 9 — флогопитовые породы; 10 — скарны пироксен-гранатовые и магнетит-пироксен-гранатовые; 11 — магнетитовые руды; 12 — тектонические нарушения; 13 — элементы залегания слоистости (а), контактов и тектонических нарушений (б)

стуры, имеют преимущественно мелко- и тонкозернистое строение. Однородность текстуры сплошных магнетитовых руд нарушается присутствием неравномерной вкрапленности сульфидов и включений неруд-

ных минералов (серпентин и пироксен). Скарновые руды имеют пятнистую текстуру и представляют собой агрегат зерен магнетита и нерудных минералов: пироксена, серпентина, граната, эпидота, хлорита и флогопита. Как и в сплошных рудах, здесь повсеместно присутствуют сульфиды. Иногда встречаются полосчатые и брекчиевидные текстуры.

Минеральный состав руд месторождения: а) рудные: главные — магнетит, второстепенные — пирротин, пирит, сфалерит, халькопирит, гидрокислы железа и мушкетовит; б) нерудные: главные — моноклинный пироксен, эпидот, флогопит, хлорит, серпентин, гранат, альбит и кальцит; второстепенные — амфибол, актинолит, тальк, энстатит, серицит, пренит, апатит, флюорит и сфен.

Содержание железа в рудах Валуевского месторождения колеблется от 20 до 67,25%. Содержание серы достигает иногда 17%, фосфора — 0,53%. Средний химический состав руд месторождения следующий (в вес. %):  $Fe_{\text{общ}}$  45,81;  $SiO_2$  11,4;  $TiO_2$  0,19;  $Al_2O_3$  3,7;  $Fe_2O_3$  46,45;  $FeO$  17,2;  $CaO$  1,7;  $MgO$  11,8;  $MnO$  2,29;  $K_2O+Na_2O$  0,4;  $V_2O_5$  0,044; S 1,47; P 0,09; Zn 0,101; Cu 0,066; Co 0,011; Pb 0,0074; As 0,001; п. п. п. 2,82.

Месторождение до 1969 г. разрабатывалось карьером. В настоящее время добыча руд ведется из шахты Валуевской, сданной в эксплуатацию в 1968 г. Проектная годовая производительность шахты — 0,5 млн. т.

На месторождении водоносный горизонт приурочен к трещинным зонам. Наблюдается гидравлическая связь трещинных и поверхностных вод. Коэффициент фильтрации колеблется в пределах 0,01—0,22. Фактический среднегодовой приток в шахту Валуевская составляет 100 м<sup>3</sup>/ч, при осенних дождях он возрастает до 450 м<sup>3</sup>/ч.

Имеются перспективы увеличения запасов на глубоких горизонтах месторождения за счет разведки флангов и Восточно-Валуевской рудной зоны.

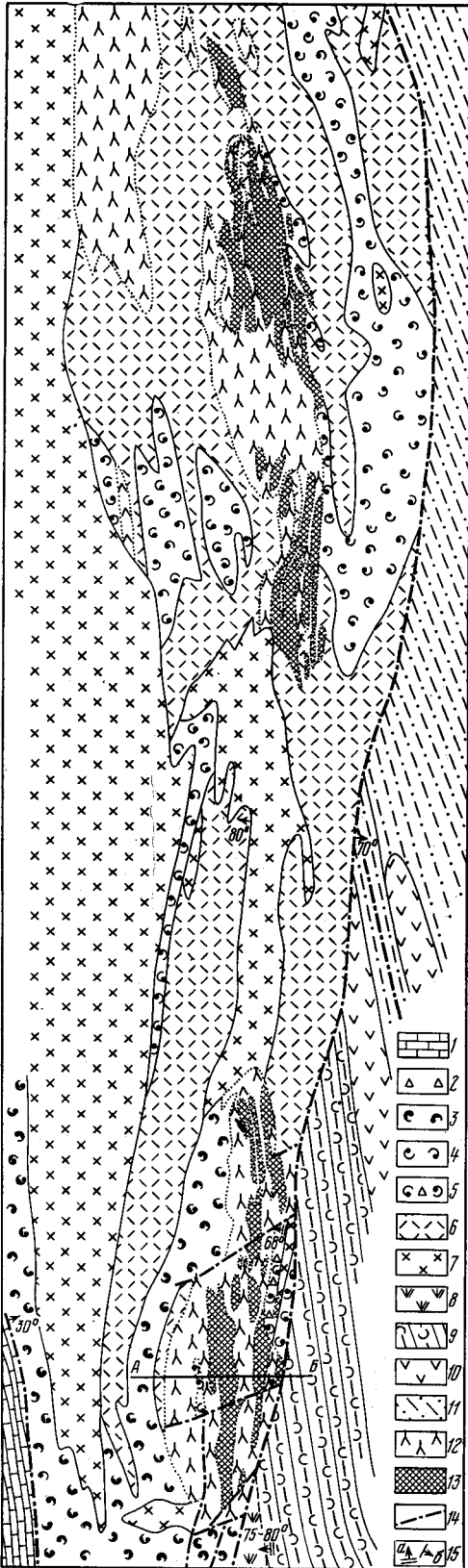
Осокино-Александровское месторождение расположено в 14 км юго-восточнее г. Кушвы.

Первые сведения о месторождении относятся к 1846 г. С 1878 по 1902 г. месторождение разрабатывалось небольшими карьерами. Первые разведочные работы проведены в 1892—1895 гг. Детальная разведка месторождения проводилась с 1947 по 1955 г. В изучении месторождения принимали участие П. П. Кузнецов, В. И. Кондратьев, В. М. Дервиз, Д. С. Штейнберг, В. М. Логиновский, А. И. Семенихин и др.

Осокино-Александровское месторождение находится в восточной части Кушвинского района, в 4,5—6 км восточнее Кушвинского диорит-сиенитового массива.

Месторождение расположено в пределах меридионально вытянутой полосы вулканических пород туринско-колясниковской толщи туринской свиты (рис. 79). Ширина ее колеблется от 1000 м в районе Александровской до 1350 м в районе Осокинской рудных зон. На западе рудовмещающие породы туринско-колясниковской толщи ограничены разрывным нарушением системы Туринского разлома, вдоль которого вулканические и вулканогенно-осадочные породы туринско-колясниковской толщи надвинуты на карбонатные отложения бандейской свиты. В восточной части породы рудовмещающего комплекса срезаны плоскостью крупного надвига системы Туринского разлома, вдоль которого (на уровень с туринско-колясниковской толщей) приподняты порфириды и их туфы андезито-базальтового и базальтового состава именной свиты. Поверхность надвига падает на восток под углом 55—70°.





Вулканические и вулканогенно-осадочные породы туринско-колясниковской толщи залегают в восточном крыле Туринско-Тагильской синклинали структуры. Под влиянием интенсивных пликативных и дизъюнктивных дислокаций рудомещающие породы имеют необычное для Кушвинского района крутое западное падение под углом  $70-80^\circ$ .

В восточной части месторождения развиты преимущественно лавы трахиандезитового и андезито-трахитового состава, включающие прослойки туфов аналогичного состава. В центральной части месторождения развиты преимущественно грубообломочные туфы порфиритов трахиандезитового состава (Осокинский участок), крупнообломочные ксенотуфы трахиандезитового состава часто с обломками серых и светло-серых мраморизованных известняков, порфиритов трахибазальтового состава (типа так называемых «порфиритов висячего бока» месторождения горы Благодать) и слоистых вулканогенно-осадочных пород. Горизонт грубообломочных пород включает маломощные прослои известняков (Александровский участок). В западной части месторождения развиты преимущественно лавы трахиандезитового

Рис. 79. Схематическая геологическая карта Осокино-Александровского месторождения

1 — известняки с фауной нижнего девона, бандейская свита; 2 — полимиктовые ксенотуфы базальтовых порфиритов; 3—5 — верхняя часть туринской свиты; 3 — игнибригидные кристалло-витрокластические туфы трахитовых порфиритов крупнообломочные, 4 — то же, кристалло-литокластические, 5 — грубообломочные ксенотуфы; 6 — трахитовые порфириты; 7 — микросенилиты и сенилит-порфириты; 8 — базальтовые пироксен-плагноклазовые порфириты (нижняя часть туринской свиты); 9—11 — именновская свита; 9 — слоистые песчаники и туфопесчаники, 10 — андезито-базальтовые порфириты, 11 — туфогравелиты и туфопесчаники с покровами лав базальтовых и андезито-базальтовых порфиритов; 12 — метасоматиты пироксен-хлорит-альбитовые и эпидио-альбитовые; 13 — магнетитовые руды; 14 — тектонические нарушения; 15 — элементы залегания слоистости (a), контактов (b)

состава и витро- и литокристаллотуфы порфиритов аналогичного состава, прорванные субсогласными меридиональными телами микросиенитов и сиенит-порфириров. Крупное меридиональное пластообразное тело микросиенитов находится на сопряжении рудных зон Осокинского и Александровского участков. В таком же порядке рудоносные породы чередуются в вертикальном разрезе.

Метасоматическому замещению подверглись преимущественно грубообломочные вулканические породы (туфы, ксенотуфы) и осадочные породы (известняки). В лавах трахиандезитового состава метасоматоз проявлен более слабо.

Реакционно-метасоматический процесс в пределах Осокино-Александровского месторождения проявлен весьма широко. Околорудный метаморфизм проявился в формировании системы мощных (180—400 м) согласных с вмещающими породами субпараллельных зон метасоматитов пироксен-ортоклаз-скаполитового состава. Зона околорудных метасоматитов Александровского участка имеет длину по простиранию 1,8 км, Осокинского участка — 2,3 км.

Основная часть магнетитового оруденения генетически связана с апоскаполитовой фазой метасоматического процесса, в результате которого образуются руды эпидот-альбит-магнетитовой парагенетической ассоциации. В породах лежачего и висячего боков пироксен-ортоклаз-скаполитовые породы последовательно сменяются пироксен-ортоклаз-альбитовыми породами с убогой вкрапленностью магнетита, на максимальном удалении от рудной зоны — ортоклаз-альбитовыми породами и окварцованными вулканокластическими породами трахиандезитового состава.

Рудная зона Осокино-Александровского месторождения вытянута в меридиональном направлении на 5 км при ширине 300—400 м (см. рис. 79). В пределах рудной зоны выделяются два участка — Александровский (южный) и Осокинский (северный). Рудная зона Александровского участка имеет длину по простиранию 1700 м и ширину до 300 м, длина Осокинского участка — 2200 м, ширина — 300—400 м. Последний включает оруденение района Первой, Второй и Третьей Осокинских гор.

Вкрапленность магнетита в зоне рудовмещающих метаморфических пород Осокино-Александровского месторождения распределена неравномерно и приурочена в основном к ее центральной части. Интенсивность оруденения уменьшается, как правило, в периферических частях зоны. Границы между метаморфическими породами и вкрапленными рудами постепенные и определяются по данным опробования согласно действующим кондициям; минимальное содержание железа 15—20%. Рудные тела хорошо геометризуются в пространстве.

В центральной части метаморфической зоны залегает самое крупное рудное тело (2) Александровского участка, ближе к периферическим частям выделяются более мелкие линзообразные, иногда пластообразные тела (рис. 80). Всего на месторождении выделено 62 рудных тела, в том числе 30 тел на Александровском и 32 на Осокинском участке. Наиболее крупными (97% всех запасов) являются тела 2, 13, 17 и 26 (Александровский участок) и 31, 33, 41, 42 и 43 (Осокинский участок). Размеры их по длине колеблются от 400 до 1400 м, по средней мощности — от 25 до 70 м. Длина рудных тел по падению изменяется от 130 до 340 м.

По текстурным особенностям на месторождении выделяются сплошные и вкрапленные магнетитовые руды. Сплошные руды образовались в результате замещения маломощных слоев известняков и сохранили их правильную пластообразную форму. Вкрапленные руды сформиро-

вались в результате замещения грубообломочных пород (ксенотуфов) обломками порфириров и известняков, вулканических брекчий трахиандезитового состава и в меньших масштабах — брекчированных трахиандезитовых порфириров. Сплошные магнетитовые руды имеют мелкозернистую структуру и массивную текстуру. Они состоят главным образом из магнетита с примесью мушкетовита и содержат незначительное количество кальцита, пироксена, апатита, иногда пирита и халькопирита. Вкрапленные руды сложены обычно пироксен-эпидот-альбитовыми породами, содержащими повышенное количество жилков, гнезд и зерен магнетита.

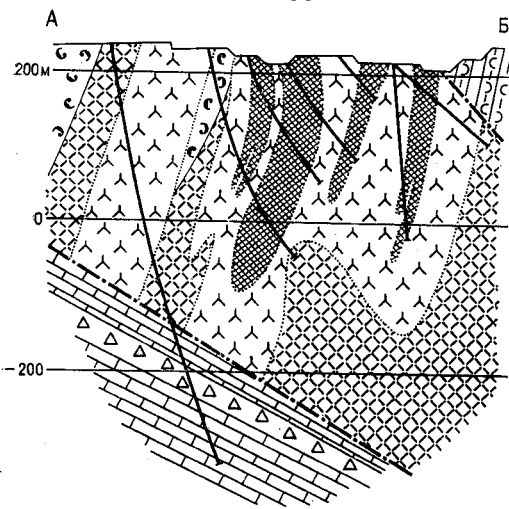


Рис. 80. Геологический разрез Александровского месторождения.  
Условные обозначения см. на рис. 79

Первичные вкрапленные руды состоят из скаполита, пироксена, магнетита, биотита, апатита и сфена. В метаморфизованных их разностях скаполит полностью замещается тонкозернистым, скрытокристаллическим, реже мелкозернистым агрегатом альбита, эпидота, хлорита и серицита. Характерной особенностью месторождения является присутствие в рудах красновато-бурых, реже зеленых хорошо образованных кристаллов или зернистых скоплений апатита. Кроме пироксен-эпидот-альбит-магнетитовых руд на Осокинском участке в небольшом количестве встречаются ортоклаз-альбит-магнетитовые крупнокристаллические вкрапленные руды.

На месторождении преобладают бедные руды, количество богатых магнетитовых руд не превышает 5%. Среднее содержание общего железа в рудах Александровского участка составляет 27,3%, Осокинского участка — 24,0%. Средний химический состав руд месторождения следующий (в вес. %):  $F_{\text{общ}}$  25,84;  $SiO_2$  34,45;  $TiO_2$  0,655;  $Al_2O_3$  12,05;  $Fe_2O_3$  21,45;  $FeO$  12,70;  $CaO$  6,55;  $MgO$  2,95;  $MnO$  0,47;  $K_2O + Na_2O$  5,10;  $S$  0,208;  $P$  0,313;  $Zn$  0,020;  $Cu$  0,005;  $Co$  0,003;  $H_2O$  0,153; п. п. п. 2,90.

Александровский участок Осокино-Александровского месторождения отрабатывается карьером с годовой проектной производительностью 1 млн. т руды. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия отработки месторождения сравнительно благоприятны. Наибольшие водопритоки наблюдаются в юго-восточном борту Александровского карьера, где были вскрыты тектонически нарушенные породы в зоне Туринского надвига. Водопритоки в карьер составляют 160—220 м<sup>3</sup>/ч, достигая во время паводка 500 м<sup>3</sup>/ч. Остальные участки месторождения практически безводны.

Перспективы месторождения не исчерпываются разведанными запасами, последние могут быть увеличены за счет разведки месторождения на флангах и глубоких горизонтах. Запасы Осокинского участка могут быть увеличены вдвое за счет доразведки площадей между Первой, Второй и Третьей Осокинскими горами. Севернее месторождения в пределах полосы метаморфических пород могут быть открыты новые залежи железных руд осокино-александровского типа. Однако отрица-

тельным фактором, сдерживающим проведение поисково-разведочных работ, является низкое содержание железа в рудах.

Во внутренней зоне Кушвинского диорит-сиенитового массива известны Надежно-Коммерческая группа рудопоявлений (Ивановский, Алферовский, Назаровский участки, аномалия А-1-47), Рублевское рудопоявление и мелкие месторождения аномалий А-5-55 и А-6-55. Все они, за исключением месторождения аномалии А-5-55 (где запасы железных руд для открытой добычи составляют 0,6 млн. т), не имеют промышленного значения.

#### НИЖНЕТАГИЛЬСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В рудном поле площадью до 100 км<sup>2</sup> расположены известные Высокогорское и Лебяжинское месторождения и около 20 мелких железорудных месторождений и рудопоявлений. Скарново-магнетитовые месторождения пространственно и генетически связаны с Тагильским диорит-сиенитовым массивом. По геологическому положению месторождения и рудопоявления района подразделяются на следующие группы: 1) месторождения и рудопоявления юго-восточного и восточного экзоконтакта массива; 2) месторождения и рудопоявления западной краевой зоны массива и 3) месторождения и рудопоявления внутренней зоны диорит-сиенитового массива.

К первой группе относятся наиболее крупные месторождения района — Высокогорское и Лебяжинское, а также ряд мелких месторождений (Новолебяжинское, Хахинское, Жеребцовское) и рудопоявления (Марфинское, Южнохахинское, Гулящие Горы, Гальянское и др.).

Высокогорское железорудное месторождение расположено на западной окраине г. Нижнего Тагила. Месторождение было известно вогулам и разрабатывалось ими еще в XVII в. Первая заявка на железные руды месторождения относится к 1696 г. Систематическая разработка его была начата Акинфием Демидовым в 1726 г. после окончания строительства Нижнетагильского завода. В дореволюционное время эксплуатация месторождения производилась главным образом открытыми работами. За это время (почти за 200 лет) было добыто 7,5 млн. т. руды. В настоящее время основная масса руды добывается подземным способом. Годовая производительность рудника составляет около 4,4 млн. т руды.

Средне- и крупномасштабное геологическое картирование района Высокогорского рудного поля впервые проводил А. К. Болдырев в 1921—1925 гг., затем Г. В. Бердичевский (1932—1933 гг.) и В. С. Домарев (1936—1938 гг.). Позднее детальные геологические съемки района месторождения проводились Г. А. Соколовым и И. Н. Чирковым (1944—1946 гг.) и А. А. Пуркиным, Е. И. Клевцовым и др. (1959—1969 гг.).

Систематические геологоразведочные работы на месторождении начались после Октябрьской революции и проводились в 1925—1935 гг. трестом «Востокруда» (В. И. Станкевич), в 1936—1944 гг. Высокогорской геологоразведочной партией (И. С. Виноградов, К. П. Мазурин, Л. И. Миненков, Ю. Н. Глазов и др.).

В геологическом строении Высокогорского железорудного месторождения принимают участие вулканогенные, вулканогенно-осадочные, осадочные, метаморфические и интрузивные породы.



Месторождение расположено в юго-восточном экзоконтакте Тагильского диорит-сиенитового массива (рис. 81). Восточнее в контакте с сиенитами находятся осадочные и вулканогенные толщи, возраст которых датируется верхним венлоком — верхним лудловом. Толщи вулканогенных и осадочных пород имеют северо-западное простирание  $315\text{--}330^\circ$  и восточное падение под углом  $45\text{--}70^\circ$ . Ширина выхода рудовмещающих вулканогенных и осадочных пород в пределах месторождения составляет около 700 м, протяженность рудных зон по простиранию — около 2000 м. Рудовмещающие вулканогенные и осадочные толщи непрерывно прослеживаются в южном направлении далеко за пределами месторождения. На севере останцы рудовмещающей толщи установлены внутри Тагильского диорит-сиенитового массива.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы следующих толщ (снизу вверх):

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. Высокогорская толща (верхний венлок — нижний лудлов) — белые, реже розовые брекчиевидные известняки  | около 700 м |
| 2. Меднорудьянская толща (верхи нижнего лудлова) — туфы порфиритов базальтового и андезито-базальтового состава, туфогравелиты с прослоями туфопесчаников (нижняя часть толщ), переслаивающиеся серые битуминозные известняки, туфопесчаники и туфы порфиритов андезито-базальтового состава (верхняя часть толщ) | 350 „       |
| 3. Ревдинская толща (низи верхнего лудлова) — туфы, туфогравелиты, туфопесчаники с прослоями лав базальтового состава в самых верхах толщ   | 300—450 „   |
| 4. Муринская толща (верхний лудлов) — порфириты андезито-базальтового состава высокой щелочности и их туфы; в верхах толщ горизонт серых, светло-серых и розовых известняков  | 200—350 „   |
| 5. Лисьегорская толща (верхний лудлов) — лавы и туфы трахитовых порфиров, сопровождаемые субвулканическими телами сиенит-порфиров и микросиенитов   | свыше 500 „ |

Перечисленные толщ выделяются в составе двух свит: именновской (высокогорская толща) и туринской (меднорудьянская, ревинская, муринская толщ в нижней части свиты и лисьегорская толща — в верхней ее части). Они слагают непрерывный геологический разрез, соответствующий поздним этапам развития Тагильского мегасинклинория. В структурном отношении для Высокогорского месторождения характерно сочетание секущего, в целом крутого юго-восточного контакта диорит-сиенитового массива (сложной конфигурации) с моноклиально залегающими породами именновской и туринской свит.

Существенную роль в формировании структуры месторождения сыграла разрывная тектоника на дорудном, интратрудном и пострудном этапах. Доинтрузивной (дорудной) тектоникой обусловлено строение Тагильского сиенитового массива и главное — морфология его секущей (юго-восточной) контактовой зоны. Интратрудная тектоника вызвала появление зон повышенной проницаемости, в первую очередь в краевой части интрузивного массива. Эти зоны в сочетании с благоприятными по литологическому составу вмещающими породами определили масштаб скарнового оруденения и морфологию рудных тел. Пострудные дизъюнктивные нарушения широко проявлены на месторождении. Они часто наследуют разрывные нарушения предыдущих стадий. Они обуславливаются блоковое строение месторождения и отдельных рудных зон и тел (см. рис. 81).

Высокогорское месторождение системой крутопадающих разломов разделено на три крупных блока: Северный, Центральный и Южный. Северный блок включает Восточно-Ревдинский участок, который ограничивается на севере пострудным Главным разломом, на юге — Средним разломом. Последний является северным ограничением Центрального блока. Западной границей Центрального блока служит Диаго-



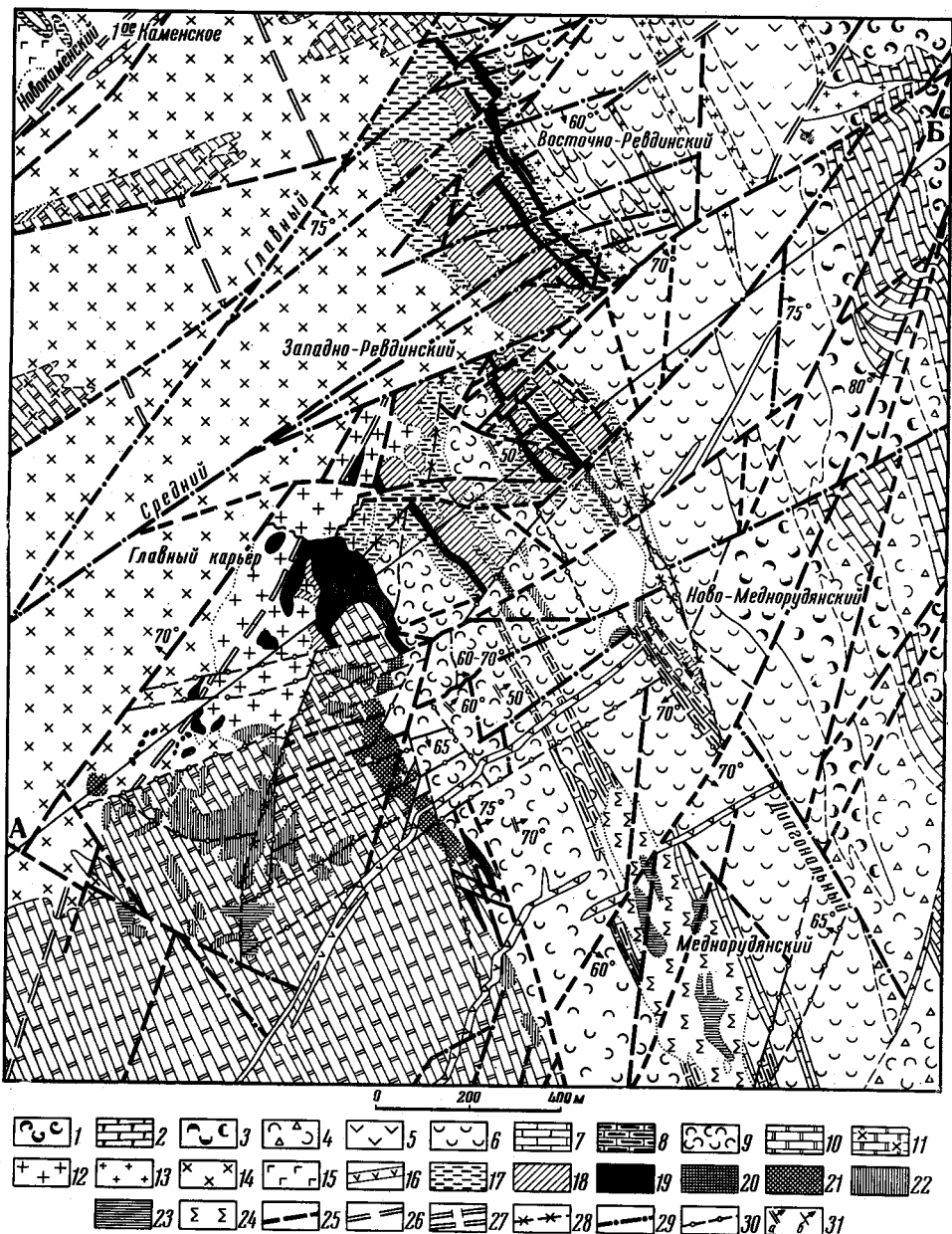


Рис. 81. Схематическая геологическая карта Высокогорского железорудного месторождения

1 — верхняя часть туринской свиты: туфы трахитовых порфиров с отдельными потоками этих порфиров; 2—9 — нижняя часть туринской свиты: 2 — известняки серые, белые и розоватые верхнего лудлова, 3 — порфириты состава высокощелочного андезито-базальта и их туфы (преимущественно агглютинированные), 4 — подмиктовые ксентуфы (2—4 — муринская толща), 5 — порфириты и африты базальтового и андезито-базальтового состава, их туфы, 6 — туфы порфиров основного состава, туфогравелиты с прослоями туфопесчаников и туфоконгломератов, 7 — известняки белые и светло-серые (5—7 — ревдинская толща), 8 — известняки серые и темно-серые, слоистые, с отдельными прослоями туфов и туфопесчаников с фауной нижнего лудлова (горизонт айместри), 9 — туфы порфиров базальтового и андезито-базальтового состава, туфогравелиты с прослоями туфопесчаников (8—9 — меднорудянская толща); 10—11 — именновская свита: 10 — мраморизованные известняки высокогорской толщи верхнего венлока (? — нижнего лудлова, 11 — то же, с инъекциями сиенитов и сиенито-диоритов; 12 — сиениты дейократовые субщелочные; 13 — микросиениты и сиенит-порфиры; 14 — сиениты известково-щелочные и сиенито-диориты; 15 — диориты; 16 — авгитовые порфириты (жильные); 17 — метасоматиты пироксен-плагиоклазовые (альбит-олигоклазовые), пироксен-скаполитовые, эпидот-хлорит-альбитовые и др.; 18 — скарны пироксеновые, пироксен-гранатовые, гранатовые, амфибол-эпидот-гранатовые и др.; 19—23 — руды: 19 — магнетитовые, 20 — полумартитовые и мартитовые в первичном залегании, 21 — мартитовые, частью глинистые, перемещенные, 22 — мартиты глинистые, 23 — бурые железняки; 24 — карстовые образования с залежами медистых глин; 25—30 — разрывные нарушения: 25 — неустановленного возраста, 26 — доинтрузивные, 27 — скрытые доинтрузивные, 28 — дорудные и интрузивные, 29 — послерудные, 30 — новейшие; 31 — элементы залегания слоистости (а), контактов (б)

нальный разлом, ограничивающий по падению рудные тела Южного блока.

Скарново-рудный процесс развивается в породах интрузивного, вулканогенного и осадочного комплексов и проявляется в формировании гранат-пироксеновых, реже амфибол-эпидотовых, в том числе рудных скарнов и богатых руд, околоскарновых пироксен-скаполитовых, пироксен-альбитовых, существенно альбитовых и калишпат-альбитовых безрудных метасоматитов. На месторождении установлен сложный порядок формирования рудных и скарново-рудных зон, что обусловлено, в первую очередь, неоднократным проявлением разнотипных минеральных парагенезисов различного масштаба. На последних стадиях контактово-метасоматического процесса проявилась сульфидная минера-

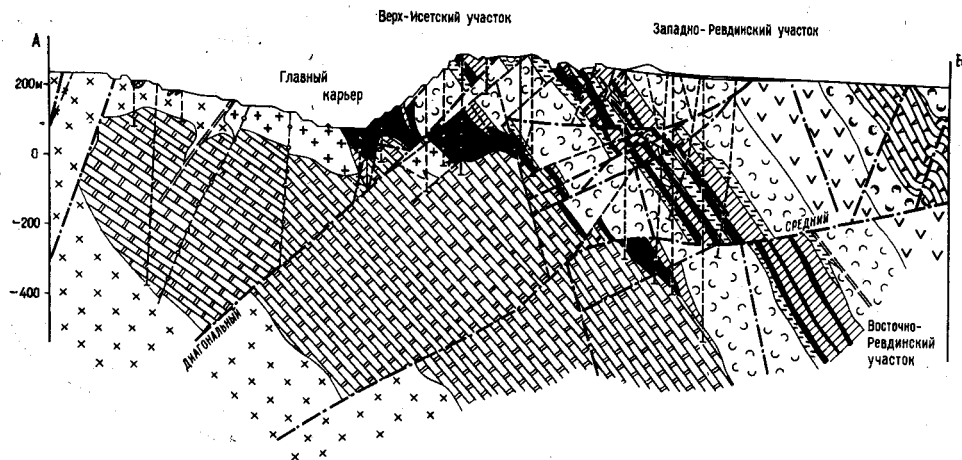


Рис. 82. Геологический разрез Высокогорского железорудного месторождения  
Условные обозначения см. на рис. 81

лизация. С ней связана прожилково-вкрапленная медная и кобальт-пиритная минерализация.

Рудные тела Высокогорского месторождения (рис. 82) сосредоточены в двух рудно-скарновых поясах: Западном (Нижнем) и Восточном (Верхнем). Западный рудно-скарновый пояс расположен на контакте известняков высокогорской толщи с туфами порфиритов меднорудянской толщи. Восточный пояс развит в верхней части меднорудянской толщи, которая характеризуется широким развитием известняков или известковистых туфопесчаников. Оба пояса в южной части месторождения разделены горизонтом сравнительно слабо метаморфизованных вулканокластических пород. В северной части месторождения это по существу единая зона скарнов и околоскарновых пород, вмещающая оруденение на двух различных литолого-стратиграфических уровнях.

Для южных частей рудных поясов (участки Меднорудянский и Новомеднорудянский) характерно большее развитие сульфидной меди. На Меднорудянском участке проявление интенсивного процесса карстообразования в локальном эрозионно-структурном понижении привело к накоплению медистых глин и бурых железняков с линзами мармитов и стяжениями малахита.

Рудные тела Восточного пояса имеют пластообразную, реже линзообразную форму, обусловленную избирательным замещением известняков, образующих прослои среди вулканокластических пород меднорудянской толщи. Они залегают среди роговиков и скарнов, как прави-

ло, согласно с вмещающими их вулканогенными и осадочными породами. Мощность рудных тел колеблется в пределах 19—36 м. Обычно мощность их выдержана по простиранию и падению. В Западном поясе, вблизи контакта с массивом сиенитов, рудные тела резко увеличиваются в мощности (рудные блоки здесь достигают 160 м) и приобретают форму несогласных наклонных столбов или штоков среди сиенитов (см. рис. 82). Для этой части месторождения характерны грубопластовые залежи на контакте известняков высокогорской толщи с пирокластическими породами меднорудянской толщи.

Контакты рудных тел с вмещающими породами обычно нечеткие. Резкие, четкие контакты наблюдаются при ограничении рудных тел плоскостью разрывных нарушений. Внутреннее строение рудных залежей неоднородное: сплошные магнетитовые руды перемежаются с бедными рудами, в различной степени минерализованными, или безрудными породами, причем закономерности в их чередовании не наблюдаются. Безрудные прослои несут редкую вкрапленность магнетита: содержание железа в них колеблется от 7,0 до 17,0%. Выклинивание рудных тел по простиранию и падению обычно постепенное; тупое выклинивание наблюдается исключительно редко. В юго-восточном направлении происходит закономерное уменьшение мощности рудно-скарновых зон и постепенное выклинивание рудных тел. На Новомеднорудянском участке скарново-рудные зоны сменяются по простиранию известняками меднорудянской толщи.

На месторождении выделено 18 рудных тел с балансовыми и забалансовыми запасами железных руд. По вещественному составу последние делятся на две группы: железные и медно-кобальтовые.

Железные руды по условиям залегания разделяются на коренные и перемещенные. Коренные руды, в свою очередь, подразделяются на первичные и окисленные. Среди первичных руд по минеральному и химическому составу выделяются следующие сорта: сплошные магнетитовые (содержания железа более 50%), богатые скарново-магнетитовые (железа 30—50%) и бедные скарново-магнетитовые (железа 20—30%). По содержанию серы в этих рудах выделяются две разновидности: сернистые (содержание серы 0,5%) и малосернистые (сера менее 0,5%). По структурно-текстурным признакам среди коренных первичных руд выделяются следующие типы: массивные, вкрапленные, полосчатые, пятнистые, брекчиевидные и друзовые.

Среди окисленных руд на месторождении выделяются полумартиты, мартиты и бурые железняки. Переотложенные руды — мартиты и полумартиты залегают среди карстовых образований, а валунчатые слагают делювиальную россыпь пластовой формы с мощностью рудного горизонта 2—8 м.

Минеральный состав руд и скарнов месторождения приводится в табл. 17.

Железные руды месторождения кремнеземистые, кислые, комплексные, так как они содержат примесь меди и кобальта, которые могут извлекаться из сульфидно-магнетитовых руд путем флотации хвостов мокрой магнитной сепарации.

Медно-кобальтовые руды, запасы которых незначительны, представлены вкрапленностью халькопирита, борнита и пирита в магнетит-гранатовых, гранатовых скарнах, метаморфизованных туфах порфиритов и в известняках. Кроме перечисленных минералов, значительное развитие имеет магнетит, реже встречаются гематит, халькозин и сфалерит.

Среднее содержание основных компонентов в железных рудах (в контурах балансовых запасов) приведено в табл. 18.

Содержание основных компонентов отдельно по основным типам руд дано в табл. 17.

Месторождение характеризуется сложными гидрогеологическими условиями вследствие наличия карстов в известняках и обилия разрыв-

Таблица 17

**Минеральный состав магнетитовых руд и скарнов  
Высокогорского месторождения**

Степень распространения минералов	Магнетитовые руды и скарны		Коренные и переотложенные окисленные руды	
	Рудные минералы	Нерудные минералы	Рудные минералы	Нерудные минералы
Главные	Магнетит	Гранат	Мартит, гематит, гидрогетит, гидрогематит	
Широко распространенные	Пирит, халькопирит	Эпидот, кальцит, хлорит, диопсид, цоизит	Псиломелан-вад, малахит	
Часто встречающиеся, но в незначительном количестве	Гематит, сфалерит, линнеит	Кварц, апатит, геденбергит, роговая обманка, мусковит, скаполит, сфен	Халькозин, ковеллин, асболан, азурит, гетит	Каолинит, кварц, халцедон, опал, кальцит
Редко встречающиеся	Галенит, блеклая руда, пирротин, кобальтин, борнит, халькозин, мушкетовит	Шпинель, альбит, пренит, цеолиты	Медь самородная, борнит, марказит, куприт, пиролюзит, халькантит, мелантерит, хризоколла	Хлорит, гипс, копиапит, гидрохлорит, цеолиты
Единичные находки	Золото самородное, валлернит, гаусманит, ильменит, сидерит			

Таблица 18

**Химический состав железных руд Высокогорского месторождения  
(в вес. %)**

Пояс	Железо	Сера	Фосфор	Медь
Восточный	42,4	1,52	0,336	0,33
Западный	40,2	0,43	0,03	0,12
В целом по месторождению	40,8	0,74	0,116	0,18

Таблица 19

**Химический состав различных типов руд Высокогорского месторождения  
(в вес. %)**

Тип руды	Железо	Сера	Фосфор	Медь
Магнетитовые	40,7	0,79	0,06	0,19
Сернистые магнетитовые	50,4	2,04	0,102	0,44
Богатые сернистые магнетитовые	54,2	2,16	0,088	0,45
Мартиты и полумартиты	51,1	0,04	0,075	0,19
Бурые железняки	37,8	0,03	0,160	0,21

ных тектонических нарушений. Вместе с тем оно относится к слабо обводненным, так как коэффициенты водообильности не превышали 1,8, а в течение последних лет снизились до 1,1—1,8. Водоотлив в горных выработках длиной 23,2 км равен 620 м<sup>3</sup>/ч, причем на рабочих участках он составляет всего 273 м<sup>3</sup>/ч. Расчетные водоприитоки ниже отметки — 230 м не превышают 1800 м<sup>3</sup>/ч. Основную опасность для подземных горных выработок представляют зоны тектонических нарушений.

Рудные тела Западного пояса разведаны до глубины 1100 м, а Восточного пояса — до глубины 500—1000 м; за счет их доразведки на глубоких горизонтах запасы руд месторождения могут быть увеличены.

Лебяжинское месторождение расположено на северо-восточной окраине г. Нижнего Тагила. Эксплуатируется оно с 1720 г., но из-за высокого содержания в рудах фосфора добыча была незначительной. С начала эксплуатации до 1917 г. добыто 450 тыс. т руды. В настоящее время ежегодная добыча руды (подземным способом) составляет около 1,1 млн. т.

Геологическое строение месторождения в разные годы изучали А. К. Болдырев, В. И. Станкевич, В. М. Логиновский, В. А. Заварицкий, И. С. Виноградов, Я. А. Браницкий, Л. И. Миненков, А. А. Пуркин.

Лебяжинское месторождение расположено в 4,5 км северо-восточнее Высокогорского месторождения, в том же юго-восточном продуктивном контакте Тагильского диорит-сиенитового массива. Оно приурочено к области широкого развития субвулканических тел трахитового состава, фиксирующих положение вулканического аппарата верхнелудловского возраста (рис. 83).

В западной части месторождения развиты сиениты и сиенито-диориты краевой зоны Тагильского массива. Центральная часть месторождения сложена осадочно-вулканогенными породами туринской свиты, обычно подвергнутыми интенсивному ороговикованию и околорудному метасоматозу. Зоны скарнов и пироксен-скаполитовых пород вмещают вкрапленные и массивные магнетитовые руды. Восточнее зоны рудовмещающих пород вдоль крутопадающего субмеридионального надвига развиты интенсивно дислоцированные породы преимущественно именновской и красноуральской свит. В южной части месторождение ограничивается поверхностью Главного сбросо-сдвига, непрерывно прослеживающегося (на юг) вдоль контакта интрузивного массива до Высокогорского месторождения (см. рис. 83). В северной и северо-западных частях месторождения рудовмещающие породы срезаются субщелочными сиенитами горы Заячьей, представляющими собой апофизу Тагильского массива, глубоко проникающую в вулканические и вулканогенно-осадочные породы.

Длина полосы рудовмещающих пород Лебяжинского месторождения — 1700 м, средняя ширина — 400—500 м. Поисково-разведочными работами породы рудовмещающего комплекса прослежены в отдельных разрезах до глубины 1000 м.

В геологическом строении принимает участие сложный комплекс вулканических, вулканогенно-осадочных, реже осадочных пород, среди которого выделяются (снизу вверх):

1. Высокогорская толща (верхний венлок — нижний лудлов) — белые, светло-серые массивные известняки . . . . . более 400 м
2. Меднорудянская толща (нижний лудлов) — туфы порфиритов базальтового состава, туфогравелиты, туфопесчаники и туффиты (последние преобладают в верхах разреза) . . . . . около 520 м



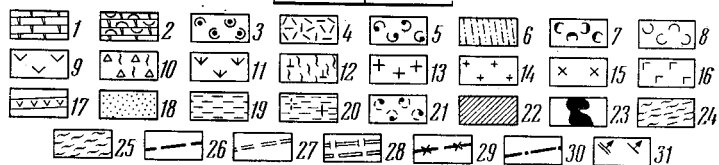
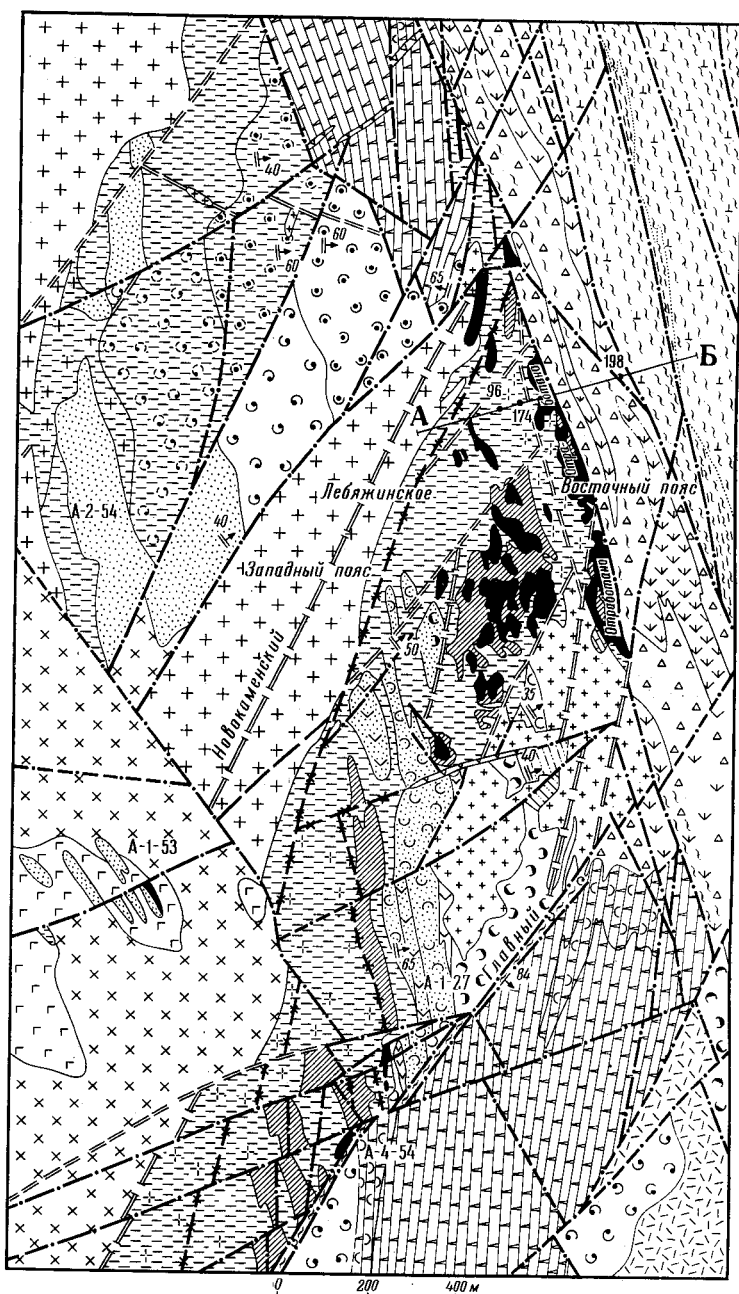


Рис. 83. Схематическая геологическая карта Лебяжинского железорудного месторождения

1—5 — верхняя часть туринской свиты: 1 — известняки, частью магнезиальные с фауной верхнего лудлова — нижнего девона, 2 — известняки с прослоями туфов трахитовых порфиров, туфогравелитов и туфопесчаников, 3 — слоистые туфы трахитовых порфиров, туфопесчаники, 4 — трахитовые порфиры, 5 — их туфы; 6—11 — нижняя часть туринской свиты: 6 — ту-

3. Ревдинская и муринская толщи (верхний лудлов) — туфы, туфогравелиты основного состава с прослоями туфопесчаников и потоки афиров основного состава; туфы и порфиры андезито-базальтового состава высокой щелочности; в верхах разреза пачка слоистых мелкообломочных туфов, туфопесчаников и туфитов

4. Верхняя часть туринской свиты (верхний лудлов) — туфы трахитовых порфиров, частью слоистые с прослоями туфопесчаников, в верхах разреза белые и светло-серые известняки; в составе толщи большой объем занимают субвулканические тела сиенит-порфиров и микросиенитов сложной морфологии

около 480 м

до 300 „

Породы перечисленных толщ в пределах месторождения имеют северо-западное простирание и общее северо-восточное падение под углом 50—65° в западной части месторождения и 35° в центральной его части. В восточной части месторождения зоны околорудных метасоматитов и рудные тела падают на восток под углом 60—70°.

Морфологию Тагильского массива в его юго-восточной части определяет, как и в пределах Высокогорского месторождения, Новокаменский доинтрузивный разлом северо-восточного простирания. Субмеридиональному направлению подчинено формирование субвулканических тел микросиенитов и сиенит-порфиров, секущих породы различных частей туринской свиты. Тектонические нарушения более поздних этапов, соответствующих контакто-метасоматическому оруденению, унаследовали эти два направления и определили тем самым пространственное положение зон скарнов и нескарновых метасоматитов (пироксен-плагноклазовых, плагноклазовых, пироксен-скаполитовых и других пород).

Рудные зоны месторождения расположены на различных стратиграфических уровнях, что обусловило его многоярусное строение. Основные промышленные рудные тела Лебяжинского месторождения залегают в Западном и Восточном рудных поясах (рис. 84).

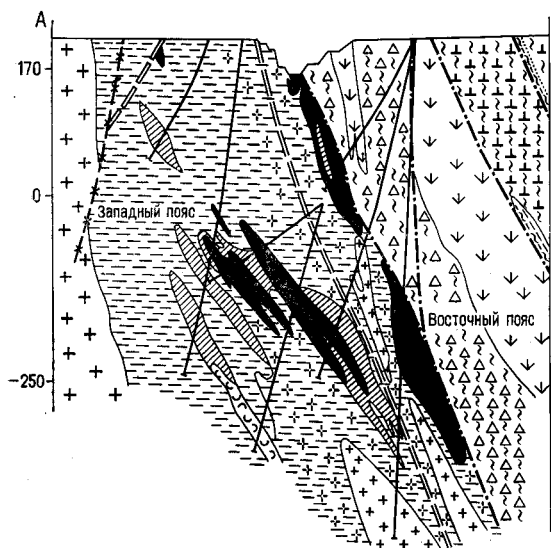
Руды Западного пояса приурочены к контактовой области между породами муринский толщи и верхней части туринской свиты. Рудные тела Восточного пояса залегают среди осадочно-вулканогенных пород верхней части туринской свиты и приурочены к прослоям известняков.

В Западном поясе сложной морфологией субвулканических тел и преимущественно вулканическим составом вмещающих толщ обуславливаются невыдержанность рудных тел, быстрое их выклинивание по падению, широкое развитие прожилковых и вкрапленных руд в скарнах и пироксен-скаполитовых породах. Выдержанные по простиранию и падению рудные тела Восточного пояса расположены висячем боку крупного субвулканического тела и имеют обычно резкие границы с боковыми породами.

фопесчаники слоистые, 7 — порфиры состава высокощелочного андезито-базальта и их туфы, преимущественно агглютинированные (6—7 — муринская толща), 8 — туфы и туфогравелиты с прослоями туфопесчаников, 9 — эффузивы основного состава (ревдинская толща); 10 — туфы, ксенотуфы с обломками известняков туфогравелиты с прослоями туфопесчаников и известняков; 11 — порфиры базальтового состава (10—11 — лебинская толща); 12 — зеленые сланцы, расланцованные вулканические и осадочные породы именновской и красноуральской свит; 13 — сиениты лейкократовые субщелочные; 14 — микросиениты и сиенит-порфиры; 15 — сиениты известково-щелочные, сиенито-диориты; 16 — диориты; 17 — авгитовые порфиры (жильные); 18 — роговики слюдиристо-амфибол-плагноклазовые и ороговикованные породы; 19 — метасоматиты пироксен-плагноклазовые (диопсид-олигноклазовые), пироксен-скаполитовые, пироксен-альбитовые, флогопит-альбитовые, эпидот-хлорит-альбитовые; 20 — те же метасоматиты с реликтовой структурой микросиенитов и сиенит-порфиров; 21 — то же туфов; 22 — скарны пироксен-гранатовые, апатит-флогопит-диопсидовые метасоматиты; 23 — магнетитовые руды; 24 — сланцы кварц-серпичитовые и кварц-хлоритовые; 25 — расланцеванные породы; 26—30 — разрывные нарушения; 26 — неустановленного возраста, 27 — доинтрузивные, 28 — скрытые, 29 — дорудные и интратрудные, 30 — послерудные; 31 — элементы залегания слоистости, в том числе реликтовой (а), контактов (б)

Рудные тела в пределах Западного пояса ориентированы субмеридионально, а в Восточном поясе имеют выдержанное северо-западное простирание. В северной части месторождения оба пояса сближаются и практически сливаются.

На месторождении выделено 50 рудных тел, в том числе в пределах Восточного пояса 14, Западного — 34 и на участке геофизической аномалии — 2. Восточный пояс протягивается на 1,2 км. Максимальная глубина подсечения руд — около 1200 м. В Восточном поясе сосредоточено почти 55% балансовых запасов месторождения. Максимальная



длина рудных тел по простиранию 450 м. Протяженность Западного пояса 1,2 км, ширина его в центральной части — 230 м, на флангах — 30—40 м. Наибольшая глубина залегания рудных залежей — 650 м, максимальная длина по простиранию — 220 м, по падению — 330 м, мощность — 46 м. Общим для рудных тел обоих поясов является линзообразная форма и сравнительно крутое восточное их падение. Выклинивание оруденения по простиранию и падению происходит чаще всего постепенно: руды переходят в зоны минерализованных скарнов или пироксен-скаполитовых пород (см. рис. 84). Однако нередко случаи тупого выклинивания рудных тел, ограничи-

Рис. 84. Геологический разрез Лебяжинского железорудного месторождения  
Условные обозначения см. на рис. 83

вающих участками существенно альбитовых метасоматитов, образовавшихся за счет эффузивных микросиенитов и сиенит-порфиров.

Для Восточного пояса характерны массивные магнетитовые и богатые скарно-магнетитовые руды. Руды Западного пояса значительно отличаются от руд Восточного пояса по структуре, текстуре и в некоторой степени по минеральному составу. Для руд Западного пояса характерны вкрапленные разности, образовавшиеся по роговикам и скарнам.

По минеральному и химическому составу выделяются магнетитовые (содержание железа более 50%), богатые скарно-магнетитовые (железа 30—50%), бедные скарно-магнетитовые (железа 20—30%) и убогие (железа 15—20%) руды (табл. 20).

По структурно-текстурным признакам выделяются массивные, вкрапленные, полосчатые и брекчиевидные руды. Распространенность того или иного типа руд на разных участках месторождения неодинакова и обусловлена первичным составом замещаемых пород, положением в рудоконтролирующей структуре и физико-химическими условиями рудообразования.

Среднее содержание попутных компонентов в рудах составляет (в %): меди 0,17, марганца 0,41, цинка 0,1,  $TiO_2$  0,78,  $V_2O_5$  0,08. Руды месторождения кремнеземистые, фосфористые и в связи с низким содержанием железа требуют обогащения.

Таблица 20  
Химический состав руд Лебяжинского месторождения (в вес. %)

Пояс	Железо	Сера	Фосфор
Восточный	47,6	0,07	0,19
Западный	34,3	0,21	0,19
В целом по месторождению	41,2	0,14	0,24

Стратиграфически ниже Западного и Восточного рудных поясов собственно Лебяжинского месторождения расположены рудные тела, выявленные на южных магнитных аномалиях. Они залегают в вулканических породах меднорудянской и ревинской толщ. В основании разреза находится рудная зона, расположенная на контакте высокогорской известняковой толщи с вулканическими породами меднорудянской толщи (Южнолебяжинское рудопроявление). Эта зона установлена поисковыми работами последних лет на глубине свыше 800 м.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождения сравнительно благоприятны для его отработки. Месторождение слабо обводнено. Коэффициент водообильности равен 0,66. Среднегодовой приток воды в горные выработки составляет около 60 м<sup>3</sup>/ч, максимальный среднесуточный приток воды в шахту в 1960 г. составил 233 м<sup>3</sup>/ч (откачка статических запасов подземных вод трещинных зон). Расчетный водоприток на горизонте —400 м равен всего 100 м<sup>3</sup>/ч. Основную опасность для подземных горных выработок представляют трещиноватые участки контактов пород и зоны разрывных нарушений, из которых можно ожидать водопритоки с дебитом 140 м<sup>3</sup>/ч и более.

Прирост запасов возможен за счет разведки глубоких горизонтов и флангов месторождения.

Наиболее крупным в группе месторождений и рудопроявлений Западной краевой зоны Тагильского диорит-сиенитового массива является Естюнинское месторождение. Остальные месторождения (Нагасимовское, Семеновское) и рудопроявления (Северо-Естюнинское, Тонское, Федоровское) в настоящее время промышленного значения не имеют и здесь не описываются.

Естюнинское месторождение расположено в 8 км северозападнее г. Нижнего Тагила. Месторождение было открыто и начало разрабатываться в 1901—1902 гг. Добыча велась в небольшом объеме, и данных о ней не сохранилось. С 1950 г. месторождение эксплуатируется карьером. Ежегодная добыча составляет около 500 тыс. т. В ближайшие годы проектируется переход на эксплуатацию подземным способом.

Месторождение изучалось начиная с 1908 г. геологами А. А. Климовым, В. И. Станкевичем, В. М. Логиновским, А. Д. Стаховым, Д. С. Штейнбергом, П. Н. Кобзарем, Л. Н. Овчинниковым. В 1948 г. детальную геологическую съемку месторождения провел А. А. Маракушев.

Месторождение приурочено к одному из наиболее крупных останцов вмещающих пород, представленных контактово-термальными мелкозернистыми метаморфическими породами состава габбро—габбронорит (рис. 85). Последние образовались в восточном экзоконтакте

Тагило-Баранчинской габбровой интрузии по вулканическим, вулканогенно-осадочным и осадочным слоистым породам венлокского(?) возраста, представленным перемежающимися кристалло-литокластическими и грубообломочными литокластическими туфами, а также порфиритами базальтового состава. Подчиненное развитие имеют осадочные породы (светло-серые и белые известняки).

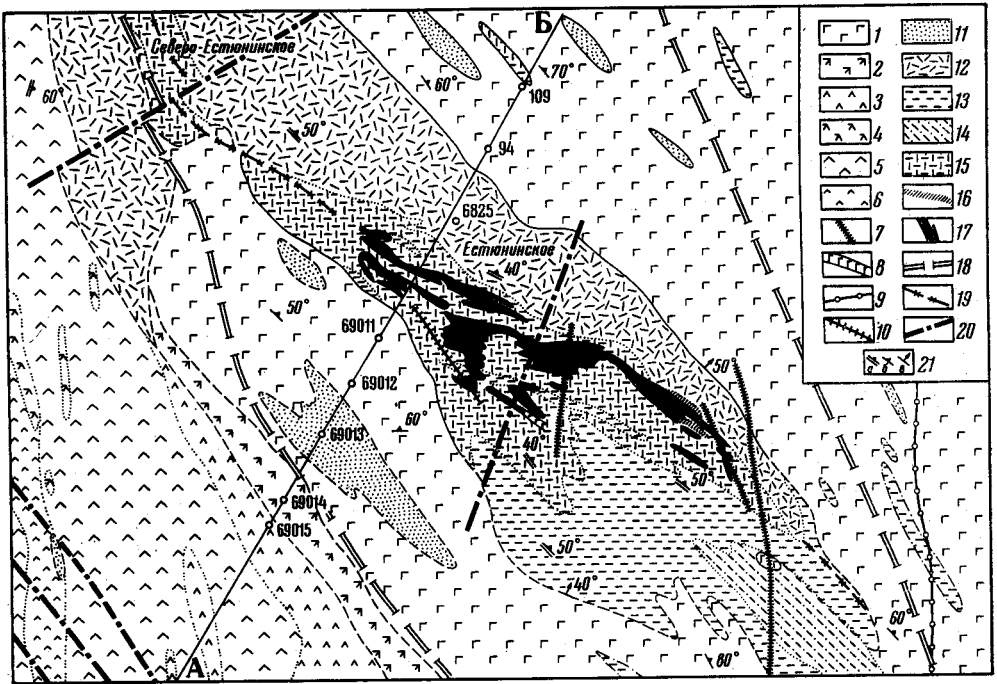


Рис. 85. Схематическая геологическая карта Естюнинского железорудного месторождения

1 — диориты пироксен-биотитовые диорит-сиенитового комплекса; 2—6 — габбро-плаггиогранитный комплекс: 2 — диориты кварцевые, пироксен-роговообманковые, 3 — габбро-диориты биотит-пироксен-роговообманковые, кварцсодержащие, мелкозернистые, 4 — габбро кварц-гиперстенсодержащее, мелкозернистое, 5 — габбро роговообманковое, гиперстенсодержащее, среднезернистое, 6 — то же, мелкозернистое; 7—8 — жильные породы: 7 — сиенит-пегматиты и сиенит-порфиры, 8 — спессартиты; 9 — плаггиоклазовые порфириты состава трахизабазальтового андезито-базальта; 10 — пироксен-плаггиоклазовые порфириты базальтового состава; 11 — роговики пироксен-плаггиоклазовые; 12 — роговики пироксен-плаггиоклазовые, мелкозернистые метаморфические породы состава габбро — габбро-норит; 13—15 — метасоматиты: 13 — пироксен-плаггиоклазовые (диопсид-олигоклазовые), 14 — биотит-пироксен-плаггиоклазовые, 15 — геденбергит-олигоклазовые; 16 — скарны; 17 — руды вкрапленные (геденбергит-плаггиоклаз-магнетитовые) и массивные (магнетитовые); 18—20 — разрывные нарушения: 18 — скрытые доинтрузивные, 19 — дорудные и интравудные, 20 — послерудные; 21 — элементы залегания реликтовой слоистости (а), планпараллельной ориентировки минералов (б), контактов (в)

В структурном отношении Естюнинское месторождение расположено между двумя крупными разломами доинтрузивного заложения северо-западного простирания, которые ограничивают с запада и востока мелкозернистые метаморфические породы габбро—габбро-норитового состава. Последние залегают среди диоритов в виде системы субпараллельных пластообразных тел различной мощности и имеют северо-западное простирание ( $320\text{--}330^\circ$ ) и восточное падение под углом  $35\text{--}50^\circ$ . До глубины 1000 м здесь выделяются четыре зоны мелкозернистых метаморфических пород. Верхняя зона вмещает рудные тела Естюнинского месторождения. В трех нижних зонах залегают мелкие железорудные проявления Южно-Естюнинской перспективной зоны.

Внешняя зона околорудных пород, слагающая лежащий и частью висячий бок месторождения, представлена диопсид-олигоклазовыми



породами линзовидно-полосчатой, полосчатой, реже брекчиевидной текстуры. Внутренняя зона околорудных пород сложена пироксен-плагноклазовыми (диопсид-геденбергит-ферросалит-олигоклазовыми) породами, образовавшимися по диопсид-олигоклазовым и частично по мелкозернистым породам состава габбро — габбро-норит.

Особенностью строения зоны рудовмещающих пород является отчетливо выраженная стратификация, проявляющаяся в чередовании полосчатых зон метасоматитов различного первичного состава с рудными телами. Угол падения полосчатости колеблется от 25 до 80° (средний 45—50°). Стратификация сочетается с линейной ориентиров-

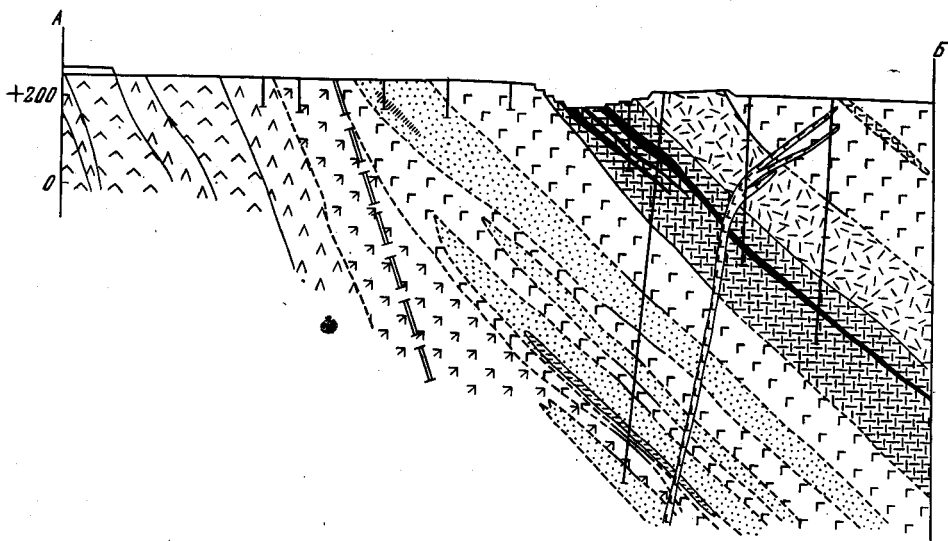


Рис. 86. Геологический разрез Естюнинского железорудного месторождения  
Условные обозначения см. на рис. 85

кой кристаллов пироксена или со скоплениями зерен пироксена, плагноклаза, биотита и др.

В юго-восточной части месторождения пироксен-плагноклазовые породы с различным соотношением пироксена и плагноклаза замещены скарнами. Для рудовмещающих пород здесь также характерна четкая стратификация, подчиненная первичной тонкой слоистости исходных вулканических и вулканогенно-осадочных пород. Рудовмещающие породы состоят из тесно перемежающихся прослоев андрадитовых, эпидот-андрадитовых и рудных скарнов, пироксен-плагноклазовых пород, сплошных магнетитовых руд полосчатой текстуры и др. Общая мощность рудовмещающей зоны пироксен-плагноклазовых пород собственно Естюнинского месторождения составляет 100—150 м, протяженность по простиранию — 1200 м.

Рудная зона месторождения состоит из системы пластообразных кулисообразно залегающих рудных тел (рис. 86). Для нее характерно общее северо-западное склонение под углом 15—30°. На месторождении разведано 17 рудных тел. Наиболее выдержаны по простиранию, падению и мощности два рудных тела, которые и определяют промышленное значение месторождения. Самое крупное тело имеет длину по простиранию 1080 м, по падению — 600 м и максимальную мощность 38 м; запасы его составляют 82% общих запасов месторождения.

Магнетитовые руды подразделяются на сплошные и вкрапленные. Контакты сплошных рудных тел с вмещающими породами и вкраплен-

ными рудами обычно резкие. Вкрапленные магнетитовые руды залегают главным образом в центральной и северо-западной частях месторождения и представлены пироксен-плагиоклазовыми породами с вкрапленностью и прослоями магнетита.

Естюнинское месторождение существенно отличается от других контактово-метасоматических железорудных месторождений района развитием магнетитового оруденения главным образом в ассоциации с пироксен-плагиоклазовыми метасоматическими породами. Скарны в пределах рудных зон Естюнинского месторождения ограниченно распространены и являются более поздними по отношению к промышленному магнетитовому оруденению.

Фактические водопритоки в карьер Естюнинского месторождения (глубиной 100 м) незначительны и составляют 80—100 м<sup>3</sup>/ч. Максимальные водопритоки связаны с зонами повышенной трещиноватости в интрузивных и метаморфических породах.

Месторождение детально разведано до глубины около 800 м. Перспективными для дальнейшего увеличения запасов железных руд являются глубокие горизонты и фланги месторождения, а также новые зоны метаморфических пород Южно-Естюнинской рудоперспективной площади.

Во внутренней зоне Тагильского диорит-сиенитового массива известны следующие мелкие месторождения: Выйское, Андреевское, Баумановское, Черемшанское, Первое Каменское, Второе Каменское, Елизаровское, Зотовское, Нижне-Гореловское, Патраковское и рудопроявления: Безымянское, аномалия А-2-55 и А-3-55. Все месторождения приурочены к останцам вмещающих пород. Масштабы оруденения их незначительны, но в связи с залеганием рудных тел вблизи поверхности и высоким качеством руд некоторые из них обрабатывались карьерами.

### Миасский железорудный район

Круглогорское месторождение магнетитовых руд является пока единственным, выявленным в пределах Миасского железорудного района.

Месторождение расположено в 12 км к юго-западу от г. Миасса. Оно открыто в конце 1964 г. Начиная с 1965 г. и по настоящее время на месторождении проводятся поисково-разведочные работы (В. В. Рябков, Н. К. Рябкова и др.). Крупномасштабная геологическая карта района месторождения составлена в 1963 г. сотрудниками МГУ Т. Н. Фроловой и Г. Б. Рудником.

Круглогорское месторождение расположено в пределах зеленокаменной полосы восточного склона Урала, выполненной главным образом вулканогенно-осадочными образованиями среднего палеозоя, прорванными многочисленными интрузиями ультраосновного, основного и реже кислого состава.

В структурном отношении район месторождения приурочен к северной части Магнитогорского мегасинклинория, а в его пределах — к Поляковско-Вознесенскому антиклинорию, осложненному структурами более высоких порядков. Рудоносная полоса совпадает с Шариповско-Круглинской структурно-фациальной зоной, выделяемой в западной части антиклинория, которая с запада и востока ограничивается поясами серпентинитов (Кемпирсайским и Узункурским), приуроченными к глубинным разломам. Зона имеет здесь ширину порядка 3—

4 км, север-северо-восточное простирание и сложена главным образом основными эффузивами, их пирокластами и в меньшей степени осадочными породами, относимыми к ирендыкской свите нижнего девона. В пределах месторождения эти породы прорваны габбровым массивом, имеющим почти изометричную форму и размер от 2 до 3,5 км в поперечнике.

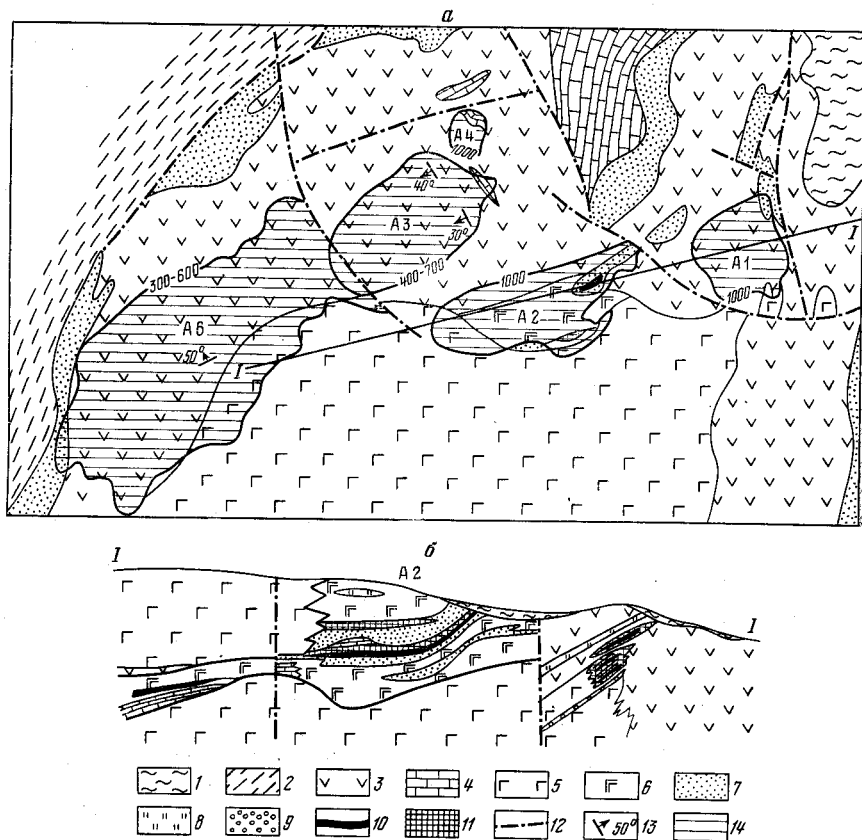


Рис. 87. Схематическая геологическая карта (а) и геологический разрез (б) Круглогорского магнетитового месторождения

1 — четвертичные отложения (делювий); 2 — сланцы глинисто-кремнистые и кварц-хлорит-серпичитовые (карамалыташская свита среднего девона); 3 — порфириды базальтовые, пироксен-плагноклазовые с прослоями туфов (ирендыкская свита нижнего девона); 4 — известняки мраморизованные; 5 — габбро, кварцевые габбро; 6 — габбро-порфириды; 7 — серпентиниты хризотилитовые и антигоритовые; 8 — роговики кварцевые; 9 — скарны; 10 — магнетитовые руды сплошные; 11 — магнетитовые руды вкрапленные; 12 — тектонические нарушения; 13 — элементы залегания пород; 14 — площади магнитных аномалий

Круглогорское месторождение объединяет пять рудных участков, соответствующих пяти магнитным аномалиям (1, 2, 3, 4 и 6 — рис. 87).

Рудные тела месторождения имеют линзообразную форму и залегают согласно с вмещающими породами, сопровождаются скарновыми образованиями, зонами осветления и ороговирования пород. Характерной особенностью Круглогорского месторождения является приуроченность руд к зонам развития серпентинитов, образовавшихся по ультраосновным породам и частично по пироксеновым скарнам.

На месторождении выделяется два рудоносных горизонта: верхний, к которому относятся рудные зоны аномалий 3 и 4, и нижний, представленный рудами аномалий 2 и 6. Рудная зона аномалии 1 об-

разует несколько обособленный рудоносный горизонт, который по литологическому составу вмещающих пород и минеральному составу самих руд не увязывается с двумя указанными горизонтами.

Ирендикская свита в районе Круглогорского месторождения подразделяется на три толщи (снизу вверх):

1) нижняя (подрудная) — преимущественно осадочная (карбонатная);

2) средняя, залегающая между нижним и верхним рудоносными горизонтами, — вулканогенная;

3) верхняя (надрудная) — осадочно-вулканогенная.

Нижняя (подрудная) толща прослежена картировочными скважинами северо-восточнее горы Круглой и глубокими поисковыми скважинами в пределах аномалий 3 и 6. Она представлена сильно мраморизованными светло-серыми и белыми известняками. Мощность карбонатной толщи — свыше 400 м.

Средняя толща сложена базальтовыми пироксен-плагиоклазовыми порфиритами с прослоями кристалло- и реже литокластических туфов. Кристаллотуфы тяготеют в основном к низам толщи. Незначительно распространены дацитовые порфиры и их туфы, а также ксенотуфы. В нижних частях разреза толщи появляются довольно мощные прослои мраморизованных известняков. Породы этой толщи подсечены скважинами на участках аномалий 2, 3 и 6, а также прослежены в обнажениях к северо-востоку от аномалии 4. Мощность средней толщи около 300 м.

Верхняя толща представлена базальтовыми пироксен-плагиоклазовыми порфиритами с многочисленными прослоями кристаллотуфов, незначительно распространены среди толщи базальтовые афириты, литокластические туфы и туфолавы, дацитовые порфиры. На некоторых участках в верхах разреза кристаллотуфы преобладают над порфиритами. В основании толщи отмечаются прослои известняков и доломитов (аномалии 3 и 4). Мощность толщи порядка 300 м. Породы верхней толщи вскрыты скважинами в пределах аномалий 3, 4, 6 и частично 2. Кроме того, они прослежены картировочными скважинами и вскрыты в обнажениях к северо-востоку от горы Круглой вдоль зоны Колющенского разлома.

Несколько отличный разрез имеют осадочно-эффузивные образования ирендикской свиты на участке аномалии 1. В основании разреза здесь залегают толща крупнообломочных туфов базальтового состава с небольшими прослоями порфиритов и кристаллотуфов. Толща является подрудной для аномалии 1, мощность ее свыше 200 м. Выше залегают рудовмещающая толща, представленная пироксеновыми и плагиоклаз-пироксеновыми базальтовыми порфиритами и базальтовыми афиритами, обычно сильно амфиболлизированными, с прослоями мраморизованных известняков и кристаллотуфов. Мощность толщи — 150 м. В надрудной толще выделяются следующие три пачки (снизу вверх): 1) кварцевые роговики (мощность 30 м); 2) грубообломочные ксенотуфы, содержащие крупные и частые обломки дацитовых порфиритов (мощность 25 м); 3) плагиоклаз-пироксеновые и пироксеновые порфириты, переслаивающиеся с тонко-мелкообломочными слоистыми кристаллотуфами (мощность 80—100 м). Общая мощность надрудной толщи — около 150 м.

На площади месторождения широко распространены жильные (субвулканические) породы, к которым относятся пироксеновые и плагиоклаз-пироксеновые порфириты, диабазы и габбро-порфириты, слагающие чаще межпластовые и реже секущие тела. Наибольшая насыщенность разреза жильными породами отмечается вблизи скарново-

рудных зон, к которым тяготеют и серпентиниты. Те и другие контролируют, по-видимому, тектонически ослабленные зоны, которые позднее явились проводниками рудоносных растворов.

Круглогорский габбровый массив, в экзоконтактовой зоне которого расположены рудные аномалии (см. рис. 87, а), в основном представлен кварцевыми амфиболизированными метаморфизованными габбро. В краевых частях встречаются меланократовые разности габбро с постепенными переходами к пироксенитам. Характер контакта массива с вмещающими породами сложный и разнообразный, с обилием апофиз и карманов, иногда согласный. В целом контакты массива имеют падение в сторону от массива.

Породы района месторождения образуют моноклиналиную структуру север-северо-восточного простирания с углами падения от 10 до 70°, которая на северо-восточном склоне горы Круглой осложняется флексурным изгибом пород с переходом к северо-западному простиранию и падению на юго-запад под углом 10—30°.

Из разрывных нарушений в пределах месторождения устанавливаются два разлома субмеридионального направления, контролируемые телами серпентинитов, и несколько более мелких поперечных трещин, в общем создающих блоковую структуру месторождения.

*Аномалия 1.* Рудная зона аномалии прослежена по простиранию в субмеридиональном направлении на 450 м и на глубину до 355 м, имеет западное падение под углом 40°. Зона представлена двумя рудными телами: верхним мощностью порядка 25 м и нижним мощностью около 100 м. Размеры их по простиранию — соответственно 300 и 450 м, а по падению — 300 и 200 м. Глубина залегания рудных тел колеблется: верхнего от 20 до 220 и нижнего — от 115 до 355 м.

Верхнее рудное тело сложено в центральной части сплошными магнетитовыми, а по периферии — скарново-магнетитовыми рудами. Нижнее рудное тело представлено чередованием прослоев сплошных и скарново-магнетитовых руд.

В кровле верхнего рудного тела залегают пироксен-плаггиоклазовые базальтовые порфириды интенсивно амфиболизированные, хлоритизированные, местами карбонатизированные и включающие вкрапленность и прожилки магнетита. Нижнее рудное тело отделено от верхнего пачкой метаморфизованных пироксеновых порфиритов мощностью около 25 м, участками скарнированных гранатом и в различной степени оруденелых. В основании нижнего рудного тела залегают сульфидно-магнетитовые руды мощностью 1,4 м, представленные агрегатом зерен магнетита, пирита, халькопирита и пирротина.

Нижнее рудное тело подстилается телом серпентинитов мощностью около 15 м, ниже которого залегают амфибол-гранатовые скарны с интенсивной вкрапленностью сульфидов (в основном халькопирита) и еще ниже — выступ массива габбро. В скарнах наблюдаются реликты материнских пород — пироксеновых базальтовых порфиритов. Рудные тела аномалии 1, особенно нижние, редко выклиниваются по падению и простиранию (см. рис. 87, б).

Ниже рудной зоны по падению залегают серпентиниты, переслаивающиеся с основными эффузивами и их туфами, по простиранию рудная зона сменяется амфибол-гранатовыми скарнами и карбонат-амфибол-хлоритовыми породами с отдельными пропластками магнетитовых руд.

Сплошные руды имеют массивную текстуру и состоят из мелких идиоморфных кристаллов магнетита размером 0,3—0,6 мм, промежутки между которыми выполняют ксеноморфные зерна нерудных минералов: кальцита, хлорита, амфибола. В сплошных рудах встречаются



в виде единичных зерен и небольших скоплений сульфиды: пирит, халькопирит, пирротин, пентландит.

В описываемых рудах наблюдаются многочисленные небольшие реликты жильных пироксеновых порфириров. Нерудная основа скарново-магнетитовых руд представлена карбонат-хлорит-амфиболовыми породами, амфиболизованными пироксеновыми и пироксен-плаггиоклазовыми порфиритами жильного типа и в меньшей степени пироксен-амфибол-гранатовыми скарнами. Последние развиты в нижних частях рудной зоны и на ее выклинивании к югу, т. е. ближе к контакту с интрузивом. Преобладающими текстурами скарново-магнетитовых руд являются прожилково-вкрапленная, гнездово-вкрапленная, реже встречаются брекчиевидные и полосчатые руды.

*Аномалия 2.* Здесь выделяется десять рудных тел, которые увязываются в две рудные зоны: верхнюю, приуроченную к кровле мощных тел серпентинитов, и нижнюю, залегающую внутри серпентинитов, несколько ближе к их лежащему боку. Рудные зоны прослежены по простиранию в северо-восточном направлении на 1100 м и на глубину максимум до 550 м. Падение зон северо-западное под углом 40—50° с пологим склонением к юго-западу под углом 5—10°.

Наиболее мощное и выдержанное рудное тело, приуроченное к нижней зоне, имеет размер по простиранию 1100 м, по падению прослежено максимум на 300 м. Мощность рудного тела на значительной протяженности составляет 20—25 м, а в юго-западной опущенной части фиксируется резкий разброс мощностью до 60—75 м. Глубина залегания рудного тела изменяется в широких пределах: от 35—330 м на северо-востоке до 240—550 м на юго-западе.

Остальные рудные тела аномалии 2 имеют линзовидную форму и относительно небольшие размеры: протяженность по простиранию 150—300 м, по восстанию 20—70 м, мощность от 3 до 20 м. Глубина залегания рудных тел колеблется от 15 до 470 м.

В строении рудных тел аномалии 2 наблюдается определенная зональность: в верхних частях рудных тел преобладают скарново-магнетитовые прожилково-вкрапленные руды, а в нижних — сплошные магнетитовые.

По текстурным и структурным признакам и минеральному составу сплошные руды аномалии 2 в общем подобны рудам аномалии 1. Отличие состоит в том, что сплошные руды аномалии 2, вскрытые на глубоких горизонтах, содержат значительную примесь сульфидных минералов, среди которых преобладает пирит, местами пирротин и менее развит халькопирит. Сульфиды распространены в руде неравномерно в виде скоплений, гнезд, иногда довольно крупных, прожилков и реже рассеянной вкрапленности.

Прожилково-вкрапленные скарново-магнетитовые руды развиты в основном по пироксеновым и реже амфибол-гранат-пироксеновым скарнам. Отмечаются в небольшом количестве руды, образованные по серпентинитам. В рудах наблюдаются реликты габбро-порфириров и жильных пироксеновых порфириров, интенсивно скарнированных пироксеном; из нерудных минералов встречаются амфибол, эпидот, хлорит, тальк и серпентин. Вкрапленные руды аномалии 2, особенно на глубоких горизонтах, подобно сплошным рудам включают значительную примесь сульфидов.

Вмещающими рудные тела породами в пределах аномалии 2 являются серпентиниты, образующие мощные (иногда более 100 м) межпластовые тела, обычно переслаивающиеся с габбро-порфиритами, а в крайней юго-западной части аномалии — с мраморизованными известняками, залегающими в верхах нижней толщи ирендыкской свиты.

В подошве рудной зоны залегают габбро, включающие тела пироксенитов, а в кровле — габбро-порфириды и порфиридные разности габбро.

Габбро-порфириды всяческого бока и залегающие внутри рудных зон интенсивно ороговикованы, пироксенизированы, эпидотизированы, окварцованы, иногда полностью превращены в роговики эпидот-пироксенового, амфибол-кварц-полевошпатового или чисто кварцевого состава. Серпентиниты в основном представлены хризотилowymi разностями, образованными по ультраосновным породам. Вблизи рудных тел встречаются небольшие пропластки серпентинитов, развитых по пироксеновым скарнам. Последние, как правило, в той или иной степени оруденелые.

*Аномалия 3.* На участке аномалии рудоносный горизонт подсечен скважинами на глубине 35—260 м и прослежен по простиранию на 700 м и вкрест простирания на 350—450 м. Рудно-скарновая зона имеет пологое падение на северо-запад под углом 10—20° и юго-западное склонение примерно под теми же углами, за исключением крайней северо-восточной части аномалии (район ее эпицентра), где падение пород изменяется на юго-западное под углом 35°.

Общая мощность скарново-рудной зоны колеблется от 40 до 75 м. В ней выделяется три рудных тела, имеющих относительно небольшую мощность, но выдержанных по простиранию.

Основное рудное тело имеет размеры в плане 600×400 м. Наибольшая мощность 12,7 м отмечается в опущенной части рудного тела, где оно сложено в краевых частях сплошными магнетитовыми, а в центральной — скарново-магнетитовыми рудами. По восстанию мощность рудного тела уменьшается, и оно расчленено на отдельные апофизы мощностью 1,8—2,5 м, представленные бедными скарново-магнетитовыми рудами. Глубина залегания рудного тела — 115—250 м. Два других рудных тела подсечены пока отдельными скважинами, имеют мощность от 2 до 9 м и представлены бедными магнетитовыми и сульфидно-магнетитовыми рудами.

Сплошные магнетитовые руды массивной текстуры мелкозернистые, включают значительное количество роговой обманки и пироксена. Руды отличаются большим количеством включений сульфидов, главным образом пирротина и меньше пирита и халькопирита в виде густой вкрапленности, мелких гнезд, скоплений и тонких невыдержанных прожилков.

Скарново-магнетитовые руды мелкозернистые, имеют неравномерно-вкрапленную и прожилково-вкрапленную текстуру и значительную примесь сульфидов. Нерудные минералы представлены пироксеном или пироксеном в сочетании с амфиболом (тремолитом, роговой обманкой) или хлоритом, реже серпентинитом.

*Аномалия 4.* На аномалии выявлено рудное тело линзообразной изометрической формы, резко выклинивающееся по падению и простиранию. Рудное тело залегают вблизи дневной поверхности (10 м) и прослежено до глубины 170 м. Падение его на юго-запад под углом 35—40°. Истинная мощность — 40 м. Размеры рудного тела в плане — 150×120 м.

Руды в основном скарново-магнетитовые, выделяются отдельные пачки сплошных магнетитовых руд мощностью от 3,5 до 9,7 м. Из нерудных минералов в рудах отмечаются пироксен, реже амфибол, эпидот, кальцит, хлорит и серпентин.

Для магнетитовых руд аномалии 4 (особенно сплошных) характерна значительная примесь сульфидов (пирита, халькопирита и пирротина).

Скарново-рудные зоны аномалий 3 и 4 приурочены к одному рудоносному горизонту, залегают среди пироксен-плагиоклазовых базальтовых порфиринов, афиритов и диабазов, включающих в лежачем боку прослой известняков и доломитов и пластовые тела серпентинитов.

*Аномалия 6* приурочена к зоне северо-западного экзоконтакта Круглогорского габбрового массива. На площади аномалии на значительной глубине (480—580 м) установлена выдержанная рудно-скарновая зона сравнительно небольшой мощности. По простиранию в северо-восточном направлении зона прослежена на 1500 м, ширина ее колеблется от 250 до 420 м. Падение рудно-скарновой зоны изменяется от северо-западного под углом 10—30° в западной части до юго-восточного под углом до 5° в восточной части, непосредственно примыкающей к габбровому массиву и нередко залегающей в заливах-карманах интрузива.

По имеющимся данным рудная зона представлена двумя рудными телами: западным мощностью от 1,3 до 8,8 м и восточным мощностью от 4,4 до 19,3 м. Наблюдается некоторое возрастание мощности ближе к контакту с габбровым массивом. Рудные тела сложены, как правило, сплошными магнетитовыми рудами, средне-крупнокристаллическими, включающими незначительное количество зерен скарновых минералов: пироксена, амфибола, граната. Магнетитовые руды восточного рудного тела содержат значительную примесь сульфидов (пирротина, реже пирита и халькопирита).

Рудные тела аномалии 6 залегают среди габбро-порфиринов в верхней части интенсивно ороговикованных, в нижней — скарнированных пироксеном, гранатом, амфиболом, в почве которых залегают светло-серые мраморизованные известняки нижней толщи ирендыкской свиты.

В зависимости от текстурных признаков и по содержанию железа магнетитовые руды Круглогорского месторождения подразделяются на сплошные магнетитовые руды (железа более 50%) и прожилково-вкрапленные скарново-магнетитовые руды (железа 20—50%).

По технологическим признакам среди сплошных магнетитовых руд выделяются:

- 1) мартеновские руды с содержанием железа не менее 55%, серы и фосфора не более 0,15% каждого;
- 2) доменные руды с содержанием железа не менее 50%, серы и фосфора не более 0,3% каждого.

Сплошные руды с повышенным содержанием сульфидов (серы более 0,3%) и прожилково-вкрапленные скарново-магнетитовые руды могут использоваться после обогащения.

Магнетитовые руды Круглогорского месторождения малофосфористые, содержание фосфора не превышает пределов, установленных для мартеновских руд (табл. 21).

Магнетитовые руды месторождения по содержанию шлакообразующих компонентов, в которых явно преобладает кремнезем, являются кислыми. Содержание других компонентов, являющихся полезными или вредными примесями, включая серу и фосфор, незначительно (табл. 22).

Химическими анализами среди магнетитовых руд и вмещающих пород с повышенным содержанием сульфидных минералов в ряде интервалов установлено повышенное содержание некоторых цветных и благородных металлов. Так, содержание меди в отдельных пробах достигает 1,04—1,52%, никеля 0,32—0,38%, кобальта 0,020—0,079%, золота 1,6—3,82 г/т и серебра 2,8—10,4 г/т. Лабораторными технологическими испытаниями вкрапленных магнетитовых руд месторождения установлена возможность их успешного обогащения путем мокрой маг-

Таблица 21

## Химический состав сплошных магнетитовых и вкрапленных скарново-магнетитовых руд Круглогорского месторождения (в вес. %)

Номер магнитной аномалии	Руды	Железо			Сера			Фосфор		
		от	до	среднее	от	до	среднее	от	до	среднее
1	Сплошные	56,37	57,82	56,82	0,19	0,25	0,21	0,048	0,074	0,053
	Вкрапленные	28,59	32,69	31,66	0,19	0,49	0,42	0,052	0,087	0,078
2	Сплошные	52,04	61,78	56,40	0	2,29	0,95	0,030	0,216	0,109
	Вкрапленные	28,78	38,26	32,94	0,01	3,57	1,36	0,015	0,102	0,083
3	Сплошные	51,48	58,56	54,60	2,24	3,64	3,10	0,10	0,121	0,113
	Вкрапленные	23,74	31,16	26,88	0,71	1,72	0,90	0,007	0,050	0,013
4	Сплошные	50,57	57,18	54,51	0,01	2,04	0,74	0,032	0,18	0,093
	Вкрапленные	20,82	43,06	32,70	0,02	1,35	0,58	0,06	0,196	0,121
6	Сплошные	53,58	62,83	58,96	0,14	2,56	1,20	0,006	0,114	0,048
	Вкрапленные	21,79	26,20	23,75	0,10	2,91	1,44	0,020	0,160	0,023

Таблица 22

## Химический состав магнетитовых руд Круглогорского месторождения (в вес. %)

Компоненты	Сплошные магнетитовые руды			Вкрапленные скарново-магнетитовые руды		
	от	до	среднее	от	до	среднее
SiO <sub>2</sub>	7,89	10,37	8,96	15,79	35,57	24,29
TiO <sub>2</sub>	0,13	0,18	0,16	0,08	0,23	0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,54	2,29	1,95	2,48	7,49	5,54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47,69	53,14	50,86	15,46	40,00	26,45
FeO	26,89	27,76	27,22	16,38	27,36	19,95
CaO	3,72	5,30	4,26	6,95	15,56	10,65
MgO	0,65	1,25	1,03	1,94	9,42	3,72
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Следы	0,02	0,007	Следы	0,03	0,02
P	0,03	0,04	0,04	0,03	0,11	0,053
S	0,07	0,31	0,17	0,03	7,27	0,82
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Следы	0,01	0,007	0,01	0,19	0,03
Ni	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02
Co	0,007	0,010	0,008	0,005	0,034	0,01
Cu	Следы	0,01	0,003	Следы	0,6	0,06
Zn	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03
K <sub>2</sub> O	0,10	0,15	0,12	0,10	0,33	0,16
Na <sub>2</sub> O	0,12	0,20	0,16	0,17	0,82	0,39
П.п.п.	4,11	5,70	4,66	6,89	9,85	7,66

нитной сепарации. Содержание железа в концентратах составляет 55,8—60,0% при извлечении 98%.

Изучение минерального состава руд и окolorудных пород Круглогорского месторождения, последовательности выделения и взаимоотношения минералов дает возможность установить некоторые особенности его генезиса.

Залегание руд среди скарнов, постепенные переходы от скарнов к рудам и взаимоотношения магнетита и скарновых минералов свидетельствуют о том, что рудные скопления генетически связаны с вме-

щающими их скарнами. Однако, вследствие широкого развития процессов метасоматоза и наложения друг на друга различных стадий минералообразования, последовательность выделения минералов на данном этапе изучения месторождения удается установить весьма схематично. Авторами выделяются следующие основные стадии минерализации при формировании месторождения.

**Скарновая стадия.** Скарнированию подверглись почти все породы, распространенные в пределах месторождения, но наиболее часто скарнированы пироксеновые и пироксен-плагиоклазовые базальтовые порфириды, жильные пироксеновые порфириды, габбро-порфириды. По ним образованы гранатовые, пироксеновые, амфибол-гранатовые, пироксен-гранатовые, гранат-амфибол-пироксеновые скарны, почти нацело замещающие первичные породы с сохранением небольших участков (реликтов) материнских пород. В жильных пироксеновых порфиридах с характерными крупными вкрапленниками пироксена наиболее легко скарнировалась их мелкозернистая основная масса с сохранением незамещенных крупных порфировых выделений.

Довольно часто скарнированию подвергались мезократовые равномерно-кристаллические габбро, слагающие интрузивный массив (преимущественно в пределах аномалии 1) с образованием в них участков, зон и скоплений зерен граната, амфибола и реже пироксена.

Реже отмечаются случаи образования скарновых минералов в туфах (пироксена и граната) и известняках (граната, амфибола). В случае пересечения известняков жильными пироксеновыми или пироксен-плагиоклазовыми порфиридами, как правило, скарновые минералы развиваются в краевых зонах последних, совершенно не затрагивая известняки.

Скарны наиболее распространены в пределах участков аномалий 2 и 6, причем преобладающими здесь являются пироксеновые скарны; слабо развиты скарны в пределах аномалии 1, где доминируют гранатовые скарны. Наиболее ранним скарновым минералом на месторождении является гранат (ряда гроссуляр — андрадит), затем развивался пироксен ряда диопсид — геденбергит.

В сплошных магнетитовых и скарново-магнетитовых рудах установлено небольшое количество хромита, по-видимому, метасоматического происхождения и более высокотемпературного, чем магнетит. Обычно зерна хромита трещиноваты, по трещинкам сцементированы и по краям окаймлены зернами магнетита. Наличие зерен хромита отмечается в пироксеновых скарнах; одно зерно хромита обнаружено в мраморизованном известняке.

**Магнетитовая стадия.** В эту стадию происходило выделение магнетита с образованием сплошных магнетитовых и скарново-магнетитовых руд. Судя по тому, что в сплошных рудах очень часто встречаются небольшие реликты жильных пироксеновых порфиров, причем довольно свежих, но иногда скарнированных пироксеном и гранатом, значительная часть сплошных магнетитовых руд (особенно руд аномалии 1) образовалась за счет замещения жильных пироксеновых порфиров.

Основная часть скарново-магнетитовых руд аномалии 1 образована по пироксеновым и пироксен-плагиоклазовым базальтовым порфиридам, как правило, измененным послескарновыми низкотемпературными процессами: амфиболизацией, хлоритизацией и карбонатизацией. Небольшая часть вкрапленных руд аномалии 1 образована по амфибол-пироксен-гранатовым скарнам. Реликты жильных пород габбро-порфиров, нескарнированных или скарнированных, наиболее часто встречаются в сплошных магнетитовых и вкрапленных скарново-маг-



нетитовых рудах аномалий 2 и 6, при этом магнетит избирательно замещает в сохранившихся участках порфирита или только вкрапленники, образуя «оспенную» текстуру, или основную массу. На глубоких горизонтах в рудах аномалии 2 отмечаются реликты пироксеновых и пироксен-гранатовых скарнов с расплывчатыми или четкими контурами. Магнетит выполняет промежутки между скарновыми минералами, а также образует тонкие прожилки.

*Сульфидная стадия.* В эту стадию раньше других сульфидов развивался пирротин в виде неправильных петельчатых и прожилковых скоплений в нерудной массе и по микротрещинкам магнетитовых обособлений, выполняя промежутки между зернами магнетита и корродируя последние. В пирротине наблюдаются тонкие линзовидные, пламенеvidные и перистые вроски пентландита, образованные при распаде твердого раствора.

Несколько позднее пирротина выделялся пирит и затем магнетит второй генерации, выделения которого наблюдаются в виде тонких прожилков и петельчатых образований по микротрещинкам и плоскостям спайности в пирротине, пирите и пентландите. Позднее пирротина выделялся и халькопирит, который образует мелкие выделения в нерудных минералах, развивается по краям скоплений и по микротрещинкам магнетита, пирротина и пирита, корродируя их зерна, редко проникает во вроски пентландита и замещает их.

*Гематитовая стадия.* Минерализация этой стадии проявлена слабо и выражена развитием мартита и гематита.

В ряде случаев отмечаются факты более позднего (по отношению к магнетиту основной первой генерации) выделения амфибола, который корродирует зерна магнетита либо выполняет промежутки между ними. Более поздние процессы — эпидотизация, хлоритизация, карбонатизация, серпентинизация, — по-видимому, следовали параллельно с выделением большей части сульфидных минералов.

Круглогорское месторождение находится в стадии детальной разведки. Запасы магнетитовых руд месторождения на 1/1 1972 г. составляют по категории  $C_1$  41,9 млн. т и по категории  $C_2$  — 6,7 млн. т со средним содержанием (в %): железа 35,4, серы 2,4, фосфора 0,12. Большая часть запасов руды сосредоточена в рудных телах аномалий 1, 2 и 6.

Перспективы месторождения могут быть несколько расширены за счет проверки рудоносности второго (нижнего) горизонта (предполагаемого по геолого-геофизическим данным) в пределах аномалии 1 и изучения западного фланга аномалии 6.

По данным технико-экономических расчетов (П. А. Зенков и др.) Круглогорское месторождение признано рентабельным для подземной разработки.

Что касается перспективности Миасского района в отношении выявления новых железорудных месторождений, то наиболее благоприятным участком является восточный экзоконтакт Круглогорского габбрового массива, где отмечается ряд локальных магнитных аномалий интенсивностью до 500 гамм, которые могут быть вызваны глубокозалегающими рудными телами, аналогичными телам аномалии 6.

Перспективны также аномалии Васильевского участка, находящиеся в 10 км к северо-востоку от горы Круглой и имеющие благоприятную геологическую обстановку.

### Магнитогорский железорудный район

Район расположен в восточной приосевой части Магнитогорского мегасинклиория от широты г. Верхнеуральска на севере до административной границы Челябинской области на юге. В пределах указанного района располагаются контактово-метасоматические месторождения железных руд — Магнитогорское, Малый Куйбас, Березки, Димитровское и более 30 рудопроявлений. Помимо контактово-метасоматических, в районе известны магматические и гипергенные месторождения и проявления железных руд.

Геологическое строение района описано в работах Л. С. Либровича (1936), Н. В. Струве (1959) и в отчетах Уральского территориального геологического управления по результатам геологического картирования последних лет (В. В. Потапьев, Г. И. Чайко, Ю. С. Емельянов, К. П. Плюснин).

Вулканогенно-осадочные породы района относятся к карамалыташской ( $D_1$ — $D_2$ ), улугауской ( $D_2$ ), колтубанской ( $D_3$ ), зилаирской ( $D_3$ — $C_1$ ), березовской ( $C_{1t}$ — $v_1$ ) и кизильской ( $C_{1v_2}$ — $n$ ) свитам. В пределах района они слагают ряд чередующихся меридионально вытянутых складок второго порядка — брахиантиклиналей (Магнитогорскую, Обручевскую) и синклиналей (Агаповскую, Браиловскую и др.). Сочленения крыльев этих складок часто нарушены сбросо-сдвигами субмеридионального простирания. В ядерных частях антиклиналей второго порядка располагаются гранитоидные интрузии.

Интрузивные породы представлены гранитоидами габбровой формации (Штейнберг, 1963<sub>2</sub>). Они образуют два разновозрастных комплекса — среднедевонский и раннекаменноугольный. К среднедевонскому габбро-гранитовому интрузивному комплексу относятся Кассельский, Краснинский, Шеметовский и Россыпнянский массивы. Они располагаются среди комагматичных эффузивов нижнего и среднего девона и характеризуются сложным петрографическим составом. С этим интрузивным комплексом связаны небольшие скарново-магнетитовые рудопроявления, перспективы которых изучены весьма слабо.

Контактово-метасоматические месторождения и большинство рудопроявлений железа связаны с гранитоидными массивами раннекаменноугольного (так называемого Магнитогорского) комплекса. К этому комплексу относятся массивы Магнитогорской группы: Верхнеуральский, Обручевский, Чекинский, Богдановский и др. Массивы залегают среди комагматичных вулканогенных и осадочных пород колтубанской, зилаирской и березовской свит и представляют собой образования двух интрузивных фаз. Первой интрузивной фазе во всех массивах отвечают габброиды, а более молодой фазе — роговообманковые граниты и граносиениты и связанная с ними серия гибридных пород.

Железорудные контактово-метасоматические месторождения располагаются среди пород березовской свиты. Рудные тела находятся либо непосредственно в контакте с гранитоидами (месторождение Малый Куйбас), либо среди гранитов (месторождение Березки), либо в пределах экзоконтактов массивов (месторождения Магнитогорское, Димитровское, Богдановское). Большая часть магнетитовых руд и скарнов на Магнитогорском, Димитровском, Богдановском месторождениях располагается среди мраморизованных известняков турнейско-нижневизейского возраста, на месторождении Малый Куйбас — среди диабазовых порфиритов и туфов, сильно инъецированных гранитоидами.

Промышленные месторождения железных руд сосредоточены в пределах экзоконтактового ореола Магнитогорской группы интрузий (рис. 88). Магнитогорское рудное поле включает в себя гранитоидные массивы: Магнитогорский, Куйбасовский, Московский, горы Грань и Алексеевский с зонами контактово-метасоматически измененных вмещающих пород, а также железорудные месторождения: Магнитогорское, Березки, Димитровское, Восточное, Малый Куйбас и рудопроявления железа: Башик, Придорожное, Железнодорожное, Жосовское.

Вулканогенно-осадочные породы, вмещающие массивы, относятся к колтубанской, березовской и кизильской свитам.

Наиболее древними породами являются эффузивы порфиритовой толщи, отвечающей колтубанской свите ( $D_3^2$ ). В северо-восточной части рудного поля они залегают на фаунистически охарактеризованных кремнистых сланцах и известковистых песчаниках улутауской свиты ( $D_2^2$ ), а на Магнитогорском месторождении перекрываются нижнетурнейскими известняками. Порфиритовая толща сложена базальтовыми и андезито-базальтовыми порфиритами и их туфами. В верхней ее части распространены преимущественно андезито-базальтовые плагиоклазовые порфириты (на Магнитогорском месторождении — со щелочным уклоном), которые ниже сменяются пироксен-плагиоклазовыми, а затем существенно пироксеновыми порфиритами базальтового состава.

На Магнитогорском месторождении в верхней части толщи выделяется горизонт мощностью до 40 м, сложенный туфами, туфолавами и туфоконгломератами, а также породами, известными под названием атачиты (Морозевич, 1901). В северо-восточной части рудного поля верхи толщи сложены вулканическими брекчиями андезито-базальтовых плагиоклазовых порфиритов, которые ниже постепенно сменяются пироксеновыми базальтовыми порфиритами. Преобладающие в толще порфириты характеризуются наличием многочисленных крупных (до 1 см) вкрапленников плагиоклаза и пироксена, гиалопилитовой структурой основной массы.

Заметные контактово-метасоматические изменения (альбитизация, ороговикование) наблюдаются только в верхней части толщи в контактах со скарнами, рудами и мраморами, а также вдоль даек гранитов и гранит-порфиров. Полная мощность толщи, вероятно, составляет не менее 1000 м. Наибольшая мощность, непосредственно пересеченная скважиной 807 на Магнитогорском месторождении, равна 750 м.

В основании березовской свиты залегают осадочная (рудовмещающая) толща. На Магнитогорском месторождении рудовмещающая толща представлена главным образом известняками с редкими прослоями песчаников, алевролитов, известковистых и кремнистых туффитов. Местами в толще отмечаются прослой диабазов и их туфов. На Димитровском месторождении в верхах и в низах толщи появляются горизонты тонкослоистых туффитов, превращенных в существенно альбитовые роговики. Мощность этих горизонтов колеблется от 10 до 50 м. Мощность рудовмещающей толщи на участке от Магнитогорского до Димитровского месторождения довольно постоянная и колеблется в пределах 100—200 м.

В северо-западной части рудного поля известняки в составе толщи играют подчиненную роль. Здесь преобладают кремнистые туффиты, туфопесчаники и диабазы. К северу от пос. Ивановского известняки снова появляются в полной мощности (100—200 м). В пределах Магнитогорского месторождения толща фаунистически охарактеризована. Низы ее, по данным З. Г. Поповой (1963 г.), относятся к турнейскому, а верхние горизонты — к нижневизейскому ярусам. Граница между

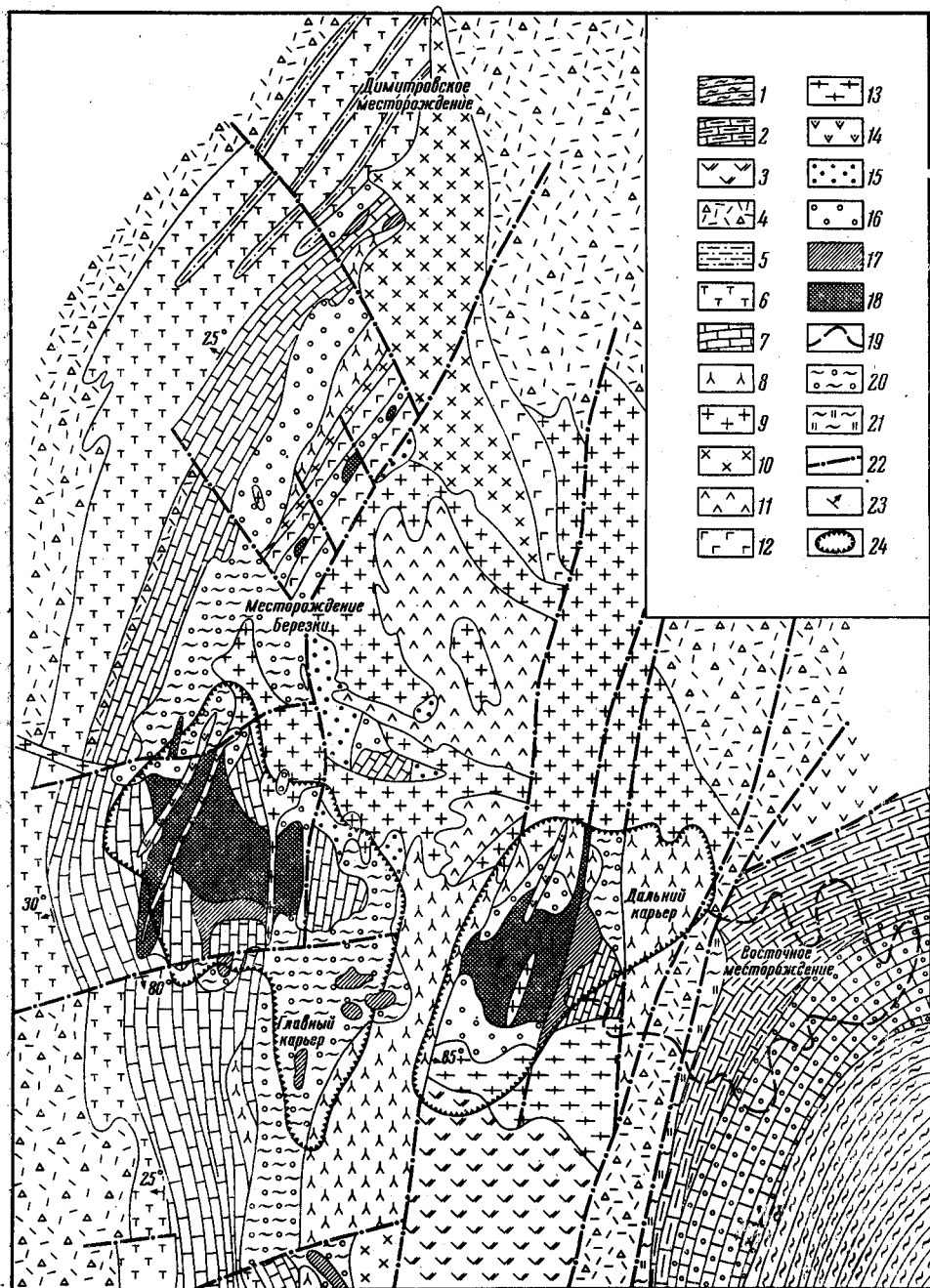


Рис. 88. Схематическая геологическая карта железорудных месторождений: Магнитогорского, Березки, Димитровского и Восточного

1 — тонкослоистые алевролиты, мергели кизильской свиты; 2 — известняки слоистые и обломочные кизильской свиты; 3 — палеобазальты и базальтовые порфириты; 4 — туфобрекчии смешанного состава; 5 — известково-кремнистые сланцы, туффиты; 6 — микропорфириты, диабазовые порфириты; 7 — известняки, мраморы; 8 — плагиоклазовые, пироксен-плагиоклазовые порфириты, их туфы и туфобрекчии; 9 — граниты; 10 — граносениты; 11 — диориты и гранодиориты; 12 — габбро; 13 — микрограниты и гранит-порфириты; 14 — микродиориты, диоритовые порфириты и диабазы; 15 — полевошпатовые и пироксен-полевошпатовые роговики; 16 — скарны; 17 — мартитовые и полумартитовые руды; 18 — магнетитовые руды; 19 — контур развития валунчатых руд; 20 — дезинтегрированные скарны; 21 — каолиновые глины с кремнистыми стяжениями, пылевидный кремнезем; 22 — сбросы и сбросо-сдвиги; 23 — направления и углы падения слоистых пород; 24 — карьеры

турнейским и визейским ярусами проходит внутри толщи. Литологически она не выражена и по микрофауне устанавливается с трудом вследствие постепенного появления фораминифер, характерных для нижнего визе.

Вулканогенные образования, перекрывающие осадочную толщу, относятся к двум вулканическим этапам — ранневизейскому и поздневизейскому (Штейнберг, 1963<sub>1</sub>). Ранневизейский вулканический этап характеризуется излиянием лав с постепенной сменой от основного до кислого состава. Отложения этого этапа относятся к березовской свите и среди них (по составу преобладающих вулканических пород) выделены диабазовая, андезитовая и вулканогенно-осадочная смешанного состава толщи. На отдельных участках локальные проявления вулканизма приводят к выпадению из разреза целых толщ и замещению их фациями, характерными для других толщ.

Диабазовая толща ( $C_{1V_1}$ ) представлена диабазами, плагиоклазовыми и диабазовыми порфиридами и их туфами, туфопесчаниками, известняковыми песчаниками и известняками. На Магнитогорском месторождении в основании этой толщи выделяется горизонт туфобрекчий и туфоконгломератов кислого состава мощностью до 50 м. Количество осадочных пород в составе толщи возрастает в направлении с юга на север, и в районе пос. Верхнекизильского она представлена в основном песчаниками и туффитами с прослоями диабазов и их туфов. В целом для толщи характерен пестрый состав с резкой сменой одних фаций другими. Контакт ее с осадочной толщей, вероятно, постепенный, на что указывает развитие в ее низах прослоев осадочных пород при общем резком преобладании обломочных вулканических фаций (Димитровское месторождение). Мощность толщи колеблется в широких пределах — от 0 до 450 м.

Диабазовая толща перекрывается эффузивами трахитового, андезито-трахитового и андезитового состава, которые выделяются в андезитовую толщу. В составе толщи резко преобладают вулканические фации, представленные роговообманково-плагиоклазовыми андезито-трахитовыми порфирами и их туфами, имеющими четко выраженный щелочной уклон. Мощность толщи колеблется от 0 (западнее Московского массива) до 300 м на площади между Московским и Куйбасовским массивами. Переходы к диабазовой и вышележащей вулканогенно-осадочной толщам постепенные.

Вулканогенно-осадочная толща ( $C_{1V_2}$ ) располагается в западной и восточной частях рудного поля. Она сложена преимущественно вулканогенными обломочными породами смешанного и кислого состава. Лишь в северной части рудного поля среди этой толщи появляются прослои известняков, мергелей, песчаников, алевролитов и аргиллитов. Из эффузивных пород резко преобладают куполообразные тела липаритовых порфиров, липаритовые лавы, туфолавы и туфы. Изредка отмечаются прослои диабазов и андезитовых микропорфиритов. По макро- и микрофауне, которые изучались А. А. Плюсниной и З. Г. Поповой, возраст толщи определяется как средневизейский. Мощность ее колеблется от 150 до 600 м.

Поздневизейский вулканический этап характеризуется резкой сменой отложений пород основного и кислого состава. В нем выделены андезито-базальтовая ( $C_{1V_2}$ ), липаритовая ( $C_{1V_{2-3}}$ ) и базальтовая ( $C_{1V_3}$ ) толщи. В отличие от нижележащих, толщи этого цикла характеризуются большим развитием вулканических фаций. Осадочные породы (известняки и песчаники) отмечаются только в андезито-базальтовой и базальтовой толщах. Характерной особенностью описываемых толщ является наличие среди них базальтов и андезитов кайнотипного



облика. Суммарная мощность толщ поздневизейского этапа составляет 500—800 м.

Базальтовая толща перекрывается мощной (около 1000 м) толщей известняков ( $C_{1n}$ ), залегающих в Агаповской синклинали. Известняки с размывом перекрываются известняковыми конгломератами уртазымской свиты ( $C_2$ ), на которых также с размывом залегают нижнепермские (Силина, Курбежекова, 1962) алевролиты и песчаники с прослоями гипсов и ангидритов.

Около 50% площади Магнитогорского рудного поля покрыто третичными континентальными отложениями мощностью до 50 м. Среди них выделяются кустанайская ( $N_2$ ), аральская ( $N_1$ ) и наурзумская ( $Pg_3$ ) свиты. К отложениям аральской свиты приурочены россыпи глинисто-маритовых валунчатых руд, образующие шлейфы по древним логам и долинам возле коренных месторождений магнетитовых руд (см. рис. 88).

Детальное изучение группы магнитогорских интрузивных массивов впервые проведено А. Н. Заварицким (1922). Новые данные изложены в работах Д. С. Штейнберга (1963<sub>2</sub>) и Г. Б. Ферштатера (1963, 1966).

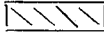
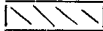
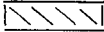
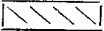
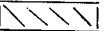
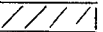
Становление интрузивных массивов проходило в две фазы. С первой фазой связано образование габбро, габбро-диабазов и габбро-диоритов. Они слагают крупные штокообразные тела в эндоконтактах гранитоидных массивов и приурочены к разломам субмеридионального направления. Со второй интрузивной фазой связано образование гранитоидных массивов. Абсолютный возраст гранитов, определенный калий-аргоновым методом, — 335—360 млн. лет (Овчинников, 1963).

Московский и Куйбасовский массивы имеют в плане овальную форму субмеридионального простирания. Грубоизометричная форма Магнитогорского массива усложнена апофизами гранитов, внедрившимися на сотни метров во вмещающие породы от массива (горы Узьянка, Близнецы). Преобладают два направления развития апофиз гранитов — субмеридиональное и северо-западное. Вероятно, современной эрозией вскрыты апикальные части массивов. Последние образуют крутопадающие штокообразные залежи с ограничивающими их поверхностями на глубинах 1,5—2,0 км (Московский массив) и 2,5—3,0 км (Магнитогорский и Куйбасовский массивы). Магнитогорский и Куйбасовский массивы отличаются относительно повышенными магнитными и гравитационными полями, крупноатакситовыми текстурами пород, разнообразием петрографического состава (обилием гибридных образований). Московский массив гранитов отличается более однородным петрографическим составом, а также относительно пониженными магнитным и гравитационным полями над ним.

Интрузивная (и магматическая вообще) деятельность в районе заканчивается в поздневизейское время формированием жильного комплекса, представленного гранит-аплитами, граносиенит- и гранодиорит-порфирами и более молодыми кварцевыми диабазами и лампрофирами. С формированием гранитоидных массивов связано образование широкого ореола контактово-метасоматических пород, захватившего породы березовской свиты. Последовательность и минеральный состав продуктов метаморфизма и метасоматоза приведены в табл. 23.

Характерной особенностью тектонического строения рудного поля является наличие сравнительно пологих брахискладок, разбитых последующими разрывными нарушениями на отдельные структурные блоки, которые и определяют в основном структуру рудного поля. Главными пликвативными структурами рудного поля являются Агаповская синклиналь и Магнитогорская брахиантиклиналь. В пределах послед-

Этапы метаморфизма и рудообразования в Магнитогорском районе

Этапы и стадии метаморфизма и метасоматоза	Последовательность		Парагенетические ассоциации минералов
	Магматическая стадия	Послемагматическая стадия	
Этап контактово-термальных роговиков			Лабрадор, олигоклаз, пироксен, роговая обманка, магнетит
Этап щелочного метасоматоза			
олигоклазовая стадия			Олигоклаз, кварц, пироксен, роговая обманка, биотит, магнетит
альбитовая (ортоклаз-альбитовая) стадия			Альбит, ортоклаз, кварц, актинолит, магнетит, эпидот, кальцит, серицит
Этап скарново-магнетитовый			
скарновая стадия			Пироксен, гранат, эпидот, везувин, волластонит, роговая обманка, магнетит, пирротин
магнетитовая стадия			Магнетит, гранат, роговая обманка, пирит, хлорит, кальцит
Низкотемпературная стадия метасоматоза и гидротермального минералообразования			Кварц, эпидот, хлорит, серицит, пирит, кальцит, альбит

ней выделяются Башикская синклиналь, Московская, Куйбасовская и Магнитогорская антиклинали третьего порядка, в ядрах которых выходят одноименные массивы гранитов. Восточные крылья антиклиналей срезаны тектоническими нарушениями, чем и объясняется резкое преобладание в районе западного падения пород.

Агаповская синклиналь и Магнитогорская брахиантиклиналь сопрягаются по крупному разлому с вертикальной амплитудой около 2 км. С этой главной разрывной структурой рудного поля сопряжены остальные субмеридиональные разломы с амплитудой от 100 до 500 м, расчленяющие рудное поле на ряд линейно вытянутых меридиональных блоков. Развитие сопряженных с ними субширотных и диагональных нарушений обуславливает блоковое строение рудного поля, трапециевидную и клиновидную форму отдельных блоков.

Принципиальная схема разрывной тектоники рудного поля заложена в прединтрузивный, предгранитный и дорудный этапы. Прединтрузивный этап характеризуется образованием сбросо- и взбросо-сдвигов субмеридионального направления, вдоль которых частично развивались дайкообразные залежи габбро и габбро-диабазов. Предгранитный этап повторяет движения по разломам прединтрузивного этапа и образует разломы субширотного направления. Разломы этого этапа подчеркиваются полосами развития гибридных интрузивных пород, секущими контактами гранитных интрузивов широтного направления, апофизами гранитов. Дорудный тектонический этап повторяет движения по ранее созданным направлениям и образует сколы диагональных направлений, вдоль которых располагается наибольшее количество магнетитовых руд и скарнов (в южном блоке месторождения Ма-

лый Куйбас, в Главном и Дальнем карьерах Магнитогорского месторождения).

В дальнейшем (до третичного периода включительно) тектонические движения неоднократно возобновлялись, главным образом по направлениям ранее созданных разломов, усложняя и вуалируя картину взаимоотношений разломов. Ведущую роль в локализации скарново-магнетитового оруденения играли тектонические узлы, представляющие собой места сочленения разломов, когда они развивались в компетентной литологической и структурной обстановке.

Магнитогорское месторождение железных руд располагается на восточной окраине г. Магнитогорска. Оно известно с 1747 г. Первая геологическая карта месторождения составлена Н. И. Антиповым в середине XIX в., а первое геологическое описание опубликовано Н. А. Морозевичем в 1901 г. С 1912 по 1935 г. геологическое изучение и детальная разведка месторождения выполнялись группой геологов под руководством А. Н. Заварицкого. Труды А. Н. Заварицкого по геологии месторождения и его промышленной оценке легли в основу проектирования и разработки месторождения. С 1936 по 1945 г. геологоразведочные работы выполнялись горным управлением Магнитогорского металлургического комбината, а с 1955 г. продолжены Уральским геологическим управлением. По району и рудному полю составлены мелко- и крупномасштабные геологические карты К. П. Плюсниным, В. В. Потальевым, Г. Б. Ферштатером и А. Д. Штейнбергом.

Магнитогорское месторождение приурочено к сводовой части одноименной антиклинали, сложенной осадочными и вулканогенными породами верхнего девона — нижнего карбона, прорванными гранитоидной интрузией и разнообразными дайками. Восточное крыло Магнитогорской антиклинали срезано восточным сбросо-сдвигом, по которому на широте месторождения приведены в соприкосновение отложения верхнего девона — нижнего карбона с известняками намюрского яруса, слагающими Агаповскую синклинал. Восточный сбросо-сдвиг имеет субмеридиональное простирание, крутое, почти вертикальное, падение и интерполируется далеко за пределы месторождения и рудного поля. Его вертикальная амплитуда — около 2000 м.

Северную часть территории месторождения занимает интрузия гранитоидов неправильной конфигурации в плане и сложного петрографического состава. Большинство пород интрузии имеют атакитовые текстуры с постепенными взаимными переходами от основных к кислым разностям. Преобладание сиенитов и граносиенитов отмечается в северо-западной и западной, гранодиоритов и габбро-диоритов — в центральной, а гранитов и плагиогранитов — в южной частях массива.

В южном экзоконтакте массива (на расстоянии 0,5—0,7 км от границы интрузива) среди метаморфизованных осадочных и вулканогенных пород располагается подавляющая часть железных руд Магнитогорского месторождения, которые вскрыты Главным и Дальним карьерами (см. рис. 88). На широте этих карьеров наблюдается полный геологический разрез через месторождение. К западу от Главного карьера располагаются вулканогенно-осадочные брекчии, диабазы, диабазовые порфириты и туфы, которые покрывают рудовмещающую толщу.

Рудовмещающая толща вскрыта карьерами, многочисленными скважинами и прослежена до Димитровского месторождения. Она сложена мраморизованными известняками с прослоями туффицитов и вмещает скарны и магнетитовые руды месторождения. Слоистые пачки по-

род имеют меридиональное простирание и пологое под углом 20—25° падение на запад.

В центральной части Главного карьера моноклиналь усложнена флексурой, сопровождаемой дайкой диабазов (рис. 89). Простирание флексуры меридиональное, падение крутое восточное, амплитуда смещения до 60 м. Между карьерами развиты атачиты и плагиоклазовые порфириды порфиритовой толщи, которые повсеместно подстилают рудовмещающую толщу.

В пределах Дальнего карьера рудовмещающая толща имеет более пологое падение (10—15°) в юго-западном направлении. Эта часть месторождения смещена центральным сбросо-сдвигом. Простирание центрального сбросо-сдвига меридиональное, падение восточное под углом 85—90°, амплитуда смещения до 300 м.

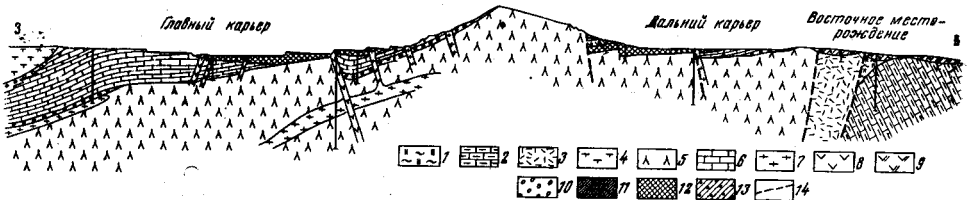


Рис. 89. Геологический разрез Магнитогорского месторождения

1 — каолиновые глины, охристо-глинистые стяжения, пылевидный кремнезем; 2 — известняки слоистые кизильской свиты; 3 — липаритовые и трахилипаритовые порфиры; 4 — диабазовые порфириды и микропорфириды; 5 — плагиоклазовые и пироксен-плагиоклазовые порфириды; 6 — известняки и мраморы березовской свиты; 7 — гранит-порфиры и микрограниты; 8 — жильные диориты и диоритовые порфириды; 9 — диабазы и микродиориты; 10 — скарны; 11 — маргитовые и полумаргитовые руды; 12 — магнетитовые руды; 13 — россыпные маргитовые и полумаргитовые руды; 14 — сбросы и сбросо-сдвиги

Важными элементами строения месторождения являются разрывные нарушения, главные из которых описаны выше. Сместители субмеридионального простирания, близкого к простиранию толщ и пачек осадочных и вулканогенно-осадочных пород, всегда имеют крутые секущие поверхности по падению. Нарушения субширотного и диагонального направлений имеют крутые углы падения преимущественно в южном направлении. Они плавно сочленяются с меридиональными, являясь оперяющими трещинами, и в совокупности создают сложную блоковую структуру месторождения.

В северном экзоконтакте Магнитогорского массива гранитоидов располагаются вулканогенно-осадочные брекчии основного и смешанного составов, характерные для покрывающих рудовмещающую толщу образований.

Скарново-магнетитовые залежи Магнитогорского месторождения расположены вдоль западного и восточного склонов гор Атач—Магнитная, подверглись интенсивному окислению. Глубина зоны окисления достигает 70 м, и ее граница в общем повторяет конфигурацию рельефа.

Коренные магнетитовые руды и продукты их окисления — полумаргитовые и маргитовые разности — слагают все залежи месторождения. В незначительных количествах развиваются охристые лимонитовые руды — продукты экзогенной гидратации скарнов. В пределах Главного карьера руды слагали крупную пластообразную залежь, вытянутую в северо-западном направлении. Висячий бок залежи и породы кровли эродированы. Лежачий бок залежи в ее восточной части имеет согласное с вмещающими породами падение на запад под углом 20—15°, а в западной — пологое падение на восток под углом 10—15°.

образуя в общем пологий секущий контакт с подстилающими мраморизованными известняками.

Форму и строение рудной залежи значительно усложняют дайки диабазов, диоритовых порфиритов, микрогранитов и тектонические нарушения. Дайки диабазов и диоритовых порфиритов, имеющие субмеридиональные простирания и падения, близкие к вертикальным, в большинстве подверглись интенсивному скарнированию. Местами они замещаются хлорит-гранатовыми скарнами. Вдоль зальбандов даек с вмещающими породами (мраморами, туфобрекчиями, гранитами) развиваются магнетит-гранатовые скарны и руды. Магнетитовые руды в этих условиях образуют крутопадающие жиллообразные тела мощностью до 10 м и длиной по простиранию до сотен метров. Между несколькими близко лежащими в мраморах дайками этого типа иногда располагаются рудные тела клиновидной формы (южная и западная части Главного карьера). Дайки микрогранитов встречаются реже. Вдоль их зальбандов тоже развиваются скарны и магнетитовые руды, образуя небольшие тела гнездовидной и жиллообразной формы.

В пределах Дальнего карьера выделяется несколько пластообразных залежей магнетитовых руд, разделенных между собою прослоями роговиков и скарнов. Рудные тела залегают согласно с породами рудовмещающей толщи, замещая в ней известняки. Мощность отдельных залежей не превышает 30 м, а размеры в плане 400×600 м. В северной и западной частях Дальнего карьера среди плагиоклазовых порфиритов развиваются небольшие рудные тела клиновидной и жиллообразной формы, связанные с дайками и тектоническими нарушениями.

Текстуры магнетитовых руд преимущественно массивные и пятнистые, реже прожилково-вкрапленные полосчатые. Полосчатые текстуры руд сохраняют ориентировку, согласную с напластованием осадочных пород. Прожилково-вкрапленные текстуры развиваются преимущественно в зальбандах даек и в зонах предполагаемых интравудных разломов.

Магнетитовые руды сопровождаются гранатовыми скарнами, в состав которых в различных соотношениях обычно входят гранат, кальцит, диопсид, хлорит, эпидот, магнетит, пирит, образующие соответствующие разновидности. Скарны обычно окаймляют магнетитовые залежи, развиваются в контактах дайковых пород с известняками и образуют крупные пластообразные залежи среди известняков, замещая последние. Взаимоотношения скарнов и магнетитовых руд различные, но образование большей части скарнов предшествовало собственно рудообразованию.

В рудной зоне Магнитогорского месторождения установлено более 40 минералов, главными из которых являются магнетит и гранат (гроссуляр-андрадит); широко распространены и встречаются в значительных количествах: пирит, диопсид, геденберgit, хлорит, кальцит, гетит; встречаются часто в незначительных количествах: гематит, мушкетовит, роговая обманка, актинолит, эпидот, цоизит, альмандин, везувит, пренит; редко встречаются: галенит, марказит, сидерит, мусковит, сфен, псиломелан, малахит, азурит, скаполит; в виде единичных находок: молибденит, борнит, валлериит, блеклые руды, арсенопирит, шпинель, флюорит, барит, волластонит, тремолит, андалузит, турмалин, ильвант.

Основная масса первичных руд сложена магнетитом с высоким содержанием пирита. Среднее содержание пирита в магнетитовых рудах, по данным М. А. Карасика (1959), 4,51%. Из нерудных минералов в составе руд чаще всего встречаются гранат, хлорит, кальцит.



Средний химический состав руд месторождения по данным 130 групповых проб приведен в табл. 24.

Таблица 24

## Химический состав руд Магнитогорского месторождения

Компоненты	Содержание, вес. %			Минералы
	от	до	среднее	
Fe	27	69,8	48,6	Магнетит, пирит, гранат, хлорит
S	0,01	8,6	1,98	Пирит и другие сульфиды
P	0,001	0,4	0,04	Апатит
SiO <sub>2</sub>	0,3	36,2	8,3	Кварц, гранат и др.
CaO	0,02	26,1	12,8	Кальцит, гранат
MgO	Следы	3,18	1,02	Хлорит, диопсид
MnO	0,01	0,26	0,08	Псиломелан, гранат
TiO <sub>2</sub>	0,02	0,63	0,21	Сфен, титаномagnetит
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Следы	0,12	0,03	Магнетит
Zn	"	0,21	0,03	Сфалерит
Pb	"	0,10	0,05	Галенит
As	"	0,36	0,015	Арсенопирит
Cu	"	0,6	0,07	Халькопирит и др.
Co	—	—	0,018	Пирит, магнетит и пирротин

По данным М. А. Карасика (1959), изменчивость содержаний железа и серы в магнетитовых рудах более четко проявляется в широтных разрезах. В пределах залежи магнетитовых руд Главного карьера выделяются три меридионально вытянутые зоны. Западная зона характеризуется наиболее высокими содержаниями железа и серы, центральная зона — пониженным содержанием железа и серы, а руды здесь располагаются в апикальной части флексуры. В восточной зоне, где магнетитовые руды развиваются по моноклинально залегающим известнякам, в конфигурации изосодержаний железа и серы отмечается два направления — меридиональное и северо-западное.

В коре выветривания на магнетитовых рудах располагаются окристо-мартитовые и полумартитовые порошковато-кусковатые (окисленные) руды. Они отличаются относительно повышенным содержанием железа и пониженным содержанием серы. Вдоль склонов гор частью непосредственно на окисленных рудах, частью на покрывающих коренные руды породах, залегают валунчатые (россыпные) руды. Они представляют собой смесь различных размеров и окатанности валунов мартита в глинах аральской свиты.

В генезисе промышленных скоплений железных руд Магнитогорского месторождения четко выделяются три стадии:

а) первичная концентрация железа в результате метасоматических процессов с образованием магнетитовых руд и скарнов;

б) обогащение железных руд в коре выветривания с образованием мартитовых и полумартитовых разновидностей;

в) рассредоточение и частичный перенос мартитов и полумартитов и разубоживание их континентальным глинистым материалом с образованием россыпных валунчатых железных руд.

В каждую из этих стадий возникли железные руды специфических геолого-минералогических и технологических типов. Вопрос об источнике железа для образования первичных магнетитовых руд пока не

ясен. Предполагается, что рудоносные растворы выносили железоматерию из остаточных расплавов магматического очага, частью из сидеронитового габбро первой интрузивной фазы и частью из вулканогенных пород основного состава.

За весь период разработки Магнитогорского месторождения с 1929 по 1968 г. было извлечено 429 966 тыс. т руды с содержанием железа 52,2%, в том числе: окисленных руд 215 663 тыс. т с содержанием железа 54,2%, сернистых магнетитовых руд 173 854 тыс. т с содержанием железа 52,1% и россыпных руд 40 449 тыс. т с содержанием железа 40,1%.

Запасы железных руд месторождения по состоянию на 1/1 1972 г. приведены в табл. 18.

Восточное месторождение примыкает к восточному борту Дальнего карьера Магнитогорского месторождения и представляет собой пролювиально-делювиальную россыпь валунчатых железных руд вдоль юго-восточного склона горы Дальней. Месторождение открыто в 1956 г. Магнитогорской геологоразведочной партией.

Восточное месторождение сложено континентальными отложениями аральской и кустанайской свит, залегающими на коре выветривания палеозойских пород (см. рис. 88). Валунчатые железные руды приурочены к отложениям аральской свиты и образуют россыпь длиной до 2 км и шириной до 1 км, вытянутую в широтном направлении. На месторождении разведано 14 рудных тел пласто- и линзообразной формы.

Рудные тела залегают на глубине от 10 до 50 м и наклонены к востоку под углом 5—10°. Валунчатые железные руды состоят из глинистой и валунно-кусковой фракции, последняя хорошо отделяется промывкой. Ее составными частями являются преимущественно мартиты, полумартиты, магнетиты и бурые железняки, редко встречаются скарны, известняки, роговики, граниты. Средний гранулометрический состав валунно-кусковой фракции (в %): класс более 25 мм 18,4; класс 25—3 мм 45,4 и класс 3—0,7 мм 36,2. В состав глинистой фракции кроме глины входит железная охра.

Месторождение Березки располагается на северном продолжении рудоносной зоны Главного карьера Магнитогорского месторождения, отделяясь от последнего апофизой гранитов горы Узанка. На месторождении развиты первичные скарно-магнетитовые руды и элювиально-делювиальные валунчатые железные руды. Магнетитовые руды располагаются в тектонической зоне субмеридионального простирания и крутого восточного падения. В пределах этой зоны выделяется грабеновая структура, в которой блок известняков рудовмещающей толщи рядом тектонических нарушений последовательно опущен в восточном направлении. Большое развитие имеют дайкообразные залежи габбро, среди которых местами развивается сидеронитовое габбро.

На контактах габбро с известняками и гранитами располагается большая часть магнетитовых руд и скарнов (рис. 90). Они образуют рудные тела жило- и линзообразной формы субмеридионального простирания с падением на восток под углом 50—80°. В полосе шириной до 0,5 км и длиной до 2 км на глубинах от 0 до 200 м выявлено 12 рудных тел размерами от 50×50 м до 250×200 м и мощностью от 2 до 30 м. По минеральному составу и качеству магнетитовые руды месторождения Березки являются идентичными сернистым магнетитовым рудам Магнитогорского месторождения.

Валунчатые железные руды месторождения Березки располагаются вдоль северного и восточного склонов горы Шишки, приурочены к отложениям аральской свиты и образованиям коры выветривания по

скарнам. По сравнению с россыпными рудами Магнитогорского и Восточного месторождений они отличаются относительно большим развитием железных охр в глинистой фракции и тонкопористых лимонитов в валунно-кусовой фракции. Запасы магнетитовых руд по категории С<sub>2</sub> составляют 5 065 тыс. т; запасы валунчатых железных руд — 7 380 тыс. т. Среднее содержание железа в валунчатых рудах — 31,4%, а выход валунно-кусовой фракции 24,9% при содержании железа в ней — 48,6%.

Некоторое увеличение запасов можно ожидать за счет расширения контуров развития магнетитовых руд в глубинной северной части месторождения, а валунчатых руд вдоль южного склона горы Шишки.

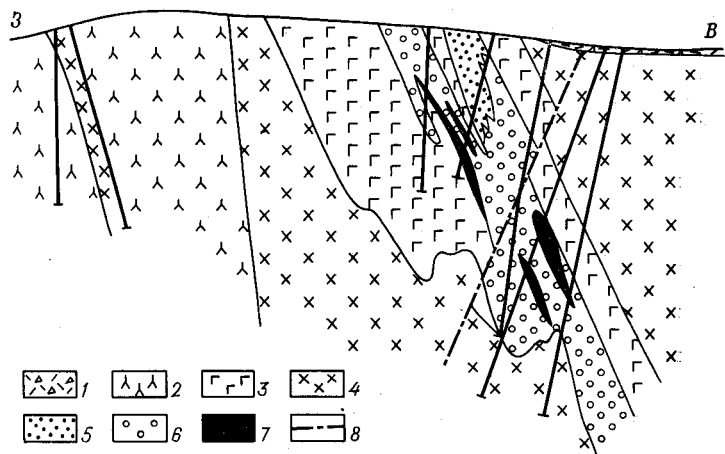


Рис. 90. Геологический разрез месторождения Березки  
1 — туфобрекчии; 2 — плагиоклазовые порфиристы; 3 — габбро; 4 — граниты и граносиениты; 5 — роговитки; 6 — скарны; 7 — магнетитовые руды; 8 — тектоническое нарушение

Димитровское месторождение располагается в 4 км к северу от Магнитогорского месторождения и по геологическому положению и условиям образования является аналогом последнего. Месторождение открыто в 1958 г. Магнитогорской геологоразведочной партией при проверке магнитных аномалий.

В структурном отношении Димитровское месторождение приурочено к северо-западному крылу Магнитогорской антиклинали. Эффузивно-осадочные породы, имеющие северо-западное падение под углами 25—40°, прорваны меридионально вытянутой штокообразной залежью граносиенитов. В западном экзоконтакте граносиенитов с эффузивами и осадочными породами располагаются магнетитовые руды и скарны. Рудные тела залегают на глубине от 90 до 280 м среди осадочной толщи, замещая известняки, а также среди диабазовой толщи, замещая в ней карбонатно-глинистые сланцы и туффиты (рис. 91).

Рудные тела располагаются в пределах одного структурного блока, ограниченного с севера и юга диагональными сбросо-сдвигами. Падение северного сбросо-сдвига юго-западное под углами 45—60°, амплитуда смещения около 300 м. Смещение по южному сбросо-сдвигу — 50—60 м. Буровыми скважинами по сегу 200×100 м на площади около 1,0 км<sup>2</sup> выявлено 10 рудных тел линзообразной формы, согласно залегающих с вмещающими породами. Размеры рудных тел — от 100×100 м до 500×500 м; мощность — от 2 до 15 м. Руды сложены маг-

нетитом и гранатом, имеют массивные, пятнистые, реже полосчатые текстуры.

В небольшом количестве в состав руд входят кальцит, пирит, хлорит. Магнетитовые руды содержат (в вес. %):

Fe . . . . .	20,0—58,8	TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,11—0,93
	(в среднем 43,5)	MnO . . . . .	0,06—1,3
S . . . . .	0,27—8,28		
	(в среднем 2,47)		
P . . . . .	Следы — 0,05		
Co . . . . .	0,002—0,014		

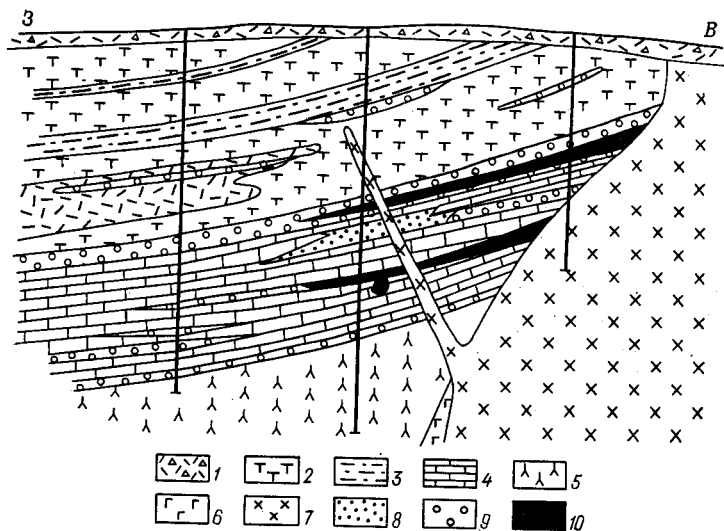


Рис. 91. Геологический разрез Димитровского месторождения  
 1 — туфобрекчи; 2 — диабазовые порфиры; 3 — туфиты и мраморы;  
 4 — плагиоклазовые порфиры; 5 — габбро; 6 — граниты и граносиениты; 7 — роговоики; 8 — скарны; 9 — скарны; 10 — магнетитовые руды

Запасы магнетитовых руд, по данным Т. С. Волчек и Г. Б. Ферштатера, составляют по категории С<sub>2</sub> 8 879 тыс. т. Вопрос о структурном положении рудовмещающей толщи в засбросовой северной и восточной его частях пока не решен.

Месторождение Малый Куйбас расположено в 14 км к север-северо-востоку от Магнитогорского месторождения на северном окончании Куйбасовского массива гранитоидов и приурочено к сложной зоне тектонического нарушения прединтрузивного этапа. Породы, слагающие месторождение, представлены метаморфизованными диабазовыми порфирами и их туфами, плагиоклазовыми и пироксеновыми порфирами, гранитами, габбро и разнообразными контактово-метасоматическими образованиями. По литологическим признакам диабазовые порфиры и их туфы, расположенные в западной части месторождения, относятся к диабазовой толще, а плагиоклазовые и пироксеновые порфиры восточной части — к колтубанской свите.

В центральной части располагаются пироксен-полевошпатовые и кварц-полевошпатовые роговоики, скарны и магнетитовые руды, образующие рудоносную зону шириной от 200 до 600 м, длиной до 2500 м, имеющие субмеридиональное простирание с поворотом на южном фланге до юго-западного с крутым (под углом 70—85°) падением на запад. Рудоносная зона сильно инъецирована гранитами, образующими

многочисленные апофизы и жилообразные тела преимущественно субмеридионального и субширотного простираний, которыми она разделяется на отдельные блоки.

В пределах рудоносной зоны граниты часто связаны постепенными переходами с роговиками, а последние постепенно сменяются метаморфизованными туфами основного состава (Е. И. Каминская-Дульская, 1956 г.). Скарны окаймляют магнетитовые рудные тела, образуют отдельные скопления линзовидной формы, а также заполняют сеть трещин в роговиках, гранитах и метаморфизованных порфиритах. В состав скарнов входят гранаты, диопсид, кальцит, синяя роговая обман-

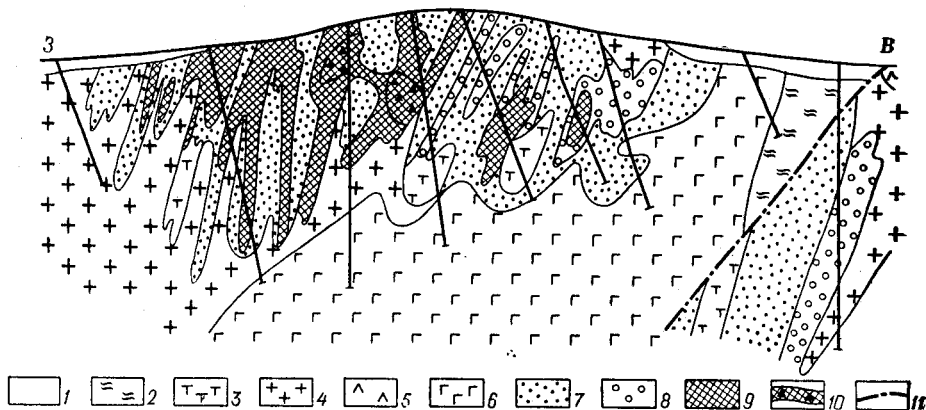


Рис. 92. Геологический разрез месторождения Малый Куйбас

1 — покровные отложения; 2 — каолиновая кора выветривания; 3 — плагиоклазовые порфириды; 4 — граниты; 5 — диориты; 6 — габбро и габбро-диориты; 7 — роговики; 8 — скарны; 9 — магнетитовые руды; 10 — магнетитовые руды брекчиевидной текстуры; 11 — сбросо-сдвиги

ка, тремолит, актинолит, везувиан, скаполит, альбит, эпидот, хлориты, гематит, пирротин, пирит и магнетит, которые обуславливают обилие минеральных ассоциаций и разновидностей скарнов. Преобладающее развитие имеют гранатовые и пироксен-гранатовые скарны. Гранаты представлены андрадитом и андрадит-гроссуляром.

На месторождении установлено 50 рудных тел на глубине от 0 до 450 м. Апофизами гранитов субширотного направления они разделяются на северную, центральную и южную группы. В северной и центральной группах рудные тела имеют линзообразную форму, субмеридиональные простирания и крутые под углом 75—90° падения на запад. В южной группе простирания рудных тел юго-западные, а форма более сложная и приближается к столбообразной, конусовидной и линзообразной (рис. 92). Сложность форм рудных тел обусловлена совместным развитием руд вдоль зон дробления северо-западного направления и по напластованию пород субмеридионального направления. Размеры рудных тел колеблются от 50×50 м до 500×300 м при мощностях от 2 до 50 м.

Руды месторождения представлены в основном магнетитом. Окисленные мартитовые руды имеют небольшое развитие. Зона окисления не превышает глубины 5—10 м, лишь в отдельных случаях достигая 30 м. В небольших количествах в состав руд входят: пирротин, пирит, мушкетовит, гематит, кальцит, гранат, хлорит, халькопирит, а в зоне окисления — гетит, гидрогетит, марказит. Основным полезным компонентом в рудах является железо, сопутствующим, который может пред-



ставлять промышленный интерес, — кобальт. Среднее содержание компонентов в рудах (в %):

Fe . . . . .	38,5	S . . . . .	1,83
Co . . . . .	0,02	P . . . . .	0,06
Ni . . . . .	0,01	SiO <sub>2</sub> . . . . .	16,0
Mn . . . . .	0,17	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	5,9
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,41	CaO . . . . .	7,8
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,05	MgO . . . . .	1,42

Коэффициент основности руд 0,43.

В северо-восточной части месторождения среди габбро установлено рудное тело массивных титаномагнетитовых руд. По данным В. Г. Фоминых (1963), титаномагнетит содержит 16—25% ильменита, 1—17,5% ульвошпинели и 4—9% герцинита; содержание TiO<sub>2</sub> в среднем 12,8%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,66%.

На месторождении Малый Куйбас наиболее вероятными для увеличения запасов руд следует считать глубины 1000—1500 м в северной, центральной и юго-западной частях месторождения.

В размещении железных руд Магнитогорского рудного поля отмечаются следующие особенности.

1. Магнетитовые руды располагаются в контактах гранитоидных интрузий с осадочными и вулканическими породами березовской свиты в местах интенсивного проявления тектонических нарушений.

2. Подавляющее количество магнетитовых руд известно в экзоконтакте Магнитогорского массива среди карбонатных отложений (Магнитогорское месторождение и др.), меньшее — среди туфогенных пород (Димитровское месторождение). Установлены магнетитовые руды в эндоконтакте массива (часть залежей месторождения Березки).

3. На месторождениях Малый Куйбас и Березки главная часть магнетитовых руд сосредоточена в крутопадающих рудных телах, простирающихся связанных с залежами габбро первой интрузивной фазы. На Магнитогорском и Димитровском месторождениях преобладающая часть рудных тел имеет залегания, близкие к горизонтальным.

4. Общая глубина распространения магнетитовых руд, установленная буровыми работами, достигает 1000 м. На Магнитогорском и Димитровском месторождениях она соответственно достигает 250—400 м, а на месторождениях Березки и Малый Куйбас — 400—850 м.

4. Минеральный и химический состав магнетитовых руд месторождений Магнитогорского, Березки, Димитровского и Малый Куйбас в общем идентичный. По сравнению с рудами Магнитогорского месторождения относительно большие содержания титана отмечаются в рудах месторождений Малый Куйбас и Березки, а пирротина — в рудах месторождения Малый Куйбас. Особенностью Магнитогорского месторождения является развитие интенсивной зоны окисления, в которой к началу отработки располагалось более 60% разведанных запасов руд.

6. Магнетитовые рудные тела, вскрытые современной эрозией, отображаются наземными магнитными полями интенсивностью до 14 000 гамм в случаях пологого залегания (залежи Дальнего карьера Магнитогорского месторождения) и интенсивностью до 90 000 гамм в случаях крутого падения (месторождение Малый Куйбас). Над рудными телами, не имеющими выхода на дневную поверхность, интенсивность магнитных полей колеблется от 2000 до 4000 гамм (месторождения Димитровское и Березки) и зависит от глубины, характера залегания и мощности рудных тел, а также от состава покрывающих пород. Следует отметить, что магнитные аномалии интенсивностью 2000—

4000 гамм наблюдаются над габбро, диабазами, пироксеновыми и пироксен-плаггиоклазовыми порфиритами, залегающими вблизи дневной поверхности.

Рудопроявления железа в районе изучены слабо. Лишь Богдановское месторождение, находящееся в 90 км к югу от г. Магнитогорска, имеет геологическую оценку. По данным Н. А. Скопиной, магнетитовые руды на месторождении образуют линзообразные тела размерами от  $50 \times 50$  до  $200 \times 500$  м, мощностью от 2 до 30 м и залегают на глубине 150—300 м среди турнейских известковистых туффитов в экзоконтакте Богдановской гранитоидной интрузии. Прогнозная оценка запасов — 20 млн. т.

Геолого-геофизические предпосылки показывают, что Магнитогорский район является перспективным для открытия новых залежей скарново-магнетитовых руд. К перспективным участкам относятся:

- 1) северная и центральная части месторождения Малый Куйбас на глубине более 800 м, а также северо-западное продолжение южной части его на глубине 500—600 м;
- 2) площадь под техногенными отложениями к северу от Дальнего карьера. Здесь можно ожидать промышленные скопления россыпных валунчатых руд, аналогичных Восточному месторождению, а также руд в коренном залегании в пределах грабеновых структур;
- 3) в северо-восточной части месторождения Березки, а также вдоль северного контакта Магнитогорской интрузии на глубине более 500 м;
- 4) в северной засбросовой части Димитровского месторождения на глубине более 500 м;
- 5) в зоне центрального сброса Дальнего карьера и в зоне тектонических брекчий между Главным и Дальним карьерами среди вулканических брекчий порфиритовой толщи;
- 6) в зальбандах даек диабазовых порфиритов среди известняков, подстилающих разведанные залежи Главного и Дальнего карьеров, а также к югу от них.

Проблемными, но весьма заманчивыми являются поиски магнетитовых руд, приуроченных к более древним стратиграфическим горизонтам девона под известными залежами Главного карьера, а также в зоне восточного сбросо-сдвига (к северо-востоку от Дальнего карьера), где возможно сочленение гранитоидов с визейскими карбонатными отложениями, погруженными под северо-западное крыло Агаповской синклинали на глубины порядка 1500—2000 м.

На южных погруженных частях Магнитогорского и Мосовского массивов в настоящее время ведутся поиски руд на глубине 1000—1200 м (в пределах аэромагнитных аномалий Дзержинской и Железнодорожной). Заслуживают большого внимания вытянутые в широтном направлении группы магнитных аномалий в северных экзоконтактах Алексеевского, Обручевского, Чекинского и Богдановского массивов, а также Бурановская и Субутакская аномалии. На всех указанных участках крупные скопления железных руд можно ожидать на глубинах, превышающих 300 м, т. е. в виде слепых залежей.

### ***Месторождения Восточно-Уральского поднятия***

В пределах Восточно-Уральского позднепалеозойского поднятия на Среднем Урале выделяется крупная Пийско-Петрокаменская железорудная зона, в которой наиболее распространены контактово-метасоматические и в меньшей мере — позднемагматические месторождения

железных руд. Здесь известны сравнительно небольшие месторождения магнетитовых руд Пийского железорудного района, а также мелкие месторождения и рудопроявления — Ивановское, Сиверское и др.

На Южном Урале в этой же структурно-фациальной зоне выделяется Степнинско-Маскайкинская железорудная зона с мелкими непромышленными Маскайкинским и Степнинским месторождениями контактово-метасоматического типа.

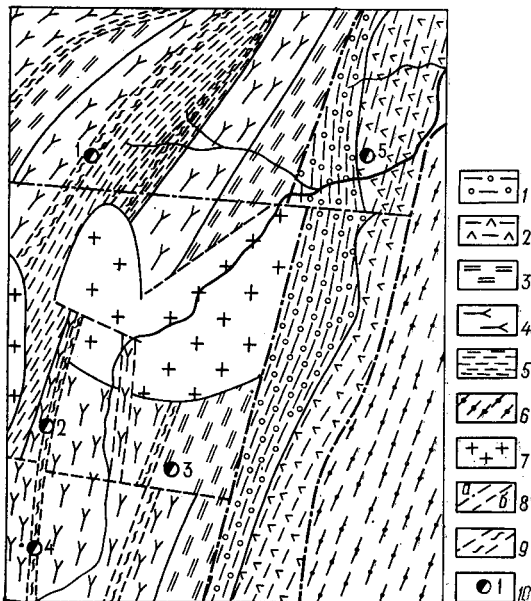


Рис. 93. Схематическая геологическая карта района Пийских месторождений. По В. Г. Шихову

1 — чернопийская свита: слабометаморфизованные кварцевые, аркозовые и граувакковые песчаники, гравелиты, мергели; 2 — медведская свита: метаморфизованные эффузивные и вулканогенно-обломочные породы кислого, среднего и основного состава; прослой туффигов, туфонесчаников, мраморов; 3 — верхняя толща салдинского комплекса: переслаивание микроамфиболитов и микроплагногнейсов; 4 — средняя толща салдинского комплекса: амфиболиты, плагногнейсы с линзами мраморов; 5 — нижняя толща салдинского комплекса: биотитовые плагногнейсы с прослоями амфиболитов; 6 — гаевский гнейсовый комплекс; 7 — гранодiorиты; 8 — тектонические нарушения: а — ограничивающие структуры первого порядка, б — прочие; 9 — зоны расланцевания, смятия, осветления, выветривания; 10 — месторождения железа: 1 — Большереченское, 2 — Северо-Камбаихинское, 3 — Восточно-Камбаихинское, 4 — Камбаихинское, 5 — Чернопийское

### Пийский железорудный район

В группу собственно Пийских месторождений объединяются: Большереченское, Северо-Камбаихинское, Камбаихинское, Восточно-Камбаихинское и Чернопийское месторождения, расположенные на расстоянии 2—7 км друг от друга.

Район месторождений вследствие значительной мощности покровных отложений и сильной заболоченности долго оставался неизученным. Первые скудные сведения о нем были получены в 1958 г. Г. В. Голубковым в результате проведения мелкомасштабной геологической съемки. Толчком для интенсивного изучения района послужили результаты аэрогеофизической съемки, выявившей в бассейне р. Пии группу перспективных магнитных аномалий. Съемки проводились в 1959 г. под руководством В. А. Уфимцева. Начиная с 1960 по 1969 г. район Пийских магнитных аномалий интенсивно изучался геофизическими и поисково-разведочными работами, которые привели к открытию вышеперечисленных железорудных месторождений.

Верхотурско-Верхисетский мегантиклинорий, к образованиям которого приурочены железорудные месторождения Пийской группы, сложен глубоко метаморфизованными в условиях амфиболитовой фации регионального метаморфизма породами салдинского гнейсового комплекса (рис. 93). Возраст пород комплекса нижнепалеозойский, частично возможно допалеозойский (Соболев, 1969).

Салдинский комплекс, непосредственно слагающий Салдинско-Петрокаменский антиклинорий, по данным В. Г. Шихова, разделяется на три толщи: нижнюю, среднюю и верхнюю. Нижняя толща состоит

из биотитовых плагиогнейсов с подчиненными прослоями плагиоклазовых амфиболитов и биотит-роговообманковых плагиогнейсов. По химическому составу плагиогнейсы соответствуют гранодиоритам.

Средняя толща сложена переслаивающимися амфиболитами, роговообманково-биотитовыми, биотит-роговообманковыми плагиогнейсами с подчиненными прослоями микроамфиболитов и микроплагиогнейсов. Характерным для толщи является присутствие линзовидных прослоев мраморов и связанных с ними скарнов и магнетитовых руд.

Верхняя толща представлена роговообманковыми, биотит-роговообманковыми, биотитовыми микроплагиогнейсами и плагиогнейсами мелкозернистой структуры, микроамфиболитами и амфиболитами. По составу породы верхней толщи близки к породам средней и нижней толщ.

Для салдинского метаморфического комплекса характерно широкое развитие процессов метаморфической дифференциации, плагиоклазовой и меньше калишпатовой гранитизации. Эти процессы, проявившиеся с различной интенсивностью, привели повсеместно к образованию целой гаммы различных мигматитов: очковых, прожилковых, линзовидно-жилвных, полосчатых, птигматитов, агматитов, тeneвых и пятнистых.

На востоке салдинский комплекс контактирует с образованиями Медведовско-Свердловского мегасинклиория, сложенного палеозойскими вулканогенно-осадочными породами, метаморфизованными в условиях зеленосланцевой фации регионального метаморфизма и объединенными в медведовский комплекс.

Медведовский метаморфический комплекс разделяется на две свиты (снизу вверх):

1. Медведовская свита, сложенная метаморфизованными альбитофирами, кварцевыми альбитофирами и их туфами, метаморфизованными эффузивами среднего и основного состава и их туфами, метаморфизованными известково-глинистыми туфами, туфопесчаниками, линзами мраморов, эпидот-хлорит-альбитовыми сланцами. Возраст медведовской свиты, ордовикско-силурийский.

2. Чернопийская свита, сложенная слабо метаморфизованными аркозовыми и кварцевыми песчаниками, гравелитами, прослоями аргиллитовидных и серицит-карбонат-кварцевых порфиробластовых сланцев, мергелей и мраморов. Возраст свиты девонский.

Породы салдинского гнейсового комплекса в районе месторождений слагают опрокинутую под углом 50—60° на восток Большереченскую антиклинальную структуру (по В. Г. Шихову), осложненную на юге антиклинальными складками более высоких порядков. Предполагается большая роль дизъюнктивной тектоники, обусловившей блоковое сложение фундамента. К тектоническим зонам субмеридионального направления приурочено магнетитовое оруденение.

В центре антиклинальной структуры и на восточном ее крыле располагается Пийский массив гранодиоритов. Массив занимает секущее положение относительно вмещающих пород. Пространственная близость массива и оруденения позволяет сделать предположение о генетической связи гранодиоритов и Пийских железорудных месторождений. Однако, судя по абсолютному возрасту (284—325 млн. лет), однородности состава, грейзенизации, наличию редкометального оруденения и низкому содержанию двуокиси титана в акцессорном магнетите (по данным Н. Я. Фоминых), гранодиориты относятся к группе непродуктивных в отношении контактово-метасоматических месторождений гранитоидов гранитного ряда (Овчинников, 1960; Д. С. Штейнберг; В. Г. Фоминых, 1961 г.).

Большереченское месторождение расположено в Верхотурском районе Свердловской области в 54 км юго-западнее г. Верхняя Салда. Открыто оно в 1960 г. при проверке одноименной магнитной аномалии. Разведочные работы на месторождении проведены в 1960—1963 гг.

Оруденение приурочено к средней толще салдинского метаморфического комплекса, представленного здесь амфиболитами и роговообманковыми плагиогнейсами с подчиненными прослоями роговообманково-биотитовых плагиогнейсов, в различной степени измененных процессами мигматизации. Подчиненное значение в разрезе занимают линзовидные прослои мраморов, жилы кварц-полевошпатовых пород, секущие жилы гранит-порфиров, плагиогранит-порфиров и микрогранитов. Для вмещающих пород характерны частое переслаивание, сланцеватость и ориентированные текстуры, подчиненные единой структуре участка. Месторождение расположено в западном крыле Большереченской антиклинали. Толща метаморфических пород залегает моноклинально, простирается по азимуту 50—60° и падает на северо-запад под углом 40—50°.

Скарново-рудные зоны согласно залегают во вмещающих породах. Всего выделяются три зоны.

Главная скарново-рудная зона, заключающая практически все запасы промышленных руд, выходит под песчано-глинистые мезо-кайнозойские отложения на глубине 12 м (рис. 94). По простиранию зона прослежена на 700 м, по падению на 490 м. Морфологически скарново-рудная зона представляет собой сложную линзовидную залежь, верхняя часть которой смыта эрозией. Мощность зоны колеблется от 130 м в центре до единиц метров на флангах.

Параллельно Главной рудной зоне ниже по разрезу залегает вторая скарново-рудная зона, связанная с пластом мрамора. В центральной части месторождения эта зона сливается с главной. Промышленного оруденения зона не содержит.

На юго-западном продолжении Главной скарново-рудной зоны единичными скважинами прослежена третья скарново-рудная зона. Общая протяженность ее около 800 м. По падению зона не оконтурена. Мощность ее колеблется от единиц метров до 40 м.

В строении рудных зон участвуют гранатовые, пироксен-гранатовые, эпидот-гранатовые скарны и магнетитовые руды. В меньшем количестве присутствуют эпидот-роговообманковые скарны, пироксен-полевошпатовые породы, эпидот-актинолит-альбитовые апоскарновые породы, измененные вмещающие породы. Скарны образуют более или менее симметричный ореол вокруг магнетитовых руд. Текстуры скарнов атакситовые, пятнистые, реликтовые полосчатые, обусловленные неравномерным распределением основных минералов. Обычны прожилки и гнезда эпидота, кальцита, кварца, актинолита.

В составе скарнов преобладают: гранат, пироксен, обыкновенная роговая обманка и эпидот, соотношение которых сильно колеблется. В небольших количествах присутствуют актинолит, кальцит, хлорит, кварц, биотит, плагиоклаз. В единичных зернах встречаются апатит, сфен, рутил. Среди рудных минералов обычны магнетит, пирит, халькопирит, пирротин.

В скарнах имеются две разновидности граната: розовая, ассоциирующая с бледно-зеленым пироксеном, и бурая, ассоциирующая с зеленым пироксеном. Гранаты, относящиеся к ряду гроссуляр — андрадит, интенсивно замещаются магнетитом, эпидотом, кальцитом. Пироксен в скарнах представлен также двумя разновидностями: бледно-зеленым или бесцветным и зеленым. Зеленый пироксен развит преимущественно



но в скарнах, образованных по силикатным породам. Пироксены относятся к ряду диопсид — геденбергит. Эпидот распространен во всех видах скарнов и в осветленных «околоскарновых» породах, представлен

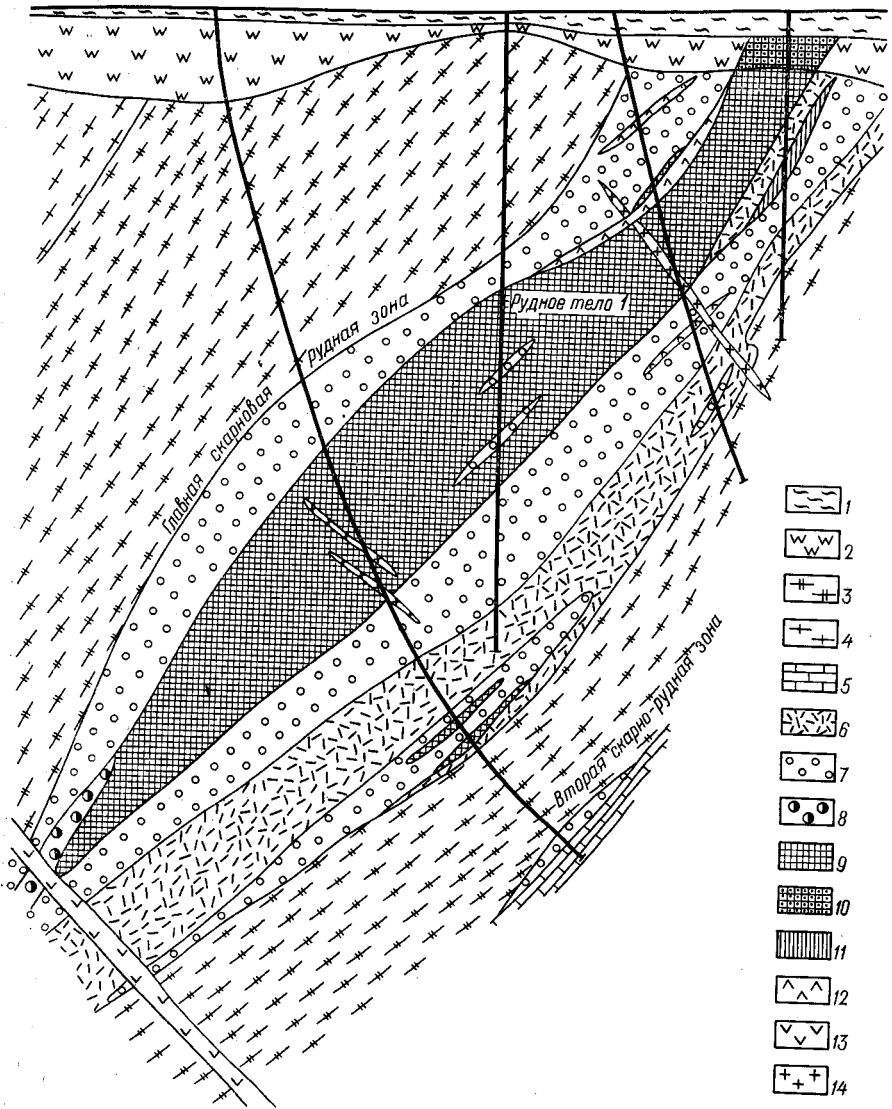


Рис. 94. Геологический разрез Большереченского месторождения

1 — мезо-кайнозойские отложения; 2 — глинистые коры выветривания; 3 — амфиболиты, роговообманково-биотитовые плаггиогнейсы мигматизированные, вблизи рудных зон осветленные; 4 — амфиболиты, роговообманково-биотитовые плаггиогнейсы интенсивно мигматизированные; 5 — мраморы; 6 — эпидот-актинолит-альбитовые породы; 7 — скарны; 8 — пироксен-плаггиоклазовые породы; 9 — руды магнетитовые с содержанием железа более 25%; 10 — руды окисленные; 11 — бедные скарновые руды; 12 — гранит-порфиры; 13 — гранодиорит-порфиры; 14 — кварц-полевошпатовые породы

маложелезистой разностью. Обыкновенная роговая обманка концентрируется в рудных скоплениях среди скарнов и почти всегда присутствует в магнетитовых рудах. Замещается она магнетитом, актинолитом, кальцитом, эпидотом, биотитом, хлоритом.

Скарновые зоны окружены осветленными породами. Со скарновыми зонами тесно связаны пироксен-плагиоклазовые породы, представляющие скарнированные амфиболиты, гнейсы и мигматиты. В пироксен-плагиоклазовых породах устанавливаются в переменных количествах все минералы скарновых зон. Вторую группу осветленных пород, слагающих или внешние ореолы скарновых зон или участки, удаленные на значительные расстояния от них, представляют эпидотизированные, альбитизированные и карбонатизированные амфиболиты и плагиогнейсы.

Магнетитовые руды образуют ряд рудных тел, из которых практически все запасы промышленных руд сконцентрированы в одном рудном теле 1 Главной скарново-рудной зоны.

*Рудное тело 1* имеет линзовидную форму (верхняя часть смыта эрозией) с относительно ровными контактами и с изометричными в плане очертаниями. Длина его по простиранию — 514 м, по падению — 490 м. Мощность рудного тела сильно колеблется, наибольшая мощность (67 м) его наблюдается в центральной части. Средняя мощность тела 1 — около 20 м. Выклинивание рудного тела по простиранию и по падению постепенное. Верхняя кромка его залегает на глубине 12 м, нижняя — на глубине 380 м. Внутреннее строение рудного тела осложнено прослоями скарнов, бедных скарново-магнетитовых руд, измененных вмещающих пород, кварц-полевошпатовыми жилами. Наиболее богатые руды приурочены к центральной части рудного тела.

*Рудное тело 2*, залегающее в третьей скарново-рудной зоне, изучено всего тремя скважинами. В изученной части оно представляет собой пластообразную залежь мощностью от 3 до 5 м. Вероятная протяженность по простиранию — 400 м, по падению — 120 м.

Руды месторождения могут быть подразделены на следующие типы: 1) богатые магнетитовые руды с содержанием железа более 45% (окисленные и неокисленные); 2) богатые скарново-магнетитовые руды с содержанием железа 30—45%; 3) бедные скарновые руды с содержанием железа 20—30%.

Окисленные руды залегают в зоне древней коры выветривания и вскрыты одной скважиной в центральной части месторождения. Мощность их — 11 м. Руды состоят из магнетита (80%), маршита, хлорита, актинолита, гидроокислов железа. Текстуры их ноздреватые, порошковатые, землистые.

Магнетитовые руды составляют около 34% всех запасов. Текстуры руд массивные реже атакситовые и реликтовые полосчатые. Сложены руды агрегатом магнетита (до 80%) с размером зерен 0,6—2 мм, пиритом (7—10%), халькопиритом (до 1%), нерудными минералами (18—20%). Из нерудных чаще встречаются обыкновенная роговая обманка, гранат, эпидот, актинолит, хлорит.

Скарново-магнетитовые руды слагают преобладающую массу руд Большереченского месторождения. Руды представляют собой обогащенные магнетитом скарны. Наряду с магнетитом часто в значительных количествах присутствуют пирит и пирротин. Текстуры руд вкрапленные (атакситовые и равномерновкрапленные), полосчатые, брекчиевидные.

Полный минеральный состав руд, по данным И. П. Вагановой, приведен в табл. 25.

Из общего количества выявленных на месторождении руд богатые магнетитовые руды составляют 34%, богатые скарново-магнетитовые 40% и бедные скарново-магнетитовые руды 21% (безрудные прослои составляют 5%). В общей массе промышленные руды тела 1 имеют следующий состав: железо 39,37%; сера 0,77%; фосфор 0,07%. Пол-

Таблица 25

## Минеральный состав руд Большереченского месторождения

Степень распространения минералов	Рудные минералы	Нерудные минералы
Главные	Магнетит, мартит, пирит, пирротин	Гранат, роговая обманка, пироксен, эпидот, актинолит, хлорит
Второстепенные	Халькопирит, сфалерит, гидрокислы железа	Кварц, альбит, апатит, сфен, анкерит
Редко встречающиеся	Кубанит, валлернит, гематит, пентландит, молибденит, арсенопирит, марказит, мельниковит, пирит, ильменит, титаномагнетит, алтаит, самородное золото, халькозин, борнит, ковеллин	Серицит, нонтронит, гидрхлорит, сидерит, рутил, лейкоксен, циркон, графит

ный химический состав руд, полученный по 20 групповым пробам, следующий (в вес. %):

Fe . . . . .	41,62	Cu . . . . .	0,05	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	следы
FeO . . . . .	19,2	Zn . . . . .	0,05	K <sub>2</sub> O . . . . .	0,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	33,26	Ni . . . . .	0,01	Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,37
CaO . . . . .	11,2	Co . . . . .	0,019	P . . . . .	0,085
MgO . . . . .	3,37	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	следы	SiO <sub>2</sub> . . . . .	18,20
MnO . . . . .	0,29	Ge . . . . .	следы	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,3
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,15	Ag . . . . .	следы		
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,02	Sn . . . . .	0,01		
S . . . . .	0,7	Pb . . . . .	не обн.		

Руды месторождения — сернистые, кобальтсодержащие, по шлакообразующим компонентам — кислые кремнеземистые.

По данным лабораторных технологических исследований магнетитовые руды месторождения могут обогащаться по обычным схемам магнитной сепарации (сухой или мокрой) с последующей флотацией хвостов. При этом возможно извлечение концентрата с содержанием железа от 63 до 70% и кобальта 0,45, т. е. возможно комплексное использование руд.

Месторождения Пийской группы, залегающие в слоистых толщах, относятся к типу контактово-метасоматических. Однако приуроченность описываемых месторождений к продуктам регионального метаморфизма делает их отличными от типичных контактово-метасоматических месторождений Урала.

Скарново-рудные зоны Пийских месторождений локализуются на крыльях напряженных опрокинутых складок, пересеченных субмеридиональными долгоживущими тектоническими нарушениями. Последние, создавая зоны повышенной трещиноватости, служили каналом для рудообразующих растворов.

Скарново-рудные зоны развиваются по контактам мраморов с силикатными породами, замещая те и другие в процессе диффузионного и инфильтрационного метасоматоза. В скарново-рудных зонах, по данным И. П. Вагановой и Н. Я. Фоминых, наблюдается нормальная для метасоматических скарновых образований зональность, теоретически обоснованная Д. С. Коржинским (1948). Зональность в общем случае представлена следующей схемой: силикатная порода → осветленная («околоскарновая») порода → эндоскарн (пироксен-гранатовый) → экзокарн (гранатовый или пироксеновый) → карбонатная порода. Роль

эндоконтактов здесь выполняли во всех случаях силикатные породы (амфиболиты, плагиогнейсы). Вследствие наличия повторяющихся контактов, развития более низкотемпературных скарнов, наложения рудного метасоматоза и апоскарновых ассоциаций полной зональности в разрезах не наблюдается.

В центральной части месторождения наблюдается симметричное зональное строение скарново-рудной зоны. Рудное тело окаймлено скарнами, внешний ореол образуют осветленные породы существенно альбитового состава. На других месторождениях наблюдаются руды и вне скарнов.

Метасоматический характер скарново-рудных зон подтверждается обычной для таких месторождений схемой минералообразования. Так, по данным И. П. Вагановой и Н. Я. Фоминых, скарново-магнетитовый этап закономерно сменяется апоскарново-сульфидным (или водосиликатным), а затем карбонатно-сульфидным. В скарново-магнетитовом этапе выделяются стадии скарнообразования и (более поздняя) магнетитового оруденения. Причем большинство магнетитовых руд образовано при замещении скарнов. По составу основных минералов скарны Пийских месторождений принадлежат к группе среднетемпературных. Изучение элементов-примесей в рудах, скарнах и скарновых минералах и количественные соотношения основных элементов-примесей в рудах (Ti, V, Cr и Ni) позволяют сделать предположение о связи оруденения с интрузией габброидных гранитоидов, не вскрытой в районе месторождений (И. П. Ваганова, Н. Я. Фоминых).

Образование скарново-рудных зон происходило после завершения гранитизации и мигматизации пород салдинского комплекса. Данные определения абсолютного возраста эпидот-хлорит-биотитовой апоскарновой породы (390—424 млн. лет) и жильного микрогранит-порфира (377 млн. лет) позволяют датировать возраст Пийских месторождений девоном.

Запасы месторождения на 1/1 1972 г. составляют по категории С<sub>1</sub> 14,5 млн. т и по категории С<sub>2</sub> 1,1 млн. т. Наиболее водообильны в покровных отложениях пески и песчаники верхнего мела, во вмещающих породах — зоны трещиноватости и контакты пород. Эксплуатация месторождения потребует предварительного дренирования поверхностных болотных вод, а также применения постоянного водоотлива. По данным опытных работ ожидаемые расчетные притоки в подземные выработки при глубине отработки 350 м составят 519 м<sup>3</sup>/ч.

Перспективы Большереченского месторождения ограничены. Увеличение промышленных запасов руд возможно за счет доразведки глубоких горизонтов главным образом рудного тела 2.

Северо-Камбайхинское месторождение расположено в Верхнесалдинском районе Свердловской области, в 7 км на юг от Большереченского месторождения. Месторождение открыто в 1962 г. Разведочные работы проводились в 1962—1969 гг.

Залегает оно в породах средней толщи салдинского метаморфического комплекса, представленного здесь гранитизированными амфиболитами, роговообманково-биотитовыми, роговообманковыми, биотитовыми плагиогнейсами и мраморами. Предполагается, что эти породы образуют брахиантиклинальную складку, западное крыло которой простирается по азимуту 30° и падает на запад под углом 50—60°. На юге участка устанавливается почти широтное простирание и южное падение крыла под аналогичными углами. Главным структурным элементом месторождения является долгоживущее тектоническое нарушение меридионального простирания. Оно фиксируется магнитным полем, зонами брекчий и рассланцевания, а также наличием мощных, уходящих

на глубину свыше 600 м, трещинно-линейных кор выветривания. Нарушение определяет морфологию рудных тел, а в основном и состав руд. Разрывные нарушения других систем выделяются предположительно.

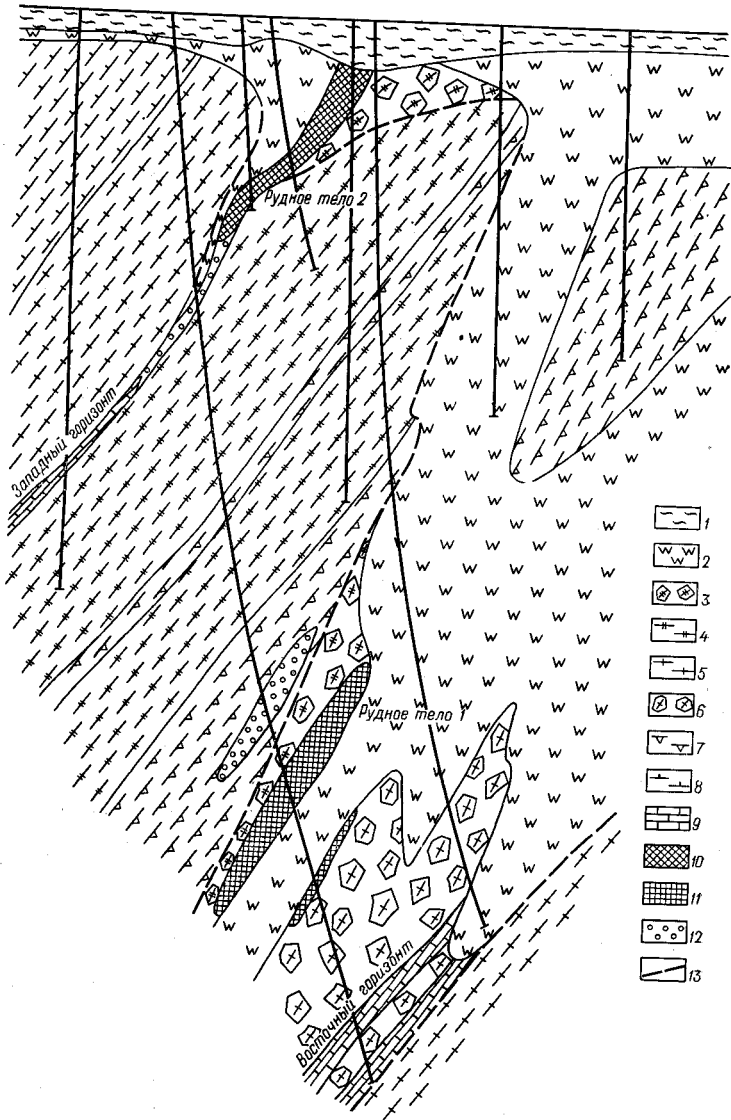


Рис. 95. Геологический разрез Северо-Камбайхского месторождения

1 — покровные отложения; 2 — глинистые коры выветривания (зона гидролиза); 3 — дезинтегрированные и выщелоченные амфиболиты, плагиогнейсы (зона выщелачивания); 4 — амфиболиты; 5 — роговообманково-биотитовые плагиогнейсы; 6 — дезинтегрированные и выщелоченные роговообманково-биотитовые плагиогнейсы; 7 — роговообманковые плагиогнейсы; 8 — биотитовые плагиогнейсы; 9 — мраморы; 10 — руды полумаргитовые и маргитовые; 11 — магнетитовые руды; 12 — скарны; 13 — границы линейных кор выветривания

Скарново-рудные зоны связаны с пластами мраморов и расположены на крыльях брахиантиклинальной складки. Выделяется два горизонта мраморов, контролирующих оруденение: западный и восточный (рис. 95). Западный горизонт имеет мощность от единиц метров



до 30 м. Восточный горизонт представлен пачкой мраморов с прослоями плагиогнейсов. Его мощность достигает 200 м. Оруденение локализуется в контакте висячего бока пачки мраморов. По простираанию мраморы не выдержаны и образуют структуру будинажа.

Вещественный состав и строение скарно-рудных зон мало чем отличается от подобных на Большереченском месторождении. Главное отличие — это меньшее развитие скарнов, наличие рудных тел без мощных скарных ореолов, широкое развитие процессов окисления первичных руд. Окисление магнетитовых руд и превращение их в мартиты происходит в зонах линейных кор химического выветривания, развивающихся вдоль основного меридионального тектонического нарушения. Линейные коры имеют зональное строение. В составе кор выветривания преобладает щебенисто-глинистый материал. Глинистые продукты выветривания состоят из каолина, монтмориллонита и гидрослюда. Мощность линейных кор выветривания в центральной части достигает 200 м. С глубиной мощность их резко падает, но выветривание проникает на глубину свыше 500 м.

Всего на месторождении известно шесть рудных тел. Наиболее крупное по запасам рудное тело 1 залегает в контакте висячего бока восточного горизонта мраморов. Форма рудного тела в плане лентовидная, в сечении — линзообразная. Азимут простираания  $30^\circ$  при южном скатывании под углом  $25-30^\circ$ , падение западное под углом  $60-70^\circ$ . Длина по простираанию — 1000 м, ширина — 100—200 м. Мощность колеблется от 2 до 25 м, составляя в среднем 8 м. В северной части верхняя кромка тела смещена меридиональным нарушением вниз на 60 м. Магнетитовые руды здесь превращены в мартиты и полумартиты. Окисление руд неравномерное, слабо окисленные руды чередуются с обогащенными вторичными рудами. В результате этого создается зональность рудных тел, подчеркиваемая чередованием руд разной механической прочности. В целом окисленные руды характеризуются обломочным, рыхлым и землистым сложением. Скарны нередко нацело замещены глинистыми продуктами. Обогащенные руды слагают северную часть рудного тела. Ниже 250 м изменяется лишь нерудная основа руд. К восточному горизонту мраморов в месте его выхода в мезо-кайнозойские осадки приурочено рудное тело 3, вскрытое одной скважиной. С западным горизонтом мраморов связано рудное тело 2, залегающее в центральной части месторождения на глубине 22 м и склоняющееся под углом  $30^\circ$ . В южной периклинальной части структуры месторождения залегает рудное тело 4, связанное с гранат-пироксеновыми скарнами. Тело имеет широтное простираание и крутое южное падение. Форма в плане лентовидная, в сечении — линзообразная с переменной мощностью.

Рудные тела 5 и 6 маломощны, изучены единичными подсечениями и самостоятельного значения не имеют.

На Северо-Камбаихинском месторождении преобладают окисленные разновидности руд — мартитовые и полумартитовые. Превращение в мартиты происходит неравномерно. Наблюдается, как правило, чередующееся полное или частичное замещение магнетита мартитом. При этом образуются пятнистые, скелетные и решетчатые структуры замещения. С глубиной процесс мартитизации ослабевает. О степени окисления можно судить лишь по химическому составу. Магнетитовые руды имеют обычный минеральный и химический состав (табл. 26).

В результате исследования лабораторных проб было установлено, что окисленные руды с содержанием железа 65—60% могут без обогащения (с введением лишь классификации и агломерации) применяться в металлургической промышленности. Магнетитовые руды пригодны

Таблица 26

## Химический состав руд Северо-Камбаихинского месторождения (в вес. %)

Номер рудного тела	Тип руды	Железо	Сера	Фосфор
1	Полумартитовые	50,11	0,44	0,05
2	"	56,65	0,93	0,06
3	Мартитовые	55,70	0,08	0,07
4	Магнетитовые	37,88	0,7	0,04
5	Мартитовые	33,13	0,61	0,066
6	Магнетитовые	34,74	0,23	0,057

после обогащения их по существующим схемам магнитной сепарации.

На месторождении по категории С<sub>1</sub> подсчитаны запасы мартитовых и полумартитовых руд в количестве 5 млн. т (в том числе 4,6 млн. т по рудному телу 1); по категории С<sub>2</sub> подсчитано 3,5 млн. т.

Возможные расчетные водопритоки в карьеры месторождения при глубине отработки 100 м составят 248—290 м<sup>3</sup>/ч. В подземные выработки при глубине отработки 600 м водопритоки могут возрасти до 698 м<sup>3</sup>/ч.

Перспективы увеличения запасов месторождения ограничены. Прирост запасов руд возможен за счет доразведки глубоких горизонтов восточного рудовмещающего горизонта.

Восточно-Камбаихинское месторождение находится в 3 км к востоку от Северо-Камбаихинского месторождения. Открыто в 1963 г. при проверке магнитной аномалии. Поисково-разведочные работы с перерывами проводились в 1963—1969 гг.

Скарново-рудные зоны месторождения связаны с двумя горизонтами мраморов, залегающими на границе средней и верхней толщ салдинского гнейсового комплекса. Породы собраны в антиклинальную (или возможно брахиантиклинальную) складку, осложненную в южной части тектоническими нарушениями.

В ядре антиклинальной складки и в западном крыле, срезая его, залегают небольшой массив габбро-амфиболитов, соответствующих по составу нормальному габбро. Габбро-амфиболиты гранитизированы, как и другие вмещающие породы. Контакты с мраморами не несут метасоматических зон.

На месторождении выделяются две рудные зоны — верхняя и нижняя. Оруденение верхней зоны локализуется в сводовой части антиклинали и на ее восточном крыле. Глубина залегания от поверхности — 190 м. Скарново-магнетитовые руды залегают среди мраморов и на контакте последних с микроамфиболитами (рудное тело 1). Вблизи рудного тела встречены везувиановые скарны. Текстуры руд полосчатые, пльчатые. Рудное тело 1 изучено двумя скважинами. Мощность руд в сводовой части — 16 м, в 180 м к востоку — 5 м. Вероятные размеры тела 300×200 м. Химическая характеристика руд следующая (в %): железо 41,01; сера 0,80; фосфор 0,020; медь 0,19.

Нижняя рудная зона залегают на глубине 600 м и приурочена к восточному крылу антиклинали; вскрыта зона одной скважиной. В строении зоны принимают участие эпидот-роговообманковые, пироксен-гранатовые скарны, неравномерно замещенные магнетитом, кальцитом, эпидотом, хлоритом. Из рудных минералов присутствуют пирит, пирротин, халькопирит. Текстуры руд и скарнов полосчатые, атакситовые. Магнетитовые руды расположены в висячем и лежащем боках зоны (рис. 96). Мощность рудного тела 2 равна 20 м.

По данным геофизических наблюдений (магнитный каротаж и радиоволновое просвечивание) скарново-рудная зона представляет собой линзообразную залежь, простирающуюся субмеридионально и падающую на восток под углом 40—50°. Вероятные размеры зоны 550×300 м. Химический состав руд нижней зоны следующий (в %): железо 51,98; сера 0,94; фосфор 0,1.

Ориентировочно запасы скарново-магнетитовых руд месторождения оцениваются в 10 млн. т. Увеличение запасов возможно за счет доразведки нижней рудной зоны.

Камбаихинское месторождение расположено в 2 км южнее Северо-Камбаихинского месторождения. Открыто в 1960 г. при проверке магнитной аномалии.

В геологическом строении месторождения принимают участие метаморфические породы средней толщи салдинского комплекса, образующие здесь антиклинальную (возможно брахиантиклинальную) складку с крутопадающими крыльями (60—70°), пересеченную меридиональным тектоническим нарушением. Магнетитовое оруденение, приуроченное к прослоям мраморов, залегает на западном крыле структуры и в южной периклинальной части.

В северной и центральной частях месторождения магнетитовые руды образуют ряд параллельных маломощных пластообразных тел, которые залегают согласно с полосчатостью вмещающих амфиболитов и выходят под песчано-глинистые мезо-кайнозойские отложения на глубине 16 м (рис. 97). Руды сопровождаются альбит-хлоритовыми и эпидотовыми оторочками и эпидот-гранатовыми скарнами. Промышленные руды практически заключены в одном рудном теле 1, которое имеет протяженность около 560 м и ширину около 250 м. Мощность в центральной части 15 м, на флангах падает до 1 м.

Руды магнетитовые, большей частью богатые. Верхняя часть рудного тела в зоне коры выветривания представлена рыхлыми и сыпучими разновидностями. Химический состав руд следующий (в %): железо 48,27; сера 0,48; фосфор 0,1.

В южной части месторождения среди мраморов и на контакте последних с амфиболитами на глубине 186—218 м располагается скарново-магнетитовая зона с интенсивной вкрапленностью халькопирита. Содержание меди колеблется от 0,2 до 1%, в среднем 0,45%. Глубже скважиной в интервале 503—534 м вскрыты богатые магнетитовые руды с содержанием железа 55,13%; серы 1,5%; фосфора 0,087% (рудное тело 2). Руды залегают среди амфиболитов и отделены от последних маломощными эпидот-роговообманковыми оторочками и зонами осветленных пород. Судя по результатам бурения и данным скважинной геофизики, оно представлено залежью, вытянутой в плане по направлению юго-запад—северо-восток с падением на юго-восток под углом 50—55°. Возможные размеры Второго рудного тела 450×200 м.

Наряду с обычными скарновыми зонами, в отличие от Большереченского месторождения, на Камбаихинском месторождении заметную роль играют маломощные линейно вытянутые рудные зоны с небольшими участками скарнов или вообще не связанные со скарнами. Такие зоны, по-видимому, относятся к типу метасоматических залежей в тектонических зонах (Овчинников, 1960). Ориентировочно запасы руд месторождения оцениваются в 10 млн. т. Увеличение их возможно за счет доразведки рудного тела 2.

Чернопийское рудопроявление расположено в Верхотурском районе Свердловской области, в 7 км на восток от Большереченского месторождения. Открыто в 1962 г. при проверке магнитной аномалии.

Оруденение приурочено к осадочно-вулканогенным породам медведской свиты медведского метаморфического комплекса, т. е. в геологической структуре, несколько отличной от структуры вышеописанных месторождений Пийской группы. В строении разреза принимают участие метаморфизованные осадочные и эффузивные породы: песчаники, известково-глинистые породы, известняки, туффиты, эффузивы кислого, среднего и основного состава и их туфы (рис. 98), сла-

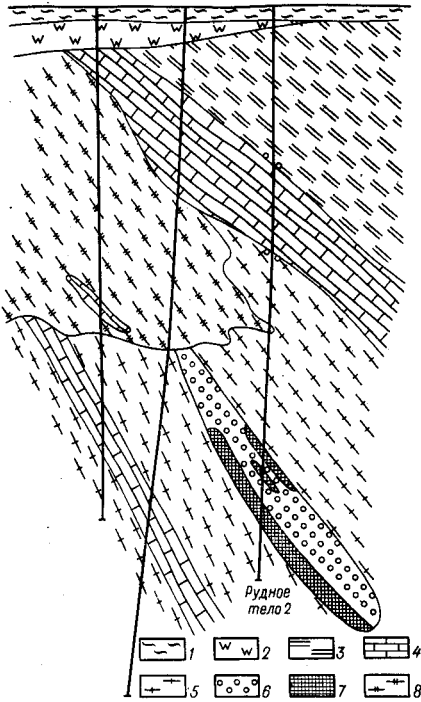


Рис. 96. Геологический разрез Восточно-Камбайхинского месторождения  
1 — покровные отложения; 2 — глинистые коры выветривания; 3 — микроамфиболиты, микроплагинейсы; 4 — мраморы; 5 — роговообманковые, роговообманково-биотитовые плагинейсы; 6 — скарны; 7 — магнетитовые руды; 8 — габбро-амфиболиты

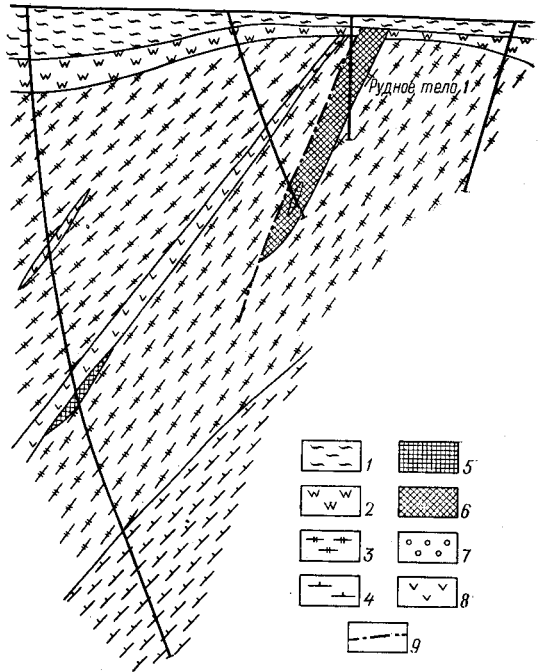


Рис. 97. Геологический разрез Камбайхинского месторождения

1 — покровные отложения; 2 — глинистые коры выветривания; 3 — амфиболиты, плагинейсы; 4 — биотитовые плагинейсы; 5 — магнетитовые руды; 6 — руды полумартитовые; 7 — скарны эпидот-гранатовые; 8 — альбит-хлоритовые сланцы; 9 — линия тектонического нарушения

гающие более или менее однородные пачки мощностью 25—100 м. Залегают породы моноклинально с падением на запад под углом 60—70°.

Скарново-рудная зона приурочена к контакту линзы известняков и туфов основного состава. Скарны развиваются по туфам и известнякам и представлены эпидотовыми, гранат-эпидотовыми, гранат-роговообманковыми разновидностями с участками хлорит-эпидотовых и актинолит-эпидотовых апоскарнов. Текстуры скарнов атакситовые, реликтовые, полосчатые. Мощность скарново-рудной зоны в центральной части — около 60 м. По простиранию и падению зона быстро выклинивается.

Скарново-магнетитовые руды вскрыты одной скважиной на глубине 131—160 м. В составе руд (кроме магнетита) содержится эпидот, роговая обманка, гранат, кальцит, хлорит, пирит. Химический состав руд (в %): железо 32,19; сера 0,07, фосфор 0,45; кобальт 0,012. Вероятные размеры рудного тела 300×100 м. Над выходом руд развита

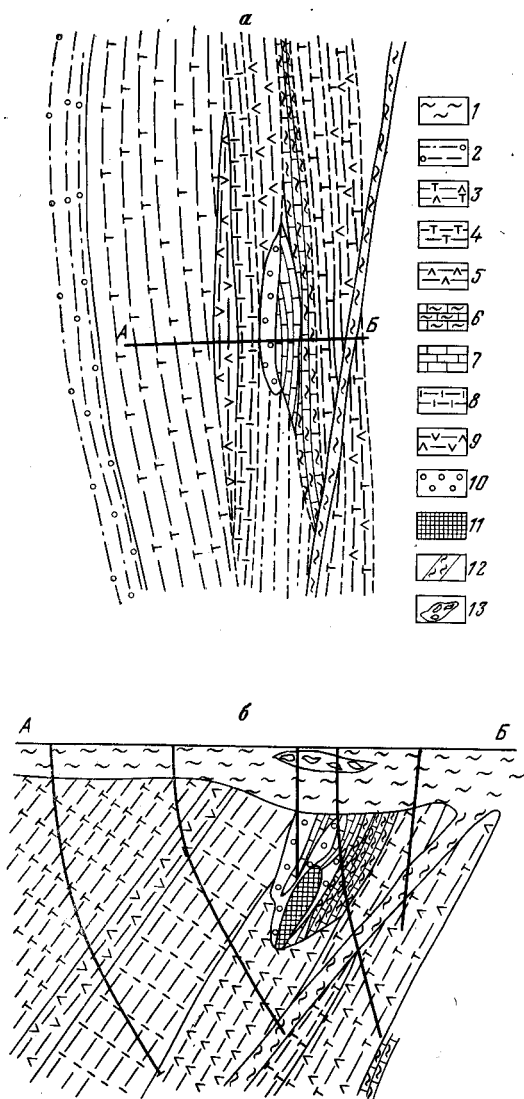


Рис. 98. Схематическая геологическая карта (а) и геологический разрез (б) Чернопийского месторождения. По Б. К. Хрусталеву

1 — покровные отложения; 2 — песчаники и конгломераты; 3 — переслаивание туфов кислого, среднего и основного состава; 4 — туфы альбитофиров с прослоями туфопесчаников; 5 — туфы основного состава с прослоями известковистых туффитов; 6 — известковистые песчаники, туфопесчаники, туффиты, мергели; 7 — мраморы с прослоями туфов и туффитов; 8 — метасоматически измененные кварц-полевошпатовые песчаники с прослоями туфов кислого состава и туфопесчаников; 9 — порфириды и туфы порфиридов; 10 — эпидотовые, эпидот-амфиболовые, эпидот-гранатовые скарны; 11 — магнетитовые руды; 12 — зона тектонического нарушения; 13 — валунчатые маритовые руды

детально рассматриваются в работах В. В. Дунаева. В районе месторождений проведены крупно масштабные съемки: геологическая, (Н. Ф. Мамаев, Ю. Н. Афанасьев), магнитометрическая (Е. Б. Бельтенева), гравиметровая (Н. Л. Поплавская). Непосредственно на место-

мощная кора выветривания, захватившая скарново-рудную зону на 65 м по вертикали. Кора выветривания представлена песчано-глинистой массой и валунчатыми маритовыми рудами.

По генезису и времени образования руды Чернопийского месторождения аналогичны рудам Большереченского и Камбаихинского месторождений. Запасы руд незначительны (около 3 млн. т).

### Месторождения Восточно-Уральского прогиба

На Южном и Среднем Урале в пределах Восточно-Уральского прогиба выделяется Теченская железорудная зона и одноименный район с Теченским и Таскинским месторождениями железа контактово-метасоматического (скарнового) типа.

### Теченский железорудный район

В районе известно Теченское месторождение, более мелкое Таскинское и ряд провалений скарново-магнетитовых руд (Кульмяковское и др.). Теченское и Таскинское месторождения расположены в Челябинской области, в 60 км к северу от г. Челябинска. Открыты они в 1950 г. Н. Ф. Мамаевым и Н. Н. Пихтовниковой при проведении крупномасштабной геологической съемки. Изучение и разведка месторождений проводилась в период с 1951 по 1957 г.

Детальная геологическая характеристика Теченского и Таскинского месторождений приводится в отчетах С. Н. Плотникова и И. А. Болмосова. Минералогия и генезис руд



рождениях проведена детальная магнитометрическая съемка (Н. Н. Шабинова).

В геологическом строении района принимают участие осадочно-вулканогенные породы среднего девона и интрузивные образования, локализующиеся в ядрах структур четвертого порядка.

Отложения осадочно-вулканогенной толщи расчленены Ю. М. Афанасьевым на три подтолщи: нижнюю — вулканогенно-осадочную, в составе которой преобладают терригенные породы (конгломераты, песчаники, алевролиты, известняки, туфоалевролиты, туфопесчаники), порфириты андезитового состава и их туфы; среднюю — вулканогенную; сложенную исключительно вулканогенными породами базальтового состава; верхнюю — туфогенную, которая характеризуется преимущественным развитием эффузивных и обломочных вулканогенных пород андезитового состава.

Интрузивные породы довольно широко распространены и представлены четырьмя массивами средне- и верхнепалеозойского возраста: Калдинским, Надыровомостовским, Муслюмовским и Султаевским. По формационной принадлежности Калдинский и Султаевский массивы относятся к гранитной формации, Надыровомостовский — к габбровой и Муслюмовский — к габбро-перидотитовой формации.

В структурном отношении район располагается в пределах Кунашакского антиклинория, входящего в состав Алапаевско-Теченского мегасинклинория. Из положительных и отрицательных структур четвертого порядка выделяются: Калдинская антиклиналь, Надыровомостовская и Султаевская синклинали. Оси структур вытянуты в северо-восточном направлении. Падение пород в крыльях колеблется от 30 до 85°.

Разрывная тектоника фиксируется нарушениями субмеридионального и северо-восточного направлений, которые сопряжены с Челябинским и Косаргинским глубинными разломами.

В геологическом строении рудного поля месторождений принимают участие дислоцированные палеозойские породы и рыхлые мезо-кайнозойские отложения мощностью от 2 до 20 м.

Палеозойский комплекс представлен образованиями нижней и средней подтолщ осадочно-вулканогенной толщи среднего девона, диоритами и плагиогранитами Надыровомостовского массива, метасоматическими породами и рудами.

Нижнюю подтолщуют слагают туфоалевролиты, туффиты, роговообманково-плагиоклазовые и плагиоклазовые порфириты андезитового состава, их туфы, известковистые туфоалевролиты, известковистые брекчии и мраморизованные известняки. Карбонатные разности преимущественно распространены в северной части месторождения, к югу они фациально замещаются туфогенными породами.

Средняя подтолща сложена плагиоклазовыми и пироксен-плагиоклазовыми порфиритами базальтового состава, спилитами, спилитовыми порфиритами, диабазами и лавовыми брекчиями.

Рудное поле Теченского и Гаскинского месторождений приурочено к небольшому участку структуры четвертого порядка западного крыла Надыровомостовской синклинали. Породы, слагающие эту часть крыла синклинали, залегают в основном моноклиально с падением на юго-восток под углом 65—85°. Общее простиранение пород по азимуту 35—40°, на отдельных участках имеются существенные отклонения. Так, например, на Теченском месторождении за счет флексуобразного изгиба слоев простиранение изменяется с северо-восточного на меридиональное и до субширотного, затем снова сменяется на северо-восточное.

На месторождениях наблюдается зона интенсивно трещиноватых и брекчированных пород, приуроченных к Ново-Кунашакскому нарушению. На Таскинском месторождении зона проходит в западном экзоконтакте Надыровомостовского массива, на Теченском — между 4-й и 3-й рудными залежами, частично захватывая их.

Тектонические процессы в зоне нарушения проявлялись неоднократно и относительно процессов рудообразования они могут классифицироваться на дорудные, интратрудные и пострудные.

Дорудная тектоника выразилась в образовании линейных, часто разобщенных между собой зон расланцевания, трещиноватости, брекчирования и милонитизации. Интратрудная тектоника проявилась в образовании трещин — вместилищ для магнетитовых и гранатовых прожилков поздних стадий метасоматоза. В пострудный период разрывные нарушения привели к возникновению линейно вытянутой сетчато-трещинной зоны северо-восточного направления. Мощных движений в пострудный период не происходило, о чем свидетельствует отсутствие существенных смещений слоев и незначительное развитие пострудных милонитов.

Впоследствии, в мезозойский период, по этой зоне образовались линейная кора выветривания, мощность которой достигает 150 м. Магнетитовые руды в пределах зоны выветривания превращаются в глинисто-обломочные разности с образованием полумартитов и полуокисленных скарнов.

Метасоматические породы в рудном поле образуют крутопадающие зоны, среди которых и локализуется магнетитовое оруденение. Метасоматиты, слагающие эти зоны, подразделяются на группу ороговикованных и калишпатизированных пород и группу скарнов.

Первая группа представлена в различной степени ороговикованными диопсид-амфиболовыми, амфибол-эпидот-альбитовыми калишпатизированными породами. Как правило, она слагает внешнюю часть метасоматической зоны и очень редко встречается во внутренней части.

Скарны сложены гранатом гроссуляр-андрадитового ряда, пироксеном ряда диопсид — геденбергит и эпидотом. Эти минералы входят в скарны в самых различных количественных соотношениях. Скарны подразделяются на гранатовые, пироксеновые и эпидотовые; по времени формирования — на дорудные и послерудные. Все разновидности скарнов содержат магнетит в различных количествах вплоть до мономинеральных магнетитов. Четкой границы между рудными и безрудными скарнами нет, и разделяются они условно. К безрудным относятся скарны с содержанием железа менее 20%. Рудные скарны и сплошные магнетитовые руды, локализуясь в определенных участках скарновой зоны, образуют рудные тела. Группа таких рудных тел, залегающих в непосредственной близости друг от друга, объединяется в рудные залежи.

В распределении скарнов разного состава наблюдается следующая закономерность: как правило, в центральной части рудоносных зон (залежей) преобладают гранатовые и пироксен-гранатовые разности, которые ближе к периферии, а на глубине сменяются существенно эпидотовыми скарнами.

В Теченском рудном поле по условиям образования, локализации и пространственному положению рудных залежей обособляются месторождения — Теченское и Таскинское, каждое из которых отличается характерными особенностями.

Теченское месторождение располагается в северо-западном экзоконтакте Надыровомостовского массива и представлено четырьмя рудными залежами, которые в геолого-стратиграфическом раз-

резе располагаются в следующей последовательности (снизу вверх): 2, 4, 3, 1 (рис. 99).

*Рудная залежь 1* расположена в южной части участка и удалена от Надыровомостовского массива на 400—500 м. Она приурочена к скарновой зоне, залегающей в нижней части разреза средней подтол-

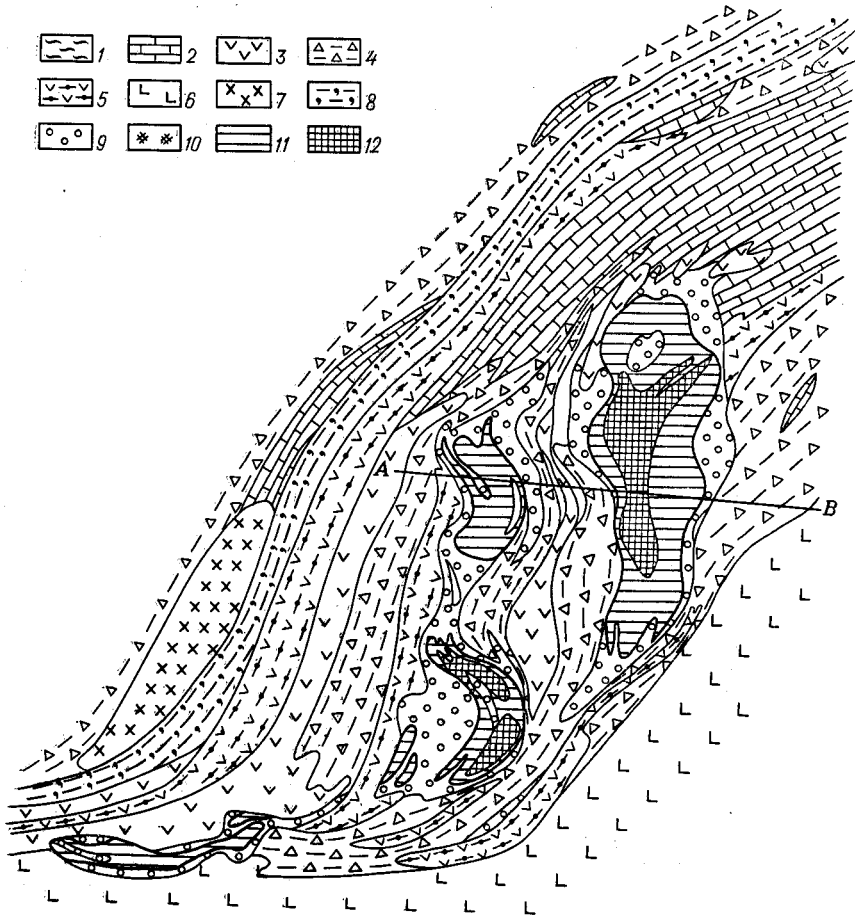


Рис. 99. Схематическая геологическая карта Теченского железорудного района

1 — покровные отложения; 2 — известняки мраморизованные, брекчиевидные; 3 — плагиоклазовые порфиры андезитового состава; 4 — туфы, туффиты и туфоалевролиты андезитового состава, туфобрекчии; 5 — переслаивание карбонатизированных туфоалевролитов, туффитов, туфов андезитового состава; 6 — спилитовые порфиры, лавовые брекчии порфиритов, порфиры основного состава, нерасчлененные; 7 — градиориты; 8 — серицит-хлоритовые сланцы; 9 — скарны нерасчлененные; 10 — роговики нерасчлененные; 11 — средние и бедные руды; 12 — богатые руды

щи. Форма залежи линзовидная. По простиранию залежь прослежена на 330 м, по падению — на 200 м. Мощность ее колеблется от 30 до 40 м. Простирание залежи субширотное, согласное с простиранием скарновой зоны; падение юг-юго-восточное под углом 50—70°.

Все руды представлены рудными скарнами. В приконтактной части залежи развиты безрудные скарны, которые сменяются роговиками и ороговикованными порфирами базальтового состава.

*Рудная залежь 2* находится в 250 м от Первой залежи (по направлению простирания) и приурочена к южному флангу скарновой зоны.

Последняя на северном фланге упирается в известняки, на южном — выклинивается на широте флексуобразного изгиба.

Простираание залежи меридиональное, согласное со скарновой зоной и окружающими породами. Падение на восток под углом 65—70°. Длина по простираанию — 220 м, по падению колеблется от 500 на южном до 800 м на северном флангах. Строение залежи весьма сложное. Она представлена серией разобщенных рудных тел различного размера.

Наиболее крупное рудное тело приурочено к висячему боку скарновой зоны. Длина его по простираанию и падению 200 м. Оно имеет в плане подковообразную форму, в разрезе — пластообразную с тупым выклиниванием. Морфология рудного тела повторяет, по-видимому, фрагменты дорудной структуры. Большая часть рудного тела сохраняет по падению постоянную мощность (50—60 м) вплоть до выклинивания. Исключение составляет северный фланг, где до глубины 100 м имеется раздвиг рудного тела мощностью до 70 м. Ниже этой глубины мощность резко сокращается до 10—30 м.

В лежачем боку зоны локализуется четыре более мелких рудных тела. Их размеры не превышают 120 м по простираанию и 300 м по падению. Мощность в среднем составляет 10—15 м.

Залежь сложена рудными скарнами и массивными магнетитами. Последние залегают до глубины 75—100 м от поверхности и составляют около 10% общих разведанных запасов. Собственно скарновая зона имеет среднюю мощность порядка 120—150 м.

*Рудная залежь 4* расположена севернее залежи 2 и приурочена к северному флангу той же скарновой зоны. На поверхности палеозоя рудные залежи 4 и 2 разъединяются друг от друга безрудными скарнами, а с глубины около 150 м соединяются маломощным телом бедных рудных скарнов. Залежь 4 имеет форму сплюснутого столба, несколько выгнутого у поверхности к востоку (рис. 100). Размеры залежи: 180 м по простираанию и 800 м по падению. Промышленно ценные руды залегают до глубины 350—400 м, ниже — бедные руды, среднее содержание железа в которых редко превышает 20—25%. Простираание залежи меридиональное, согласное со скарновой зоной и окружающими породами. Падение восточное под углом 65—75°. При выклинивании залежь сменяется безрудными скарнами.

Мощность основного рудного тела, равная 50—60 м у поверхности, с глубиной постепенно уменьшается, редко превышая 10—15 м. Кроме основного рудного тела, выходящего на поверхность палеозоя, имеется ряд мелких слепых рудных линз. Руды в основном представлены рудными скарнами. В северной части залежи, в верхних горизонтах (до глубины 70 м), скарны полуокислены.

*Рудная залежь 3* находится в 120 м к востоку от залежи 4 и является наибольшей по размерам и запасам железных руд. Она состоит из основного рудного тела, выходящего на поверхность (см. рис. 100), и четырех слепых тел. Основное рудное тело имеет длину по простираанию около 500 м, по падению (в центральной части) — около 620 м. Мощность колеблется от 50 до 160 м, составляя в среднем 100 м. Простираание меридиональное, согласное с вмещающими породами, падение восточное под углом 75—85°. Выклинивание тупое с расщеплением. Остальные рудные тела обладают небольшими размерами: по простираанию не превышают 200 м, а по падению 300 м при средней мощности 20—25 м.

Руды представлены рудными скарнами и массивными магнетитами. Глубина распространения последних не превышает 300 м. В северной части, в пределах развития глубинной коры выветривания, зале-

гают полуокисленные руды: полумартиты и полуокисленные рудные скарны.

В отличие от всех остальных рудных залежей, безрудные скарны залежи 3 распространены незначительно, причем в основном в краевых частях. Исключение составляет южный фланг, где залежь при выклинивании по падению переходит в мощную зону безрудных скарнов, которые на глубине около 500 м соединяются со скарновой зоной, вмещающей рудные залежи 2 и 4.

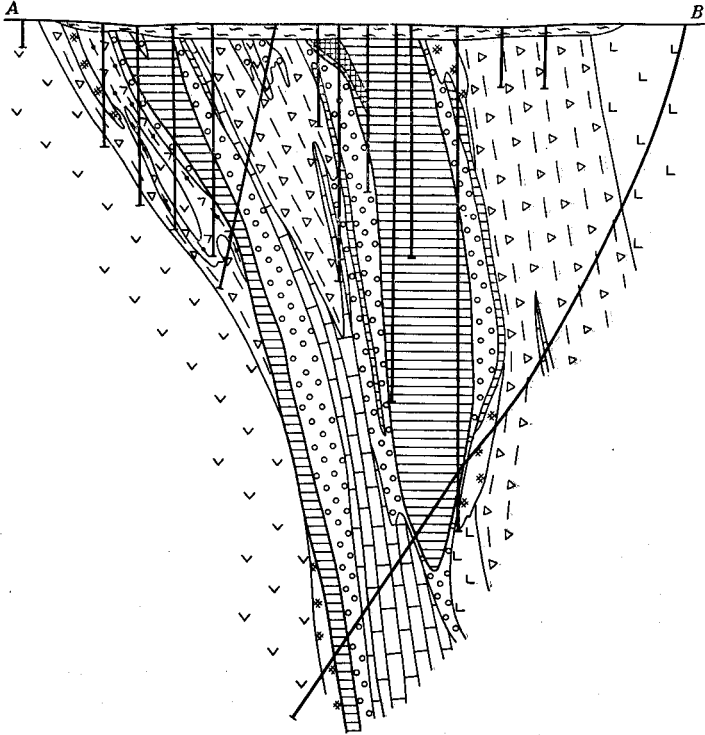


Рис. 100. Геологический разрез по рудным залежам 3—4 Теченского железорудного месторождения  
Условные обозначения см. на рис. 99.

Таскинское месторождение расположено в юго-западной части рудного поля, в 2,5 км от Теченского месторождения. Участок месторождения сложен туфогенно-осадочными породами нижней подтолщи среднего девона и гранитоидами Надыровомостовского массива. Характерной особенностью является поведение контакта диоритов: до глубины 400—500 м диориты падают на юго-восток под углом 70—85°, а ниже, на глубине порядка 600—700 м, падают в противоположную сторону под углом 80—85°. Как в разрезе, так и в плане диориты образуют «ступенеобразные» послонные апофизы. На продолжении таких выступов размещаются рудные скарны.

В пределах месторождения расположены две рудные залежи: Мало-Таскинская и Ново-Таскинская. В отличие от Теченского месторождения руды здесь представлены типичными скарновыми образованиями, залегающими непосредственно в зоне контакта диоритов с нижней вулканогенно-осадочной подтолщью.



*Мало-Таскинская залежь*, расположенная в северо-восточной части участка, имеет длину по простиранию 150 м, по падению 170 м, мощность от 20 до 40 м. Простирание залежи северо-восточное, согласное с вмещающими породами, падение юго-восточное под углом 70—75°, форма линзообразная. При выклинивании залежь переходит в безрудные скарны, прослеживающиеся в юго-западном направлении на 250—300 м и далее по простиранию сменяющиеся милонитизированными туфогенными породами. Руды в основном первичные, преобладают рудные скарны. Массивные магнетитовые руды развиты незначительно.

*Ново-Таскинская залежь* расположена в 200 м южнее Мало-Таскинской и приурочена к зоне развития эпидозитов. Рудная залежь в контурах промышленных руд не выходит на поверхность и залегает на глубине 120—250 м на северном и до 700 м на южном флангах. Максимальные размеры залежи по простиранию — 260 м, по падению — 300 м. Мощность в центральной части достигает 80 м. Сложена залежь первичными скарно-магнетитовыми рудами брекчиевидной текстуры, содержание железа в которых колеблется от 30 до 40%. Среди руд встречаются прослойки скарнов, эпидозитов и роговиков, мощность которых не превышает 10 м.

Рудная залежь по восстанию переходит в эпидозиты с вкрапленностью магнетита. Зона эпидозитов, а вместе с ней и рудная залежь залегают согласно с вмещающими породами. Длина зоны эпидозитов по простиранию — 300 м, по падению — 650—700 м. Мощность колеблется от 30 м на поверхности до 150 м на глубине. На северо-восточном фланге и на глубине зона упирается в выступ диоритового массива, на юго-западном выклинивании среди милонитизированных туфоалевролитов.

Руды Теченского и Таскинского месторождений представлены первичными магнетитовыми и полуокисленными магнетитовыми или полумартитовыми разностями. Первичные магнетитовые руды делятся на магнитные железняки с содержанием железа выше 50% и рудные скарны с содержанием железа от 20 до 50%. Магнитные железняки распространены незначительно и составляют около 10% всех руд. В зоне окисления первичные руды переходят в полуокисленные: магнитные железняки — в полумартиты, рудные скарны — в полуокисленные рудные скарны. Первичные магнетитовые руды преобладают на месторождениях. Полуокисленные встречаются только в северных частях 4-й и 3-й рудных залежей Теченского месторождения.

По составу рудных минералов все руды делятся на магнетитовые и сульфидно-магнетитовые. По текстурам руды подразделяются на сплошные (массивные), брекчиевидные скарновые (а — со скарном в обломках и магнетитом в цементе, б — с магнетитом в обломках и скарном в цементе), вкрапленные скарновые (а — пятнисто-вкрапленные, б — мелко-вкрапленные) и полосчатые руды.

Магнитные железняки представлены в основном сплошными массивными и в меньшей степени брекчиевидными текстурными разновидностями, а рудные скарны — брекчиевидными, вкрапленными и полосчатыми. Содержание магнетита в рудах брекчиевидной и вкрапленной текстуры, как правило, выше, чем в рудах полосчатой текстуры. По физическому состоянию первичные руды относятся к плотным массивным рудам, а полуокисленные и полумартитовые руды представлены рыхлыми, глинистыми и кусковатыми продуктами выветривания первичных руд — дезинтегрированными рудами.

Во всех разновидностях первичных руд главным рудным минералом является магнетит. В полуокисленных рудах наряду с магнетитом наблюдаются продукты его замещения — мартит (гематит) и лимонит.

Мартитизация магнетита в этих рудах обычно неполная и колеблется от 30 до 70%, магнетит в них сохраняется в виде реликтов.

Из сульфидов наиболее распространены пирит, пирротин и в меньшей мере халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит. В полуокисленных рудах они, как и магнетит, замещаются гидроокислами железа. Сульфиды в рудном поле являются более поздними образованиями, чем магнетит.

Нерудные минералы представлены гранатом, пироксеном, эпидотом, хлоритом, амфиболом, кальцитом, плагиоклазом, кварцем.

В рудах Теченского месторождения содержится значительное количество кобальта, который является характерной примесью в рудных минералах (табл. 27). Наиболее высокое содержание его отмечается в высокотемпературном пирите (до 2,5%) и пирротине (до 0,9%). В остальных сульфидах и магнетите содержание кобальта незначительное. Минералогическое исследование сульфидов показало отсутствие в них каких-либо кобальтовых минералов.

Пространственная приуроченность рудного поля к зоне экзоконтакта и непосредственно к контакту Надыровомостовского диоритового массива свидетельствует о генетической связи магнетитового оруденения с данной интрузией. Однако в локализации магнетитового оруденения существенную роль играли химический состав и физическое состояние пород в период прохождения рудоносных растворов. К числу факторов, способствующих локализации магнетитового оруденения на месторождениях, следует отнести: 1) карбонатно-алюмосиликатный состав замещаемых толщ; 2) расланцевание, расслоение и трещиноватость на изгибах складок и флексур; 3) зоны дробления и брекчирования; 4) зоны повышенной трещиноватости.

Роль перечисленных факторов в различных участках месторождения неодинакова. Так, при формировании рудных залежей 2, 3 и 4 Теченского месторождения, которые приурочены к зоне фациального перехода известняков в туфогенные отложения, где в разрезе толщи преобладают туфогенно-терригенные породы смешанного состава, решающая роль, по-видимому, принадлежит первым двум факторам, а все остальные являлись вспомогательными. Об этом свидетельствует в первую очередь согласное залегание скарновых зон и рудных залежей с вмещающими их породами, а также приуроченность наиболее интенсивного магнетитового оруденения к флексуобразным изгибам.

При формировании рудной залежи 1 Теченского и Мало- и Ново-Таскинской залежей Таскинского месторождения основным рудоконтролирующим фактором был, по-видимому, тектонический — зоны брекчирования и повышенной трещиноватости, приуроченные, как правило, к небольшим выступам диоритового массива. Породы, вмещающие эти залежи, являются менее благоприятными для метасоматического замещения, так как в них или очень мало, или совершенно отсутствуют карбонатсодержащие разности. Руды, слагающие залежи, особенно Ново-Таскинскую, обладают брекчиевидной текстурой, в которых магнетит «цементирует» остроугольные обломки скарнов, роговиков и эпидозитов.

Скарнообразование на Теченском месторождении имеет сложную картину. Образование ранних и поздних скарнов происходило различными путями: ранние скарны в основном возникли в процессе инфильтрации послемагматических растворов из глубины, при значительной роли биметасоматоза и диффузии в момент их отложения; поздние скарны отлагались почти исключительно путем инфильтрационного метасоматоза более ранних образований.

## Химический состав руд Геченского и Таскинского месторождений (в вес. %)

Компоненты	Магнитные железняки	Рудные скарны с содержанием железа от 30 до 60%	Рудные скарны с содержанием железа от 20 до 30%	Полумартиты	П-луоокисленные скарны с содержанием железа от 30 до 50%	Полуокисленные скарны с содержанием железа от 20 до 30%
Fe	50—64,2	30—50	20—30	50—67	30—50	20—30
Co	Следы—0,068	Следы—0,046	Следы—0,07	Следы—0,09	Следы—0,05	Следы—0,03
S	Следы—8,0	Следы—6,82	Следы—5,09	Следы—4,0	Следы—3,5	Следы—1,50
P	Следы—0,13	Следы—0,30	Следы—0,20	Следы—0,11	Следы—0,13	Следы—0,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,78—61,36	26,0—59,71	21,50—29,79	50,0—74,78	37,0—61,8	31,55—40,67
FeO	16,91—45,94	5,35—29,38	6,53—13,04	3,32—25,03	2,13—9,49	0,58—5,13
SiO <sub>2</sub>	6,52—12,83	10,39—25,16	17,92—31,33	6,44—11,53	17,05—24,27	26,82—32,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,37—5,97	2,72—13,83	6,26—20,83	2,84—9,90	2,14—15,59	11,58—22,47
CaO	2,50—7,69	0,20—18,88	16,31—24,96	0,32—6,22	0,26—15,90	0,28—16,76
MgO	0,71—3,26	0,01—4,97	1,06—4,97	Следы—0,52	0,10—0,81	Следы—1,04
MnO	0,10—0,29	0,13—0,48	0,11—0,62	0,10—0,39	0,13—0,58	0,10—0,48
TiO <sub>2</sub>	0,10—0,37	0,16—1,30	0,33—0,88	0,15—0,41	0,16—0,98	0,56—1,75
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Следы—0,03	Следы—0,03	Следы—0,02	Следы—0,03	Следы—0,02	Следы—0,02
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Следы—0,02	Следы—0,04	Следы—0,03	Следы—0,03	Следы—0,04	Следы—0,04
Ni	Следы—0,04	Следы—0,05	—	Следы—0,03	Следы—0,04	Следы—0,02
Cu	0,01—0,25	Следы—0,25	Следы—0,05	0,01—0,10	0,03—0,39	0,03—0,14
Zn	0,01—0,09	Следы—0,18	Следы—0,06	0,01—0,10	0,02—0,06	0,01—0,04

Благодаря интенсивному проявлению позднескарновой минерализации относительное время выделения магнетита совершенно четко фиксируется в промежутке между двумя скарновыми стадиями. Позднескарновая минерализация выражена в образовании граната за счет ранних скарнов. При интенсивном проявлении позднескарновой минерализации образуются участки руд с реликтовым магнетитом среди граната.

Запасы руд Теченского месторождения были утверждены ГКЗ в 1957 г. В последние годы доразведаны глубокие горизонты известных рудных залежей и выявлена Ново-Таскинская залежь. Общие запасы железных руд утверждены ГКЗ в 1971 г.

Подземные воды на Теченском и Таскинском месторождениях представлены двумя водоносными горизонтами. Первый водоносный горизонт приурочен к палеогеновым отложениям, второй — к зоне тектонически нарушенных и выветрелых пород. Глубина распространения обводненной зоны почти совпадает с границей зоны выветривания, несколько превышая ее за счет трещиноватости нижележащих пород. Коэффициент фильтрации пород колеблется от 0,24 до 14 м/сут. Дебит по скважинам варьирует от 10 до 14 л/сек. Палеозойские породы и руды за пределами зоны тектонического нарушения маловодоносны и обладают малыми фильтрационными свойствами.

Расчетный приток воды в карьер на горизонте 100 м от поверхности ожидается в количестве 237 м<sup>3</sup>/ч, с увеличением на глубине 200 м до 352 м<sup>3</sup>/ч.

Горнотехнические условия освоения месторождений благоприятные. Руды залегают вблизи от поверхности и имеют достаточное площадное распространение, позволяющее производить разработку рудных тел открытым способом до глубины 200—300 м при допустимом соотношении вскрыши и добычи.

Перспективы рудного поля Теченского и Таскинского месторождений ограничены, прирост запасов возможен только за счет выявления слепых рудных тел южнее Второй и восточнее Третьей рудных залежей Теченского месторождения, куда погружается зона фациального перехода.

### ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Известные на Урале месторождения железных руд гидротермального генезиса расположены на западном склоне Урала, отличаются небольшими размерами, слабо изучены; геологическая позиция их до настоящего времени полностью не выяснена. Рудные залежи имеют форму гнезд, линз и жил. Руды в основном представлены железным блеском и магнетитом. К этому генетическому типу относятся Кутимская группа месторождений на Северном Урале и Ильмовская группа на Среднем Урале.

**Кутимская группа.** Месторождения и рудопроявления Кутимской группы находятся в Красновишерском районе Пермской области на левом берегу р. Кутима в 4 км выше его впадения в р. Улс; наиболее изучено Кутимское месторождение.

Кутимское месторождение открыто в 1869 г., эксплуатировалось в период 1887—1907 гг. и 1912—1917 гг. В 1892 г. вблизи месторождения был построен чугуноплавильный завод, закрытый в 1907 г. За период действия Кутимского завода было выплавлено 276 тыс. т. чугуна. После Октябрьской революции месторождение разведывалось в 1929—1932 гг. и в 1948—1951 гг.

Кутимское месторождение и другие рудопроявления расположены в пределах узкой полосы карбонатных пород ордовика вблизи контак-

та их с метаморфическими сланцами предположительно кембрийского возраста. Основной структурой, к которой приурочено Кутимское месторождение, является опрокинутая на запад синклинали складка, расположенная в восточном крыле Улсовской синклинали в северной части Улсовско-Койвинского синклинория. Оруденение приурочено к западному крылу и ядру синклинали. Наличие разрывных нарушений определяет структуру рудной зоны, разбитой на ряд блоков, перемещенных друг относительно друга, чем обусловлен ступенчатый характер контактов доломитов и сланцев.

Карбонатные породы, к которым приурочено месторождение, представлены доломитами и известняками. Доломиты залегают в верхней части карбонатной толщи, а известняки — в нижней. Мощность доломитов — 100—120 м, а известняков — 50—80 м. Падение пород восточное под углом до 45°. С востока доломиты контактируют с толщей сланцев, падающей на восток под углами от 5 до 90°. Контакт сланцев с доломитами тектонический. С запада доломиты и известняки кутимской полосы контактируют с кварцитами, контакт, по-видимому, также тектонический. Изверженные породы вблизи месторождения представлены небольшими телами перидотитов и дайками диабазов.

Вмещающими рудные залежи породами являются доломиты; в контакте с рудой доломиты оталькованы. Зоны оталькования достигают мощности 10 м и более. Местами доломиты пронизаны сетью тонких жил кварца.

Рудная залежь месторождения имеет сложную пластообразную форму, представленную несколькими рудными телами, разделенными прослоями доломитов или тальковых пород. В отдельных вертикальных разрезах имеется до 11 рудных тел, мощности которых изменяются от нескольких дециметров до 44,5 м, а мощности нерудных прослоев — от нескольких сантиметров до 20 м. Длина рудной зоны по простиранию — 280—300 м. В западной части месторождения рудные тела, вскрытые карьером, выходили на дневную поверхность, а в восточной части они располагаются на глубине 70—85 м от поверхности. Простирание рудной зоны 310°, падение восточное под углом 5—40°, местами падение переходит в западное. Оруденение прослеживается до глубины 200 м.

В рудах, кроме главного рудного минерала — гематита, значительное распространение имеют магнетит (мушкетовит), пирит и в незначительном количестве халькопирит, гетит, гидрогетит и рутил, а из нерудных минералов — доломит, кальцит, тальк, хлорит, кварц, антигорит, серицит и апатит.

Руды месторождения подразделяются на три типа:

1. Гематитовые верхней зоны со средним содержанием (в вес. %):

Fe . . . . .	66,44	SiO <sub>2</sub> . . . . .	1,22
FeO . . . . .	95,94	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,62	CaO . . . . .	0,7
S . . . . .	0,027	MgO . . . . .	0,52
P . . . . .	0,012	MnO . . . . .	0,29
		TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,02

2. Смешанные гематит-магнетитовые руды промежуточной зоны с пиритом и нерудными минералами со средним содержанием (в вес. %):

Fe . . . . .	63,06	SiO <sub>2</sub> . . . . .	4,55
FeO . . . . .	79,57	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	9,17	CaO . . . . .	0,5
S . . . . .	5,56	MgO . . . . .	2,13
P . . . . .	0,001	MnO . . . . .	0,03
		TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,14



3. Магнетитовые (мушкетовитовые) руды нижней зоны с пиритом, гематитом, халькопиритом и нерудными минералами. Среднее содержание главных компонентов (в вес. %):

Fe . . . . .	62,45	SiO <sub>2</sub> . . . . .	4,39
FeO . . . . .	65,8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	23,5	CaO . . . . .	0,55
S . . . . .	6,41	MgO . . . . .	0,97
P . . . . .	0,005	MnO . . . . .	0,03
		TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,16

Вещественный состав руд Кутимского месторождения зависит от глубины их залегания. Для верхней зоны характерны гематитовые руды, состоящие из железного блеска; для нижней зоны — магнетитовые руды, представленные пластинчатым магнетитом (мушкетовитом) с сульфидами, и для промежуточной зоны — смешанные гематит-магнетитовые руды с сульфидами. Качество руд промежуточной и нижней зон снижается наличием сульфидов (в основном пирита).

Рудообразование, по-видимому, происходило в две стадии; в первую стадию под воздействием гидротерм, содержащих железо и кремнекислоту, при взаимодействии с доломитами отлагался железный блеск и тальк; во вторую стадию образовались пирит и хлорит, часть железа из окисного восстановилась до закисного, и железный блеск был превращен в магнетит-мушкетовит.

Месторождение с поверхности отработано карьером. Оставшиеся запасы руд в количестве 3,295 тыс. т по категориям А+В+С<sub>1</sub> и 697 тыс. т по категории С<sub>2</sub> с учета сняты. Дальнейшая отработка месторождения возможна подземными работами. Перспектив для увеличения запасов месторождение не имеет.

**Ильмовская группа.** Месторождения Ильмовской группы находятся в 9—12 км к западу от г. Ревды и в 10 км на восток от ст. Дружинино Свердловской ж. д.

Ильмовские месторождения открыты в 1891 г. и находились в эксплуатации с 1895 по 1920 г. Разрабатывались преимущественно мелкими шахтами; за период 1895—1920 гг. было добыто около 150 тыс. т руды. Месторождения разведывались с 1891 по 1895 г. шурфами. В 1924—1943 гг. территория ильмовских месторождений была покрыта крупномасштабной магнитной съемкой. Был проверен ряд магнитных аномалий, оруденение не вскрыто. В 1954 г. на Ильмовском рудном поле было пройдено пять мелких скважин, расположенных на пяти поисковых линиях. На линии 1 были выявлены маломощные, не выдержанные по простиранию и быстро выклинивающиеся по падению рудные тела.

К Ильмовской группе относятся следующие месторождения: Ильмовское Ближнее, Ильмовское Новое, Ильмовское Дальнее, Пузонское и др.

Ильмовское месторождение приурочено к полосе филлитов и сланцев кислянской свиты верхнего протерозоя. По данным К. И. Богдановича, жильобразные рудные тела месторождения залегают среди толщи тальк-хлоритовых сланцев и филлитов с прослоями кварцитов и обохренных сланцев. В лежащем боку залежей наблюдаются известняки. В полосе протяженностью 5 км известно несколько рудных залежей мощностью от 0,25 до 10,7 м, длиной по простиранию от 40 до 200 м. Руды представлены красным железняком и железным блеском с редкими зернами магнетита, местами мелкими октаэдрическими зернами магнетита, расположенными в охристом кварцевом и реже известковом цементе. Жильным минералом является кварц.

Химический состав руд (по данным К. И. Богдановича) приводится в табл. 28.

Таблица 28

## Химический состав руд месторождений Ильмовской группы (в вес. %)

Участки месторождения	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	P	S	П.п.п.
Ильмовский I	20,90	2,79	0,41	0,29	0,24	73,00	51,1	0,04	0,61	1,64
Ильмовский IV	17,72	1,2	0,84	0,48	0,22	77,37	54,16	0,055	Следы	1,58

Месторождения Ильмовской группы в значительной степени выработаны. По данным эксплуатации они характеризуются маломощными (2—10 м) крутопадающими на восток и невыдержанными по простиранию и падению рудными телами небольших размеров. Для окончательной оценки месторождений Ильмовской группы и прилегающих к ним площадей следует провести геофизические работы и структурно-поисковое бурение.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОСАДОЧНЫЕ И ВЫВЕТРИВАНИЯ

В эту группу входят многочисленные месторождения сидеритов и бурых железняков Бакальской группы и других районов, связанные с древними метаморфизованными магнезиально-карбонатными отложениями Башкирского и Уралтауского мегантиклинория, месторождения бурых железняков алапаевского типа, широко развитые в нижнемеловых аллювиально-пролювиальных отложениях восточного склона Урала, где они объединяются в так называемую Алапаевско-Каменскую и Лангуро-Самскую железорудные зоны, а также многочисленные месторождения и рудопроявления хромистых железных, железо-никелевых, оолитовых красных и бурых железняков различных типов, расположенные на западном и восточном склоне Урала в горных породах разного состава и возраста.

Ниже приводится описание главнейших, а также наиболее интересных с промышленной точки зрения генетических типов экзогенных железорудных месторождений.

**Месторождения сидеритов и бурых железняков  
Бакальской группы**

Бакальская группа месторождений железных руд расположена на западном склоне Южного Урала в пределах Саткинского района Челябинской области.

На площади 150 км<sup>2</sup> насчитывается 13 железорудных месторождений, объединенных территориальной близостью и общностью генезиса: Шуйдинское 1-е, месторождение им. ОГПУ, Петлинское, Новобакальское, Объединенное, Ленинское, Канатная дорожка, Западное, Буландихинское, Восточное, Шиханское, Рудничное, месторождение северозападного склона горы Иркутскан с Гаевским, месторождения юго-восточного склона горы Иркутскан (рис. 101, а, б), а также месторождение некондиционных по содержанию железа сидеритов Шуйдинское 2-е и месторождение бурых железняков Холодный Ключ.

В непосредственной близости с Бакальскими месторождениями находятся небольшие месторождения бурых железняков коры выветрива-

ния: Нижнебакальское, месторождения Саткинской, Месединской и Юрюзанской групп.

Бакальские месторождения открыты Петром Рябовым в 1756 г. и начали разрабатываться с 1757 г. С начала разработки по 1969 г. на них добыто около 115 млн. т руды. В настоящее время эксплуатируется девять карьеров и одна шахта суммарной производительностью 4,8 млн. т в год.

Первые литературные упоминания о месторождениях встречаются в работах П. С. Палласа, И. И. Лепехина, И. В. Мушкетова, Ф. Н. Чернышева, Эрн и др. В конце XIX и начале XX вв. более обстоятельные исследования месторождений провели П. А. Земятченский, Я. В. Самойлов, А. А. Краснопольский, Л. А. Конюшевский, П. Ковалев, А. Н. Заварицкий (1925) и др.

В период с 1925 по 1935 г. Бакальским рудоуправлением (Г. М. Мокшанов) производились интенсивные разведочные работы. М. И. Гаранем в 1934 г. проведена крупномасштабная геологическая съемка района. Изучением геологии рудного поля и вещественного состава руд занимались Л. М. Миропольский (1932, 1933 и др.), А. Д. Архангельский и В. В. Копченова (1935), Д. В. Наливкин (1934 г.), А. Н. Заварицкий (1939), Н. А. Ушаков (1934) и др.

С 1941 г. геологоразведочные работы на площади рудного поля проводит Бакальская партия, которой разведаны все известные месторождения Бакальской группы (О. П. Сергеев, Л. М. Мочалова и др.). В 1945—1949 гг. группа работников Свердловского горного института под руководством А. Е. Малахова произвела детальную геологическую съемку месторождений. Геологическое строение месторождения и вещественный состав руд изучали А. Е. Малахов (1955 г., 1956 г., 1957 и др.), Ю. А. Давыденко (1958 г., 1962 и др.), В. А. Тимесков (1963 и др.), А. С. Варлаков (1960), А. Л. Яницкий и О. П. Сергеев (1962), З. М. Старостина (1959 г., 1962 г. и др.) и др.

В геологическом строении Бакальского рудного поля и его окрестностей (см. рис. 101) принимают участие осадочно-метаморфические породы бурзянской и юрматинской серий верхнего протерозоя (Гарань, 1957). В составе бурзянской серии выделяются саткинская ( $Pt_2s$ ) и бакальская ( $Pt_2b$ ) свиты, а в юрматинской серии — зигальгинская ( $Pt_2zg$ ), зигазино-комаровская ( $Pt_2zk$ ) и авзянская ( $Pt_2av$ ) свиты.

Саткинская свита сложена преимущественно карбонатными породами: доломитами, мергелями, известково-глинистыми сланцами, известняками и доломитовыми известняками. К верхним пачкам свиты приурочены месторождения кристаллического магнетита Саткинского района, в нижних залегают сидеритовые руды Ахтенского месторождения. Мощность пород саткинской свиты — 2300—2400 м.

Породы бакальской свиты, залегающие согласно на саткинской свите, разделяются на две большие подсвиты — нижнюю ( $b_1$ ) и верхнюю ( $b_2$ ). Нижняя подсвита (макаровская пачка) сложена темно-серыми, черными и зеленоватыми хлорит-серицит-кварцевыми глинистыми филлитовидными сланцами и песчаниками. Мощность ее — 450—650 м.

Верхняя (рудоносная) подсвита представлена чередованием карбонатных и сланцевых пород. Она расчленяется на 10 пачек (Сергеев, 1963):

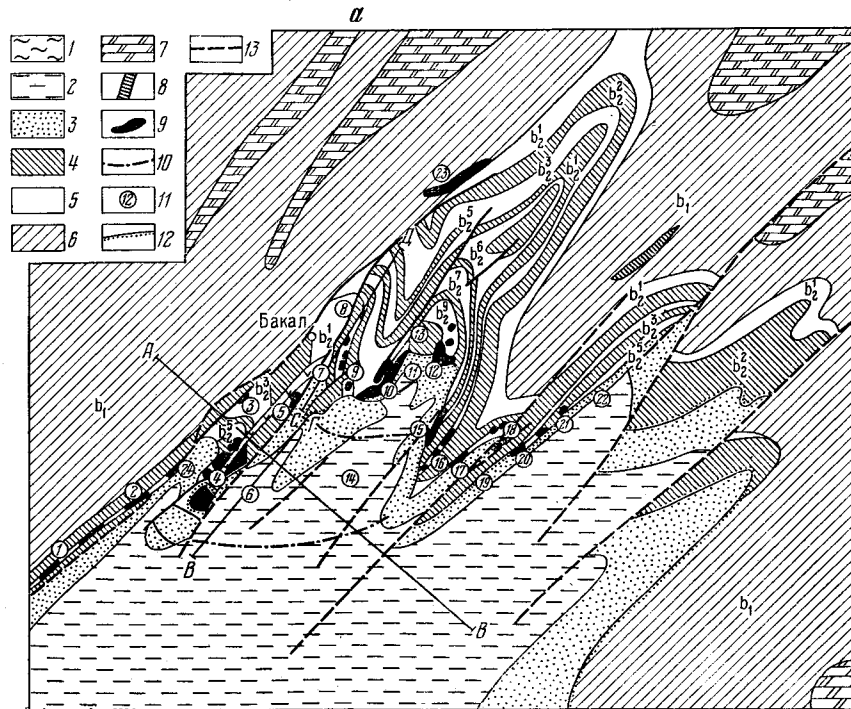
1. Березовская ( $b_2^1$ ), сложенная хемогенными плотными и тонко-слоистыми известняками, местами доломитизированными. К этой пачке приурочены залежи сидеритов Новобакальского и Шиханского месторождений . . . . .

0—250 м

Рис. 101. Схематическая геологическая карта (а) и геологические разрезы (б) Бакальского рудного поля

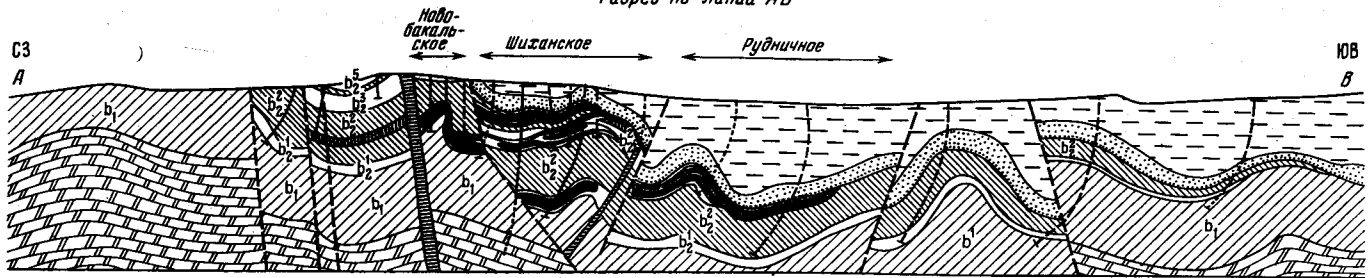
1 — покровные отложения; 2 — сланцы зигазино-комаровской свиты; 3 — кварциты зигальгинской свиты; 4 — сланцы верхней подсвиты бакальской свиты ( $b_2^2, b_2^4, b_2^8, b_2^8, b_2^{10}$ ); 5 — известняки и доломиты верхней подсвиты бакальской свиты: березовская пачка  $b_2^1$ , шуйдинская —  $b_2^3$ , гаевская —  $b_2^5$ , шиханская —  $b_2^7$ , верхнебакальская —  $b_2^9$ ; 6 — сланцы нижней подсвиты бакальской свиты (макаровский горизонт) —  $b_1$ ; 7 — известняки и доломиты саткинской свиты; 8 — диабазы; 9 — железные руды; 10 — контуры «слепых» рудных залежей; 11 — месторождения железа: 1 — Шуйдинское 2-е, 2 — Шуйдинское 1-е, 3 — Холодный Ключ, 4 — им. ОГПУ, 5 — Новобакальское, 6 — Шиханское, 7 — Объединенное, 8 — Ленинское, 9 — Канатная Дорожка, 10 — Буландихинское, 11 — Малобуландихинское, 12 — Восточное, 13 — Западное, 14 — Рудничное, 15 — Гаевское, 16 — Северо-Западный Иркутскан, 17 — Александровское, 18 — Ивановское, 19 — Новоалександровское, 20 — Охряное, 21 — Ельничисе, 22 — Ельничное Большое, 23 — Нижнебакальское, 24 — Петлинское; 12 — линии трансгрессивного налегания; 13 — тектонические нарушения

Свита	Средняя	Мощность, м
Юрматинская		900
Зигазино-комаровская		
Зигальгинская		150
Верхняя $b_2$		60
Средняя $b_2$		120
Нижняя $b_2$		100
Макаровский горизонт		70
Саткинская		120
Верхняя $b_1$		120
Нижняя $b_1$		300
Саткинская		250
Саткинская		450
Саткинская		500
Саткинская		1100

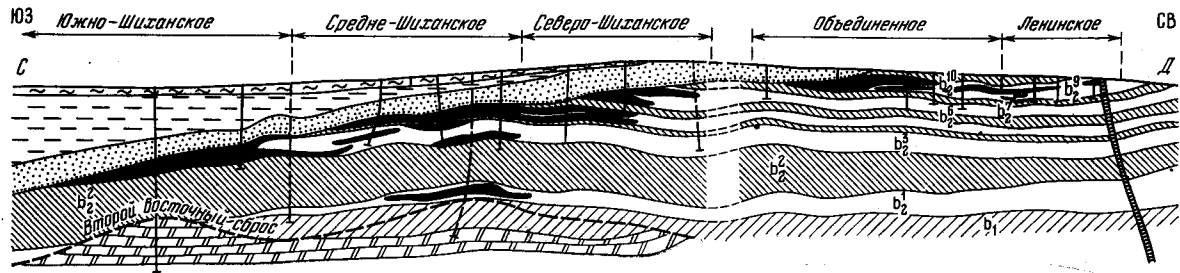


6

Разрез по линии АВ



Разрез по линии СД





2. Иркутская ( $b_2^2$ ) — сланцы кварц-серицит-глинистые, алевритопелитовые, песчаные и филлитовидные	120—350 м
3. Шуйдинская ( $b_2^3$ ) — хомогенные доломиты массивной, тонкослоистой и «червячковой» текстуры с залежами магнетита и сидерита (месторождения Шуйдинское 1-е и 2-е, им. ОГПУ, Петлинское, Холодный Ключ, Шиханское, Рудничное, Северо-Западный Иркутск, Юго-Восточный Иркутск)	100—120 „
4. Надшуйдинская ( $b_2^4$ ), в которой переслаиваются кварцево-глинистые сланцы с известняками и доломитами, частично оруденелыми	20—30 „
5. Гаевская ( $b_2^5$ ), сложенная органогенными водорослевыми известняками концентрически-скорлуповатой текстуры, неравномерно доломитизированными. В ней залегают сидеритовые руды Сидеритового карьера 3 месторождения им. ОГПУ, руды Шиханского, Рудничного, Гаевского и Ельничного месторождений	40—60 „
6. Надгаевская ( $b_2^6$ ) — кварц-серицит-глинистые филлитовидные сланцы	70 „
7. Шиханская ( $b_2^7$ ) — хомогенные известняки и глинистые известняки массивной, тонкослоистой и «червячковой» текстуры с неравномерным и порой значительным содержанием терригенных примесей, метасоматические доломиты и сидериты (Шиханское и Рудничное месторождения)	100 „
8. Надшиханская ( $b_2^8$ ) — филлитовые, кварц-серицит-глинистые сланцы с прослоями известняка, местами доломитизированного	60 „
9. Верхнебакальская ( $b_2^9$ ), нижняя часть которой сложена «червячковыми» филлит-карбонатными породами (мощность 15 м), средняя часть — хомогенными известняками массивной, тонко- и толстослоистой текстуры, неравномерно доломитизированными (мощность 60 м), верхняя часть — переслаиванием кварц-серицит-глинистых филлитовидных сланцев с водорослевыми известняками и доломитами. К пачке приурочены сидеритовые и бурожелезняковые руды Объединенного, Ленинского, Западного, Восточного, Буландихинского месторождений и Канатной Дорожки	20—25 „
10. Буландихинская ( $b_2^{10}$ ) — сланцы кварц-серицитовые, глинистые, с прослоем кварцевого песчаника и линзами водорослевых известняков	60 „

На отложениях бакальской свиты с угловыми и стратиграфическим несогласием залегают породы зигальгинской свиты. Последние в нижней части представлены «сланцами перемыва» и конгломератами с валунами и гальками кварцитов, филлитов и кварца, а в верхней части — кварцитами и песчаниками иногда с волноприбойными знаками и трещинами усыхания. Мощность свиты — 150—200 м.

Выше согласно залегают отложения зигазино-комаровской свиты, представленные кварц-хлорит-серицитовыми, углисто-серицит-глинистыми, филлитовидными сланцами, песчаниками, мергелистыми доломитами. В сланцах встречаются маломощные (0,5—20 см) линзочки сидерита. Мощность свиты — 600—800 м.

Протерозойские породы на склонах гор и в межгорных депрессиях перекрыты рыхлыми отложениями: валунчато-глинистым делювием и щебенисто-глинистыми элювиально-делювиальными отложениями мощностью до 120 м.

В 20 км к северу от месторождения расположен Бердяушский плутон гранитоидов, в 15 км к востоку — Копанско-Маткальские габбровые и Рябиновская гранитная интрузии.

Магматические породы в рудном поле представлены многочисленными дайками и интрузивными залежами диабазов и габбро-диабазов. Различаются дайки дозигальгинского возраста, секущие породы бакальской свиты, и дайки послезигальгинского возраста, секущие зигальгинские кварциты. Петрографический состав пород разновозрастных даек близок между собой.

Неизменные диабазы представляют собой темно-зеленую или зеленовато-серую породу афанитовой мелко- или среднезернистой структуры. Они состоят из плагиоклаза, пироксена, кварца, микропегматита, апатита, оливина, ильменита, магнетита. В ряде участков диабазы под-

верглись различного рода вторичным изменениям: серпентинизации, лиственитизации, рассланцеванию, хлоритизации темноцветных и сосюритизации плагиоклазов. В качестве вторичных минералов в них наблюдаются: роговая обманка, биотит, серпентин, эпидот, хлорит, тальк, брусит, серицит, сосюрит, лейкоксен, альбит, аксинит, датолит, пирит и пирротин. Часто диабазы содержат жилки кварца, доломита и сидерита, иногда мелкую вкрапленность сидерита; вблизи окисленных руд диабазы сапропелитизированы.

Современная структура Бакальского рудного поля отличается большой сложностью. Переслаивание карбонатных горизонтов, благоприятных для процессов рудообразования, со сланцевыми определило многоярусное расположение рудных тел. Тектоническими движениями рудное поле разбито на серии смятых в складки крупных и мелких блоков, сдвинутых по тектоническим разломам относительно друг друга на сотни метров. Древний дозигальгинский размыв бакальской свиты и угловое несогласие между отложениями бурзянской и юрматинской серий еще более осложнили структуру поля (см. рис. 101, б). В целом структуру рудного поля можно определить как комбинацию складчато-блоковой структуры со структурой примыкания карбонатных горизонтов к поверхности углового межформационного несогласия.

Основным структурным элементом Бакальского рудного поля является Бакальская синклиналь шириной 8—12 км, ось которой приблизительно совпадает с долиной р. Буланки. В ядре этой структуры залегают сланцы зигаино-комаровской свиты, образующие ряд невысоких гор. В крыльях, срезанных эрозией, обнажаются зигальгинские кварциты, слагающие хребты Шуйда и Сука, а также различные горизонты бакальской свиты. Структура погружается на юго-запад; к северо-востоку на воздымании оси синклинали обнажаются все более и более древние породы, причем происходит смыкание выходов соответствующих горизонтов северо-западного и юго-восточного крыльев синклинали.

Бакальская синклиналь осложнена складчатостью второго и третьего порядков. Складки второго порядка имеют ширину от 0,5 до 2 км и амплитуды, измеряемые сотнями метров. Простираение осей этих складок также северо-восточное, и, как правило, они волнисто погружаются на юго-запад. В пределах рудного поля с запада на восток устанавливаются следующие складки второго порядка: Шуйдинская антиклиналь, Петлинская синклиналь, Малошуйдинская антиклиналь, Шиханская синклиналь, Буландихинская антиклиналь, Буландихинская синклиналь, Малобуландихинская антиклиналь, Восточная синклиналь, Восточная антиклиналь, Рудничная синклиналь, Иркутская антиклиналь, Березовская синклиналь, Малосукинская антиклиналь.

Складки второго порядка в свою очередь осложнены складчатостью третьего порядка с шириной складок от 40 до 80 м и амплитудой до 60—70 м (Восточный карьер). Кроме того, крылья складок обычно волнисто изогнуты, ширина такой «волны» 3—5 м. В сланцевых породах местами развита плейчатость; особенно резко плейчатость выражена в сланцах зигаино-комаровской свиты. Складки, как правило, асимметричные. Углы падения крыльев обычно составляют от 30 до 60°, реже встречаются углы наклона до 90°, имеются единичные случаи опрокинутого залегания. По простираению складки постепенно изменяют свою амплитуду и крутизну крыльев — одни затухают, другие увеличиваются.

Древняя дозигальгинская складчатость широтного простираения (бакальская фаза) проявляется в волнистой изогнутости пород бакальской свиты, непосредственно наблюдается в виде небольших попереч-

ных складок на крыльях основных структур северо-восточного простирания и, наконец, четко выражена в характере древнего дозигальгинского размыва. Изогипсы последнего для всех слоев имеют субширотное простирание. Начиная от вершины горы Буландихи глубина размыва на протяжении 5 км последовательно увеличивается с севера на юг и достигает максимума на линии рудник им. ОГПУ — гора Срытая. В этом направлении подошва зигальгинской свиты последовательно пересекает под углом  $10\text{--}15^\circ$  все пачки бакальской свиты — от буландихинской до шуйдинской включительно. Создается специфическая структура примыкания рудовмещающих карбонатных слоев к поверхности межформационного углового несогласия. Зажатые между малопроницаемыми пластами серицит-кварц-глинистых сланцев рудовмещающие слои карбонатных пород перекрываются под пологим углом от висячего до лежащего бока несогласно залегающими породами зигальгинской свиты и полностью экранируются ими. Образуется структурная «ловушка», весьма благоприятная для локализации руд<sup>1</sup>.

Складчатые структуры в пределах рудоносной площади Бакала разбиты дизъюнктивами главным образом северо-восточного направления, иногда пересекающимися под острыми углами и частично перпендикулярными к ним (поперечными) нарушениями, простирающимися с северо-запада на юго-восток. Дизъюнктивные нарушения имеют характер сбросов и взбросов по крутым плоскостям (см. рис. 101, б). Они делят поле на блоки шириной от 100—150 до 1500—2000 м. Региональные разломы — Бакало-Саткинский, Юрюзано-Зюраткульский и Сулейинский — прослеживаются на сотни километров и имеют амплитуды 2—3 км. Сбросы и взбросы местного значения имеют амплитуды от 50—80 до 500—700 м и прослеживаются на несколько километров. Наблюдаются также мелкие подвижки с амплитудой в несколько метров.

Оруденение в месторождениях Бакальской группы смыкается в одну обширную рудную полосу, охватывающую северную часть хребта Шуйды, хребты Буландихи, Иркутскан и разделяющие их долины. Границы между месторождениями проводятся по тектоническим разломам, разделяющим соседние структурные блоки, по небольшим безрудным участкам или просто по условным линиям. Вместе с тем каждое месторождение включает, как правило, несколько рудных тел, расположенных в одном или нескольких стратиграфических горизонтах. На месторождении известно более 200 отдельных рудных тел, которые по форме можно разделить на пластообразные, линзовидные и гнездообразные залежи и рудные жилы. Наиболее крупные пластообразные залежи достигают в плане 1,5—2 км<sup>2</sup>, максимальная мощность их ограничивается мощностью рудовмещающего пласта и достигает 80 м. Отношение максимальной мощности к длине колеблется от 1 : 20 до 1 : 60.

В отдельных участках, обычно непосредственно в структурах примыкания рудовмещающей пачки к поверхности межформационного несогласия, пластообразные рудные залежи целиком замещают карбонатную пачку рудовмещающей толщи, наследуя ее нормальные стратиграфические контакты с подстилающими и покрывающими сланцами или трансгрессивный контакт с покрывающими породами юрматинской серии. Такие участки имеют длину от нескольких десятков до сотен метров, но затем они сменяются участками неполного замещения рудовмещающей пачки, в которых рудная залежь охватывает не всю карбонатную пачку, а ее отдельные части. Контакт рудной залежи с карбонат-

<sup>1</sup> Автор настоящей статьи придерживается гидротермально-метасоматической гипотезы происхождения бакальских сидеритов. — *Прим. ред.*

ными породами здесь уже не следует слоистости, а приобретает сложный метасоматический рисунок.

Контакты сидерита с доломитом, как правило, резкие. Содержание железа на контакте изменяется с 27—36% в сидерите до 2—5% в доломите. Постепенные переходы сидерита в доломит через промежуточные разности встречаются редко.

Внутреннее строение пластообразных залежей сложное. Имевшиеся в рудовмещающих пачках прослойки сланцев, линзы кварцита, дайки и пластовые залежи диабазы, рассеянный в карбонатных породах песчано-глинистый материал не замещаются рудой, и поэтому все первичные неоднородности строения карбонатных пачек в какой-то мере сохраняются в строении рудных залежей. Последними наследуется также дорудная пликвативная и дизъюнктивная тектоническая структура рудовмещающих пачек и формы дозигальгинского карста. Кроме того, в рудных залежах сохраняются места доломитовые «останцы» — не замещенные рудой участки рудовмещающего пласта.

В результате даже в самых крупных пластообразных залежах наряду с блоками довольно простого строения, сложенными однородными рудами, имеются участки весьма сложные и изменчивые по форме и внутреннему строению. Крупные пластообразные рудные залежи сопровождаются серией мелких рудных тел, расположенных в их кровле, почве или в непосредственной близости по простиранию.

Типичными представителями пластообразных залежей являются Новобакальская и Главная залежи рудника им. ОГПУ.

*Новобакальская залежь* локализуется в березовской пачке и приурочена к горстовому поднятию в ядре Малошуйдинской антиклинали (рис. 102). Размер ее по простиранию 3 км, вкрест простирания 300—400 м, максимальная мощность 80 м. Оруденение охватывает березовскую пачку от висячего до лежащего бока и наследует ее пликвативную структуру. В кровле рудного тела залегают ритмичнослоистые кварцсерицит-глинистые сланцы иркусканской пачки, в почве — черные феллитовидные сланцы макаровской пачки. С запада залежь ограничена первым западным сбросом с амплитудой около 100 м, вдоль которого интродировала мощная дорудная дайка диабазы. С востока залежь также ограничена дорудным сбросом с амплитудой 500—700 м. В опущенных крыльях горста березовская пачка безрудна и сложена известняками и доломитами.

По простиранию вдоль горста залежь погружается на юго-запад под углом 7—12°, одновременно происходит постепенное выклинивание залежи вместе с рудовмещающей пачкой, и иркусканские сланцы кровли смыкаются с макаровскими сланцами почвы залежи. К северо-востоку мощность залежи постепенно увеличивается до 80 м, залежь медленно воздымается, и верхние слои ее выходят на дневную поверхность. Далее по простиранию к северо-востоку залежь тупо выклинивается и сменяется доломитами, которые через 50 м по простиранию сменяются известняками. Контакт рудного тела с вмещающими доломитами секущий.

Внутри залежи местами сохранились небольшие останцы доломитов, полоса мраморизованных серпентинизированных доломитов сохранилась также на контакте руд с диабазовой дайкой.

Большая часть залежи сложена сидеритами массивной, полосчатой и пятнистой текстуры. Вблизи выхода на дневную поверхность они сменяются плотными и кавернозно-натечными бурыми железняками. Граница зоны окисления проходит на глубине 100—110 м.

*Главная залежь* рудника им. ОГПУ находится в той же горстовой структуре, что и Новобакальская залежь, но расположена несколько



южнее и стратиграфически выше. Она приурочена к шуйдинской пачке. В почве ее лежат сланцы иркусканской пачки и местами сохранившиеся останцы доломитов шуйдинской пачки. В кровле залежи, изрезанной дозигальгинским карстом, с угловым и стратиграфическим несогласием залегают кварциты и «сланцы перемежа» зигальгинской свиты. Они местами глубоко врезаются в руду, заполняя воронки древнего карста (рис. 103). Строение рудного тела осложняется также дай-

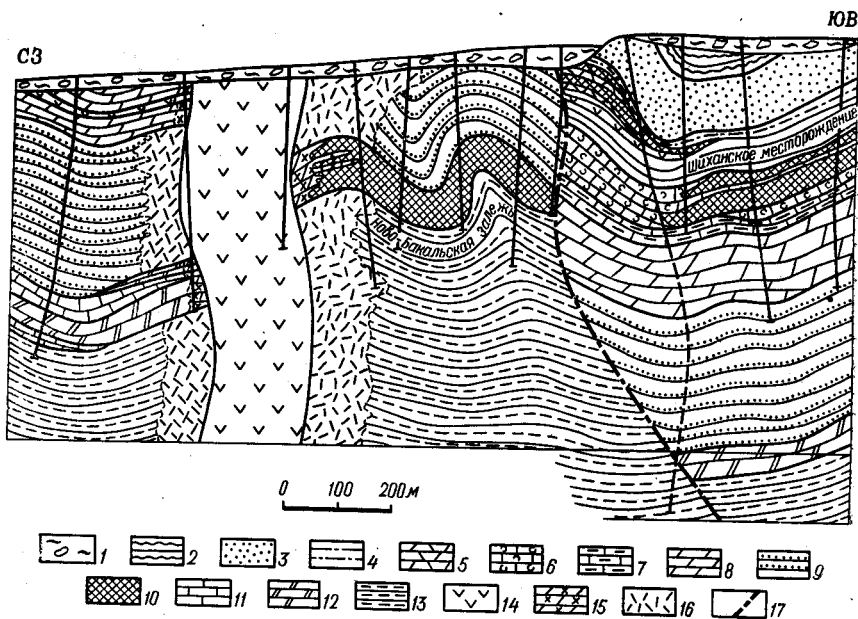


Рис. 102. Пластообразная залежь Новобакальского месторождения. Разрез по разведочной линии 75

1 — глинисто-валунный делювий; 2 — сланцы зигазино-комаровской свиты; 3 — кварциты зигальгинской свиты; 4 — сланцы и конгломераты; 5 — доломиты шиханской пачки  $b_1^1$ ; 6 — водорослевые доломиты и доломитизированные известняки гаевской пачки  $b_2^2$ ; 7 — карбонатно-глинистые сланцы  $b_2^4$ ; 8 — доломиты шуйдинской пачки  $b_2^3$ ; 9 — сланцы песчано-глинистые, ритмично слоистые иркусканской пачки  $b_2^2$ ; 10 — сидериты; 11 — известняки березовской пачки  $b_2^1$ ; 12 — доломиты; 13 — сланцы песчано-глинистые макаровской пачки  $b_1$ ; 14 — диабазы; 15 — серпентинизированные и мраморизованные доломиты; 16 — роговики и ороговикованные сланцы; 17 — тектонические нарушения

ками и пластовыми залежами диабаза и останцами доломита среди руд. Размер залежи по простиранию — 1800 м, вкрест простирания — 500 м, максимальная мощность — 110 м. С северо-запада, юго-запада и юго-востока залежь ограничена дорудными сбросами, на северо-востоке она размыта современной эрозией и ограничивается выходами иркусканских сланцев. Сбросы заложены в дозигальгинское время и затем омоложены; глубина дозигальгинского размыва в горстовом поднятии на 50—100 больше, чем в опущенных крыльях.

Залежь сложена преимущественно окисленными рудами, сидериты сохранились только у почвы залежи на юго-западе. Запады руд составляли около 30 млн. т, в настоящее время большая их часть выработана. Линзовидные залежи имеют отношение максимальной мощности к длине от 1 : 8 до 1 : 15. Наиболее крупная из них — рудное тело 1 Шиханского месторождения (Северный участок) — имеет размер в плане 800×600 м при максимальной мощности 60 м (запасы сидерита 20 млн. т). Размеры Александровской залежи в плане 600×340 м, запасы около 7 млн. т.



Характер контактов, условия залегания, внутреннее строение и вещественный состав руд этих залежей аналогичны пластообразным залежам. Но вследствие меньших размеров линзовидные залежи охватывают обычно участки, лежащие в одной тектонической структуре и характеризующиеся более однородным строением, благодаря чему изменчивость их свойств оказывается, как правило, несколько меньшей. У гнездообразных залежей отношение максимальной мощности к длине колеблется от 1 : 1 до 1 : 6.

Самая крупная гнездообразная сидеритовая залежь карьера 3 рудника им. ОГПУ имеет размер  $300 \times 200$  м при максимальной мощности

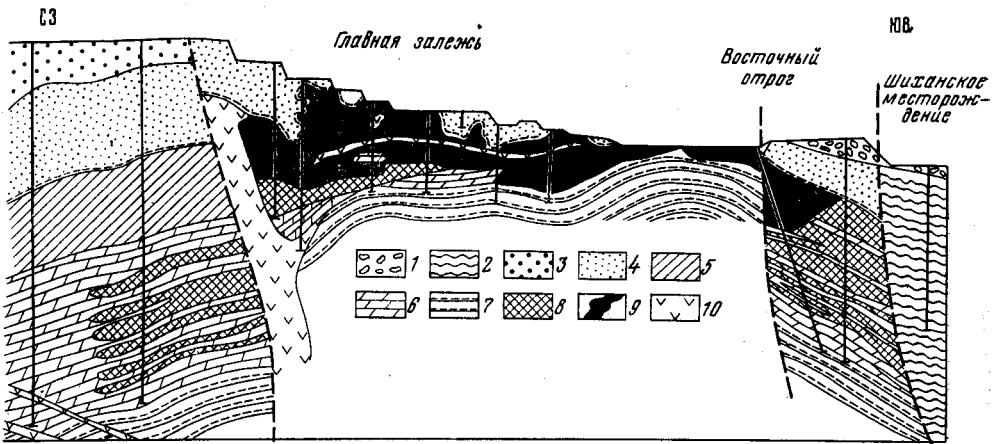


Рис. 103. Поперечный разрез рудника им. ОГПУ

1 — навал; 2 — сланцы зигазино-комаровской свиты; 3—4 — зигазинская свита: 3 — кварциты темно-серые, 4 — кварциты светло-серые; 5—7 — бакальская свита: 5 — сланцы  $b_2^4$ , 6 — доломиты  $b_2^3$ , 7 — сланцы  $b_2^2$ ; 8 — сидериты; 9 — бурые железняки; 10 — диабазы

60 м (рис. 104). Рудное тело залегает в органогенных строматолитовых известняках гаевской пачки в восточном крыле Петлинской синклинали. В центральной части оруденение охватывает всю мощность гаевской пачки, по падению залежь выклинивается, расщепляясь на несколько рудных тел. Между рудой и известняками находится зона метасоматических доломитов шириной от нескольких метров до 20—30 м.

Как сидериты, так и метасоматические доломиты сохраняют концентрически-скорлуповатую текстуру известняковых строматолитов. По этой текстуре развиваются вторичные жилки и гнезда, выполненные кремевым сидеритом, анкеритом, доломитом и кварцем с пиритом, халькопиритом, гематитом и кристаллами горного хрусталя. Часто извилистый контакт руд проходит поперек строматолита, так что одна половина его оказывается сидеритовой, а другая — доломитовой. Запасы руды в залежи — 5 млн. т.

Обычно гнездообразные рудные тела расположены группами. Карьером рудника Иркутскан в доломитах шуйдинской пачки на протяжении 700 м по простиранию вскрыто несколько десятков таких гнездообразных рудных тел размерами от 1—5 м в поперечнике до десятков и сотен метров. Наиболее крупные из них обладают запасами 10—200 тыс. т. Все рудные гнезда расположены среди доломитов или доломитизированных известняков, имеют секущие контакты весьма сложного метасоматического рисунка.

Рудные жилы и прожилки в доломитах, сланцах, диабазх и кварцитах сопровождают крупные рудные тела и распространены повсеместно. Мощность их лишь в единичных случаях достигает 1—2 м,

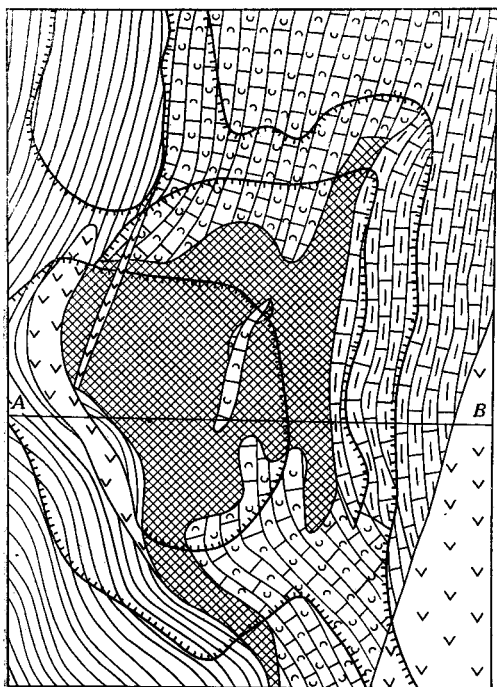
обычно она не превышает нескольких сантиметров. Промышленной ценности рудные жилы не имеют.

Поверхностная зона рудных тел сложена бурыми железняками и турритами, образовавшимися за счет окисления сидеритовых руд. Глубина зоны окисления колеблется от 3 (залежь карьера 3) до 330 м (Петлинское месторождение) и обычно составляет 80—100 м.

На месторождениях Бакальской группы четко выражены литолого-стратиграфический и структурный факторы контроля оруденения. Они проявляются в исключительной приуроченности руд к известняково-доломитовым пачкам, разделенным практически безрудными сланцевыми пачками, в локализации зон оруденения в структурах примыкания карбонатных пачек к поверхности углового межформационного несогласия и во влиянии дорудных тектонических разломов и дорудных диабазовых даек на размещение рудных тел и их морфологию.

Разведочными и эксплуатационными работами сидеритовые рудные тела встречены практически во всех пачках, слоях и прослойках известняково-доломитовых пород бакальской свиты, число которых составляет полтора-два десятка. Но крупные промышленные залежи сидеритовых руд локализуются в пяти карбонатных пачках: верхнебакальской, шиханской, гаевской, шуйдинской и березовской. Разделяющие их сланцевые пачки содержат только мелкие секущие жилки крупнокристаллического сидерита мощностью 0,5—2 см, не имеющие промышленной ценности.

Хотя сами рудовмещающие пачки хорошо стратифицируются, оруденение в них распределено неравномерно. Руда встречается и в верхних, и в средних, и в нижних слоях карбонатных пачек. Любой карбонатный слой может в определенном участке оказаться рудным, а далее по простиранию — безрудным. Даже некоторые крупные пластообразные залежи (Восточно-Буландихинская) залегают несогласно с вмещающими доломита-



Разрез по линии АВ

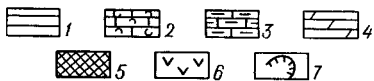
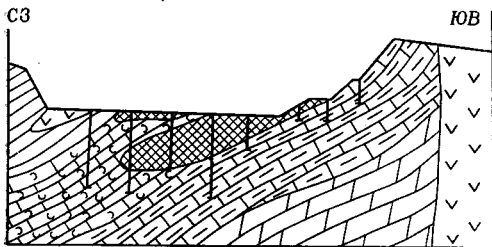


Рис. 104. План и разрез рудного гнезда, карьер 3 рудника им. ОГПУ

1 — серицит-кварц-глинистые сланцы  $b_2^3$ ; 2 — строматолитовые доломиты  $b_2^3$ ; 3 — карбонатно-глинистые сланцы  $b_2^4$ ; 4 — плотные доломиты  $b_2^3$ ; 5 — сидеритовая руда; 6 — диабазы; 7 — карьер

ми, переходя по простиранию из нижних слоев пачки в верхние, а для мелких тел несогласное залегание является обычным.

Не устанавливается и определенной фациальной приуроченности руд. Так, в верхнебакальской пачке руды развиты главным образом в плотных и тонкослоистых доломитизированных известняках среднего пласта, но встречаются также в органогенных водорослевых известняках верхнего пласта и в глинистых «червячковых» известняках нижнего пласта. При этом руды в верхнем пласте сохраняют органогенную концентрически-скорлуповатую текстуру, в среднем — массивную и тонкополосчатую, а в нижнем пласте — «червячковую» (месторождение Восточно-Буландихинское). Крупные рудные тела залегают в хемогенных доломитах шуйдинской пачки, в доломитизированных участках тонкозернистых хемогенных известняков березовской и шиханской пачек, в доломитизированных органогенных известняках, гаевской пачки. И здесь сидериты сохраняют унаследованную текстуру, присущую данному карбонатному слою: органогенную концентрически-скорлуповатую в гаевской пачке, массивную и «червячковую» — в шиханской, массивную и полосчатую — в березовской.

Характерным для Бакала является неперенное наличие зон вторичной доломитизации вокруг рудных тел, залегающих в первично-известняковых горизонтах. На месторождении не отмечено ни одного случая непосредственного контакта сидеритов с известняками, всегда они разделены зоной метасоматических доломитов, ширина которой может изменяться от нескольких до сотен метров.

Чередование в стратиграфическом разрезе месторождения обломочных и карбонатных пород и литолого-стратиграфическая приуроченность сидеритовых залежей к карбонатным пластам обусловили многоярусное расположение рудных тел. Общий размер рудной зоны по вертикали местами достигает 600 м, а число рудных интервалов в отдельных скважинах равно 10—15.

В каждой карбонатной пачке руды размещены далеко не равномерно и не случайно. В то время как большая северная часть каждой карбонатной пачки является безрудной, в южной части пачки десятки и сотни тесно сближенных рудных тел, частично перекрывающих друг друга в плане, создают сплошные зоны оруденения площадью от 1,1 (верхнебакальская пачка) до 7,8 км<sup>2</sup> (шуйдинская пачка). В плане они имеют вид полос шириной от 200 до 2000 м и длиной от 3 до 10 км, вытянутых в субширотном направлении через всю Бакальскую синклиналь (рис. 105). Южной границей этих зон является линия пересечения поверхности межформационного несогласия с почвой рудовмещающей пачки, северной границей — контур выклинивания оруденения в карбонатных пластах (см. рис. 101, а). При этом непосредственно в структурах примыкания карбонатные слои, как правило, сплошь замещены рудой от лежащего до всячего бока, далее к северу по простиранию рудовмещающей пачки мощность рудных залежей уменьшается, в них появляются безрудные останцы; затем оруденение распадается на серию мелких рудных гнезд, еще далее к северу оруденение заканчивается, и карбонатная пачка становится безрудной. Только в березовской пачке, не затронутой дозигальгинским размывом, зона оруденения вытянута не в широтном, а в северо-восточном направлении вдоль крупных тектонических разломов.

Пликативные структуры северо-восточного простирания не оказывают заметного влияния на локализацию руд: рудные тела залегают в сводах антиклиналей, в ядрах синклиналей и на крыльях складок. Наиболее крупные рудные залежи охватывают несколько сопряженных пликативных структур.

Строение рудных зон осложняется наличием дорудных тектонических разломов, дорудных диабазовых даек и неравномерностью древнего и современного размыва в соседних тектонических блоках. Иногда по одну сторону дайки или в одном крыле сброса карбонатный пласт замещен рудой, а по другую сторону дайки или в другом крыле сброса остался безрудным (месторождения Новобакальское, Ивановское, Ленинское).

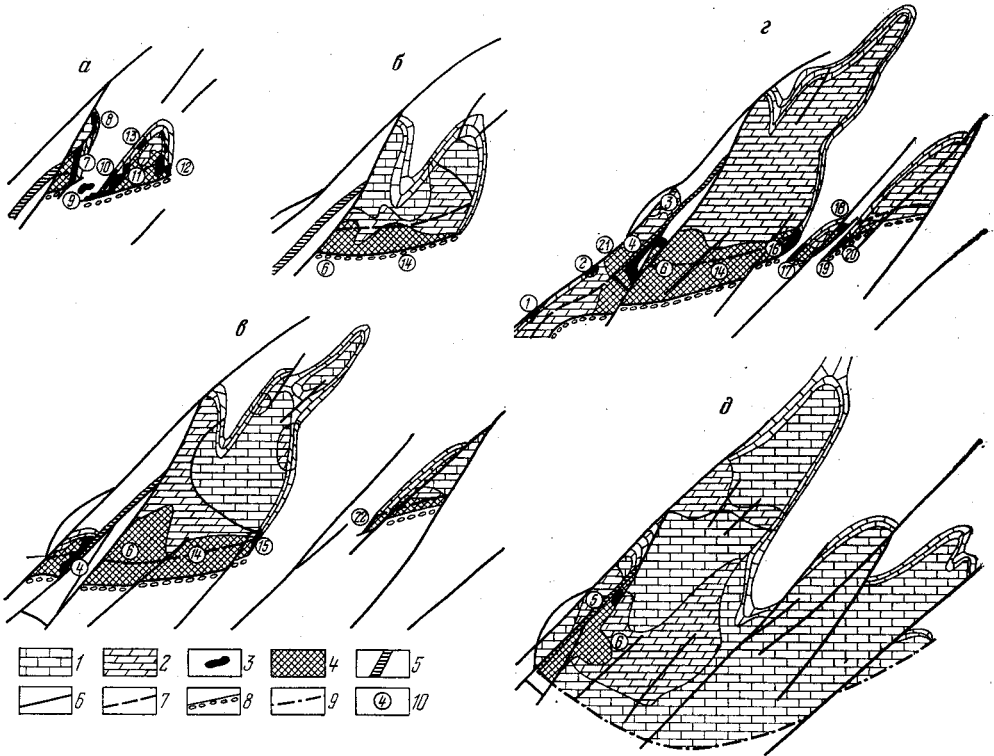


Рис. 105. Схема локализации руд в верхнебакальской (а), шиханской (б), гаевской (в), шуйдинской (г) и березовской (д) пачках бакальской свиты

1 — известняки; 2 — доломиты; 3 — выходы руд; 4 — рудные зоны на глубине; 5 — диабазы; 6 — тектонические разломы; 7 — линия пересечения кровли пачки с поверхностью межформационного несогласия; 8 — линия пересечения почвы пачки с поверхностью межформационного несогласия; 9 — границы пород; 10 — месторождения железа: 1 — Шуйдинское 2-е, 2 — Шуйдинское 1-е, 3 — Холодный Ключ, 4 — им. ОГПУ, 5 — Новобакальское, 6 — Шиханское, 7 — Объединенное, 8 — Ленинское, 9 — Канатная Дорожка, 10 — Буландихинское, 11 — Малобуландихинское, 12 — Восточное, 13 — Западное, 14 — Рудничное, 15 — Гаевское, 16 — Северо-Западный Иркутскан, 17 — Александровское, 18 — Ивановское, 19 — Новоалександровское, 20 — Охряное, 21 — Ельничное Малое, 22 — Ельничное Большое

Безрудные участки в зонах оруденения возникают также в доломитовых останцах, не замещенных сидеритом, и в тектонически приподнятых блоках, где рудовмещающая пачка уничтожена древним или современным размывом.

Кроме типичных для Бакала метасоматических сидеритовых тел, в отложениях юрматинской серии среди углисто-глинисто-кварцевых сланцев зигаино-комаровской свиты наблюдаются мелкие линзочки серого и темно-серого сидерита осадочного происхождения мощностью от нескольких миллиметров до 20—30 см. М. И. Гарань предложил называть их сидеритами зигаино-комаровского типа.

К коре выветривания сланцевых и карбонатных толщ приурочены также мелкие бурожелезняковые тела инфильтрационного происхож-

дения (Нижнебакальское, месторождения Саткинской группы и др.), локализация которых определяется главным образом геоморфологическими факторами.

По вещественному составу на месторождении выделяют следующие типы руд:

- 1) сидериты;
- 2) полуокисленные сидериты;
- 3) окисленные руды
  - плотные бурые железняки и турьиты,
  - порошковатые руды — охры и черноталы,
  - буро-охристые руды,
  - кавернозно-натечные бурые железняки,
  - глинистые бурые железняки.

**Сидеритовая руда** представляет собой кристаллически-зернистую породу серого или желтовато-серого цвета, обычно мелко- или среднезернистой структуры. Форма зерен неправильная, близкая к изометричной; преобладающий размер зерен 0,25—0,5 мм. В сидеритах различают следующие первичные текстуры: массивную, концентрически-скорлуповатую (строматолитовую), слоистую и «первично-червячковую», и вторичные: прожилковую, полосчатую, пятнистую, друзовую, «вторично-червячковую», брекчиевую и гранулитовую, развившиеся по первичным структурам в результате пострудного метаморфизма и воздействия тектонических нарушений.

Как установлено впервые Л. М. Миропольским (1933), основными рудными минералами сидеритовых руд являются сидероплезит и пистомезит, в которых кроме магния и железа содержатся также в виде твердого раствора до 1,5—3% СаО и до 2% МпО. Содержание железа в нем колеблется от 25 до 40%, вместо 48% в чистом сидерите, а количество MgO составляет от 7,5 до 19%.

В рудах полосчатой, прожилковой и пятнистой текстуры жилы и гнезда обычно сложены у зальбандов крупнокристаллическим сидеритом кремового цвета, ближе к центру следуют анкерит и молочно-белый доломит, в центральной части — кварц и барит. В небольшом количестве в них имеются также пирит, халькопирит, гематит, галенит, сфалерит. Иногда в сидеритовой руде встречаются пустоты размером от 1—2 см до 0,5—1 м, на стенках которых развиты друзы чечевицеобразных кристаллов сидерита, ромбоздрических кристаллов доломита, кристаллов горного хрусталя, пирита и халькопирита. В трещинах близ дневной поверхности отмечается развитие опала, халцедона и арагонита. Сидероплезит и пистомезит слагают 80—95% рудной массы. Валовое содержание железа в руде зависит от количества примесей и от изменения состава основного рудообразующего минерала.

**Полуокисленные сидериты** слагают переходную зону между сидеритами и окисленными рудами.

**Окисленные руды** по преобладающему минералу можно разделить на гидрогетитовые (бурые железняки) и гидрогематитовые (турьитовые). Гетит распространен нешироко; он слагает рудные сталактиты, бурые стеклянны головы и другие натечные образования.

Нерудные минералы представлены главным образом кварцем и глинистыми минералами. В небольшом количестве присутствуют доломит, магнезит, анкерит, барит, альбит, арагонит, апатит, вад, пиролюзит, пирит, халькопирит, медная зелень, медная синь, гематит, галенит, сфалерит, магнетит, вивинанит. Руды содержат прослойки сланцев различного состава, включения диабазов, доломитов, кварцитов и других вмещающих пород.



Плотные бурые железняки и турьиты возникают в результате непосредственного окисления и большей или меньшей гидратации сидеритов. Это тонкопористые однородные руды с землистым изломом. Объемный вес их 2,5; объем пор достигает 45% объема руды, а естественная влажность 20—23% (по весу). Руды трещиноваты, от взрывных ударов способны распадаться на полиэдрические куски. Цвет плотного бурого железняка желтовато-бурый и бурый. Плотные турьиты имеют вишнево-красный цвет до темно-бурого, почти черного.

Охра и черноталы представляют собой очень тесную смесь порошковатых продуктов окисления и гидратации небогатых карбонатных руд, продуктов сложного выветривания диабазов, железистых доломитов, пятнистых кварцитов, глинистых и глинисто-песчанистых сланцев, кварцевых песчаников, а также продуктов окисления пирита и халькопирита, включенных в первичных рудных и нерудных породах. По преобладанию черных порошковатых турьитов или преобладанию желтой лимонитовой охры различают так называемые черноталы и охристые руды.

«Буро-охристыми» рудами на месторождении называют смесь кусков плотного и кавернозно-натечного бурого железняка с охристым материалом, с преобладанием в ней пылеватого и мелкокускового материала. Они возникают в результате механического выветривания плотных бурых железняков с небольшим участием процессов вторичного переотложения водных окислов железа.

Кавернозно-натечные руды представляют собой механическую смесь натечных образований гидроокислов железа в виде корок, сталактитов, мелких и крупных жеод и т. д. с остаточными охристыми, охристо-глинистыми и охристо-песчанистыми продуктами выветривания рудного и нерудного материала.

Глинистые бурые железняки — это куски и глыбы кавернозно-натечного бурого железняка в глинистой массе. Они встречаются отдельными участками главным образом вблизи поверхности рудных тел и имеют ограниченное распространение. Химический состав окисленных руд всех типов в целом сходен друг с другом. Они состоят из водных окислов железа с примесью кремнезема, глинозема, небольшого количества марганца, магния и кальция, а также незначительного количества серы и фосфора.

Средний химический состав руд месторождения приведен в табл. 29.

Генезис месторождений сидеритов Бакальской группы до настоящего времени остается спорным. Многочисленные высказывания различных авторов о происхождении бакальских сидеритовых руд могут быть сведены в следующие гипотезы:

1. Гипотеза вадозового метасоматоза (А. А. Краснопольский, Л. Конюшевский и П. Ковалев, П. К. Бургеля).

2. Гипотеза осадочного происхождения руд (Д. В. Наливкин, А. Д. Архангельский, Н. А. Ушаков, М. И. Гарань, А. Е. Малахов, З. М. Старостина, Д. П. Храменкова и др.).

3. Гипотеза гидротермального метасоматоза (П. А. Земятченский, Я. В. Самойлов, А. Н. Заварицкий, Г. М. Мокшанов, Л. М. Миропольский, Ю. С. Соловьев, Ю. А. Давыденко, О. П. Сергеев, А. А. Яницкий, В. А. Тимесков, А. С. Варлаков).

Первая гипотеза в настоящее время полностью отвергнута геологами, дискуссия между сторонниками осадочного и гидротермально-метасоматического происхождения руд продолжается.

Сторонники гипотезы осадочного происхождения руд считают, что железистые карбонаты отлагались на дне водного бассейна в бакальскую эпоху в виде химических осадков совместно с карбонатами каль-

Таблица 29

Химический состав руд Бакальских месторождений (в вес. %)

Месторождение	Fe	P	S	П.п.п.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
---------------	----	---	---	--------	------------------	--------------------------------	-----	-----	-----	-----	--------------------------------

**Балансовые сидериты**

Шуйдинское 1-е Месторождение им. ОГПУ	28,27 29,05	0,010 0,022	0,244 0,824	35,59 32,68	7,33 2,83						
Объединенное Ленинское	31,90 33,55	0,009 0,007	0,253 0,104	31,28 32,68	5,40 6,31	1,57 1,11	1,47 1,66	7,49 9,03	1,89 2,03	40,61 41,32	2,99 2,19
Новобакальское Буландихинское	32,28 32,51	0,012 0,044	0,061 0,392	39,47 31,89	1,45 7,30	1,26 1,61	1,82 0,98	10,97 7,97	1,36 1,77		
Восточное	30,97	0,017	0,058	31,89	6,83	1,84	1,40	8,39	1,66		
Западное	29,58	0,007	0,195								
Гаевское	34,90	0,016	0,310	30,79	5,53	3,43	1,14	7,54	1,5		
Северо-Западный скан	Ирку- 33,78	0,007	0,421		5,49	3,15	1,57	8,59	1,57	42,76	1,02
Юго-Восточный скан	Ирку- 35,74	0,008	0,519	32,54	3,69	0,80	3,27	9,33	1,03	39,32	1,82
Шиханское Рудничное	30,05 28,03	0,010 0,026	0,222 0,290	34,10 31,86	4,46 5,94	1,69	1,97	13,77	1,18		

**Забалансовые сидериты**

Месторождение им. ОГПУ	22,92	0,008	0,413	36,54	3,25	1,64	7,91	15,47	0,95	28,17	1,38
Восточное	24,3	0,019	0,628	32,31	8,0	3,9	10,9	11,0	0,93		
Петлинское	29,17	0,012	0,751								

**Полуокисленные сидериты**

Месторождение им. ОГПУ	37,76	0,012	0,104	27,83	4,90	2,09	0,79	8,54	1,68	29,49	25,14
------------------------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	-------	-------

**Окисленные руды**

Шуйдинское 1-е Месторождение им. ОГПУ	38,85 48,19	0,065 0,041	0,056 0,055	12,52 10,61							
Объединенное Ленинское	48,45 46,47	0,028 0,018	0,032 0,026	11,01 11,29	12,14 12,76	2,36 2,31	1,25 1,26	0,92 1,47	1,59 2,28		
Буландихинское	45,77	0,029	0,082	12,17	12,3	4,20	1,10	0,90	1,60		
Восточное	43,01	0,036	0,040	12,03	12,4	3,76	0,24	0,90	1,03		
Западное	47,38	0,015	0,024	10,82							
Канатная дорожка	48,41	0,043	0,018	11,0							
Новобакальское	57,71	0,023	0,018	12,0	7,50	2,97					
Северо-Западный скан	Ирку- 44,6	0,017	0,006	10,93	13,36	6,63	0,25	1,13	1,53		
Юго-Восточный скан	Ирку- 48,50	0,042	0,025	10,31	12,81	5,75	0,42	0,65	1,76		
Холодный Ключ	37,8										
Гаевское	46,83	0,026	0,045	11,27	18,28						
Нижний Бакал	43,68	0,144	0,026	10,08	14,02	5,81	0,21	0,16	0,68		
Петлинское	45,45	0,061	0,086								

Примечание. Содержание Fe, P, S, п. п. п. вычислено по данным систематического опробования разведочных выработок (рядовые пробы), содержание остальных компонентов приведено по имеющимся полным анализам штучных и групповых проб.

ция и магния. Сложную форму рудных тел и наличие несогласных контактов руд с вмещающими доломитами они объясняют процессами метасоматического перераспределения рудного вещества в стадию диagenеза (Н. А. Ушаков) или при общем региональном метаморфизме пород (М. И. Гарань).

Образование жилок и вкрапленности сидеритов во вмещающих сланцах, диабазах и кварцитах, образование кварцево-карбонатных жилок и гнезд с сульфидами в рудах рассматриваются ими как результат более позднего наложенного гидротермального оруденения, связанного с инъекцией диабазовой магмы.

Сторонники гипотезы гидротермально-метасоматического происхождения руд считают, что сидеритовые залежи произошли в результате метасоматоза известняково-доломитовых пород железистыми карбонатами при воздействии гидротермальных растворов.

Согласно этой гипотезе, образование сидеритовых залежей происходило после внедрения диабазов первой генерации, после образования субширотных складок бакальской орогенической фазы и после отложения пород зигальгинской свиты. Глубинные гидротермальные растворы небольшой концентрации, но сложного химического состава, содержащие железо, магний, калий и многие другие элементы, на пути своего восходящего движения встречали обширный экран несогласно залегающих кварцитов зигальгинской свиты. В силу фильтрационного эффекта концентрация растворов перед экраном увеличивалась и создавались благоприятные условия для рудогенеза. Вследствие избирательного характера метасоматоза рудные залежи локализовались в пластах карбонатных пород. Известняки замещались доломитом, а доломиты — сидеритом. При этом наследовалась текстура замещенных пластов. Прослойки сланца, линзы кварцита, выделения углисто-глинистого вещества по стилолитовым линиям и отдельные зерна терригенного кварца как химически инертные компоненты полностью или частично сохранились от замещения и были унаследованы рудой.

В конгломератах и кварцитах кровли залежей, в сланцах и диабазах сидерит развивался в виде гнездышек и жилок. Кроме сидерита в рудах и вмещающих породах отлагались также пирит и галенит, содержащие небольшое количество серебра, сфалерит, халькопирит, гематит и другие гидротермальные минералы. Сланцы подвергались также процессам серицитизации, диабазы — процессам лиственитизации и хлоритизации. Предположительно сидеритовое оруденение увязывается во времени с образованием лиственитов, абсолютный возраст которых определен М. А. Гаррис в 616—658 млн. лет (Варлаков, 1963). По мнению А. Н. Заварицкого (1939), многочисленные интрузии диабазов, с одной стороны, и рудообразующие гидротермальные растворы, с другой стороны, возможно, являются различными дериватами одного и того же глубинного магматического очага.

Происхождение бурожелезняковых и турьитовых руд в настоящее время трактуется всеми геологами однозначно. Они являются в основном продуктами выветривания сидеритовых руд в зоне окисления (плотные бурые железняки и турьиты) и последующего переотложения рудного вещества вадозовыми водами (кавернозно-натечные руды). Несомненно, что часть бурожелезняковых руд возникла за счет метасоматоза доломитов, сланцев, кварцитов и диабазов под действием железистых вадозовых вод в коре выветривания. Часть окристых руд произошла за счет химического выветривания диабазов, железистых карбонатов (анкеритов, железистых доломитов).

Время начала образования бурожелезняковых и турьитовых руд предположительно, исходя из общей геологической истории Урала, от-

носят к мезозою, причем этот процесс, хотя и менее интенсивно, продолжается и в настоящее время.

Большинство рудных месторождений Бакальской группы может полностью или частично обрабатываться открытым способом — карьерами и лишь глубокие горизонты — шахтами.

Притоки воды в подземные выработки (шахта им. Ленина и шахта Бакальчик) составляют 20—30 л/сек, а в период дождей и таяния снегов возрастают до 60—70 л/сек. Изредка отмечаются прорывы карстовых вод в подземные выработки, во время которых за несколько часов в выработки изливались тысячи кубометров воды (до 250 л/сек).

Перспективным проектом на 1966—1980 гг. предусматривается разработка карьерами 94,4 млн. т руды. Обработка остальной части запасов планируется подземным способом. При этом глубина карьеров достигает 160—220 м. Коэффициент вскрыши будет составлять от 0,53 до 2,2 м<sup>3</sup>/т. Многие породы вскрыши — песчано-глинистые сланцы, доломиты, известняки, диабазы и кварциты — могут быть использованы как строительное и промышленное сырье. Попутно с добычей железных руд возможна также добыча барита, присутствующего в руде в виде гнездовых включений, и магнезита, залегающего в шуйдинской пачке совместно с железными рудами. В настоящее время используются только кварциты в качестве сырья для производства ферросилиция.

Месторождения Бакальской группы обладают большими запасами железных руд. Имеются перспективы для увеличения запасов сидеритовых руд на 100—150 млн. т и бурых железняков на 2—3 млн. т. Геологически обоснована возможность обнаружения новых залежей бакальского типа за пределами Бакальского рудного поля, что подтверждается открытием кристаллических сидеритовых руд на Ахтенском месторождении в 100 км к северу от Бакала.

### *Месторождения бурых железняков алапаевского типа*

На Урале к месторождениям алапаевского типа отнесены экзогенные месторождения бурых железняков осадочного и частично инфильтрационного генезиса — Алапаевская, Сухоложско-Троицкая, Каменско-Синарская, Лангуро-Самская и Полетаевская группы месторождений, приуроченные к Алапаевско-Каменской железорудной зоне. Значительная часть этих месторождений приурочена к мезозойским эрозионно-тектоническим депрессиям. Так, в пределах Алапаевской, Петропавловско-Режевской и Синарской депрессий находятся месторождения Алапаевской, Каменско-Синарской и других групп. К Ивдельско-Тагильской депрессии приурочены месторождения Лангуро-Самской группы, к Челябинской депрессии — месторождения Полетаевской группы. Все они связаны с континентальными отложениями так называемой алапаевской толщи.

По новой стратиграфической схеме алапаевская толща с большой степенью условности относится к аптскому возрасту и выделяется в качестве особой сидерит-стриговитовой рудной формации, залегающей среди аллювиально-пролювиальных отложений («беликов»). Основная масса месторождений и наиболее крупные из них приурочены к закарстованным площадям развития известняков карбона, чем и определяется приуроченность месторождения к синклиналим структурам палеозойских пород.

Установлены следующие закономерности размещения месторождений алапаевского типа:

1. Приуроченность подавляющей массы месторождений к синклинальным зонам палеозойских пород.

2. Залегание в карстовых депрессиях на известняках нижнего карбона, причем наиболее продуктивны карсты с пологими бортами.

3. Приуроченность месторождений к низам беликовой толщи, залегающей на размытой поверхности палеозойских пород.

К второстепенным закономерностям размещения месторождений алапаевского типа относится наличие пород так называемой бирюзовой толщи, близких по литологическому составу к перекрывающим их беликовым породам. По возрасту бирюзовая толща относится к верхнему мелу.

Месторождения бурых железняков залегают на палеозойском фундаменте, сложенном визейскими карбонатными породами, в основном доломитизированными известняками, известняковыми песчаниками и сланцами. Мощность этих пород значительная, так, в Алапаевском районе (по О. Ф. Нейман) она составляет около 600 м.

Палеозойские отложения в мезозое подвергались усиленной эрозии и карстообразованию, сопровождавшимся накоплением континентальных отложений алапаевской толщи. Алапаевская толща состоит (снизу вверх) из толщи подрудных глин (залегающих на закарстованной поверхности палеозоя), рудного горизонта и перекрывающих его беликов. Мощность глины колеблется от нескольких сантиметров до 15—20 м. Белики представлены слабо сцементированным грубо- и тонкообломочным, неоднородным по составу и крупности песчано-глинистым материалом. Они покрывают значительные площади, мощность их изменяется от 0 до 80 м и более. Вблизи рудной зоны белики окрашены гидроокислами железа: выше уровня грунтовых вод в желто-бурый цвет, а ниже его — в грязно-зеленый цвет за счет образования железистого хлорита — стриговита. Петрографический состав беликовых отложений следующий: кварц и кварцевые агрегаты, кремь, окремнелый известняк, яшмы, кремнистые сланцы, кварцевый песчаник, пирит, сидерит, обугленные растительные остатки, сцементированные глинами. В основании беликовой толщи, на границе с подстилающими породами палеозойского фундамента, а иногда на подрудных глинах залегают рудный горизонт бурых железняков. От рудных тел к вмещающим породам наблюдается постепенный переход. Рудный горизонт залегают в виде пластообразных тел, повторяющих все неровности палеозоя. Размеры рудных тел по простиранию изменяются от нескольких десятков метров до нескольких километров, а вкрест простирания от нескольких десятков метров до 1,5 км, что определяется весьма неравномерным содержанием железа в рудном горизонте.

Внутреннее строение рудной толщи характеризуется вертикальной зональностью, обусловленной положением ее относительно уровня грунтовых вод или нижней границы зоны окисления. В связи с этим руды месторождений алапаевского типа делятся на две основные группы: руды зоны окисления, богатой кислородом, и руды подводной зоны. Среди руд зоны окисления выделяются глинистые руды. Руды подводной зоны подразделяются на руды плотные (железистые конгломераты) и руды в зеленой стриговитовой глине. Ниже зоны окисления первичное оруденение представлено сидеритом и стриговитом, в зоне окисления развит гидрогетит.

По минеральному составу руды представлены сидеритом, гидроматитом, гетит — гидрогетитом, стильноносидеритом, железистым хлоритом типа стриговита. Преобладающее значение во всех месторождениях принадлежит минералам ряда гетит — гидрогетит, меньшее сидериту, другие минералы находятся в подчиненном количестве.

Генезис месторождений алапаевского типа различными исследователями трактовался по-разному. Б. П. Кротовым принималось первич-



ноосадочное их происхождение с последующим преобразованием в ходе инфильтрационно-метасоматических процессов. Большинство исследователей (А. П. Карпинский, Н. А. Успенский, Л. М. Миропольский, М. Л. Скобников, А. А. Пронин) относят эти месторождения к типу выветривания.

Из всех месторождений алапаевского типа наибольший интерес представляют месторождения Алапаевской и Лангуро-Самской групп, которые еще эксплуатируются. По всем остальным месторождениям, за исключением Первомайского, балансовые запасы не числятся.

Ниже приводится описание основных месторождений алапаевского типа.

**Алапаевская группа месторождений.** Алапаевский железорудный район, месторождения которого расположены вблизи г. Алапаевска Свердловской области, является одним из старейших горнопромышленных районов Урала, в котором имелось несколько мелких металлургических заводов — Алапаевский, Синячихинский и Нейво-Шайтанский. В настоящее время в связи с резким сокращением добычи руд действует только один Алапаевский завод. Месторождения известны и эксплуатируются уже свыше двухсот лет. Плавка руд началась с 1704 г.

В районе известно 47 месторождений и рудопроявлений, из

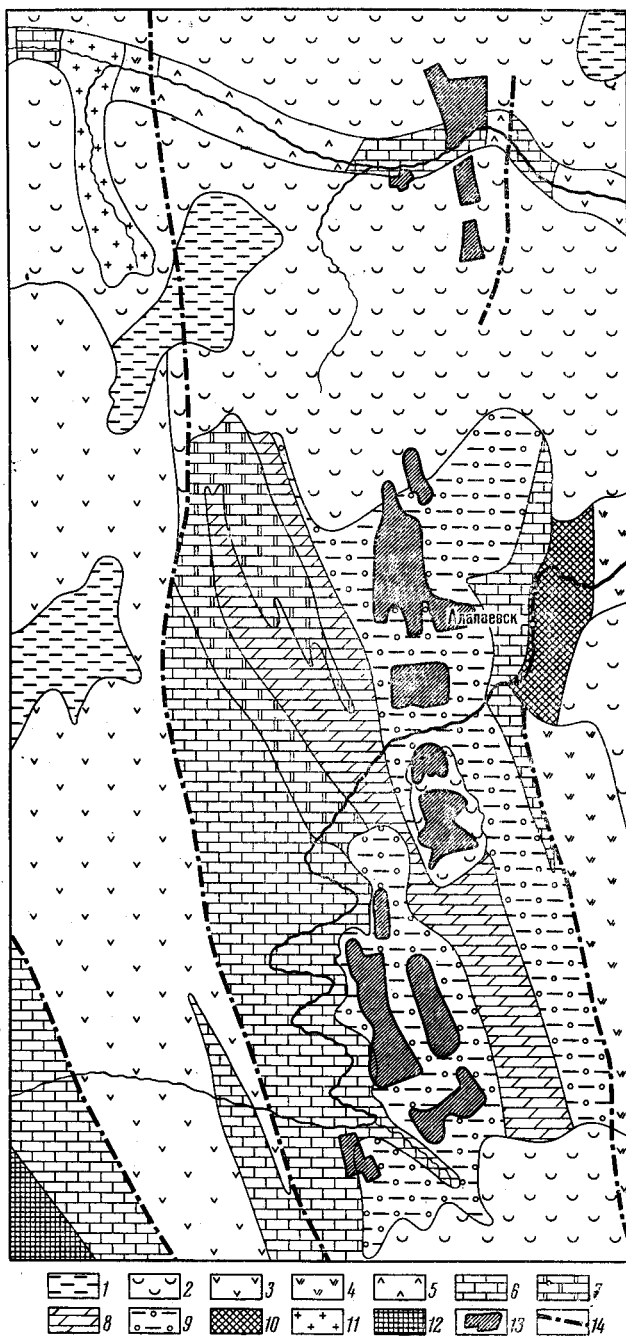


Рис. 106. Схематическая геологическая карта железорудных месторождений Алапаевской группы

1 — аллювиальные отложения; 2 — опокиты и опокитовидные глины; 3 — вулканогенные породы; 4 — эйфельские известняки; 5 — песчаники, конгломераты, мергели; 6 — карбонатные породы; 7 — верхневизейские известняки; 8 — песчаники, конгломераты, известняки; 9 — пестроцветные глины, пески, галечники; 10 — диориты, габбро; 11 — граниты, плагиограниты; 12 — серпентиниты; 13 — месторождения; 14 — тектонические нарушения

них 36 относятся к алапаевскому типу, 9 — к типу бурых железняков, образовавшихся на поверхности известняков и других пород, и 2 — к месторождениям неустановленного генезиса. Наибольшее промышленное значение здесь имеют Алапаевское, Зыряновское и Синячихинское месторождения, состоящие из ряда участков (рис. 106).

Первые поисковые и разведочные работы на этих месторождениях начались с 20-х годов XIX в. В несколько большем масштабе они производились в 1904—1908 гг. (Н. С. Михеев) и в 1920—1927 гг. (О. Ф. Нейман, Е. Е. Попов). В 1927 г. к исследованиям месторождений Алапаевской группы приступил Б. П. Кротов, а с 1928 г. они систематически стали разведываться Алапаевским рудоуправлением, а позднее Алапаевской геологоразведочной базой (Б. Н. Пустынин). Крупные геологоразведочные работы были проведены в 1942—1950 гг. сначала геологоразведочными партиями МЧМ СССР, а затем партиями Министерства геологии. Позднее они были возобновлены в 1955 г. и проводились до 1960 г. в основном с целью повышения степени разведанности отдельных участков Зыряновского и Алапаевского месторождений.

В геологическом строении района принимают участие породы палеозойского и мезо-кайнозойского возраста, представленные вулканогенными и осадочными терригенными и карбонатными породами девона и карбона, разнообразными континентальными нижнемезозойскими осадками и морскими отложениями кайнозоя.

Мезозойские отложения, покрывающие размытую поверхность палеозоя, состоят из продуктов древней коры выветривания палеозойских пород, беликов, рудной толщи и пород пестроцветной (бирюзовой) свиты. Древняя кора выветривания представлена элювиальными рыхлыми образованиями мощностью от 0 до 30—40 м.

В основании мезозойского комплекса, чаще всего на образованиях коры выветривания, залегает рудоносная толща, состоящая из глин лежачего бока, рудного горизонта и беликовой толщи. Мощность глин лежачего бока (подрудные глины) колеблется от 0 до 50 м. Вверху глины постепенно переходят в рудный горизонт или в белики. Беликовая толща развита не повсеместно, а только на известняках нижнекаменноугольного возраста; мощность ее от 0 до 70—80 м.

На толщу беликов трансгрессивно ложится континентальная осадочная толща, называемая пестроцветной или бирюзовой. Бирюзовая толща сложена различными глинами, песками, галечниками и гравелитами. Эти отложения переслаиваются между собой, мощность их достигает 100 м. Отложения бирюзовой свиты распространены более широко, чем белики. Суммарная максимальная мощность мезозойских отложений в районе Алапаевской группы месторождений — 180—200 м.

На породах мезозоя трансгрессивно залегают кайнозойские осадки, представленные песками и опоками, которые выше покрываются четвертичными суглинками и аллювиальными отложениями.

Алапаевская группа железорудных месторождений расположена в пределах Махневско-Некрасовского антиклинория (Соболев, 1969) и контролируется Алапаевской мегасинклиналью, которая осложнена Зыряновской, Рычковской и Усть-Рефтинской синклиналями. Особенности различных месторождений, приуроченных к названным структурам, определяются прежде всего глубиной залегания подстилающих рудоносную толщу карбонатных пород палеозойского фундамента. Так, в связи с приподнятостью палеозойского основания значительная часть рудоносной беликовой толщи на Зыряновском месторождении денудирована, и сплошность рудных полей сильно нарушена. Большая часть рудных залежей находится выше статического уровня подземных вод или

в зоне их циркуляции. Вследствие этого руды в основном представлены здесь окисленными разновидностями, в то время как на Алапаевском и Верхне-Синячихинском месторождениях преобладают руды смешанного (закисного и окисного) состава, в некоторых случаях вплоть до скопления чистых сидеритов. Для Зырянского и Синячихинского месторождений характерно значительное развитие глин лежащего бока, для Алапаевского, напротив, почти полное их отсутствие, в связи с чем рудное тело в большинстве случаев залегает непосредственно на известняках.

Рудные тела Алапаевского железорудного района имеют в основном пластообразную форму. Граница зоны оруденения устанавливается по минимальному содержанию железа (20%). Общая мощность рудного тела, включая участки некондиционных руд и пустых пород, колеблется в широких пределах (от 0,5—1 до 50—70 м).

Рудные залежи непрерывно прослежены на расстояния: около 7 км (Зырянское месторождение), 10 км (Алапаевское) и 5 км (Синячихинское). Вкrest простирания они имеют ширину 0,5—1 км.

На Алапаевских месторождениях выделяются два основных типа руд: гидрогетитовые, слагающие верхние горизонты месторождений и расположенные выше уровня грунтовых вод, и стриговит-гидрогетитовые, состоящие в основном из гидрогетита с примесью стриговита. Эти руды слагают нижние горизонты рудоносных зон и расположены ниже уровня грунтовых вод. Сидериты же встречаются спорадически, главным образом среди руд подводной зоны. Характерны они для Алапаевского (Средние Ямы) и Синячихинского месторождений.

По содержанию железа в каждом из указанных типов выделяются три сорта руд: I — содержание железа 36% и более, II — от 30 до 36% железа и III — от 20 до 30% железа (забалансовые руды).

Основными текстурными разновидностями гидрогетитовых руд являются плотные кусковатые и рыхлые глинистые руды. Руды стриговит-гидрогетитовые имеют плотную текстуру.

Содержание железа в рудах Алапаевских месторождений колеблется от 20 до 58%. Среднее содержание его в балансовых рудах составляет 38,5%. Содержание кремнезема в рудах варьирует от 2 до 60%. Содержание серы колеблется от следов до 0,19%, несколько выше — до 0,27% — в рудах подводной зоны. Содержание фосфора изменяется от 0,16 до 0,19%; в рудах подводной зоны его содержится меньше, чем в рудах зоны окисления. Хром встречается в небольших количествах, несколько повышенное его содержание наблюдается в бобовых рудах, лежащих стратиграфически выше основного оруденения (Ивановский участок Зырянского месторождения). Никель и кобальт как легирующие примеси не имеют значения, так как содержание их незначительное. Содержание никеля — от следов до 0,26%, при средних значениях 0,09—0,12%, содержание кобальта от следов до 0,088%, в среднем составляет 0,008%. Полный химический состав руд приводится в табл. 30.

Горнотехнические условия на разведанных месторождениях позволяют вести их разработку открытым и подземным способами. На эксплуатируемых участках применяется преимущественно подземная разработка системой подэтажного обрушения. При такой системе разработки добываются руды в основном с высоким содержанием железа путем селективной выемки.

Гидрогеологические условия месторождений весьма сложные из-за значительной закарстованности и трещиноватости рудовмещающих пород. В пределах района выделяются четыре связанных между собой водоносных горизонта, из них главный — горизонт трещинно-карстовых вод в известняках визейского яруса, подстилающих рудные залежи. По

Таблица 30

Химический состав бурых железняков Алапаевского месторождения  
(в вес. %)

Тип руды	Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	S	P	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ni	Co	П.л.п.
Гидрогетитовые	35,4	1,46	48,3	30,17	0,02	0,09	6,88	0,36	0,31	0,25	0,22	0,06	0,003	8,13
Стриговит-гидрогетитовые	32,7	6,91	39,5	33,7	0,05	0,06	6,39	0,15	0,40	0,82	0,07	0,106	0,008	10,83
Среднее по рудной массе	35,2	3,81	44,5	33,03	0,08	0,03	6,78	0,29	0,39	0,50	0,14	0,09	0,001	9,53
Сидеритовые	29,8	47,5	4,56	7,38	—	—	2,86	—	6,62	9,69	—	—	—	21,3

данным многолетних опытных откачек из этого горизонта, удельный дебит скважин изменяется от 0,1—0,4 до 6—29 л/сек. Максимальные расчетные водопритоки для отдельных участков оцениваются в 410 м<sup>3</sup>/ч до горизонта +80 м, ниже этого горизонта водопритоки значительно возрастают и создают большие трудности разработки глубоких горизонтов месторождений.

Синячихинское месторождение находится в 15 км на север от г. Алапаевска вблизи поселка Верхняя Синячиха. Состоит из нескольких участков: Ближнезаводского, Чехомовского и Южно-Синячихинского; последний открыт в 1950 г. Месторождение разрабатывалось с 1866 г.

Геологическое строение месторождения представляется в следующем виде: мезозойские континентальные отложения, сложенные толщей беликов и породами покрывающей их бирюзовой или пестроцветной свиты, выполняют мульдообразную впадину на поверхности палеозоя (рис. 107). Отличительной чертой Синячихинского месторождения является развитие в западной части месторождения мощной толщи палеозойских глинистых сланцев и брекчиевидных кремнистых конгломератов и широкое развитие полуокисленных железных руд.

Рудные залежи приурочены к низам беликовой толщи, в основном к западному, более пологому борту впадины. Мощность их колеблется от 1 до 30 м, глубина залегания — от поверхности до 150 м. Руды представлены гидрогетитовыми и стриговит-гидрогетитовыми разностями с содержанием железа от 20 до 36,7%.

В настоящее время месторождение не эксплуатируется.

Алапаевское месторождение включает семь участков: Междуреченский, Поскотинский, Средние Ямы, Сухой Лог, Майоровский, Толоконский и Пустаевский, которые расположены на расстоянии от 1 до 2,5 км от г. Алапаевска. Наиболее разведанные участки месторождения расположены между реками Алапахой и Нейвой, на площади, примыкающей непосредственно к западной окраине города. Общая длина месторождения 9—10 км, на севере его продолжением является слабо разведанный Междуреченский участок, на юге оно заканчивается Толоконским участком.

Алапаевское месторождение известно с XVII в., еще в 1704 г. здесь был построен Нейво-Шайтанский металлургический завод. Месторождение представлено двумя мульдообразными впадинами, разделенными между собой антиклинальным поднятием известняков, которые не везде вскрыты эрозией, благодаря чему рудный горизонт на нем сохранился повсеместно (рис. 108). Мощность рудных залежей колеблется в широких пределах: от 1—2 до 30—50 м.

Отличительными особенностями Алапаевского месторождения являются значительные амплитуды колебаний неровностей подстилающих известняков, достигающие в северной части 200 м, большие мощности толщи беликов и рудного горизонта, наличие среди толщи третичных отложений пласта огнеупорных глин и, наконец, широкое развитие полуокисленных руд.

Зырянское месторождение объединяет 11 участков: Шайтан, Крутая Мульда, Шахты 15, Северный Шайтан-Бреховский, Мелкая Мульда, 12-го карьера, Промежуточный, Омутинский, Бугорки-Тягун, Ивановский и участки 10 и 16. Они расположены на расстоянии 6—11 км к юго-западу от г. Алапаевска.

Месторождение известно с 70-х годов прошлого столетия. Здесь на закарстованной поверхности известняков залегают глины лежачего бо-

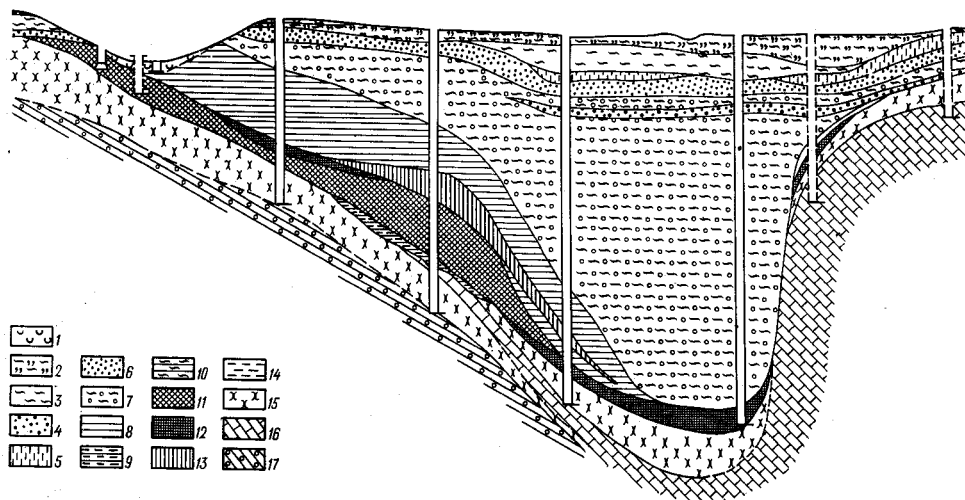


Рис. 107. Геологический разрез по линии 7 Синячихинского месторождения (Ближне-заводской участок)

1 — наносы; 2 — суглинки; 3 — глины серые; 4 — песок разнозернистый, гравелистый, полимиктового состава; 5 — опоки; 6 — песок мелкозернистый, кварцевый; 7 — бирюзовые отложения; 8 — белики; 9 — белики ожелезненные; 10 — белики зеленые, стриговитовые; 11 — руды гидрогетитовые; 12 — руды стриговитовые; 13 — руды сидеритовые; 14 — стриговитовые породы; 15 — кора выветривания палеозойских пород, глины лежачего бока; 16 — известняки; 17 — кремнистые брекчии

ка, приуроченные к глубоким мульдообразным впадинам. Глины лежачего бока сменяются сверху беликовыми отложениями, залегающими местами непосредственно на известняках. Беликовые отложения имеют пластообразную форму, мощность их до 40 м. Белики перекрываются отложениями бирюзовой свиты.

Рудные тела приурочены к нижней части беликовой толщи, иногда залегают на известняках. Руды в основном представлены гидрогетитом, стриговит-гидрогетитом и реже окисленными разновидностями. В самой южной части месторождения — на Ивановском участке — руды высокохромистые, в связи с чем запасы их отнесены к забалансовым.

Отличительной особенностью Зырянского месторождения, по сравнению с другими месторождениями района, является незначительное развитие гидрогетит-стриговитовых руд, полное отсутствие третичных опок и наличие в основании четвертичных отложений оолитовых хромсодержащих бурых железняков.

Группа Алапаевских месторождений полностью разведана. Перспективным для выявления рудных площадей является район, расположенный на южном продолжении Зырянского месторождения, где по-



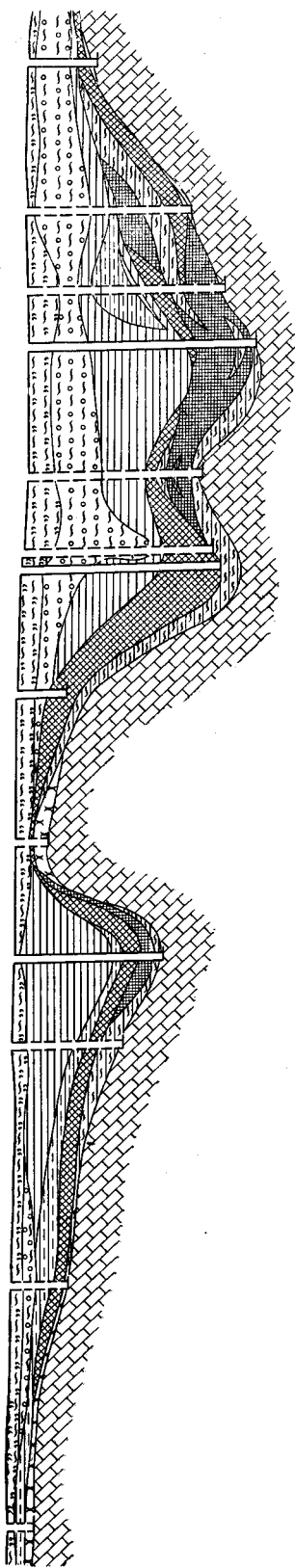


Рис. 108. Геологический разрез по линии 20 Алапаевского месторождения (участок Сухой Лог)  
Условные обозначения см. на рис. 107

исковыми работами, проведенными в 1956—1959 гг., на отдельных участках выявлены бурожелезные руды алапаевского типа.

**Сухоложско-Троицкая и Каменско-Синарская группы месторождений.** Месторождения этих групп находятся на восточном склоне Урала в Свердловской области. Расположены они в пределах меридионально вытянутой полосы протяженностью до 100 км. Здесь известно 62 месторождения, из них 49 относится к алапаевскому типу.

В геологическом отношении эта группа месторождений аналогична вышеописанным Алапаевским месторождениям. Рудные тела здесь также приурочены к нижним горизонтам беликовой толщи, залегающей на ниже-среднекаменноугольных карбонатных породах. В рудном горизонте преобладает гидрогетит. Мощность рудных тел незначительная, в среднем 3—5 м. Глубина залегания руд от поверхности колеблется от нескольких метров до 50 м. Химический состав руд отличается иногда несколько повышенным содержанием фосфора. Среднее содержание железа близко к рудам Алапаевских месторождений и составляет 38—40%. М. Л. Скобниковым руды этих месторождений разделяются на три типа: богатые малокремнистые (со средним содержанием железа 47,7%, кремнезема 14,9%), глинисто-кремнистые руды (со средним содержанием железа 36,4%, кремнезема 28,6%) и бедные сильно кремнистые руды (со средним содержанием железа 27,4%, кремнезема 40,9%).

Для руд Сухоложско-Троицкой и Каменско-Синарской групп характерно высокое содержание кремнезема. Из 49 месторождений этой группы наиболее крупными являются Троицкое, Каменское и Синарские месторождения.

Троицкое месторождение находится в 7 км к югу от ж.-д. ст. Богданович, разведывалось в 1929—1933 гг. Руды — бурые железняки со средним содержанием железа 37,8%.

Каменское месторождение расположено в окрестностях г. Каменска, состоит из нескольких участков. Месторождение отрабатывалось несколькими рудниками. В составе руд доминирующее значение имеют гидрогетитовые руды со средним содержанием железа 37,6%.

Синарские месторождения приурочены к обширной одноименной синклинали, прослеживающейся на протяжении

30 км. Месторождения обрабатывались до 1936 г. несколькими рудниками.

Наиболее крупным месторождением является Первомайское, расположенное в 26 км к югу от г. Каменск-Уральского и в 4 км от ж.-д. ст. Багаряк. Руды добывались для Каменского чугуноплавильного завода, построенного еще в 1701 г.

Первомайское месторождение детально разведано в 1946—1949 гг. Руды представлены бурами железняками и сидеритами с содержанием железа от 28 до 54,2%. В рудах преобладает гидрогетит.

Гидрогеологические условия обработки месторождений благоприятные. Уровень грунтовых вод находится ниже поверхности известняков, последние дренируют поровые воды песчано-глинистых пород и руд.

Перспективы для выявления новых месторождений имеются в пределах развития рудоносной зоны.

**Лангуро-Самская группа месторождений.** Месторождения этой группы находятся на Северном Урале, в 25 км на юго-восток от г. Ивделя. В группу входят шесть месторождений: Самское, Талинское, Александровское, Надымовское, Семеновское и Алексеевское.

Самское месторождение было обнаружено в 1898 г. при геологической съемке Е. С. Федоровым и В. В. Никитиным. Талинское месторождение открыто в 1913 г. Разведочные работы на месторождениях проводились в 1928—1932 гг.

В геологическом отношении группа месторождений расположена на границе двух резко различных областей: палеозойского складчатого фундамента и западной окраины Зауралья, сложенной мезо-кайнозойскими отложениями. Непосредственно в районе Лангуро-Самских месторождений развиты породы нижнего и среднего девона, юрские, меловые и четвертичные отложения.

По крупномасштабным геологическим картам, составленным И. Д. Соболевым и Н. И. Архангельским, наиболее распространены в районе девонские отложения, представленные в основном известняками и туфогенными породами. По данным Е. П. Молдаванцева и А. К. Бруштейна, Лангуро-Самский район находится на северном продолжении Турьинской синклинали зоны, на ее восточном крыле, осложненном рядом крупных складок, наклоненных к западу.

Рудные залежи группы месторождений приурочены к песчано-глинистым отложениям верхнемелового и нижнеюрского возраста и, будучи связаны с карстовой поверхностью палеозойских известняков, залегают гнездами, повторяя формы карстового рельефа. Мощность их колеблется от 1 до 15 м, в среднем составляет 2—5 м.

Руды представлены бурами железняками (полуокисленными или смешанными) и сидеритами. На всех месторождениях наиболее распространены бурые железняки (до 85% руд), состоящие в основном из гидрогетита и гетита.

Средневзвешенный химический состав, по данным разведочных работ 1948—1958 гг., приведен в табл. 31.

Наибольший промышленный интерес из вышеуказанных месторождений представляют Талинское, Самское и Александровское, запасы руд по которым учтены в общесоюзном балансе. Все они разрабатываются, причем Самское месторождение в настоящее время полностью отработано.

Талинское месторождение находится в 8 км к северу от Самского завода. Приурочено к полосе известняков среднедевонского возраста, перекрытых рыхлыми мезо-кайнозойскими отложениями, вмещающими рудные залежи.

## Химический состав железных руд месторож

Месторождение	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	S	P	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO
Талинское (бурый железняк)	50,37	0,09	71,48	9,23	0,03	0,08	4,44	1,02
Самское (бурый железняк)	43,5	0,44	59,02	18,09	0,044	0,118	7,18	0,83
Александровское (бурый железняк)	26,04	1,97	51,01	20,07	0,03	0,064	11,64	0,74
(полуокисленный сидерит)	29,68	8,29	46,0	17,21	0,08	0,06	7,84	0,75
(сидерит)	35,40	28,9	15,95	14,29	0,04	0,06	7,83	0,95
Семеновское (бурый железняк)	31,44	0,58	44,48	28,42	0,05	0,09	11,16	0,88
Надымовское (бурый железняк)	34,19	0,38	46,72	24,23	0,02	0,09	12,91	1,14
Алексеевское (бурый железняк)	35,12	0,29	49,87	26,47	0,02	0,11	9,95	0,97

Оруденение приурочено главным образом к глинистым отложениям, залегающим в углублениях известняков, имеющих типичный карстовый рельеф. Рудные тела имеют пласто- и гнездообразную форму. Мощность их крайне непостоянная и колеблется от 0,7 до 18,7 м, составляя в среднем по месторождению 3,77 м. Средняя глубина залегания рудных тел 3—4 м, местами 8—10 м.

Основными рудными минералами являются гидрогетит (70—80%) и гетит. Выделяются сплошные жеодисто-кавернозные бурые железняки с содержанием железа 38—54%, глинистые бурые железняки и глины с обломками бурого железняка с содержанием железа 24—37%.

Гидрогеологические и горнотехнические условия месторождения благоприятны для отработки его карьером. Общий приток воды в карьер оценивается примерно в 50 м<sup>3</sup>/ч.

Самское месторождение расположено около ж.-д. ст. Сама. По геологическому строению месторождение аналогично Талинскому.

Александровское месторождение находится в 4 км к югу от ст. Лангур. Рудная залежь залегает в мезозойской толще песчано-глинистых отложений, подстилающихся известняками. Представлена она бурыми железняками, залегающими в верхних частях залежи, ниже — смешанными рудами и еще ниже — сидеритами. Содержание железа в них соответственно составляет 38,99, 40,66 и 36,15%.

Месторождение полностью оконтурено, гидрогеологические и горнотехнические условия благоприятны для разработки.

Район месторождений в целом имеет слабую геологическую изученность, отдельные месторождения не оконтурены на флангах. Перспективы района остались невыявленными.

Месторождения Полетаевской группы находятся в Челябинской области в 30 км к югу от г. Челябинска. В группу входит 23 месторождения, из них к месторождениям алапаевского типа относятся только 5: Аджитаровское, Архангельское, Погорельское, Заявка № 1036 и Коелгинское. Открытие этих месторождений относится к 1911 г. До Октябрьской революции они обрабатывались для нужд Сергинско-Уфалейского металлургического завода. Геологоразведочные работы проводились в 1927—1932 и в 1952—1954 гг.

Таблица 31

дений Лангуро-Самской группы (в вес. %)

MgO	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Co	Ni	Cu	Zn	CO <sub>2</sub>	П.п.п.
0,36	0,37	Следы	0,30	Следы	Следы	0,01	Следы	—	11,20
0,70	0,87	"	0,44	"	"	0,01	"	—	11,77
0,39	1,38	0,031	0,55	0,006	0,005	0,06	"	3,36	12,5
0,35	1,24	0,021	0,66	0,008	Следы	Следы	"	7,42	17,2
0,87	2,30	0,03	0,44	0,005	"	0,01	"	19,94	23,1
1,62	1,09	—	0,37	Следы	"	Следы	0,01	1,78	—
0,17	0,50	—	0,76	0,02	"	"	0,01	1,09	—
0,27	0,38	—	0,50	0,007	"	0,08	0,01	0,90	—

Район месторождений сложен (по данным Н. Ф. Мамаева) осадочно-вулканогенными образованиями нижнего и среднего палеозоя, образующими сложную складчатую структуру. Эти отложения залегают в основании разреза. Выше залегает толща мезозойских пород. К нижнему мезозою относится широко распространенная древняя кора выветривания палеозойских пород; возраст образования последних определяется интервалом от нижнего триаса до нижнего мела. К нижнему мелу относится своеобразная толща неслоистых беликов, залегающих на закарстованной поверхности известняков, к которым приурочены месторождения бурых железняков алапаевского типа.

Руды залегают почти с поверхности, средняя мощность надрудных пород равна 4—5 м. Часть рудных тел покрыта четвертичными суглинками, и глубина их залегания от поверхности в таких случаях составляет 15—20 м. Средняя мощность рудных тел 4—5 м. Рудная зона чаще имеет зональное строение. Сверху располагаются гидрогетитовые руды, ниже турьитовые и еще ниже сидеритовые руды. Среднее содержание железа в рудах колеблется от 26 до 57%, фосфора 0,17%, серы от 0,03 до 0,23%.

Месторождения разведывались небольшим объемом горных работ, запасы руд не подсчитывались.

### **Серовское месторождение хромистых бобово-конгломератовых железных и окристых железо-никелевых руд**

Серовское месторождение бобово-конгломератовых железных и окристых железо-никелевых руд расположено на восточном склоне Северного Урала вблизи г. Серова и приурочено к Замайской мезо-кайнозойской депрессии, ограниченной с востока Кольским серпентинитовым массивом. Различными исследователями были установлены железные руды в ряде пунктов в восточной и центральной частях депрессии. Наряду с бобово-конгломератовыми рудами были отмечены и окристые латеритные руды, относящиеся к коре выветривания серпентинитов (О. В. Лахтионов, Н. И. Архангельский, В. П. Мухина, П. Г. Пантелеев).

Поисковые работы в пределах Замарайской депрессии проводились в 1954—1955 и 1957—1959 гг. с целью поисков железных руд, а в 1959—1961 гг. — железо-никелевых и никелевых руд.

Серовское месторождение представлено двумя железорудными горизонтами: триас-юрским и альб-сеноманским.

*Триас-юрский железорудный горизонт* сложен первичными порошковатыми охристыми природно-легированными никелем и кобальтом, бурыми железняками, образовавшимися в результате выветривания серпентинитов. Этот тип генетически относится к остаточным латеритным рудам и связан с площадной и трещинной корой выветривания серпентинитов.

Вследствие размыва руды сохранились лишь на отдельных изолированных друг от друга участках в восточной части депрессии и на Кольском серпентинитовом массиве. Они представлены линзовидными залежами овальной и удлиненной формы, имеющими различные размеры и среднюю мощность 8 м. Глубина залегания от поверхности — от 0,5 до 102 м. При площадном распространении они перекрываются либо бобово-конгломератовыми рудами, либо кварцевыми мелкозернистыми песками сантона, реже аргиллитами палеоцена.

Минеральный состав первичных охристых руд: гетит, гидрогетит, магнетит, хромшпинелиды, пирит, марказит, сидерит, миллерит, тальк, гидрослюда, глинистые и кремнистые минералы.

Количество железа в рудах достигает 52,5%; среднее содержание 41,39%. Для руд характерно повышенное содержание никеля, достигающее 1% и более, а также кобальта — до 0,1%. Среднее содержание никеля в охристых рудах составляет 0,73%, кобальта 0,06%, хрома 1,44%. Высокое содержание никеля в рудах дает основание относить их к железо-никелевым.

*Альб-сеноманский железорудный горизонт* сложен бобово-конгломератовыми рудами, составляющими основную массу руд Серовского месторождения. Форма залегания рудных тел пластовая. Рудный горизонт депрессии делится Дмитриевским серпентинитовым массивом на две части — западную и восточную.

Для восточной части депрессии характерна выдержанность рудного пласта по простиранию, который протягивается вдоль Кольского серпентинитового массива. Мощность пласта бобово-конгломератовых руд здесь изменяется от 1,0 до 34 м, в среднем равна 12 м. Рудный пласт представлен более богатыми рудами, причем повышенное содержание железа здесь связано с основной массой, цементирующей бобовины. В рудах восточной части депрессии содержится железа 30—40% и выше, никеля 0,26%, кобальта 0,028%, хрома 1,62%.

Для западной части депрессии характерны меньшие мощности рудного пласта, в среднем равные 4—5 м, более быстрое выклинивание пласта или замещение его безрудными фациями, в результате чего наблюдается разобщение рудных залежей. В основной цементирующей части руд наблюдается увеличение глинистого материала, состав бобовин также меняется — появляется гидраргиллит.

Для западной части депрессии содержание железа по скважинам составляет в основном 20—30%, никеля 0,15%, кобальта 0,019%, хрома 1,52%.

Нижнюю часть пласта бобово-конгломератовых руд, как правило, слагают руды глинистые. Основная глинистая масса в них представлена гидрогетитовой охрой с рассеянным в ней небольшим числом бобовин. Глинистые руды характеризуются следующим средним составом (в %): железа 28,9, никеля 0,5, кобальта 0,007, фосфора 0,005, хрома 0,5. Верхняя часть пласта сложена в основном плотными рудами, ино-



гда с прослоями глинистых. На отдельных участках рудный пласт содержит безрудные прослои глин мощностью от 0,3 до 5,5 м.

Содержание железа в плотных рудах варьирует в пределах 28—56%, среднее — 43%, никеля 0,2%, кобальта 0,006%, хрома 1,43%.

Среднее содержание никеля по месторождению в бобово-конгломератовых рудах равно 0,2%.

В бобово-конгломератовых рудах отмечаются следующие минералы: гидрогетит и гетит, магнетит, гематит и гидрогематит, хромшпинелиды, сидерит, пирит, ильменит, хлорит, гидраргиллит, каолинит, гидрослюда, кварц, тальк. Из ценных легирующих примесей кроме никеля и кобальта в бобово-конгломератовых рудах отмечается ванадий (0,02—0,03%). Кроме того, во всех пробах фиксируется германий. Содержание галлия в рудах колеблется от 4 до 38 г/т. Повышенные концентрации его характерны для бобово-конгломератовых руд с глинистым цементом, и наиболее низкие — для охристых и охристо-глинистых руд.

Мощность надрудной толщи колеблется от 30 до 150 м, она представлена верхнемеловыми и палеогеновыми отложениями. К верхнемеловым относятся пески и песчаники мощностью до 35 м, залегающие непосредственно на рудном горизонте. Выше них расположены аргиллиты палеогенового возраста мощностью до 50—60 м и еще выше — опоки и диатомиты эоцена мощностью до 80 м.

По происхождению руды Серовского месторождения относятся к двум генетическим типам: остаточному и осадочному. Остаточными рудами являются охристые латеритные руды. Образовались они в триас-юрское время в результате физико-химического выветривания серпентинитов в период жаркого и влажного климата. Приурочены руды в основном к верхней части коры выветривания и в меньшей степени к трещинам в глинистой и карбонатизированной зонах.

Частично руды в пределах Кольского серпентинитового массива, вероятно, образовались и инфильтрационным путем. Принято считать, что охры являются верхним горизонтом нормального профиля коры выветривания серпентинитов. На Серовском месторождении есть участки, где охры возникли позднее, при иных физико-химических условиях среды. Они образуются как из глинизированных (возможно в некоторой степени нонтронитизированных), так и из выщелоченных серпентинитов и локализуются обычно около трещин, являясь продуктами обохривания пород под действием железистых растворов. Этим и объясняется часто наблюдаемая резкая граница между охрами и глинизированными и выщелоченными серпентинитами.

К осадочному типу руд относятся бобово-конгломератовые. Мощные толщи рыхлого материала коры выветривания, образовавшиеся в триас-юрское время и содержащие первичные охристые руды, подвергались интенсивному размыву и переотложению в озерно-болотных бассейнах. Образование бобово-конгломератовых руд происходило в основном за счет перемыва и переотложения триас-юрских железных и железо-никелевых руд. Нижняя часть пласта бобово-конгломератовых руд состоит из продуктов перемыва охристых руд с редкими бобовинами в общей глинисто-железистой массе. В верхней части пласта развиты нормальные бобово-конгломератовые руды, содержащие большое количество бобовин, образование которых происходило в условиях высокой концентрации железа в растворе. Такая высокая концентрация может быть достигнута только при условии, когда основная масса растворенного железа находится в коллоидном состоянии и при его выпадении поддерживается поступающими новыми порциями железистых растворов.

В образовании бобовин и псевдооолитов участвует значительная доля обломочного материала, в том числе магнетитового песка, полученного при разрушении серпентинитов. Иногда центром роста бобовин являются растительные остатки. Кроме бобовин в конгломератовых рудах встречаются в незначительном количестве галька и гравий гидротитового состава, а также обломки серпентинита и других пород. Однообразный состав бобовин свидетельствует о том, что в их образовании основная роль принадлежит железистому материалу латеритных руд, а не привнесенному грубообломочному.

На месторождении установлено четыре водоносных горизонта. Первый связан с аллювиальными отложениями, дебит источников из которых не превышает 3—5 л/сек. Вторым горизонтом являются трещиноватые опоки. Расчетный приток воды в дренажную выработку из опочного горизонта на 1 пог. м канавы равен 0,17 м<sup>3</sup>/ч. Третий водоносный горизонт приурочен к толще меловых песчаников и песчаников, залегающих непосредственно на горизонте бобово-конгломератовых руд. Расчетный приток воды в дренажную выработку из надрудных песков равен 0,20 м<sup>3</sup>/ч на 1 пог. м выработки. Четвертым водоносным горизонтом являются трещинные воды палеозойского фундамента. Возможный водоприток по аналогии с водопритоком в шахту Капитальную Ауэрбаховского рудника принимается в пределах 300—350 м<sup>3</sup>/ч.

Участки, наиболее благоприятные для добычи руды открытым способом, располагаются в восточной части месторождения.

В процессе изучения технологии обогащения руд Серовского месторождения установлена невозможность механическим путем удалить хром из руд, поэтому было принято решение в дальнейшем вести исследование с целью получения коллективного железо-хромового концентрата.

Установлена возможность получения богатого железом железо-хромового концентрата из бобово-конгломератовых руд по двум схемам: а) с помощью сухой и мокрой магнитной сепарации без предварительного обжига руды; б) обжиг магнитным методом. Применение первой, более экономически выгодной схемы позволяет получить концентрат с содержанием железа 56,4% при 80%-ном извлечении его из руды.

На Северном Урале, кроме Серовского месторождения, подобного типа руды установлены на восток от Кольского серпентинитового массива в Сосьвинской депрессии. Маломощные прослои бобово-конгломератовых руд встречены при бурении скважин к югу от г. Серова в Каквинской депрессии.

Большое количество ультраосновных и основных массивов на восточном склоне Урала и несомненно существовавший в нижнемеловое время континентальный режим позволяют предполагать возможность открытия новых месторождений этого типа руд в других районах Урала. Примером такого типа руд являются месторождения Орско-Халиловского района в Оренбургской области, являющиеся рудной базой Орского металлургического завода, а также Сахаринское месторождение хром-никельсодержащих бурых железняков в Магнитогорском районе.

### *Осадочные месторождения других районов*

К типичным осадочным месторождениям относятся Пашийская группа месторождений оолитовых красных железняков, месторождения оолитовых бурых железняков и сидеритов аятского типа, расположенные на восточном склоне Урала и в Зауралье.

Месторождения красных железняков Пашийской группы. Месторождения оолитовых красных железняков широко распространены на запад-

ном склоне Среднего Урала. Они были открыты более 300 лет назад и до 1930 г., наряду с другими типами железных руд, служили сырьевой базой для Кусье-Александровского, Пашийского и Чусовского заводов. Суммарная годовая добыча по многочисленным рудникам, расположенным в основном в Чусовском районе Пермской области, достигала 150 тыс. т. Небольшие размеры отдельных месторождений пашийского типа и низкое качество руд были причиной прекращения их добычи. Специальных работ по поискам этого типа месторождений не производилось.

Известные месторождения красных железняков пашийского типа по местоположению делятся на следующие подгруппы:

Вильвенская подгруппа объединяет семь месторождений, расположенных на левом берегу р. Вильвы.

Зыковская объединяет пять месторождений, расположенных к северу от Пашийского завода.

Журавлинская состоит из пяти месторождений, расположенных вблизи Пашийского завода.

Пролетарская объединяет пять месторождений, расположенных в 8,5—12 км к северо-западу от Пашийского завода.

Суходойская расположена в 2—4 км к западу от Пролетарского рудника и объединяет пять месторождений.

Калаповская объединяет восемь месторождений, расположенных на левом берегу р. Вижая.

Новопашийская расположена вблизи ст. Пашия, объединяет четыре месторождения.

Покровская находится между станцией Пашия и пос. Кусье-Александровское и объединяет четыре месторождения.

Кусье-Александровская объединяет 12 месторождений, расположенных вокруг пос. Кусье-Александровского.

Койвинская объединяет пять месторождений, расположенных к югу от ст. Тресвятская.

Семеновская, объединяющая шесть месторождений, расположена на левом берегу р. Койвы.

Чусовская объединяет 13 месторождений, расположенных вблизи р. Чусовой между ее притоками Коврижкой и Чизмой.

Андреевская объединяет восемь месторождений, расположенных к югу от пос. Кусье-Александровское.

Куртимо-Лотаринская расположена в 10—15 км на запад от ст. Пашия; в подгруппу входят семь месторождений.

Подгруппа Троицкого рудника расположена по обе стороны дороги из пос. Кусье-Александровское в Усть-Койву; объединяет три месторождения.

Все месторождения приурочены к пашийской свите верхнедевонских отложений, имеющей значительное распространение на западном склоне Урала. Свита неоднородна по литологическому составу и отличается довольно резкими фаціальными изменениями слагающих ее пород.

В. Н. Иванов делит пашийскую свиту на две толщи: нижнюю бокситоносную и верхнюю песчано-глинистую с железными рудами.

Железорудный горизонт пашийской свиты представлен первичными оолитовыми и вторичными конгломератовыми красными железняками, а также сидеритовыми и сидерито-шамозитовыми рудами и железистыми песчаниками. Оолитовые железняки залегают на размытой поверхности бокситоносного горизонта, а в случае размыва последнего — непосредственно на живетских известняках.

Часто оолитовые красные железняки образуют прослои в песчаниках и реже в сланцах в виде линзо- и пластообразных залежей. По простиранию рудные залежи быстро выклиниваются или замещаются железистыми песчаниками и глинистыми сланцами. В залежах, где первичные руды не размыты, нижняя часть их сложена красными оолитовыми железняками, а верхняя — черными мелкооолитовыми сидеритошамозитовыми рудами. Переход от верхней части к нижней постепенный. Длина отдельных рудных залежей исчисляется десятками, реже сотнями метров. Мощность их — от 0,5 до 2 м, редко 5—8 м.

Конгломератовые красные железняки имеют более широкое распространение, чем оолитовые красные железняки, залегают они на размытой поверхности подстилающих пород — известняков и песчаников среднего девона, пород бокситоносного горизонта и реже непосредственно над оолитовыми железняками. Форма рудных залежей пластообразная, линзообразная и мульдобразная.

Мощность конгломератовых железняков изменяется от 1 до 15 м. Конгломератовые красные железняки, так же как и оолитовые, не выдержаны по простиранию и по составу и постепенно переходят в яшмовидные глины и оруденелые песчаники.

Оолитовые красные железняки сложены оолитами диаметром от 0,5 до 2 мм, сцементированными глинистым или песчаным железистым цементом. Руды обычно плотные и только в верхних частях рудных залежей выветрелые и легко рассыпаются. Качество руд изменяется в зависимости от состава цемента. По минеральному составу красные оолитовые железняки представлены гематитом и гидрогематитом с небольшим количеством сидерита и шамозита. Черные их разности состоят в основном из шамозита и сидерита при небольшом содержании гематита.

Конгломератовые железняки сложены гальками оолитового железняка, железистого песчаника и яшмовидной глины. Гальки хорошо окатаны, имеют обычно овальную, редко неправильную и остроугольную форму. Размер галек достигает 15, реже 40 см. Они сцементированы глинистым и песчаным цементом. По минеральному составу конгломератовые руды почти не отличаются от оолитовых руд. Химический состав оолитовых и конгломератовых руд неоднороден (табл. 32).

Таблица 32

**Химический состав красных железняков месторождений  
пашийского типа (в вес. %)**

Тип руды	Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	П.п.п.	Сумма
Богатые оолитовые	49,69	68,47	2,83	12,90	6,5	—	1,20	0,1	1,98	5,8	99,78
Бедные оолитовые	28,64	40,22	0,65	41,15	11,4	0,19	0,61	0,01	0,16	4,12	98,51
Сидеритовые руды	42,53	27,96	28,83	4,87	—	—	3,3	0,16	0,51	—	—
Конгломератовые	50,22	69,57	2,0	8,96	6,25	0,37	0,30	0,02	0,54	10,2	98,21

Содержание железа в бедных конгломератовых рудах снижается до 17% за счет увеличения кремнезема. Оолитовые и конгломератовые руды трудно обогатимы. Наиболее эффективным является обжиг-магнитный метод обогащения.

На территории Пашийско-Чусовской группы горизонт оолитовых руд в большинстве случаев размыт, а сохранившиеся залежи по своим размерам не представляют промышленного интереса. Залежи конгломератовых руд также не выдержаны по составу, быстро выклиниваются по простирацию и по падению и сменяются песчаниками.

Выявление промышленных месторождений пашийского типа представляется мало вероятным.

**Месторождения бурых оолитовых железняков** аятского типа известны на восточном склоне Урала и в Зауралье, к ним относятся: Марсятское, Мугайское и Синаро-Теченское<sup>1</sup>. Все они приурочены к песчано-глинистым отложениям верхнего мела и характеризуются рудными залежами пластовой формы с небольшими мощностями и обычно низким качеством руд, вследствие чего, несмотря на значительные геологические запасы, пока не имеют промышленного значения. Исключением является очень крупное Аятское месторождение, расположенное в Южном Зауралье (Кустанайская обл. Казахской ССР).

Марсятское месторождение расположено у ж.-д. ст. Марсята, в 57 км к северу от г. Серова, на одной площади с одноименным месторождением марганцевых руд и частично подстилает последнее.

О рудах этого месторождения имеются указания еще в 1901 г. Е. С. Федорова и позднее Е. Д. Стратановича. Месторождение было разведано Уральским геологическим управлением в период 1947—1949 гг. под руководством геолога И. А. Пантелеева.

Месторождение расположено на границе двух резко различных геологических зон — западной, почти полностью сложенной палеозойскими породами, и восточной, сложенной породами мезо-кайнозойского возраста.

Разрез мезо-кайнозойских отложений для участка Марсятского месторождения следующий (снизу вверх):

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. Кора выветривания палеозойских пород — элювиальные образования триасового возраста   | менее 500 м |
| 2. Континентальные песчано-глинистые отложения нижнего мела   | до 30 „     |
| 3. Морские меловые отложения:   |             |
| а) глины слюдистые, гипсоносные, сланцеватые, темно-серого цвета и пески, местами с глауконитом   | до 30 „     |
| б) гетит-сидерит-шамозитовые оолитовые руды, сидериты, сидеритовые песчаники, бурые оолитовые железняки, железистые песчаники с прослоями гли и кварцевых гравийных песков и песчаников | 6,5—10,0 „  |
| 4. Палеоценовые морские отложения, представленные марсятской свитой, толщей аргиллитов и опоковидных глин   | до 25 „     |
| 5. Четвертичные отложения, представленные озерно-болотными глинами, речниками, галечниками и делювиальными суглинками на водоразделах   | 0,5—5,0 „   |
| на участках аллювиальных отложений р. Сосьвы  | до 40 „     |

Марсятское месторождение характеризуется двумя рудоносными горизонтами. Верхний представлен марганцевыми рудами и приурочен к низам палеоценовых отложений (марсятская свита), нижний железорудный горизонт — морскими отложениями верхнего мела. Рудные горизонты имеют пластовую форму и отделяются межрудным слоем кварц-глауконитовых песков и глин мощностью 0,5—15,0 м. Они представлены нормальными осадочными отложениями мелководного морского бассейна и сложены в складки с меридионально вытянутыми осями. Складчатость наиболее резко выражена в восточной части месторождения. Здесь рудные пласты имеют падение на восток под углом 15—40°. Мощность марганцеворудного пласта изменяется от 0,4 до

<sup>1</sup> Месторождения оолитовых бурых железняков лисаковского типа, расположенные за пределами рассматриваемой территории, здесь не описываются.



1,6 м, железорудного — от 0,4 до 12,0 м. В соответствии с характером складчатой структуры рудные горизонты имеют выходы на дневную поверхность, и рудное поле разделяется на четыре обособленные рудные площади: I и II восточные, III и IV западные. В железорудном горизонте наблюдаются безрудные прослой кварцевых песков, песчаников и алевролитистых глин мощностью от 0,05 до 3,5 м.

По минеральному составу выделяются следующие разновидности железных руд: сидеритовые, гетит-шамозит-сидеритовые и гетит-гидрогетитовые. По структурно-текстурным признакам — сплошные, оолитовые и цементационные.

По химическому составу железные руды месторождения относятся к бедным: при низком содержании железа они имеют высокое содержание кремнезема и повышенное фосфора (табл. 33).

Таблица 33.

## Химический состав руд Марсятского месторождения (в вес. %)

Тип руды	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	P	S
Сидеритовые	28,13	29,10	1,07	0,80	0,15
Смешанные	32,96	24,84	0,80	0,80	0,19
Цементационные	20,68	45,74	0,63	0,47	0,14
Среднее	26,54	34,91	0,83	0,66	0,16

На месторождении подсчитаны запасы руд по категориям В+С<sub>1</sub> 43 млн. т и по категории С<sub>2</sub> 13 млн. т, из них больше половины составляют запасы смешанных и цементационных руд.

Гидрогеологические условия месторождения неблагоприятные. Рудные пласты большей частью залегают ниже уровня грунтовых вод. Обводненность месторождения обусловлена двумя водоносными горизонтами и имеет характер напорных пластовых вод. Первый горизонт небольшой водообильности связан с толщей кварц-глауконитовых песков, песчаников и пластом марганцевых руд; второй — с толщей кварц-слюдистых песков, залегающих в подошве железорудного горизонта. Водообильность второго рудного горизонта достигает 18 л/сек при большом напоре.

Из-за высокой обводненности горнотехнические условия Марсятского месторождения являются неблагоприятными.

Около 50% запасов месторождения залегают до глубины 30 м и могут быть отработаны открытым способом. Возможность использования руд Марсятского месторождения в металлургии на данном этапе сомнительна из-за незначительных запасов руд, низкого содержания в них железа и необходимости применения при обогащении магнитизирующего обжига.

Мугайское месторождение расположено в Махневском районе Свердловской области, в 9 км к северо-западу от ж.-д. ст. Мугай. Открыто геологом П. М. Идкиным в 1929 г. В 1929—1930 гг. была проведена предварительная разведка под руководством С. В. Горюнова. В 1948 г. участок месторождения был разбурен по редкой сети с целью выяснения общих перспектив месторождения.

Месторождение находится в Среднем Зауралье, в области сплошного покрова мезо-кайнозойских отложений. Породы палеозойского фундамента представлены эффузивно-осадочной толщей верхнедевон-

ского и нижнекаменноугольного возраста. Мезозойские отложения, залегающие на размытой поверхности палеозойских пород почти горизонтально, представлены морскими и континентальными отложениями. К континентальным отложениям относятся продукты выветривания палеозойских пород триас-юрского возраста и песчано-глинистые отложения нижнего мела, а к морским — отложения верхнего мела.

Нижнемеловые отложения заполняют впадины в палеозойском фундаменте и имеют небольшую мощность. Верхнемеловые отложения в районе Мугайского месторождения распространены повсеместно. Представлены они галечниками и грубозернистыми кварц-глинистыми песчаниками, залегающими в их основании. Выше залегает железорудный горизонт, который перекрывается глауконит-кварцевыми песками с линзообразными прослоями серых глин.

Возраст железорудного горизонта датируется как сеноманский. На сеноманских отложениях и на коре выветривания залегают сенонские отложения, представленные в основном аргиллитами. Выше лежат морские палеогеновые отложения, сложенные темно-серыми аргиллитами с прослоями кварц-глауконитовых песчаников, диатомитами, опоками и песчаниками. Широко распространенные четвертичные отложения представлены суглинками, глинами и глинистыми песками.

Железорудный горизонт Мугайского месторождения фиксируется на протяжении 40 км. В пределах разведанного участка средняя ширина железорудного горизонта равна 2 км, длина по простиранию 14 км. Глубина залегания колеблется от 18 до 30 м. Мощность рудного пласта изменяется от 0,7 до 2,7 м.

Главными рудными минералами являются гидрогетит, гетит, железистый хлорит и сидерит; из сульфидных минералов встречается пирит, а из нерудных в большом количестве присутствуют кварц и глауконит.

Железорудный горизонт неоднороден: в верхней части пласт сложен кварцевыми грубозернистыми песчаниками с хлорит-сидеритовым цементом, в песчанике встречаются редкие лептохлоритовые и гидрогетитовые оолиты; ниже залегают оолитовые руды, гидрогетит-хлоритовые плотные, местами слабосцементированные, зеленовато-бурого цвета; они подстилаются оолитовыми гидрогетит-хлоритовыми плотными рудами буровато-зеленого цвета; в основании лежат оолитовые хлоритовые слабо сцементированные руды зеленовато-серого цвета.

Химический состав оолитовых руд следующий (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  38,32,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7,02,  $\text{FeO}$  16,14,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  17,51,  $\text{CaO}$  2,03,  $\text{MgO}$  1,38;  $\text{MnO}$  0,73;  $\text{TiO}_2$  0,26; S 0,65; P 0,2 и п. п. п. 15,35. Среднее содержание железа в месторождении — 20,35%. Ориентировочно запасы месторождения определяются по категории  $\text{C}_2$  в 386 млн. т.

В связи с низким качеством руд (по содержанию железа), неблагоприятными гидрогеологическими условиями залегания железорудного горизонта, а также малой мощностью рудного пласта и значительной глубиной залегания Мугайское месторождение не имеет промышленного значения.

Синаро-Теченское месторождение расположено в Уксянском районе Курганской области, в 30 км от ст. Тахталым Южно-Уральской ж. д. Открыто в 1949 г. при поисках бокситов. В этом же году на месторождении проводилась предварительная разведка, в результате которой рудный горизонт был прослежен по простиранию на 22,5 км и на 15 км в широтном направлении.

Район месторождения сложен мезо-кайнозойскими отложениями, залегающими почти горизонтально на палеозойском фундаменте в виде мощной толщи. Железорудный горизонт, по-видимому, образовался в

обширном заливе, открытом на север и северо-восток. На юге и юго-востоке железорудный горизонт замещается песчаной (алевритовой) глиной, а западной границей железорудного горизонта является Колчедано-Коркинское поднятие. Рудный горизонт имеет пластовую форму, залегает почти горизонтально с небольшим пологим наклоном на восток на глубине от 77 до 121,8 м от поверхности. Максимальная мощность рудного пласта 8 м, а средняя для месторождения 2,0 м.

Рудный пласт расположен в верхней части сантон-кампанских морских песчано-глинистых отложений и покрывается мощной толщей верхнего мела и палеогена.

Рудными минералами являются: гидрогетит, гетит, железистый хлорит и сидерит. Из нерудных минералов главные — кварц и глауконит. Текстура руд мелкоолитовая. Выделяется три типа руд: гидрогетитовые руды, состоящие из гидрогетита (50—60%) и сидерита (5%), сидерито-гидрогетитовые руды, встречающиеся в виде маломощных прослоев, приуроченных преимущественно к кровле и подошве рудного пласта и состоящие из сидерита и гидрогетита, и гидрогетитовые руды с глауконитом, содержащие гидрогетит, глауконит и кварц.

Средний химический состав руд Синаро-Теченского месторождения (в вес. %): Fe 31,66, SiO<sub>2</sub> 32,55, FeO 40,27, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4,49, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4,43, TiO<sub>2</sub> 0,21, CaO 2,18, MgO 1,84, P 0,58, S 0,08, п. п. п. 11,48.

Запасы руд месторождения в пределах части, оконтуренной буровыми скважинами, определяются в 525 млн. т.

Синаро-Теченское месторождение в настоящее время не имеет промышленного значения вследствие значительной глубины залегания рудного пласта, его небольшой мощности и невысокого качества руд, требующих сложного и дорогостоящего метода обогащения.

### МАРГАНЕЦ

Месторождения марганца на Урале известны с XVIII в. До второй половины XIX в. марганцевые руды использовались в незначительном количестве в фармацевтической промышленности. Широкое применение они получили со второй половины XIX в. в черной металлургии при выплавке чугуна и стали. В дореволюционный период на Урале разрабатывались многочисленные мелкие месторождения марганца. В период 1930—1940 гг. марганцевые руды частично завозились из Казахстана и Украины. В годы Великой Отечественной войны интенсивнее разрабатывались руды осадочных месторождений Северо-Уральского марганцеворудного бассейна. С 1965 г. добыча марганцевых руд на Урале не производится.

В настоящее время черная металлургия Урала является крупным потребителем марганца. Потребность в марганце удовлетворяется за счет ввоза богатых марганцевых руд и ферромарганца из других районов Советского Союза. Создание на Урале местной марганцеворудной базы — проблема, решение которой является одной из первоочередных задач уральской геологической службы.

В балансе запасов по Уралу числится 22 месторождения марганцевых руд, из них 12 месторождений расположено в Свердловской области (Северо-Уральский марганцевый бассейн), 9 — в Башкирской АССР (Примагнитогорская группа) и одно в Оренбургской области (Аккермановское). Кроме того, в Башкирской АССР отдельно учтены запасы марганцовистых известняков Улу-Телякского месторождения.

Месторождения и рудопроявления марганцевых руд на Урале связываются с несколькими марганцевоносными эпохами. Они известны в отложениях силурийско-девонского, нижнекаменноугольного, верхне-

пермского и палеогенового возраста. В силурийско-девонских и нижнекаменноугольных отложениях находятся вулканогенно-осадочные месторождения. К ним относятся мелкие месторождения Требиатское, Жилкобаевское и др. на Южном Урале; Мало-Седельниковское, Горнощитское, Бородулинское, Клевакинское и Тагило-Кушвинская группа на Среднем Урале.

К верхнепермским карбонатным отложениям уфимского яруса приурочены месторождения марганцовистых известняков Улу-Теляжской марганцевоносной зоны западного склона Среднего Урала — Улу-Теляжское и другие месторождения.

На восточном склоне Северного Урала с палеогеновыми осадками связаны осадочные месторождения карбонатных и окисленных марганцевых руд Северо-Уральского бассейна (Полуночное, Марсятское, Ново-Березовское и др.). С корами выветривания марганецсодержащих пород связаны многочисленные проявления железо-марганцевых руд (Бисерская группа на западном склоне Среднего Урала и др.).

Промышленное значение отдельных генетических типов руд неравнозначно. Осадочные месторождения Северо-Уральского марганцево-рудного бассейна обладают значительными запасами марганцевых руд, но последние отличаются невысоким качеством и требуют обогащения. Напротив, вулканогенно-осадочные месторождения Урала характеризуются высоким содержанием марганца и почти полным отсутствием фосфора, но имеют весьма небольшие запасы. Промышленная ценность месторождений нижнекаменноугольного и верхнепермского возраста в настоящее время не установлена. Месторождения выветривания характеризуются низким качеством руд и незначительными запасами.

### ***Месторождения и рудопроявления в кремнистых и карбонатных метаморфизованных толщах силурийско-девонского возраста***

На восточном склоне Урала мелкие месторождения и рудопроявления марганца, связанные с кремнистыми сланцами, кварцитами и яшмами нижнесилурийского и среднедевонского возраста, располагаются в основном в синклинальных структурах Восточно-Уральского поднятия и Тагильско-Магнитогорского прогиба. Некоторые из них разведывались и эксплуатировались: Горнощитское, Мало-Седельниковское и другие месторождения на Среднем Урале и Требиатское, Жилкобаевское и др. на Южном Урале. Рудные тела этих месторождений имеют пласто- и линзообразную формы. Размеры их ограничиваются несколькими десятками метров по простиранию при мощности 1—5 м. Руды представлены силикатами марганца: родонитом, бустамитом, марганцевым гранатом, пьмонтитом; реже встречаются манганит, браунит и гаусманит; в зонах окисления присутствуют пиролюзит, псиломелан и др. Содержание марганца в рудах 5—10, реже 25—28%.

Перспективы месторождений, связанных с кремнистыми породами, весьма ограничены. Практический интерес представляют Мало-Седельниковское, Кургановское и другие месторождения как источники получения прекрасного декоративного и поделочного камня — родонита.

На восточном склоне Среднего Урала в Тагило-Кушвинском районе известно около 20 мелких месторождений и рудопроявлений марганца (Сапальское, Липовское, Казанское и др.), приуроченных к карбонатным толщам вулканогенно-осадочных отложений базальт-трахитовой формации туринской свиты нижнего девона. Объединяются они в два марганцевоносных горизонта — верхний (сапальский) и нижний (липовско-казанский).

Сапальское месторождение находится в 6 км к северу от г. Нижнего Тагила, в 1 км севернее Лебяжинского железорудного месторождения.

Вмещающая Сапальское месторождение толща вулканогенно-осадочных пород туринской свиты слагает осевую часть Тагильского мегасинклинория (рис. 109). Пространственно месторождение локализуется в пределах верхнего марганцевоносного горизонта. Вулканогенные породы представлены бескварцевыми порфирами трахитового состава

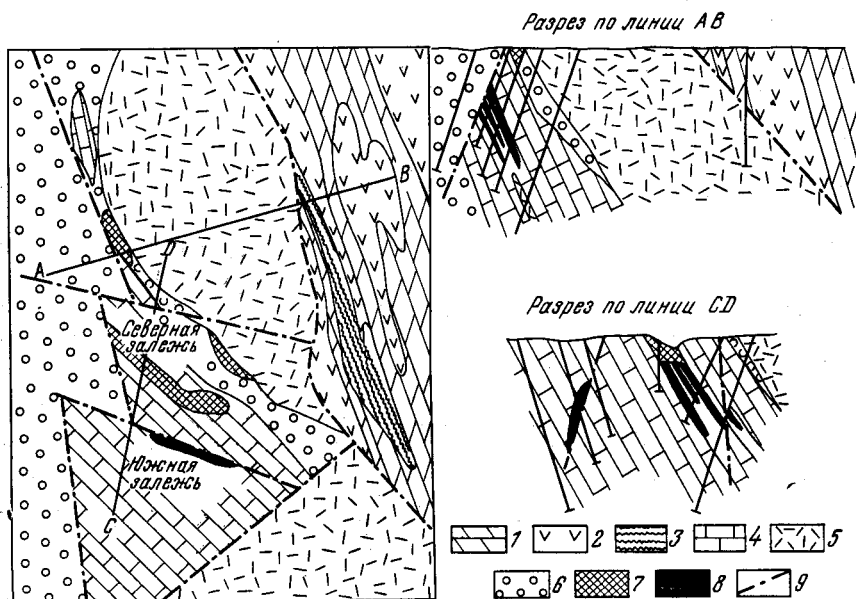


Рис. 109. Схематическая геологическая карта и разрезы Сапальского месторождения марганца

1—3 — именновская свита: 1 — известняки, 2 — туфы андезито-базальтовых порфиритов, 3 — известково-хлоритовые сланцы; 4—6 — туринская свита: 4 — известняки мраморизованные, 5 — трахитовые порфиры, 6 — туфы порфиритов; 7 — окисленные марганцевые руды; 8 — первичные марганцевые руды; 9 — тектонические нарушения

и их пирокластическими аналогами — алевритовыми и алевропсаммитовыми кристалло-витрокластическими туфами и реже ксенотуфами с обломками известняков.

Осадочные породы в основном представлены мраморизованными известняками белого, серого, розового и вишнево-красного цвета. Окраска породы неравномерная, пятнистая. Текстура известняков массивная, брекчиевидная. По химическому составу среди них выделяются доломитизированные и марганцевистые (содержащие свыше 0,5% марганца) разновидности. Широко распространены известковые брекчии, сложенные остроугольными обломками мраморизованных известняков, сцементированных вулканокластическим материалом. Промежуточное положение занимают осадочно-вулканогенные породы, представленные полимиктовой брекчией и туффитами. Простириание пород СЗ 320—350°, падение северо-восточное под углом 40—80°.

На месторождении известны две рудные залежи — Северная и Южная (см. рис. 109), расположенные друг от друга на расстоянии около 100 м.



Северная залежь представлена линзовидными телами карбонатных и окисленных руд. Количество рудных тел в залежи достигает 5—7. Длина ее по простиранию более 200 м, по падению 60—120 м. Мощность отдельных рудных тел от 0,3—0,5 до 10—13 м. Рудные тела залегают согласно с вмещающими породами, переслаиваются с ними и фашиально замещаются по простиранию и падению мраморизованными известняками, кристалло-витрокластическими туфами порфи́ров, туффитами.

Руды сложены родохрозитом, марганекоальцитом, браунитом, гаусманитом и в зоне окисления — псиломеланом, вернадитом, пиролюзитом. Им сопутствуют галенит, сфалерит. Главным нерудным минералом является кальцит.

Южная залежь является секущей по отношению к вмещающим породам и представляет собой линзовидное тело, которое имеет широкое простирание и падение на юг под углом 60—70°. Длина его около 100 м, протяженность на глубину 80—120 м, средняя мощность 10 м. Наряду с минералами, характерными для Северной залежи, в центральной части рудного тела в заметном количестве присутствует марганомангнетит, за счет которого содержание железа в марганцевых рудах иногда повышается до 15—30%.

Среднее содержание марганца по месторождению составляет 25% при колебаниях от 10 до 58%. Химический состав различных типов руд Северной залежи по отдельным пробам приводится в табл. 34.

Содержание компонентов по данным эксплуатационных работ в рудах Южной залежи составляет (в %): марганца 30—33; фосфора 0,03; железа 5,1; кремнезема 3—7; глинозема 3—7; окиси кальция 3—8; окиси магния 3—9.

В карбонатных и окисленных рудах месторождения отмечаются свинец и цинк, содержание которых в отдельных случаях достигает 2—3%.

Генезис Сапальского месторождения дискусионен. Ранее оно относилось к гидротермальному типу (Бетехтин, 1946). В результате работ последних лет высказано предположение о вулканогенно-осадочном происхождении руд Сапальского<sup>1</sup> и других марганцевых месторождений Тагило-Кушвинского района (И. С. Шадрин, 1967 г.). Это подтверждается следующими данными: 1) приуроченностью всех из-

Таблица 34

**Химический состав марганцевых руд  
Северной залежи Сапальского  
месторождения (в вес. %)**

Компоненты	Тип руды		
	Родохрозитовая	Браунит-гаусманитовая	Пиролюзит-вернадит-псиломелановая
SiO <sub>2</sub>	8,07	8,75	13,68
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,03	0,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,37	0,25	6,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,54	0,65	10,00
CaO	3,41	2,37	0,98
MgO	0,64	0,17	1,63
Mn	35,15	53,81	36,30
MnO	45,39	45,28	2,25
MnO <sub>2</sub>	Нет	29,64	54,95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,18	0,26
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	Следы	0,015
Co	Следы	0,002	0,001
Mo	0,004	0,007	0,004
S	0,89	0,48	0,09
CO <sub>2</sub> +п.п.п.	31, 81/35, 04	4,27	5,56
H <sub>2</sub> O	Нет	Нет	1,91

<sup>1</sup> На карте полезных ископаемых Сапальское месторождение показано как гидротермальное.— *Прим. ред.*

вестных в районе марганцевых месторождений и рудопроявлений к одной определенной стратиграфической свите и двум узким горизонтам в пределах последней; 2) тесной пространственной связью с продуктами трахитового вулканизма; 3) наличием в рудах сульфидов цинка, свинца и других минералов; 4) общими для рудных тел и вмещающих пород метасоматическими изменениями, происходившими, по-видимому, в процессе рудообразования.

Поисково-разведочные работы на месторождении не закончены. Запасы марганцевых руд оцениваются в 1,0—1,5 млн. т. Имеются предположения для увеличения их за счет разведки флангов и глубоких горизонтов месторождения.

Липовское месторождение находится в 10 км к северу от Сапальского. Приурочено оно к осадочно-вулканогенным отложениям туринской свиты в пределах нижнего марганцевоносного горизонта. Оруденение представлено двумя пластообразными залежами и рядом мелких линз, которые залегают согласно с вмещающими их мраморизованными известняками и витрокристаллокластическими туфами трахитовых порфиров. Средняя мощность пластов 2 м, протяженность более 2000 м по простиранию и выше 300 м по падению (рис. 110).

Руды представлены бустамитом, гранатом, сульфидами цинка, реже меди, свинца, в зоне окисления — вернадитом, псиломеланом. Среднее содержание (в вес. %): Mn 10—12; Fe 4—5; SiO<sub>2</sub> 35—45; CaO 20—25; MgO 4—6; фосфора — сотые доли процента. Содержание марганца в зоне окисления повышается до 18—23%. Запасы первичных руд значительные, однако вследствие их низкого качества они в настоящее время не находят применения. Первичные руды следует изучать на обогатимость.

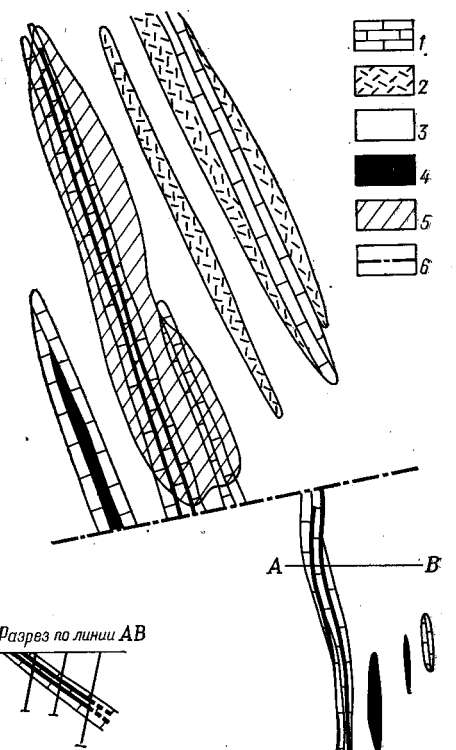


Рис. 110. Схематическая геологическая карта и разрез Липовского месторождения марганца

1 — известняки мраморизованные; 2 — сиенит-порфиры; 3 — туфы порфиритов; 4 — первичные руды; 5 — площадь распространения окисленных руд; 6 — дизъюнктивные нарушения

К карбонатным толщам нижнего марганцевоносного горизонта в отложениях туринской свиты кроме Липовского месторождения приурочен целый ряд мелких рудопроявлений марганца, располагающихся в пределах узкой меридионально вытянутой полосы протяженностью около 50 км. К их числу относятся Казанское, на котором добывались богатые руды зоны окисления, Северо-Валуевское и др. Находятся они в геологической обстановке, аналогичной обстановке Липовского месторождения. Основным марганцевым минералом является бустамит. В последнее время на Казанском и Северо-Валуевском рудопроявлениях встречен родохрозит. Масштабы оруденения и промышленная ценность рудопроявлений не выяснены.

### **Месторождения в отложениях вулканогенно-кремнистой формации нижнего карбона**

Многочисленные проявления марганцевой минерализации в вулканогенно-кремнистых отложениях нижнекаменноугольного возраста расположены в пределах Брединско-Каменско-Егоршинской фациальной зоны (Клевакинское, Коелгинское и др.).

Клевакинское рудопроявление марганца находится в 20 км севернее г. Каменск-Уральского. Первые сведения о нем относятся к 1921 г.; разведывалось оно в 1932 и 1962—1964 гг. Месторождение приурочено к метаморфизованной вулканогенно-осадочной толще визейского яруса нижнего карбона, расположенной в пределах Восточно-Уральского прогиба. Марганцевое оруденение связано с кремнистыми сланцами, переходящими иногда в кремнисто-глинистые и глинистые сланцы. Общая мощность сланцевой толщи 750 м. Подстиляется она метаморфизованными порфиритами и их туфами.

Моноклиналиное залегание рудовмещающей толщи осложнено многочисленными нарушениями. Размер тектонических блоков 100—200 м. Рудное тело прослежено по падению на 80 м, а по простиранию около 100 м. Мощность рудного тела 3—8 м. Руды представлены в основном родохрозитом и опалом, реже встречаются манганит и родонит. В зоне окисления опал-родохрозитовые руды превращены главным образом в пиролюзит. Содержание марганца в рудах составляет 24—36%, фосфора — сотые доли процента. Средний химический состав опал-родохрозитовых руд по результатам пяти анализов следующий (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  25,36;  $\text{TiO}_2$  0,18;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4,30;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5,20;  $\text{MnO}$  40,70;  $\text{MnO}_2$  нет;  $\text{CaO}$  3,03;  $\text{MgO}$  0,84;  $\text{K}_2\text{O}$  0,32;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,34; P 0,06; S 0,02; п. п. п. 17,60;  $\text{CO}_2$  16,40.

Имеются благоприятные геологические предпосылки для выявления новых рудных тел по простиранию рудопроявления в пределах распространения карбонатно-сланцевой полосы нижнекаменноугольного возраста.

### **Осадочные месторождения**

К этому типу относятся месторождения Северо-Уральского марганцеворудного бассейна. В дореволюционное время были известны только отдельные рудопроявления марганца — Марсятское и др., открытие которых связано с именами Е. С. Федорова и Е. Д. Стратановича.

В последующее время в открытии и разведке месторождений Северо-Уральского бассейна принимали участие геологи: Е. П. Молдавандцев, К. Б. Вейнберг, Ю. А. Асанов, Е. И. Данилова, Г. В. Горшков, С. Д. Рабинович, Л. И. Кононова, А. И. Краснова, А. П. Кочергина, М. С. Бабушкина и др.; под их руководством производилось изучение и разведка месторождений, выявлено значительное количество рудных площадей и участков и установлена их взаимосвязь, а также принадлежность к единому бассейну.

В настоящее время граница Северо-Уральского марганцеворудного бассейна на юге проводится примерно по широте ст. Красноярка и вряд ли будет значительно изменена в дальнейшем. Северная граница, напротив, имеет временный характер и по мере проведения поисковых работ все дальше передвигается к северу.

К числу детально разведанных и переданных промышленности относятся: Полуночное и Марсятское, Лозьвинское, Юркинское, Новоберезовское, Березовское, Южно-Березовское, Ивдельское и новая пло-

шадь Марсятского месторождения; к предварительно разведанным: Южно-Ивдельское, Екатерининское, Вишерское, Глухарненское и Колинское месторождения. Единичными линиями скважин проверены Бурмантовская, Собянинско-Березовская, Лосино-Вишерская и Колинская рудные площади.

Все месторождения марганца приурочены к крайней западной части области распространения палеогеновых осадков, примыкающей по тектоническому контакту к породам палеозоя увалистой зоны восточного склона Урала. В южной части марганцеворудного бассейна граница его отодвигается от этого контакта на восток.

В результате тщательного изучения всей мезо-кайнозойской толщи с привлечением различных методов — литологического, микрофаунистического, диатомового и спорово-пыльцевого анализа, установлен детально расчлененный геологический разрез Северо-Уральского марганцеворудного бассейна. Большая часть выделенных свит и горизонтов характеризуется определенными особенностями состава и содержащихся в них комплексов микрофауны и микрофлоры<sup>1</sup>. Необходимо указать, что мощная толща древнечетвертичных осадков связана с узкой глубокой долиной в северной части района.

Породы, слагающие бассейн, характеризуют область шельфа морских эпиконтинентальных бассейнов, захватывавших Северный Урал в разные периоды его послепалеозойской истории. При этом северная часть описываемого района отвечает более глубоководной части шельфа, южная — мелководной или прибрежно-морской. Это обстоятельство определяет разнообразие осадков в пределах отдельных свит, позволяет четко фиксировать границы крупных трансгрессивных циклов; более того, она дает возможность улавливать отдельные этапы наступления той или иной трансгрессии, с которыми связано формирование более мелких горизонтов.

Относительно выровненная поверхность палеозойского субстрата полого погружается на восток, определяя тем самым падение мезо-кайнозойских пород. Угол падения их, как правило, изменяется от долей градуса до нескольких единиц, реже до 10° и более. На этом фоне выделяются отдельные положительные и отрицательные формы рельефа палеозойской поверхности, над которыми породы покрова образуют так называемые структуры облекания. Характерной особенностью последних является уменьшение мощности отдельных толщ на вершинах поднятий и увеличение ее в депрессиях.

На площади Северо-Уральского бассейна выделяется ряд структур облекания. К ним относятся, например, поднятия, связанные с выходами серпентинитовых массивов в пределах Серовской площади, Шалашинское поднятие на востоке той же площади, депрессии в районе Марсятского месторождения, депрессия и поднятие к востоку от Ново-Березовского месторождения, Замарайская депрессия и ряд других.

На условия залегания марганцеворудного горизонта большое влияние имели дизъюнктивные нарушения различной амплитуды и протяженности, которые широко распространены на всей площади бассейна, группируясь в две зоны — западную и восточную. Наиболее значительная роль среди нарушений подобного рода принадлежит взбросам.

Первостепенное значение для марганцеворудного бассейна, как и для всего Северного Урала, имеет региональный Лозьвинский взброс, который в настоящее время представляет собой отчетливо выражен-

<sup>1</sup> Описание стратиграфического разреза бассейна приводится в первой книге части I настоящего тома.

ную границу двух резко различных геолого-геоморфологических зон — восточного склона Урала и Зауральской равнины. Амплитуда взброса определяется не менее чем в 500 м.

Непосредственно на рудоносной площади это нарушение прослежено в северной части Северо-Уральского бассейна, вплоть до Орьинского горста. Южнее горста марганцеворудная полоса отходит к востоку от общей границы мезо-кайнозойских отложений, которая не имеет здесь той четкости и прямолинейности, как на севере. Вместе с тем в ряде случаев и здесь наблюдается в рельефе уступ, подобный Лозьвинскому, хотя высота его не превышает 20—30 м; высота же Лозьвинского уступа достигает 100 м и более.

К востоку от основного прослеживается другое нарушение меньшей амплитуды. К этой промежуточной ступени приурочено большинство северных месторождений. Ширина ступени редко превышает 700—800 м, а иногда сокращается до 100 м.

К югу от Орьинского горста, где основной взброс теряет свою четкость, проявляются и достигают широкого развития разрывные дислокации восточной зоны. Они представлены серией взбросов, которые простираются один за другим, а иногда идут параллельно. Одним из наиболее крупных является Екатерининский взброс, прослеженный от северной границы месторождения того же названия на юго-запад, вплоть до широты ст. Глухарно. Амплитуда взброса увеличивается с севера на юг от 90—100 до 180 м. Взброшенным здесь является восточное крыло; приуроченное к нему Екатерининское месторождение в связи с этим имеет меньшую глубину залегания от поверхности. В еще большей мере это сказалось на месторождениях Вишерском и особенно Глухарненском.

Не меньшую протяженность имеет Масловский взброс с амплитудой (на широте Самы) до 260 м. Взброшенным здесь является западное крыло, которое на Самском участке образует горст шириной от 1,5 км в северной части до 1 км в южной.

Восточно-Марсятский взброс имеет амплитуду от 70 до 115 м, простираение юго-западное, местами почти меридиональное. Оно отделяет старое месторождение, расположенное на взброшенном восточном крыле, от новой площади.

На юге бассейна работами последних лет установлен целый ряд разрывных нарушений в пределах Замарайской депрессии.

Возраст перечисленных дислокаций определяется как неоген-четвертичный, поскольку ими захвачены наиболее молодые осадки морского палеогена. Вместе с тем некоторые факты свидетельствуют о том, что движения эти проявлялись уже с начала мезозоя, а возможно, и раньше. Об этом говорит различная мощность одних и тех же свит и горизонтов юры и мела на крыльях взброса или даже полное отсутствие некоторых из них на взброшенном блоке (рис. 111). В толще мезо-кайнозойских отложений эти нарушения вызывают либо разрыв пластов, либо образование флексур. Амплитуда тех и других изменяется в широких пределах — от единиц до сотен метров. Так, на Лозьвинском месторождении высота флексур местами достигает 300 м (рис. 112). Разница в составе и мощности осадков на том и другом крыле флексуры говорит о длительном и, следовательно, медленном движении блоков. С другой стороны, восточный взброс на севере Бурмантовской площади, имеющий амплитуду свыше 400 м, характеризуется полным разрывом пластов, которые сохраняют при этом одинаковый разрез и мощность на крыльях.

В западной тектонической зоне на участке между реками Тыня и Орья помимо взбросов прослеживается надвиг — палеозойские породы



поднятого крыла, надвинутые на мезозойские и кайнозойские породы опущенного крыла. Край надвига по отношению к плоскости нарушения заходит на восток на различное расстояние, но не более чем на 375 м (по Юркинскому месторождению). Иногда он совпадает с ней и в отдельных случаях находится западнее (Тыньинское месторождение). Почти во всех случаях край надвига эродирован и упирается в западный борт древнечетвертичной долины.

С надвигом и Лозьвинской древнечетвертичной долиной пространственно и генетически связано образование антиклинальной складки

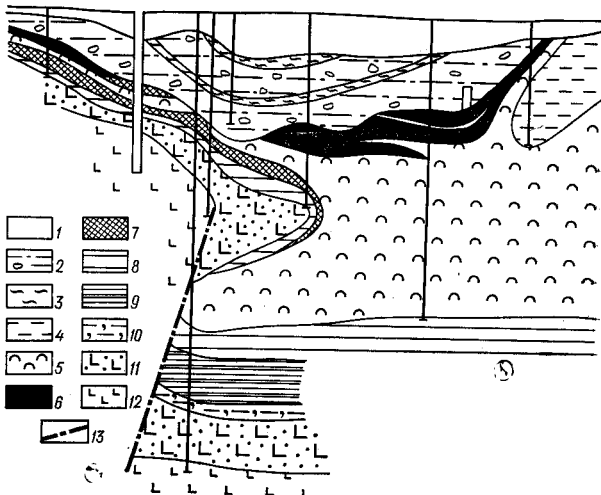


Рис. 111. Геологический разрез VII Полуночного месторождения

1 — четвертичные покровные образования; 2 — древнечетвертичные валунные суглинки; 3 — глины с вивьянитом и растительными остатками; 4 — глины опоквидные; 5 — диатомиты серые; 6 — руда марганцевая окисленная; 7 — руда марганцевая карбонатная; 8 — аргиллиты монтмориллонитовые; 9 — аргиллиты; 10 — глины каолиновые, плотные, жирные, пески и алевриты с растительными остатками; 11 — кора выветривания; 12 — эффузивы основного состава; 13 — тектонические нарушения

стиранию и в своих сочетаниях почти никогда не повторяются. Очень часто между антиклинальной складкой и флексурой наблюдаются тесная связь и взаимопереходы.

На участке Полуночного и Ново-Березовского месторождений развиты лежащие складки, количество которых в вертикальном разрезе доходит до трех; такие складки также примыкают к четвертичной долине и частично эродированы ею. Но на сохранившихся участках они характеризуются большей суммарной мощностью рудных пластов и наличием окисленных руд в верхней части рудной толщи.

Одним из важнейших итогов детального расчленения разреза мезозоя и кайнозоя является точная привязка основного промышленного марганцеворудного горизонта к основанию палеогеновых отложений. Вместе с тем отмечено, что марганцеворудный пласт, иногда даже кондиционной мощности и качества, встречается местами и в других отложениях — в более древних и в более молодых. Такие факты известны для пород сантона (Тыньинское месторождение), для маастрихта (восток Масловской площади), для горизонта «б» нижнего палеоцена (Лозьвинское месторождение) и даже для верхнего палеоцена (Юркинское месторождение). Однако для всех этих осадков образование

в мезозойских и кайнозойских породах. Она образуется в результате смятия пород верхней части разреза, включая рудный горизонт и подстилающие его сантонские аргиллиты (Березовское месторождение). Местами в складкообразовании участвуют породы, залегающие выше руды, а сам рудный горизонт залегает спокойно (Юркинское месторождение). Иногда складчатость захватывает полностью весь разрез, включая континентальные образования нижнего мела и юры (Ивдельское месторождение).

Форма складки, ее размеры, вторичная складчатость и другие особенности, прослеживаемые по маркирующему рудному горизонту, очень быстро изменяются по про-

марганца является случайным, не характерным, и лишь для начального этапа палеогеновой трансгрессии это явление приобрело региональный характер.

В сводной колонке Северо-Уральского марганцевого бассейна рудоносные отложения выделяются в виде самостоятельной пачки пород, названной полуночной. В полных разрезах в основании рудного горизонта присутствует гравийно-галечный материал, сцементированный карбонатами марганца или глиной. Местами отмечается переслаивание руды и пустых пород; последние представлены бейделлитовыми аргиллитами или серыми диатомитами. Фациальными аналогами руды являются песчаники, гравелиты, кремнистые породы типа опоки, глинистые породы с включениями песка и гравия.

В нормальном залегании полуночная пачка достигает мощности максимум 30 м. Иногда она полностью размыта, и тогда породы покрывающей толщи ложатся непосредственно на подстилающие. Почти все руды относятся к карбонатному типу и лишь в отдельных случаях, при благоприятных для этого условиях, карбонатные руды переходят в окисленные.

Комплекс фораминифер из глинистых прослоев в руде (по А. И. Еремеевой) характеризует самые низы палеоцена и даже несет черты, связывающие его с формами датского века. Это обстоятельство важно подчеркнуть, чтобы показать определенную самостоятельность отложений полуночной пачки, отвечающих первому этапу палеоценового трансгрессивного цикла. Этот этап ограниченно распространен по сравнению с последующими, которые заходили значительно дальше в направлении на юг.

Несомненно, что перед наступлением второго этапа трансгрессии, с которым связано образование надрудной толщи, на рассматриваемой площади некоторое время существовали континентальные условия. Это доказывается тем, что покрывающая толща диатомитов и аргиллитов горизонта «а» нижнего палеоцена залегает трансгрессивно на полуночной пачке, имея в основании отчетливо выраженный базальный слой. Такое представление расшифровывает многие факты, которые раньше не находили объяснения, например: залегание конгломератов над ру-

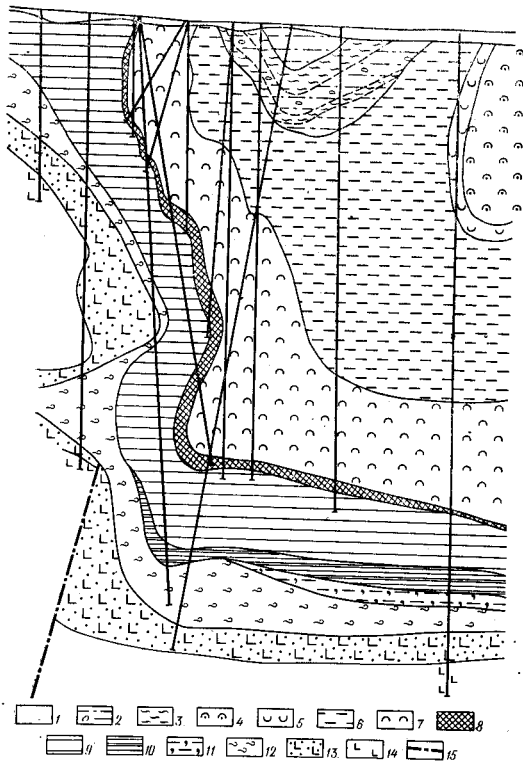


Рис. 112. Геологический разрез Лозьвинского месторождения

1 — четвертичные покровные образования; 2 — древнечетвертичные валунные суглинки; 3 — глины с вианитом и растительными остатками; 4 — диатомиты светло-серые; 5 — опоки; 6 — глины опоконидные; 7 — диатомиты серые; 8 — руда марганцевая карбонатная; 9 — аргиллиты монтмориллонитовые; 10 — аргиллиты; 11 — глины каолиновые, плотные, жирные, пески и алевроиты с растительными остатками; 12 — песчано-глинистые толщи с остатками обуглившейся древесины; 13 — кора выветривания; 14 — эффузивы основного состава; 15 — тектонические нарушения

дами, резкое изменение мощности рудного горизонта на коротких расстояниях, размыв его на участках, где покрывающие породы ложатся непосредственно на подстилающие, и т. д. Этим объясняется также более ограниченное распространение рудного горизонта по сравнению с покрывающей его толщей, которая, как известно, заходит даже на Средний Урал. Наконец, такое представление о палеогеографических изменениях позволяет с большей достоверностью оценивать перспективы марганцевоносности Северного Урала.

Подавляющую часть запасов Северо-Уральского бассейна составляет карбонатный тип руд, представленный несколькими разновидностями: песчанистой, песчано-глинистой, кремнистой, конкреционно-глинистой и глинистой. Окисленные руды встречаются в крайне небольшом количестве близ поверхности; только на Полуночном и частично на Ново-Березовском месторождениях окисленные руды составили значительную часть запасов, что связано с характером их залегания, обусловившим длительное и глубокое воздействие на них факторов, способствующих окислению.

Наиболее распространенными минералами в карбонатных марганцевых рудах являются манганокальцит и кальциевый родохрозит, а в окисленных — пиролюзит, псиломелан и манганит.

Средний химический состав карбонатных руд по отдельным месторождениям колеблется в следующих пределах (в вес. %): Mn 17,5—23; Fe 3,3—6,6; SiO<sub>2</sub> 20,4—35; P 0,1—0,3; CaO 2,4—6,7.

Для окисленных руд среднее содержание марганца по трем месторождениям (Марсятскому, Ново-Березовскому и Полуночному) колеблется в пределах от 20 до 34,6%, SiO<sub>2</sub> — от 19,8 до 41,6%, FeO — от 2,1 до 7,5%, P — от 0,1 до 0,5%, а по Марсятскому месторождению — до 0,7%.

Глубина залегания руд изменяется в очень широких пределах — от выходов на поверхность до глубины 250 м и более. Наименьшие глубины рудный горизонт имеет в седле антиклинальной складки или в западной части месторождений при пологом залегании руды. Наибольшие глубины отмечены в восточной части месторождений, главным образом в северной половине бассейна (Лозьвинское, Юркинское и другие месторождения).

Работами по изучению вещественного состава марганцевых руд и исследованиями по их обогащению удалось доказать возможность получения высококачественных концентратов, пригодных для выплавки ферромарганца и силикомарганца. В последние годы лабораторными методами обогащения карбонатных руд из последних получен малофосфористый концентрат высокого качества.

По новым кондициям к балансовым запасам отнесены руды с содержанием марганца 10% и выше. Из них выделяются руды, требующие обогащения — с содержанием его свыше 18%. Минимальная мощность рудного пласта установлена в 1 м.

Гидрогеологические условия обработки марганцевых руд имеют определенную сложность. В северной части района она определяется обводненностью тектонической зоны, к которой местами примыкает рудный горизонт. В южной части водоносный горизонт распространен в песках мелового возраста, залегающих под рудным горизонтом.

Оценка рудоносности марганцевого бассейна в современных границах показывает, что наибольшие концентрации промышленных марганцевых руд относятся к его северной и центральной частям. Здесь очерчиваются наиболее крупные рудные площади, объединяющие несколько месторождений и поисковых участков, которые образуют общую рудную полосу, протягивающуюся на десятки километров. К числу

таких рудных площадей, различных по размерам, рудоносности и степени изученности, относятся (с севера на юг): Бурмантовская, Собянино-Березовская, Ивдельская и Лосино-Вишерская, а в южной части бассейна — Марсятская и Колинская.

Бурмантовская поисковая площадь протягивается узкой полосой к северу и югу от пос. Бурмантово. Рудным в ее пределах является только южный участок, ограниченный на севере р. Лозьвой, а на юге — поисковой линией XVIII. Общая протяженность рудного горизонта 5,7 км.

Характер залегания рудного горизонта и вмещающих пород определяется, с одной стороны, пологим падением их на юго-восток (под углом до 3—5° и в отдельных случаях до 12°), а с другой, — наличием дизъюнктивов в восточной и западной частях месторождения и связанных с ними флексур: восточной с амплитудой от 50 до 100 м и западной, которая частично размыта, но местами амплитуда ее достигает 80 м.

Глубина залегания промышленного пласта на Бурмантовском месторождении изменяется от 12 до 155 м, причем две трети запасов распространены на глубине менее 100 м. Ширина рудного пласта 400—600 м, максимальная мощность по линиям изменяется от 2 до 4 м, средняя мощность 2,2 м.

Прогнозные запасы руды по Бурмантовскому месторождению, на площади между линиями XXII и XVIII, равны 12,5 млн. т, с средним содержанием марганца 17,7%.

К северу от Лозьвы пройдено еще четыре поисковые линии через 3—4 км одна от другой. Эта часть Бурмантовской площади является безрудной вследствие глубокого размыва всей толщи палеогена на большей части площади. Причина размыва — Восточно-Бурмантовский взброс с амплитудой до 450 м.

Участок между Бурмантовской и Собянино-Березовской площадью включает небольшие разрозненные рудные тела. Изучен он слабо.

Собянино-Березовская площадь протягивается непрерывно от р. Тыньи на севере до р. Маньи на юге. К этой рудоносной полосе относится большая часть разведанных и переданных промышленности месторождений, в том числе частично отработанные Полуночное, Ново-Березовское и Березовское.

Все месторождения этой полосы расположены непосредственно в пределах тектонической зоны и испытали влияние мощного Лозьвинского взброса. Помимо разрывных дислокаций здесь находят максимальное выражение и пликативные нарушения в породах мезозоя и кайнозоя. Так, на Лозьвинском месторождении широко развита флексура, на Полуночном и Ново-Березовском — лежащие складки, на Березовском и Южно-Березовском — антиклинальные складки. Наиболее спокойно залегает рудный горизонт на Юркинском (рис. 113), Тыньинском месторождениях и на некоторых поисковых участках.

Суммарная протяженность рудного пласта по разведанным месторождениям Собянино-Березовской площади достигает 17,2 км. Длина рудного пласта по отдельным месторождениям изменяется в широких пределах — от 1100 м (Тыньинское) до 5000 м (Юркинское).

Глубины залегания рудного пласта в пределах этой полосы колеблются в широких пределах — от выходов на поверхность (на Тыньинском месторождении) до 200—250 м на востоке Лозьвинского и Северо-Юркинского месторождений. Средние мощности рудного пласта колеблются в пределах от 2 до 4 м, а на участках лежащих складок достигают двух-трех десятков метров.

Руды на Собянинском поисковом участке на севере площади имеют глубину залегания не более 100 м. Прогнозные запасы их здесь определяются в 5 млн. т, среднее содержание марганца 18—20%.

Небольшой поисковый участок между Лозьвинским и Юркинским месторождениями имеет вдвое большую глубину залегания руды (до 200 м), мощность рудного горизонта достигает местами 9 м. Прогнозные запасы Лозьвинского поискового участка можно оценить не менее чем в 3,5 млн. т. Общие запасы руд по Собянино-Березовской площади равны 34,4 млн. т, в том числе по разведанным месторождениям по категории  $C_1$  — 25,9 млн. т.

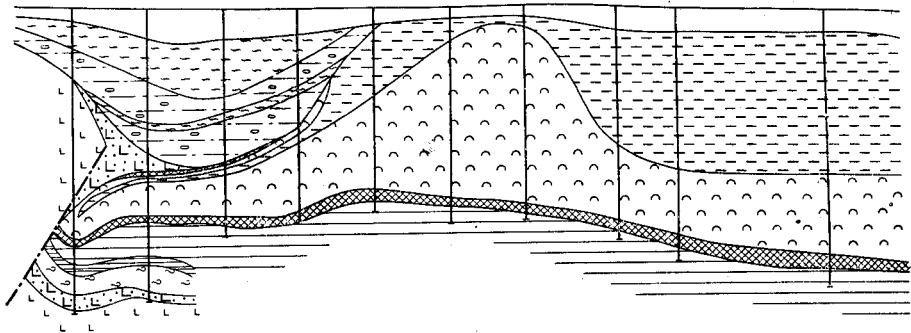


Рис. 113. Геологический разрез Юркинского месторождения  
Условные обозначения см. на рис. 112

Ивдельская площадь отделяется от Собянино-Березовской безрудным Маньинско-Малиновским участком, где руды хотя и встречаются в ряде скважин, но не образуют выдержанных пластов с промышленными концентрациями.

Ивдельская площадь объединяет ряд участков: Ивдельский, Северо-Ивдельский, Предивдельский, Ивдель-город и Южно-Ивдельский. Общая длина рудного пласта по простиранию 12,4 км, ширина его в северной части от 25 до 75 м, в южной — от 100 до 600 м, средняя мощность 3—4 м. Глубина залегания рудного пласта в северной части 1,5—210 м, в южной 120—180 м.

В северной части площади детально разведано Ивдельское месторождение, которое тяготеет в геологическом и структурном отношении к северной группе; оно приурочено непосредственно к тектонической зоне, и все породы разреза, в том числе рудный горизонт, испытали воздействие дизъюнктивных и пликативных нарушений.

Южно-Ивдельское месторождение по составу пород и характеру их залегания относится уже к южной половине бассейна. В отличие от северных месторождений рудное тело удалено от западной границы мезо-кайнозойских отложений и имеет хорошо выраженное север-северо-западное простирание.

Суммарные запасы руд, разведанных на Ивдельской площади, равны 5,1 млн. т, среднее содержание марганца 20,5%.

Лосино-Вишерская поисковая площадь — одна из наиболее интересных и перспективных в Северо-Уральском бассейне. Расположена она к югу от Ивдельского месторождения и отделена от него Орынским безрудным участком. Площадь начинается на широте разреза



Лосиный и продолжается почти до широты пос. Сама. Поисковыми работами в ее пределах установлены две рудные полосы — западная и восточная. Большее значение имеет Вишерская (восточная) полоса, включающая Екатерининское, Вишерское и небольшое по запасам Глухарненское месторождения.

Рудные участки между Екатерининским и Вишерским месторождениями (к северу и к югу от последнего) позволяют рассматривать восточную полосу как единый рудный пласт. Северную часть его пересекает Екатерининский взброс.

Восточное крыло этого нарушения поднято на 90—180 м; с севера на юг амплитуда взброса увеличивается. Благодаря этому глубины залегания руды на Екатерининском месторождении находятся в пределах от 80 до 200 м, на Вишерском — от 49 до 130 м и на Глухарненском — от 13 до 80 м, т. е. меньше, чем на западе. Рудный пласт по трем месторождениям имеет суммарную длину 16,3 км; мощность его колеблется от 0,45 до 39,5 м.

Лосиновская (западная) полоса представлена двумя узкими вытянутыми линзами, в пределах которых оконтуриваются небольшие участки с промышленной мощностью руд.

Общие запасы по Лосино-Вишерской площади слагаются из разведанных запасов по трем месторождениям в количестве 13,8 млн. т и прогнозных запасов на поисковых участках в количестве 42 млн. т и в сумме составляют 55,8 млн. т.

Южнее, от широты пос. Сама до границы Марсятского месторождения, промышленные концентрации руды не установлены.

Марсятское месторождение в современном представлении охватывает старую площадь, известную еще со времен Е. С. Федорова, и новую (к западу от нее), открытую Ю. А. Петраковичем в 1938 г. Обе площади образуют единый рудный пласт, пересеченный крупным Марсятским взбросом с амплитудой до 115—120 м в северной части месторождения; к югу высота взброса уменьшается до 65—80 м.

На взброшенном восточном крыле рудный пласт близ линии нарушения был выведен на поверхность, частично размыт и окислен. Эти выходы, прослеженные первоначально на небольшую глубину, явились первым месторождением палеогенового марганца, открытым на Северном Урале. Эксплуатировалось оно с перерывами с конца прошлого века и к моменту закрытия рудника в 1956 г. было почти выработано.

Новая площадь Марсятского месторождения, разведанная в 1950—1952 гг., также характеризуется пологим погружением рудного пласта на восток и спокойным его залеганием. Пласт несколько нарушен небольшой флексурой высотой около 25 м, которая сопровождает западный Марсятский взброс в центре этой площади.

Руды месторождения карбонатные, на выходах полуокисленные. Мощность, как правило, до 1—1,5 м, редко больше. Максимальная глубина залегания рудного пласта 55 м.

Колинская площадь на региональном профиле на широте г. Серова имеет общую протяженность 52 км. От Воронцовского рудника на западе до Шалашинского поднятия на востоке выявлен ряд рудных участков различной величины. На одном из них, на меридиане пос. Филькино, прослежен рудный пласт к северу от р. Каквы (Колинское месторождение). Поисковыми работами к югу от месторождения подтверждена возможность дальнейшего расширения рудной площади в этом направлении.

Рудный пласт Колинской площади представлен карбонатной рудой, нередко разубоженной песчано-гравийным материалом; иногда руда, особенно в основании горизонта, приобретает характер конгломератовидной породы.

Спокойное ненарушенное залегание мезо-кайнозойских пород с очень пологим погружением на восток является одной из характерных особенностей Колинской площади. На месторождении пласт с запада на восток и с юга на север погружается от 130 до 160 м. На поисковой площади глубина залегания руды 140—150 м. Мощность рудного пласта колеблется от нескольких сантиметров до 2,7 м, ширина его местами достигает 1000 м.

По качеству руды Колинская площадь занимает одно из первых мест. Среднее содержание марганца по месторождению равно 21,9%.

Запасы по Колинскому месторождению равны 3,47 млн. т и прогнозные запасы, с учетом возможного расширения площади на восток и на юг, оцениваются в 5 млн. т.

Выявленные к настоящему времени в пределах Северо-Уральского бассейна рудные участки характеризуются различной степенью изученности. Помимо уже разведанных и переданных промышленности месторождений имеются площади, заслуживающие детальной разведки. В первую очередь в связи с благоприятными горнотехническими условиями это относится к Вишерскому месторождению и к западной части Бурмантовского месторождения с глубиной залегания руд не более 100 м.

Первоочередными объектами для постановки предварительной разведки могут служить Собянинский участок с неглубоким залеганием рудного горизонта, восточная часть Бурмантовской площади и восток Юркинского месторождения, где мощность рудного горизонта местами приближается к 10 м.

Установлено, что изученная площадь представляет собой лишь часть Северо-Уральского марганцеворудного бассейна, приуроченного к зоне шельфа нижнепалеоценовой трансгрессии. Последняя простирается вдоль восточного склона Урала вплоть до районов Арктики, откуда началась данная трансгрессия, сопровождаемая накоплением марганцевоносных осадков. Это привело к образованию огромной рудоносной области, частично уничтоженной в результате размывов и молодых дислокаций. Тектоническая зона неоген — четвертичного возраста, определившая современную границу восточного склона Урала и Зауралья, захватывала, очевидно, и марганцеворудный шельф, вследствие чего отдельные участки его оказались уничтоженными; часть их — на взброшенных крыльях — была приближена к поверхности, а в ряде случаев руда могла сохраниться от размыва в различных по размерам грабенах.

Имеющиеся сведения о рудопроявлениях марганца в районах Приполярного Урала подтверждают изложенную концепцию и указывают на необходимость постановки поисковых работ на марганец севернее изученной площади.

Таким образом, на Урале установлены силурийско-девонская, нижнекаменноугольная, пермская и палеогеновые марганцевоносные эпохи. С первыми двумя из них связаны вулканогенно-осадочные, а с остальными — осадочные месторождения марганца. Наиболее перспективны для поисков новых месторождений марганцевых руд площади распространения вулканогенно-осадочных отложений туринской свиты в Тагило-Кушвинском и в смежных с ним районах. Здесь можно ожи-

дать открытие вулканогенно-осадочных месторождений марганцевых руд типа Сапальского.

В нижнекаменноугольных (турне — визе) отложениях, слагающих Брединско-Каменско-Егоршинскую фациальную зону, следует провести поиски в пределах распространения марганцевоносных вулканогенно-кремнистых и карбонатных пород.

На западном склоне Среднего Урала поиски марганцевых руд необходимо сосредоточить в области распространения мелководных осадков верхнепермского возраста.

В отношении Северо-Уральского марганцеворудного бассейна установлено, что изученная площадь представляет лишь небольшую его часть. Северное его продолжение, простирающееся вдоль восточного склона Урала, включая Полярный Урал до районов Арктики, остается не изученным. Поисковые работы следует поставить в первую очередь в границах известной части бассейна для оценки отмеченных выше участков, а также за его пределами к северу, где можно ожидать открытия новых крупных месторождений.

### ХРОМИТЫ

Месторождения хромистого железняка на Урале были известны еще задолго до начала его добычи, которая началась в половине XIX в. В дореволюционный период в небольшом количестве добывались богатые массивные руды лишь с небольших глубин, поисково-разведочные работы производились только в исключительных случаях.

Систематические работы по поискам и разведке месторождений хромитовых руд на Урале начались при Советской власти с 1928 г. в связи с развитием металлургии и химической промышленности. В период 1933—1938 гг. были детально разведаны ранее известные Гологорское, Сарановское и Алапаевское месторождения хромита, открыты и детально разведаны крупные Верблюжьегорские и Ак-Каргинские месторождения на Южном Урале.

К этому периоду относятся работы Г. А. Соколова, Н. В. Павлова, В. П. Логинова, А. Г. Бегехтина, С. А. Кашина и В. А. Федорова по изучению хромитоносных ультрабазитовых массивов Южного Урала и работы С. А. Вахромеева, И. А. Зимины, П. М. Идкина, А. Н. Ласкова, К. Е. Кожевникова, П. В. Нечаева и П. М. Татарина по хромитоносным массивам Среднего Урала. В отчетах и публикациях по этим работам были сформулированы общие закономерности формирования и размещения хромитовых месторождений.

С бурным ростом производства феррохрома возрастает потребность в высокохромистых и маложелезистых рудах, характеризующихся отношением  $Cr_2O_3 : FeO$  не менее 2,5 и содержанием  $Cr_2O_3$  не ниже 40%. Для удовлетворения запросов ферросплавного производства было предпринято строительство нескольких обогатительных фабрик на Среднем и Южном Урале на базе вкрапленных магнезиально-хромитовых руд из месторождений Ключевского, Верх-Нейвинского и Верхне-Тагильского ультрабазитовых массивов, а также с ряда небольших массивов Миасского округа. Обоганительные фабрики производили высокохромистые концентраты, удовлетворявшие требованиям феррохромного производства.

В 1938 г. в связи с открытием в Кемпирсайском массиве на Южном Урале очень крупных Донских месторождений высокохромистых металлургических руд поисково-разведочные и эксплуатационные работы на хромиты во всех других районах Урала были прекращены вследствие малой их рентабельности. Продолжались работы лишь на

крупных Сарановских месторождениях, обеспечивающих огнеупорным сырьем отечественную промышленность и по сей день.

Только в последние годы возобновились работы по поискам и оценке вкрапленных хромитовых руд на ряде среднеуральских массивов и в первую очередь на Ключевском, Верхне-Тагильском и Алапаевском.

Все известные месторождения хромитов пространственно и генетически связаны с ультраосновными породами. На Урале насчитывается около 300 различных по размеру массивов ультраосновных пород, образующих ряд поясов субмеридионального простирания. Они расположены вдоль глубинных разломов, в зонах сочленения структурно-фациальных зон первого порядка (вдоль бортов Тагильско-Магнитогорского и Восточно-Уральского прогибов) и в краевых частях внутренних синклинирных зон, в пределах прогибов и поднятий.

В настоящее время на Урале выделяются три основные ассоциации (формации) гипербазитов: дунит-гарцбургитовая, дунит-клинопироксенитовая (дунит-пироксенит-габбровая) и пироксенит-перидотитовая (Штейнберг и др., 1969; Булыкин, Золоев, 1968; Булыкин, 1969), отличающиеся друг от друга особенностями вещественного состава и металлогении.

На долю ультрабазитов, входящих в состав дунит-гарцбургитовой формации, приходится около 90% общей площади ультрабазитов Урала. Подавляющее большинство хромитоносных массивов относится к этой формации.

Ультрабазиты дунит-клинопироксенитовой формации, сосредоточенные в основном в Платиноносном поясе ультраосновных и основных интрузий, несут лишь небольшие рудопроявления высокожелезистых хромитовых руд, не имеющих промышленного значения.

Ультрабазиты пироксенит-перидотитовой формации занимают незначительную площадь. Они сосредоточены в Сарановско-Вишерском поясе на западном склоне Урала. Гипербазиты этой формации отличаются от первых двух особым структурным положением и своеобразным химизмом слагающих ее пород и руд. Они сопоставимы с дифференциатами базальтоидной магмы (Малахов, 1966; Штейнберг, 1969). Хромиты, связанные с ультрабазитами этой формации, характеризуются пониженным содержанием окиси хрома и резко повышенным содержанием глинозема и железа. Второй особенностью Сарановского пояса является несоответствие между размерами массивов и генетически связанных с ними хромитовых месторождений: очень небольшой размер первых и крупный — вторых.

П. В. Нечаевым и П. С. Прямоновым выделяются три различных по масштабам хромитопоявления металлогенических этапа, которые соответствуют трем тектоно-магматическим этапам развития Главной уральской геосинклинали: ордовикско-раннедевонскому, среднедевонско-раннетурнейскому и позднедетурнейско-намюрскому. С последними связано формирование разновозрастных гипербазитовых поясов Урала, имеющих различное положение по отношению к структурно-тектоническим зонам Урала.

Как показывает опыт тематических работ по металлогеническому районированию и изучению хромитоносности ультрабазитовых массивов различных регионов Урала, проведенных З. Р. Мазур, П. В. Нечаевым, П. С. Прямоновым, Л. И. Колотиловым, А. Е. Малаховым, Б. А. Телегиным и Т. А. Шиловой, наиболее хромитоносными являются пояса, связанные с зонами крупнейших долгоживущих глубинных разломов древнего заложения на сопряжении контрастных структур первого порядка — поднятий и прогибов (эвгеосинклиналивого характера).

Л. Д. Булыкин в 1962 г. дал поясам такого структурного положения название внешних.

В первую очередь здесь выделяются наиболее древние западные пояса, связанные с зоной Главного Уральского глубинного разлома, разделяющего Центрально-Уральское поднятие и Тагильско-Магнитогорский прогиб: Кемпирсайский, Сакмарский, Салатинский, Войкаро-Сыньинский. Массивы этих поясов отличаются высокой хромитоносностью (уникальные Донские месторождения Кемпирсайского массива, значительные по размерам хромитовые концентрации Халиловского и Хабаровинского массивов, обилие хромитовых рудопроявлений в крупном Войкаро-Сыньинском и в мелких южноуральских массивах Миасского и Учалинского районов) и по времени образования относятся ко всем трем структурно-тектоническим этапам.

Большой возрастной диапазон интрузий от верхнего силура (верхний силур — средний девон для Кемпирсайского массива; Павлов и др., 1968; верхний силур для Халиловского и Хабаровинского массивов; Сергиевский, 1960) до нижнего карбона (средний девон — верхний карбон для мелких массивов Миасского и Учалинского районов; Фролова, Рудник, 1961) характеризует длительность жизни поясов.

К ордовикско-нижнедевонскому металлогеническому этапу (по П. В. Нечаеву и П. С. Прямоносому) условно относят и хромитоносный Сарановско-Вишерский пояс, однако, петрохимические особенности ультрабазитов, особое структурное положение их в зоне Центрально-Уральского поднятия и кембрийский возраст интрузий, указываемый некоторыми исследователями (Булыкин, 1969), предположительно свидетельствуют о связи хромитового оруденения и этого пояса с более древним, доордовикским магматизмом.

С поясами Главного Уральского глубинного разлома вполне сопоставим, по-видимому, по структурному и возрастному положению Аккаргинско-Джетыгаринский пояс каледонских гипербазитовых интрузий, разделяющих Зауральское поднятие и Притобольский прогиб (Булыкин, 1969), которые также характеризуются относительно высокой хромитоносностью.

Такое же структурное положение имеют и более молодые восточные (по отношению к Главному Уральскому поясу) Серовско-Невьянский и Миасско-Кацбахский пояса, разделяющие Тагильско-Магнитогорский прогиб и Восточно-Уральское поднятие, и Алапаевско-Челябинский, Айдырлинско-Татищевский и Аниховско-Бородинский пояса, ограничивающие Восточно-Уральский прогиб в его северной и южной частях<sup>1</sup>. В Серовско-Невьянском поясе также отмечается общая высокая хромитоносность входящих в него массивов (многочисленные мелкие рудопроявления и месторождения Устейского, Восточно-Тагильского, Верхне-Тагильского, Верх-Нейвинского и Гологорского массивов), однако, масштабы оруденения здесь значительно меньше, чем в массивах Главного Уральского пояса. Более ограничена жизнедеятельность пояса и во времени. Возраст массивов в нем датируется средним и верхним девоном (Штрейс, 1951).

Менее четко выраженный Миасско-Кацбахский пояс характеризуется среднедевонско-нижнекаменноугольным (средневизейским) возрастом входящих в него массивов, несущих многочисленные мелкие рудопроявления хромитовых руд.

Наиболее молодые восточные Алапаевско-Челябинский и Айдырлинско-Татищевский пояса отличаются значительной хромитоносностью и средним размером месторождений (Алапаевские, месторождения

<sup>1</sup> Название перидотитовых поясов приводится по Л. Д. Булыкину (1969).



Верблюжьегогорского и Ключевского массивов). Возраст их нижнекаменноугольный и средне- или верхнедевонский.

Значительно менее хромитоносны пояса, связанные с региональными глубинными разломами поднятий по сопряжениям структур II и III порядков (внутренние пояса гипербазитов, по Л. Д. Булыкину). Примером таких поясов являются Первомайский и Свердловско-Салдинский в Восточно-Уральском поднятии.

Таким образом, хромитоносность ультрабазитовых поясов в первом приближении определяется их тектонической позицией и возрастом.

Рассматривая не только количественную, но и качественную сторону хромитоносности всех вышеназванных эвгеосинклинальных поясов, а именно состав рудообразующего хромшпинелида в преобладающем типе руд, следует констатировать, что высокохромистость хромитовых концентраций присуща поясам наиболее древнего заложения и наиболее древним массивам в каждом отдельно взятом поясе. Так, для каледонских массивов Главного Уральского и Аккаргинско-Джетыгаринского поясов характерно преобладающее развитие магнохромитовых руд с содержанием 60—64%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в рудообразующем хромшпинелиде (Кемпирсайский, Халиловский, Войкаро-Сыньинский, Аккаргинский). Для массивов более молодого Серовско-Невьянского пояса также показателен магнезиально-хромитовый состав рудообразующего хромшпинелида, но с несколько меньшим содержанием (52—59%)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  по сравнению с вышеназванным.

В массивах наиболее молодых поясов (Алапаевско-Челябинского, Айдырлинско-Татищевского и Аниховско-Бородиновского) преобладают руды, сложенные низко- и среднехромистым хромпикотитовым ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  38—44%) и алюмохромитовым ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  46—49%) минеральными видами хромшпинелидов (после-нижневизейские Алапаевский и Верблюжьегогорский массивы). Известные проявления высокохромистых руд в этих массивах имеют пока подчиненное значение. Преобладающее развитие высокохромистых (магнезиально-хромитовых) руд характерно лишь для Ключевского массива, относящегося по возрасту к среднедевонско-раннетурнейскому этапу. В. М. Сергиевский (1960) относит Ключевской массив к среднему или верхнему девону, а А. А. Пронин (1963) — к нижнему визе.

Преобладающее большинство хромитоносных массивов имеют лакколитообразную форму. При этом максимальной хромитоносностью обладают лакколитообразные межформационные интрузивы в крупных антиклинальных структурах, граничащих с региональными глубинными разломами (Кемпирсайский массив). Значительной хромитоносностью обладают и межформационные моноклиальные массивы (Верблюжьегогорский), а также моноклиальные интрузивы, расположенные непосредственно в зонах региональных глубинных разломов (Аккаргинские массивы).

Лакколитообразная форма характерна для дифференцированных массивов (Соколов, 1948; Павлов, 1949). Внутреннему строению их свойственна сложная зональность, выражающаяся в чередовании обособленных зон, полос и линз дунитов и перидотитов. Наиболее глубокие части дифференцированных массивов слагаются дунитами, которые выше сменяются породами дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса или дунит-гарцбургитами. Еще выше залегают нормальные гарцбургиты, которые в самой кровле или в прикровлевой части массива иногда содержат значительное количество моноклинного пироксена и по составу относятся к лердолитам. В некоторых хромитоносных интрузивах лакколитообразной формы ультраосновные породы пред-

ставлены преимущественно дунитами (Верх-Нейвинский и Верхне-Тагильский массивы). В строении массивов наряду с дунитами принимают участие верлиты, пироксениты и габбро. Более низкие горизонты и центральные части этих массивов слагаются дунитами; верлиты залегают всегда выше дунитов. Габбро и связанные с ним пироксениты залегают то висячем, то в лежащем боку ультраосновных пород (Соколов, 1948).

Несмотря на относительно высокую хромитоносность Верхне-Тагильского и Верх-Нейвинского массивов и высокохромистый тип руд, характерный для интрузивов дунит-гарцбургитовой ассоциации, эти массивы по петрографическому составу пород скорее сопоставимы с массивами дунит-клинопироксенитовой ассоциации. Сходство усиливается в связи с известной платиноносностью этих массивов (россыпи осмистого иридия).

Массивы моноклинальной формы характеризуются менее отчетливой дифференцированностью, в связи с чем в них более проста и картина пространственного распределения ультраосновных пород. Зональность проявляется здесь в обособлении среди преобладающих перидотитов полос, шлиров и удлинённых неправильных тел дунитов, залегающих согласно или почти согласно с падением и простираем всего массива (Южно-Аккаргинский и Наследницкий массивы). В Алапаевском массиве установлено несогласное с общим простираем массива субширотное простираем некоторых дунитовых обособлений в перидотитах (рудный участок Курманово). Слабо дифференцированные интрузии имеют перидотитовый состав (Верблюжьегорский, Первомайский массивы). Некоторые массивы моноклинальной формы имеют преобладающий дунитовый состав (Гологорский, Иткульский).

Размещение хромитового оруденения в массивах определяется в основном пространственным распределением в интрузивах различных фаций ультрабазитов, а также структурными факторами. В сильно дифференцированных интрузивах лакколитообразной и моноклинальной формы основная масса хромитовых руд приурочена к собственно дунитовым частям массивов и в несколько меньшей мере — к дунитовым фациям дунит-гарцбургитовых полосчатых зон (массивы Кемпирсайский, Ключевской, Аккаргинский, Войкаро-Сыньинский, Гологорский, Халиловский, Хабарнинский, Южный Крака). В перидотитовой части этих массивов известно только ограниченное число небольших месторождений.

В менее отчетливо и слабо дифференцированных массивах хромитовые месторождения располагаются в перидотитах, а также в небольших обособлениях дунитов (Верблюжьегорское месторождение, месторождения Алапаевского, Восточно-Тагильского, Уфалейского и Первомайского массивов). При этом часть дунитовых обособлений представляет собой своеобразные каймы вокруг хромитовых тел. Они отличаются по петрохимическим и структурным особенностям от типичных дунитов. По составу акцессорного хромшпинелида в дунитах можно прогнозировать качество ожидаемого хромитового оруденения.

В соответствии с выделенными А. Г. Бетехтиным (1937 г.), Г. А. Соколовым (1948) и Н. В. Павловым (1949) генетическими типами хромитовых месторождений преобладающее большинство концентраций хромитов в уральских ультраосновных массивах относится к группе фузивных, или гистеромагматических, т. е. образовавшихся из остаточных магматических расплавов, обогащенных летучими и рудным веществом. Исключение составляют лишь руды Сарановского массива, имеющие, по С. С. Зимину (1968 г.), раннемагматическое происхождение и являющиеся аналогом хромитов Бушвельдского комплекса.

И. А. Зимин, детально изучавший и разведывавший Сарановские месторождения, также указывал на сопоставимость пород и руд Сарановских месторождений с аналогичными образованиями Бушвельда, однако в связи с небольшим размером рудовмещающих интрузий Сарановского массива И. А. Зимин предполагал возможное переплавление рудных концентраций типа бушвельдских на глубине и последующее выдавливание их по разлому совместно с очень небольшой частью перидотитового расплава за пределы батолита, т. е. он также допускал гистеромагматическое образование Сарановских месторождений (Вахромеев, Зимин и др., 1936).

Гистеромагматические месторождения хромита разделяются на автомагматические и гетеромагматические.

Автомагматическими месторождениями Г. А. Соколов (1948) называет хромитовые концентрации, находящиеся среди пород той магмы, из остаточного расплава которой они образовались. В месторождениях этого типа существует зависимость минерального вида рудообразующего хромшпинелида от состава рудовмещающих пород. Для хромитовых концентраций, расположенных среди перидотитов, свойственны высокоглиноземистые виды — хромпикотит и алюмохромит, для хромитовых концентраций среди дунитов — высокохромистые виды: магнохромит и магнезиальный хромит. При этом на качестве рудообразующих хромшпинелидов существенно сказывается магнезиальность рудовмещающих пород — чем она выше, тем более высокохромисты хромшпинелиды и тем выше основной показатель их качества — отношение содержания  $Cr_2O_3$  к суммарному железу. Для автомагматического типа месторождений характерна близость составов акцессорных и рудообразующих хромшпинелидов и в первую очередь по содержанию  $Cr_2O_3$ . При этом общей чертой всех рудообразующих хромшпинелидов является их большая магнезиальность по сравнению с акцессорными хромшпинелидами (Павлов, 1949; Павлов и др., 1968).

Автомагматические месторождения разделяются на сингенетические и эпигенетические. Сингенетические (ранние гистеромагматические) месторождения образуются из остаточных расплавов с низкой и средней концентрацией рудного вещества. Они кристаллизуются при более высоких температурах, чем богатые рудные расплавы, раньше их и почти одновременно с вмещающей породой. Для них характерно развитие бедно- и средневкрапленных руд, образующих шлиры, линзы, струи, гнезда и неправильные обособления в дунитах или реже в перидотитах, причем в последнем случае они обычно несут маломощную дунитовую кайму. Руды, обычно полосчатые, характеризуются равномерно вкрапленными макро- или микропетельчатыми текстурами. Примером таких рудных тел на Урале могут служить бедновкрапленные руды месторождения в Верхне-Тагильском массиве, Николаевского месторождения в Верхне-Тагильском массиве, а также бедновкрапленные руды месторождения Поляков Камень и Поденный I в перидотитах Алапаевского массива.

Эпигенетические и смешанные син- и эпигенетические месторождения хромитов, имеющие автомагматическую природу, являются наиболее распространенным типом, образующим промышленные концентрации. Для месторождений этого типа характерно преимущественное развитие средне-густовкрапленных и массивных руд, образующих жилобразные шлиры, линзы, полосы, гнезда, жилы и столбы преимущественно в дунитах, а также в гарцбургитах. Последние часто несут дунитовые каймы. Для месторождений этого типа характерно большое разнообразие текстур и структур руд, а также значительные вариации состава рудообразующего хромшпинелида даже в пределах одного руд-

ного участка, что свидетельствует о длительности процесса формирования остаточных рудных расплавов, происходящего на разных этапах становления ультрабазитовых интрузий.

Как показывают исследования А. Е. Малахова и др. (1969) и Н. В. Павлова и др. (1968), в наиболее поздние фазы формирования рудных концентраций имеет место накопление окисного и закисного железа в составе рудообразующего хромшпинелида (месторождение Теплогорское в Верхне-Тагильском и 52-й рудный участок в Ключевском массивах, мелкие рудные тела и прожилки вокруг крупных рудных тел Главного рудного поля Кемпирсайского массива).

В месторождениях син- и эпигенетического типов наряду с равномерным распределением зерен хромшпинелида в густовкрапленных рудах часто встречается и этакситовое распределение, обусловленное разной концентрацией хромита в пределах полос, линз и удлиненных в одном направлении шпиров; характерна перемежаемость грубо- и крупнозернистых руд с мелко- и среднезернистыми, обуславливающая крупнопятнистые, пятнисто-полосчатые, пятнисто-брекчиевые текстуры. Довольно часты здесь орбикулярные и нодулярные руды, образующие самостоятельные рудные тела или слагающие отдельные участки в пятнистых и пятнисто-полосчатых рудах.

Хромитопроявления, сложенные различными по минеральному составу рудообразующими хромшпинелидами, отличаются по структурам и текстурам руд. Высокоглиноземистые хромиты, как правило, имеют массивные текстуры с местными переходами к вкрапленным. Характерно неравномернозернистое сложение их — чередование более мелкозернистых и крупнозернистых участков (месторождения Вершина, Норское, Большая Круглышка и др. в Алапаевском массиве).

Наиболее часто встречающимся структурно-текстурным типом высокохромистых руд кемпирсайского типа является густой равномерный вкрапленник с содержанием 80—85% хромшпинелидов и 15—20% оливина (Павлов и др., 1968). Преобладание руд этого типа представляет важную генетическую особенность месторождений юго-востока Кемпирсайского, Аккаргинского и других массивов (Л. И. Колотилов, 1967 г.).

Что касается структурных особенностей рудных агрегатов, то можно довольно уверенно говорить о преобладающих аллотриоморфных или плохо выраженных гипидиоморфных выделениях хромшпинелида в высокоглиноземистых рудах (месторождения Поляков Камень, Поденный I в Алапаевском массиве и Чуровское I — в Ключевском) и об идиоморфных и гипидиоморфных выделениях с отчетливым проявлением характерных октаэдрических очертаний зерен высокохромистых рудообразующих хромшпинелидов в высококачественных магнезиально-хромитовых и магнохромитовых рудах (месторождения юго-восточной части Кемпирсайского массива, южной части Ключевского и Верхне-Тагильского массивов, Курмановское месторождение в Алапаевском массиве). Структуры рудных агрегатов отражают особенности физико-химических условий кристаллизации остаточных рудных расплавов, являющихся отщеплениями магматических расплавов разного состава (Т. А. Шилова, 1967 г.).

Гетеромагматические месторождения хромитовых руд образуются в тех случаях, когда остаточный рудно-силикатный расплав перемещается в зоны пород, для которых остаточные расплавы данного состава не свойственны. Для хромитовых месторождений этого типа отмечается более высокое содержание хрома в составе рудообразующих хромшпинелидов по сравнению с аксессуарными хромшпинелидами вмещающих пород. Для них характерны те же текстур-



ные особенности руд, что и для эпигенетических автомагматических образований.

Г. А. Соколов относит к числу гетеромагматических месторождений Верблюжьегогорское, залегающее в гарцбургитах, но генетически связанное с дунитами, ряд мелких месторождений хромитов среди дунит-гарцбургитов, гарцбургитов и гарцбургит-лерцолитов в массивах Северный и Южный Крака, Чернореченское месторождение в Уфалейском массиве. А. Е. Малаховым, Б. А. Телегиным и Т. А. Шиловой установлено гетеромагматическое происхождение высокохромистых (магнохромитовых) руд в месторождениях Восточно-Тагильского массива, залегающих в дунит-гарцбургитах (месторождение Мокрое, Титовское, Фарафонтьевское и др.). В гетеромагматических месторождениях довольно часты дунитовые каймы вокруг рудных тел.

Проведенные в последние годы исследования как на Урале, так и в других регионах (Малахов, 1966; Сутурин и др., 1969) позволили установить, что около сплошных и густокрапленных хромитовых тел наблюдаются ореолы редковкрапленных неравномерно распределенных рудообразующих хромшпинелидов, вследствие чего содержание хрома и хромшпинелидов во вмещающих породах (дунитах и гарцбургитах) становится непостоянным и колеблется в широких пределах — от 0,1—0,2 до 1,5—3%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

При статистической обработке химико-аналитических данных установлено значительное увеличение дисперсии хрома, некоторое повышение среднего его содержания за счет примеси рудных хромшпинелидов, увеличение величины асимметрии нормированной кривой распределения, а также повышение коэффициента вариации в гарцбургитах и в особенности в дунитах хромитоносных массивов.

Помимо гистеромагматических месторождений на Урале встречаются сравнительно немногочисленные и небольшие по размерам месторождения хромитовых руд в коре выветривания, представленные элювиальными и делювиальными россыпями (валунчатые руды). Промышленное значение имеют валунчатые руды Сарановских месторождений хромитов.

Минеральный состав хромитовых руд всех рассмотренных генетических типов весьма прост. Главными минералами, образующимися при кристаллизации остаточных рудно-силикатных расплавов, являются оливин и хромшпинелид, содержание которых колеблется в зависимости от степени обогащения расплавов рудным компонентом. Химический состав рудообразующих хромшпинелидов варьирует преимущественно в пределах составов крайних разностей: магнохромит — алюмохромит — хромпикотит (около десятка минеральных разновидностей, отличающихся по содержанию главнейших компонентов). Оливин в рудах имеет весьма постоянный состав, обычно замещается серпентином и представлен реликтовыми зернами. С пневматолито-гидротермальной фазой связано развитие в хромитовых рудах хромдиопсида и хромактинолита, хромовых хлоритов (родохрома и кеммерерита), уваровита, магнетита, карбонатов, брусита и сульфидов (пирротин и пентландит). Иногда наблюдается интенсивное оталькование и карбонатизация руд (Ключевской и Иткульский массивы).

В месторождениях некоторых массивов Среднего и Южного Урала наблюдается интенсивный и разнообразный метаморфизм хромшпинелидов, связанный с аллометаморфическими процессами серпентинизации, оталькования и карбонатизации руд и рудовмещающих пород, что было установлено исследованиями С. А. Кашина, Т. А. Шиловой,



А. С. Варлакова и др. Наиболее характерными параметрами метаморфизма являются переход части закисного железа хромшпинелида в окисное, вынос глинозема и общее повышение железистости хромшпинелида. Процесс метаморфизма обычно выражается в увеличении отношения  $R_2O:RO$ , но иногда проходит и без нарушения стехиометрического состава хромшпинелида с сохранением  $R_2O_3:RO=1$ . Хромшпинелид замещается магнитными новообразованиями, обладающими повышенной отражательной способностью, а иногда и магнетитом.

В рудах зоны выветривания отмечаются гипергенные минералы: опал, халцедон, кварц, аморфный и тонкодисперсный магнетит, доломит, ферромонтмориллонит, арагонит, минералы бурого железняка и др.

### *Месторождения хромитов западного склона Урала*

Сарановские месторождения хромитов располагаются на западном склоне Среднего Урала в Чусовском районе Пермской области в 8 км к северу от ст. Лаки Пермской ж. д.

Сарановский ультраосновной массив, вмещающий месторождения, представлен двумя телами гарцбургитовых серпентинитов, залегающих согласно среди филлитовых и кварц-хлоритовых сланцев кембрийского возраста. Северное тело протяженностью около 2,5 км и шириной 80—250 м имеет субмеридиональное простирание и преимущественно восточное падение. Южное тело длиной около 1,7 км и шириной 40—200 м в центральной части сужено и характеризуется субмеридиональным простиранием и крутым западным падением.

Северное тело, к которому приурочено Главное Сарановское месторождение, имеет полосчатое строение с чередованием параллельно ориентированных полос гарцбургитовых серпентинитов с гипидиоморфнозернистой структурой и полос таких же по составу пород с пойкилитовой структурой. Последние при этом располагаются преимущественно висячем боку месторождения.

Простирание полосчатости в рудовмещающих породах северной части Главного месторождения субмеридиональное ( $355-13^\circ$ ), падение крутое на запад под углом  $80-85^\circ$ . В центральной части оно становится явно северо-западным и характеризуется восточным падением под углом  $65-80^\circ$ . Простирание полосчатости к югу постепенно изменяется от  $345$  до  $310^\circ$ , а падение выполаживается до  $30-40^\circ$ .

Юго-западная часть Северного тела сложена преимущественно дунитовыми, сильно перекристаллизованными серпентинитами, а с востока к нему примыкает небольшой массив габбро, вытянутый также в северо-западном направлении. Жильная серия пород представлена главным образом метаморфизованными диабазами и габбро-диабазами, секущими как серпентиниты, так и рудные тела. Простирание их северо-восточное или близкое к широтному, падение в основном северное под углом  $55-90^\circ$ .

Главное Сарановское месторождение представлено тремя пластообразными рудными телами: Центральным, Западным и Восточным, занимающими центральное положение в структуре массива и залегающими согласно с его полосчатостью параллельно друг другу. Центральное рудное тело, образованное массивными (сплошными) хромитами, имеет протяженность до 1200 м и характеризуется резкими границами с серпентинитами. Мощность его изменяется в значительных пределах — от 3,5 до 22 м, в среднем 11 м. Протяженность Западного

и Восточного рудных тел соответственно 910 и 1150 м, а мощность — 4,2 и 3,3 м.

Восточное рудное тело чаще всего сложено серыми массивными хромитами и имеет резкие контакты с вмещающими их серпентинитами, в то время как для Западного рудного тела в основном характерны пятнистые («очковые») хромиты, почти всегда сопровождающиеся зоной вкрапленных руд. Все три рудных тела сближены. Мощность зон безрудных пойкилитовых серпентинитов между Западным и Центральным рудными телами колеблется от 3 до 15 м, а между Центральным и Восточным рудными телами — от 1 до 10 м.

Пострудными тектоническими подвижками обычно субширотного простираения рудные тела, а также вмещающие их серпентиниты разбиты на отдельные блоки, смещенные максимально до двух-трех десятков метров.

Месторождение оконтурено на флангах. На глубину оно разбурено до 500 м и не обнаруживает сколько-нибудь заметной тенденции к выклиниванию. Более того, в структурном изгибе в центральной части месторождения с глубиной отмечается увеличение мощности рудных тел и появление ряда новых (рис. 114).

Южно-Сарановское месторождение хромитов расположено в 4 км к югу от Главного Сарановского месторождения и приурочено к Южному телу апогардбургитовых серпентинитов. Рудоносная зона также в основном представлена тремя рудными пластообразными телами. Протяженность ее по простиранию 1100 м, по падению она прослежена на 350 м. Внутреннее строение месторождения сильно осложнено дизъюнктивной тектоникой.

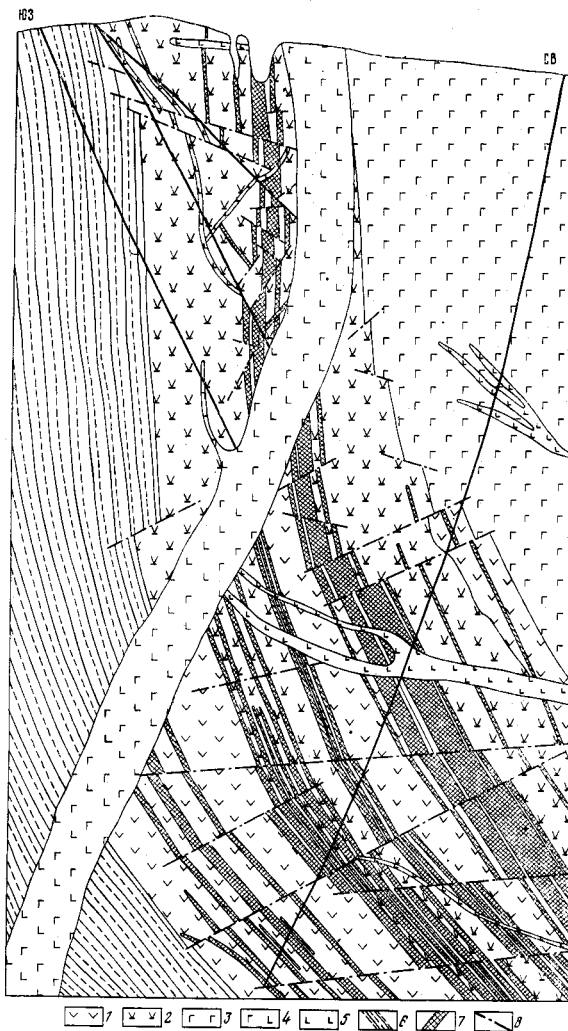


Рис. 114. Геологический разрез Главного Сарановского месторождения хромитов. (По данным Сарановской геологоразведочной партии)

1 — апогардбургитовые серпентиниты гипидиоморфнозернистой структуры; 2 — апогардбургитовые серпентиниты пойкилитовой структуры; 3 — габбро; 4 — габбро-диабазы; 5 — диабазы; 6 — филлитовые, кварц-серицит-хлоритовые сланцы; 7 — хромиты; 8 — тектонические нарушения

В отличие от Главного Сарановского месторождения в Южно-Сарановском рудные тела являются преимущественно слепыми и на поверхности представлены лишь тремя сравнительно мелкими залежами — Любушкино, Пестерь и Бисерское.

Наиболее крупное Центральное рудное тело месторождения прослежено на 900 м по простирацию и более чем на 300 м по падению. Максимальную мощность оно имеет на северном и южном флангах (соответственно 11,8 и 14 м), в средней части мощность его снижается до 1,5—3 м. Рудное тело имеет выход на поверхность лишь в районе Бисерского рудника.

Западное рудное тело имеет аналогичные с Центральным черты строения, но отличается от него меньшими размерами. Мощность рудного тела колеблется от 0,3 до 7 м (район Бисерского рудника). Рудные тела Восточной группы имеют незначительные размеры и не выдержаны по простирацию и падению. Мощность их изменяется от 1—2 до 7 м, в среднем составляя 2—2,5 м.

Состав руд Главного Сарановского месторождения по данным более 4000 определений (В. Ф. Мягков, В. Л. Баталов, 1966 г.) и Южно-Сарановского месторождения согласно средним данным, вычисленным по 300 анализам (А. И. Синяев), представлен в табл. 35.

Таблица 35

**Химический состав руд Сарановских месторождений хромитов  
(в вес. %)**

Компоненты	Главное Сарановское месторождение			Южно-Сарановское месторождение		
	Западное рудное тело	Центральное рудное тело	Восточное рудное тело	Западное рудное тело	Центральное рудное тело	Восточное рудное тело
SiO <sub>2</sub>	6,24	5,11	6,43	6,78	5,78	7,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,23	19,28	20,21			
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37,02	38,68	34,83	36,64	38,07	35,42
FeO <sub>сумм</sub> *	17,74	18,49	18,28	16,54	18,17	16,87
MgO	16,70	14,39	14,71			
CaO	1,26	1,34	1,06	0,67	0,66	0,39
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : FeO <sub>сумм</sub>	2,09	2,09	1,91	2,21	2,09	2,10

\* Суммарное железо в пересчете на закись.

Состав руд того и другого месторождений очень близок, причем особенно большое сходство отмечается в составе хромитовых руд центральных залежей. Согласно результатам опробования, для рудных тел Главного Сарановского месторождения характерно некоторое обогащение хромом руд лежащего бока залежей. С другой стороны, для того и другого месторождения установлено, что качество руд находится в прямой зависимости от мощности рудных залежей: с увеличением мощности качество хромитовых руд улучшается — повышается содержание хрома и уменьшается количество вредных примесей.

Высокое содержание в рудах железа и сравнительно низкое содержание хрома обуславливают возможность применения этих руд лишь в огнеупорной промышленности — для производства хромомagneзитовых огнеупоров для доменных и мартеновских печей, а также для формовки крупного литья.

К числу вредных примесей в рудах Сарановских месторождений относится кальций, содержание которого обычно возрастает около даек

диабазов и габбро-диабазов. Относительно жесткие требования к огнеупорному сырью в отношении максимальной примеси кальция ( $\text{CaO}$  не более 1,0—1,5%) вызывают необходимость частичной селективной разработки и переборки добытых руд.

В настоящее время добыча, равная 197 тыс. т в год, производится лишь на Главном Сарановском месторождении. Суммарные запасы хромитовых руд Сарановских месторождений с учетом запасов по категории  $\text{C}_2$  составляют 20,3 млн. т, что при существующей добыче обеспечивает потребность огнеупорной промышленности на много лет.

### *Месторождения хромитов восточного склона Урала*

На Среднем Урале, в пределах восточного склона, известно несколько хромитоносных ультраосновных массивов, на которых добыча хромитов началась еще в дореволюционное время и продолжалась до 40-х годов текущего столетия.

Количество добытых сплошных хромитовых руд на этих массивах исчисляется обычно первыми тысячами или десятками тысяч тонн. Лишь на Гологорском месторождении, находящемся в 40 км к западу от Свердловска, было добыто около 300 тыс. т хромитов.

Ниже приводится описание основных месторождений хромитов некоторых ультраосновных массивов.

Месторождения хромитов Верхне-Тагильского массива, расположенного в 80 км к северу от Свердловска, находятся в южной существенно дунитовой его части. Сам массив характеризуется субмеридиональным простираем и имеет длину 8 км и ширину 3 км. Севернее, в той же структурно-тектонической зоне, в пределах восточного крыла Тагильского мегасинклинория располагается обширный Восточно-Тагильский массив, а южнее Верхне-Тагильского массива — Верх-Нейвинский, также являющиеся хромитоносными. По И. А. Зимину (Вахромеев и др., 1936), Верхне-Тагильский массив в северной части сложен клинопироксенитами, а в южной — серпентинизированными дунитами, окаймляющимися по периферии массива перекристаллизованными серпентинитами предположительно гарцбургитового состава, а также верлитами.

Наличие среди дунитов массива широтной протоскладчатости, к крыльям которой приурочиваются месторождения хромита, обуславливает и субширотное залегание рудных тел в отдельных узлах рудного поля с различным их падением в зависимости от места в крыльях структуры. В частности, рудные тела месторождений Чудновского, Хромитового I и Самофеевского имеют южное падение, в то время как рудные тела горы Хромовой и 4-го Теплогорского месторождения имеют в основном северное падение. Значительно меньшее число рудных тел обладает меридиональным простираем — Острогорское, Студеновское, Оспенные.

Запасы сплошных и густовкрапленных хромитовых руд в пределах Верхне-Тагильского массива весьма ограничены. Поисково-разведочными работами последних лет в пределах Тюменского и Николаевского месторождений горы Хромовой, а также на Чудновском, Хромитовом I и Острогорском месторождениях выявлены новые незначительные зоны бедных вкрапленных руд с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  от 6,7 до 21,6%.

Концентраты из вкрапленных руд месторождений Верхне-Тагильского массива характеризуются высоким содержанием хрома и чаще всего вполне пригодны для металлургии (табл. 36).

Таблица 36

**Химический состав концентратов из вкрапленных руд месторождений,  
приуроченных к дунитам Верхне-Тагильского массива  
(в вес. %)**

Месторождение	Тип оруденения	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>сумм</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :FeO <sub>сумм</sub>
Чудновское	Средневкраплен- ный	59,48	9,55	15,23	13,67	0,82	3,9
Тюменские Хромитовый руд- ник	"	56,52	9,78	17,50	14,30	1,42	3,23
		58,84	8,81	15,80	14,88	0,90	3,72
Николаевское (юго-западный склон горы Хро- мовой)	Густовкрапленный	56,17	10,98	15,78	15,00	1,66	3,57
Острогорское	Средневкраплен- ный	53,53	9,95	22,70	10,03	2,09	2,36

Месторождения хромитов Первомайского массива, расположенного в 50—70 км к северо-востоку от г. Свердловска, приурочены в основном к его периферии. Массив площадью около 400 км<sup>2</sup> вытянут на 65 км в субмеридиональном направлении и сложен гарцбургитами и апогарцбургитовыми серпентинитами. Последние обычно сопутствуют хромитовым месторождениям и характеризуются меридиональным или широтным простиранием. Дуниты встречаются весьма редко и играют незначительную роль. В геотектоническом отношении Первомайский массив приурочен к Медведевско-Свердловскому мегасинклинию Восточно-Уральского поднятия.

Хромитовые месторождения располагаются почти исключительно среди апогарцбургитовых серпентинитов и пространственно подразделяются на четыре группы: Карасьевскую, рудник «Новое дело», Корельско-Аятскую и Черемисскую. Месторождения расположены обычно группами, на расстоянии 30—200 м друг от друга. Форма рудных тел чаще всего линзовидная. Подавляющее большинство хромитовых тел вытянуто в меридиональном направлении, вдоль простирания массива. Размеры рудных тел колеблются в широких пределах — от 3 до 55 м по простиранию и от 0,5 до 15 м по мощности. Глубина выклинивания 5—50 м. Границы между телами хромитов и вмещающими породами обычно резкие.

Руды Первомайского массива подразделяются на два основных типа: сплошные и вкрапленные. Последние имеют подчиненное значение и обычно слагают залежи залежей сплошных руд.

По составу рудообразующего хромшпинелида выделяются малохромистые (высокоглиноземистые) и среднехромистые разновидности руд. В малохромистом рудообразующем хромшпинелиде содержится Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 38—39%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 22—26%, а в среднехромистом — соответственно 47—49 и 14—20%.

Месторождения с рудами малохромистых хромшпинелидов располагаются в гарцбургитах. Состав сплошных руд этого типа по наиболее крупным месторождениям приведен в табл. 37.



Химический состав руд ряда месторождений (в вес. %)

Месторождение	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}_{\text{сумм}}$	$\text{SiO}_2$	$\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{FeO}_{\text{сумм}}$
Качкинское I	34,94	14,88	10,70	2,35
Качкинское IV	35,75	14,23	5,75	2,51
Серафимовское	33,59	15,32	6,30	2,19

Месторождения с рудами среднехромистых хромшпинелидов приурочены к центральной и северной частям массива. К ним относятся месторождения: «Новое дело», Петуховское, Корельское и ряд месторождений Карасьевской группы. Для них характерно присутствие аподунитовых серпентинитов в периферических частях хромитовых тел. Месторождения этого типа слабо изучены. В связи с более высокохромистым составом хромшпинелидов они заслуживают наибольшего внимания.

Общие перспективы Первомайского массива, по данным П. В. Нечаева, определяются в 1 млн. т хромитовых руд.

Алапаевский ультраосновной массив располагается в западном крыле Алапаевско-Теческого мегасинклинория, близ его границы с Восточно-Уральским поднятием, в 20 км к западу и юго-западу от г. Алапаевска. По размерам массив наиболее крупный среди ультраосновных интрузий Среднего Урала: протяженность его с северо-запада на юго-восток около 80 км, ширина в центральной части достигает 15 км. Общая площадь выходов ультраосновных пород превышает 500 км<sup>2</sup>. По геолого-геофизическим данным массив круто падает на восток.

Согласно исследованиям П. М. Татарина и Г. М. Красновского (1940 г.), К. К. Золоева (1967) и данным крупномасштабных съемок массив сложен в основном гарцбургитами и соответствующими им по составу серпентинитами. Дуниты имеют подчиненное развитие и наиболее широко распространены в западной половине центральной части массива, слагая ряд полей и полос в гарцбургитах. К северо-востоку от центральной части Алапаевского массива располагается габбровый массив, на контакте с которым развиты перидотиты типа верлитов.

В пределах ультраосновного массива известно более 100 месторождений и рудопроявлений хромита, около половины из которых выявлены в последние годы в процессе проведения съемочных и поисково-разведочных работ на различные виды минерального сырья. Наиболее изучены месторождения хромитов среди гарцбургитов восточной половины центральной части массива. Многие из них являлись ранее объектами эксплуатации. В месторождениях массива (по данным А. Е. Малахова, Б. А. Телегина, Т. А. Шиловой) выделяется три типа руд:

1) с малохромистым хромшпинелидом, содержащим  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  38,4—44,6%, и всегда высоким количеством глинозема — от 18,6 до 25% (месторождения Вершина р. Алапаихи, Поденный I, Горемычное, Поляков Камень, Островное и др.);

2) со среднехромистым хромшпинелидом, содержащим  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  46,9—48,7% при колеблющемся количестве глинозема — от 10,45 до 20,44% (месторождения Сусанское, Шакирзяновское, Норское II);

3) с высокохромистым хромшпинелидом, содержащим  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  50—55,8% и небольшим количеством (до 12%) глинозема (месторождения Курмановское, Вкрапленное, Малокаменное).

Преобладающее большинство известных Алапаевских месторождений относится к первому типу. Месторождения с мало- и среднехромистым типами руд залегают в гарцбургитах и распространены главным образом в восточной половине центральной части массива, образуя две сравнительно обособленные группы — северную и южную.

В северную группу месторождений, расположенную на северо-востоке более широкой части массива, входят наиболее крупные месторождения — Вершина р. Алапаихи и III Поденный рудник, открытые еще в прошлом столетии и неоднократно эксплуатировавшиеся, а также ряд более мелких рудопроявлений. Территориально они тяготеют к д. Ключи и ж.-д. ст. Ясашная. К южной группе месторождений хромитов относятся месторождения Поляков Камень, Норские, Круглышка и ряд других. Все они располагаются в южной половине центральной части массива, в районе пос. Асбестовского и д. Мелкозерово. Для месторождений северной группы характерно северо-восточное простирание рудных тел при крутом падении на северо-запад и реже на юго-восток (месторождение Поденный I). Рудные тела месторождений южной группы имеют как северо-восточное, так и субширотное простирание с доминирующим крутым (под углом 65—85°) падением на северо-запад и реже на север. Ряд мелких месторождений находится среди гарцбургитов в пределах различных частей массива. Некоторые рудные тела описываемых месторождений нередко сопровождаются своеобразными дунитовыми оторочками небольшой мощности. Изучение состава акцессорного хромшпинелида из таких дунитов месторождения Поденный I показало, что он близок к составу рудного и акцессорного хромшпинелидов в гарцбургитах и является малохромистым (высокоглиноземистым).

Подавляющее большинство рудных тел в месторождениях описываемого типа имеют жилообразную форму и в результате воздействия послерудной тектоники разбиты на отдельные, иногда весьма мелкие, блоки.

Размеры рудных тел, как правило, небольшие. Их протяженность не превышает 10—20 м при мощности, измеряемой обычно всего 1—3 м. Лишь в месторождениях Вершина р. Алапаихи и III Поденный рудник протяженность рудных залежей достигает 200 м при мощности до 10—12 м.

Для месторождений этого типа характерно наличие массивных и густовкрапленных разностей руд. Менее распространены редко- и средневкрапленные руды (месторождение Поляков Камень, Поденный I и др.).

Рассмотрим строение двух наиболее крупных и детально разведанных месторождений этого типа.

Месторождение Вершина р. Алапаихи расположено в краевой части северной половины Алапаевского массива, в 700 м к югу от обширного поля габброидов, примыкающих с северо-востока к ультраосновному массиву. Участок месторождения сложен гарцбургитовыми серпентинитами. Дуниты и аподунитовые серпентиниты встречаются в виде шлиров и полос северо-западного простирания среди серпентинизированных гарцбургитов и в общем имеют незначительное распространение.

Тела сплошных хромитов образуют четыре группы обособленных пластообразных и линзовидных тел северо-восточного простирания, раз-

битых пострудными нарушениями северо-западного направления на серию блоков. Месторождение прослежено скважинами до глубины 150 м. Согласно подсчету А. Н. Бурковского (П. М. Татаринова, Г. М. Красновский, 1940 г.), запасы хромитовых руд в этом месторождении составляют более 100 тыс. т при среднем содержании  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  38,6%.

Месторождение хромитов III Поденный рудник располагается к юго-востоку от месторождения Вершина р. Алапаххи и представляет субширотную полосу серпентинизированных гарцбургитов длиной до 600 м и шириной 30—40 м, в пределах которой размещаются все известные рудные обособления. Рудные тела также характеризуются северо-восточным простиранием и крутым северо-западным падением. Влияние дизъюнктивных деформаций здесь проявилось весьма сильно: рудные залежи представляют собой тектонические блоки длиной по простиранию и падению от нескольких до 80 м при мощности от 1—2 до 10 м.

Запасы сплошных руд III Поденного рудника составляют около 180 тыс. т при среднем содержании окиси хрома 36,01%.

Химический состав сплошных хромитовых руд этих двух наиболее крупных месторождений по данным П. М. Татаринова и Г. М. Красновского (1940 г.) приводится в табл. 38.

Таблица 38

Химический состав руд месторождений Вершина р. Алапаххи и III Поденный рудник (в вес. %)

Месторождение	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}_{\text{сумм}}$	$\text{MgO}$	$\text{SiO}_2$	$\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{FeO}_{\text{сумм}}$
Вершина р. Алапаххи	42,27	23,02	16,21	16,24	1,16	2,61
" "	35,06	22,71	17,27	17,46	3,69	2,03
" "	38,13	25,83	17,06	16,36	1,64	2,24
III Поденный рудник	38,48	23,59	15,43	16,72	2,52	2,49
" "	37,68	21,86	16,30	16,74	5,86	2,31
" "	35,65	21,29	16,18	17,99	5,37	2,20
" " (среднее)	36,01	—	15,63	—	—	2,30

По данным П. М. Татаринова и Г. М. Красновского (1940 г.), суммарные запасы хромитовых руд такого типа в 16 месторождениях Алапаевского массива составляют 686 тыс. т, однако, по мнению названных исследователей, есть все основания оценивать суммарные возможные запасы в 1 млн. т.

Все месторождения и рудопроявления с высокохромистым составом рудообразующего хромшпинелида были выявлены лишь в 1961—1966 гг. при проведении детальных геологосъемочных и тематических работ на хромиты. Они приурочены к дунитовым телам и полям западной половины центральной части массива. Среди них можно отметить Малокаменное месторождение на севере, Вкрапленное и Курмановское месторождения на юге. Акцессорный хромшпинелид дунитов, вмещающих эти месторождения, так же как и рудообразующий хромшпинелид, представлен высокохромистой разновидностью. Руды месторождений в основном вкрапленные с преобладанием редко-среднекрапленных разновидностей. Менее распространены сплошные и густовкрапленные руды.

Наиболее изученным в этой группе месторождений является Курмановское; представленное серией параллельных рудных тел мощностью от 1—3 до 10—15 м и длиной от нескольких десятков до 700 м. Рудные тела залегают в аподунитовых серпентинитах и отделены друг от друга пачками чередующихся аподунитовых серпентинитов, серпентинитов по пироксеновым дунитам (3—10% энстатита) и апогарцбургитовых серпентинитов, мощность которых изменяется от 6 до 30 м. Форма рудных

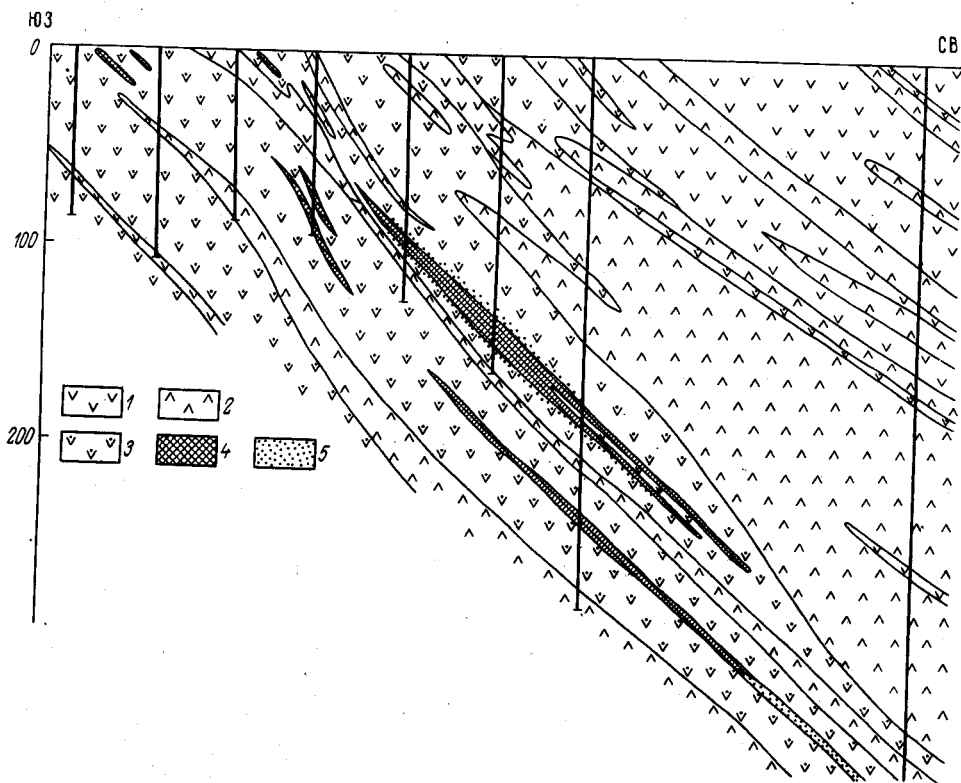


Рис. 115. Геологический разрез Курмановского месторождения хромитов. По Б. А. Телегину

1 — апогарцбургитовые серпентиниты; 2 — серпентиниты по пироксеновым дунитам; 3 — аподунитовые серпентиниты; 4 — хромитовые вкрапленные руды; 5 — хромитовая минерализация

тел преимущественно плоско-линзообразная, однако иногда наблюдаются и короткие линзы (рудное тело 3).

Простираение рудных тел субширотное, падение в основном на северо-восток под углом 45—60°. Однако в южной части месторождения выявлено как северо-восточное, так и пологое (под углом 15—30°) юго-западное падение хромитовых тел. Это, по-видимому, связано с наличием здесь складки антиклинального характера.

Наибольшую протяженность по падению имеет слепое рудное тело 8. Длина его по падению более 300 м при максимальной мощности до 11 м (рис. 115). По простираению рудное тело 8 пока не прослежено.

Максимальной протяженностью по простираению обладает рудное тело 1, длина которого достигает 700 м при мощности 3—12 м.

Руды Курмановского месторождения в основном редко- и средне-вкрапленные; густовкрапленные, сплошные разности наблюдаются лишь в виде небольших линз и шлиров. По текстурному рисунку преобладают

орбикулярные и полосчатые. Полосчатость в основном совпадает с ориентировкой рудных тел. Вокруг рудных тел развиты зоны минерализации с содержанием 3—10% зерен хромшпинелида. Мощность их колеблется от 0,8 до 4 м. Согласно предварительному подсчету, выполненному Т. А. Марковым, ориентировочные запасы руд по Курмановскому месторождению составляют более 6 млн. т со средним содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  15—17%, в том числе по рудному телу 8 около 2,8 млн. т с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  около 17%.

Месторождение имеет перспективы по простиранию и на глубину.

Концентраты из вкрапленных руд описываемой группы месторождений характеризуются высоким содержанием хрома и вполне пригодны для металлургической промышленности (табл. 39).

Таблица 39

Химический состав концентратов из вкрапленных руд месторождений Курмановского и Вкрапленного (в вес. %)

Месторождение	Тип оруденения	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}_{\text{сумм}}$	$\text{MgO}$	$\text{SiO}_2$	$\text{Cr}_2\text{O}_3:\text{FeO}_{\text{сумм}}$
Курмановское	Средневкрапленный	51,50	11,74	17,93	14,63	1,42	2,87
	Густовкрапленный	52,89	10,28	15,79	15,11	3,00	3,35
Вкрапленное	Средневкрапленный	53,27	11,94	19,68	13,44	1,50	2,71

Таким образом, высокохромистые руды месторождений, связанные с типичными дунитами, наиболее широко развиты в западной половине центральной части Алапаевского массива и представляют несомненный интерес.

В процессе проведения разведочных работ на этой площади запасы их могут быть значительно увеличены.

Хромитовые месторождения Ключевского массива располагаются в 35 км к юго-востоку от г. Свердловска. Сам массив лакколитообразной формы залегает в филлитовых, углисто-глинисто-кремнистых и слюдисто-кварцитовых сланцах, несколько вытянут в меридиональном направлении и имеет площадь около 100 км<sup>2</sup>.

По геофизическим данным наибольшая мощность его (более 4—5 км) устанавливается в центральной и южной частях. Массив в основном сложен гарцбургитами, пироксеновыми дунитами и дунитами в различной степени метаморфизованными. Дуниты занимают нижнюю часть его и обнажаются главным образом на юге и юго-востоке (рис. 116). Между дунитовой и существенно гарцбургитовой частями массива имеется зона перемежаемости этих пород. Пироксеновые дуниты тесно связаны с гарцбургитами как пространственно, так и взаимными переходами. У западного контакта массива развиты клинопироксениты, верлиты и габбро. Широко развиты тальк-карбонатные породы, образование которых связано, вероятно, с влиянием на ультрабазиты гранитоидной интрузии, располагающейся к югу и юго-востоку от массива. Из жильных пород распространены лампрофиры диоритового состава и пироксениты.



Хромитовые тела встречаются как в дунитах, так и в гарцбургитах, однако промышленный интерес представляют лишь месторождения вкрапленных руд, расположенные в южной дунитовой части массива. Согласно данным крупномасштабного картирования в южной части массива выделяется синклиналичная структура. Южное ее крыло слагают рудоносные зоны месторождений: Светлогорского, Ревдинского, Первомайского, Заячьего и Козловско-Самохваловских. Простирание этих зон изменяется от субширотного с падением в основном на север до субмеридионального с преобладающим западным падением. К северному кры-

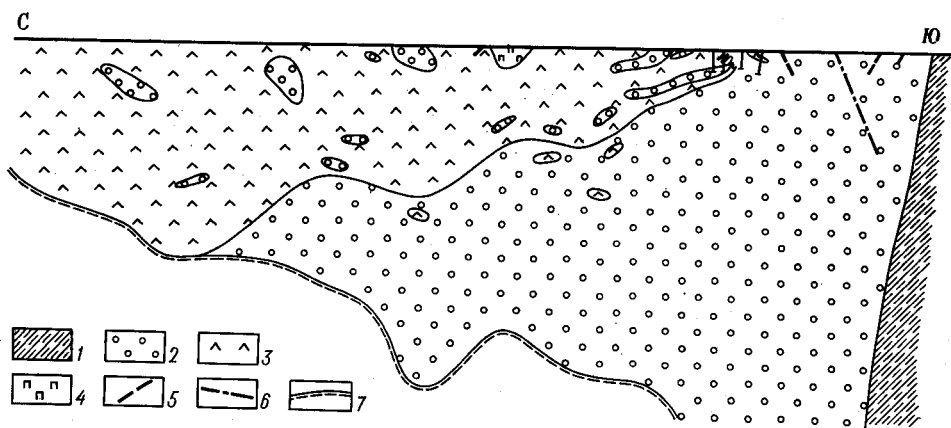


Рис. 116. Геологический продольный разрез Ключевского массива. (По данным Пышминской КГГЭ с дополнениями Б. А. Телегина)

1 — эффузивно-осадочные породы; 2 — дуниты метаморфизованные и серпентиниты аподунитовые; 3 — перидотиты (гарцбургиты) и серпентиниты апоперидотитовые; 4 — пироксениты; 5 — хромитовое оруденение; 6 — тектонические нарушения; 7 — глубинный контур массива по геофизическим данным

лу структуры относятся Поскотинское месторождение и рудоносные зоны участков 9, 38 и 52 (рис. 117).

Наибольший промышленный интерес представляют четыре участка — Ревдинский, Первомайский, Козловско-Самохваловский и Барсучьи Ямы.

*Ревдинский участок* находится в юго-западной части структуры, в 150 м к юго-востоку от слияния рек Исети и Сысерти. Большая часть участка сложена серпентинизированными дунитами, среди которых вскрыта рудная зона, состоящая из ряда линзовидных рудных тел. По простиранию она прослежена на 1 км, а по падению до глубины 250 м. Средняя мощность ее 30—40 м. Простирание Ревдинской рудной зоны широтное, падение крутое северное. Рудная зона разбита тектоническими нарушениями на ряд блоков с амплитудой смещения до 20—50 м и более. Для фланговых частей рудных тел Ревдинского участка (как и для рудных тел большинства других участков массива) характерно наличие зон хромитовой минерализации.

Руды Ревдинского участка в основном редковкрапленные полосчатой текстуры и мелкозернистой структуры. Полосчатость совпадает с направлением рудных тел. Общие запасы вкрапленных руд в пределах Ревдинской рудной зоны до глубины 250 м составляют 14,3 млн. т со средним содержанием  $Cr_2O_3$  8,05%.

*Первомайский участок* располагается к юго-востоку от Ревдинского и примыкает к поселку Двуреченск. В его пределах среди серпентинизированных дунитов выявлена Главная рудоносная зона протяженно-

стью 800 м и мощностью до 100 м. По падению она прослежена на 300 м. Согласно последним данным, Первомайская рудоносная зона представлена серией вытянутых линз с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  от 5 до 15%. Размер линз колеблется по простиранию и падению от нескольких десятков до 250 м при мощности от 2—5 до 20—25 м (рис. 118). При общем субширотном простирании для рудных линзовидных тел характерно как северное, так и южное падение под углами от 40 до 80°. В лежачем боку

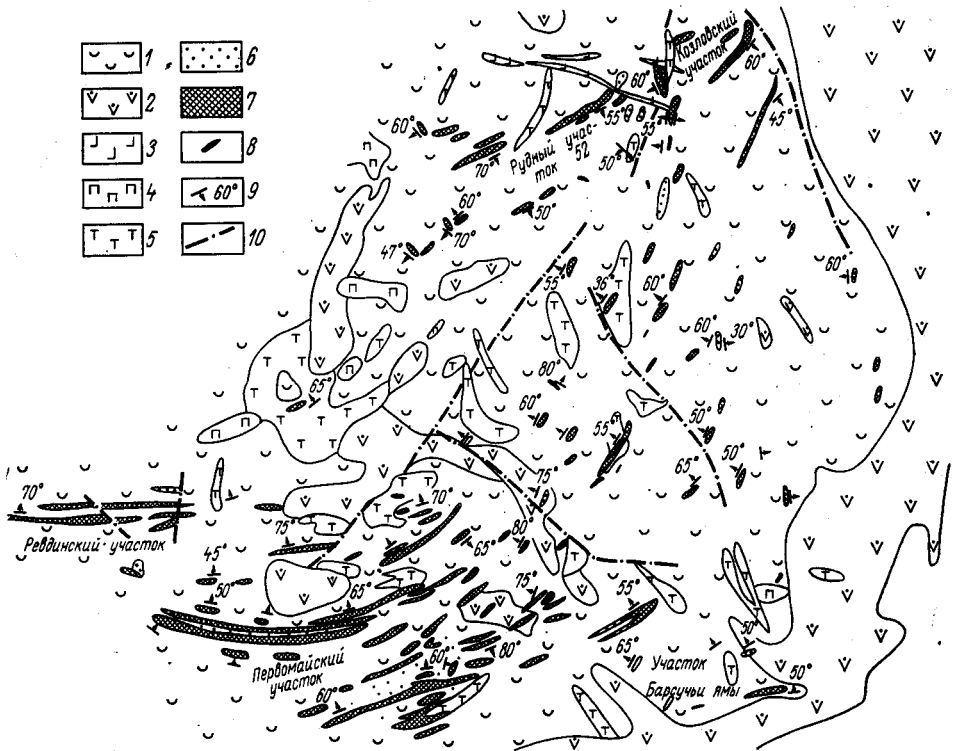


Рис. 117. Схематическая геологическая карта южной части Ключевского массива.  
По Б. А. Телегину

1 — дуниты серпентинизированные; 2 — аподунитовые серпентиниты; 3 — лампрофиры; 4 — пироксениты; 5 — тальк-карбонатные породы; 6 — хромитовая минерализация; 7 — редко-среднекрапленые хромитовые руды; 8 — густовкрапленные и массивные хромиты; 9 — элементы залегания рудных тел и полосчатости; 10 — тектонические нарушения.

Главной зоны имеется ряд более мелких зон. Руды в основном редко-крапленные. Общие их запасы до глубины 250 м составляют 14,8 млн. т при среднем содержании  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  9,33% и минимальном — 5%.

На Козловско-Самохваловском участке имеется ряд рудоносных зон, залегающих среди метаморфизованных дунитов и местами смятых в складки и смещенных дизъюнктивными нарушениями. Размеры отдельных рудных тел по простиранию и падению достигают 50—100 м при мощности от 1—3 до 5—10 м. Хромитовые руды представлены редко- и среднекрапленными и в меньшем количестве густовкрапленными и сплошными разностями.

Рудная зона месторождения Козловского I имеет юго-восточное простирание и падение на юго-запад под углом 50—60°. Длина ее по простиранию более 120 м, мощность до 10—20 м. Зона сложена редко- и среднекрапленными рудами полосчатой текстурой с линзами густовкрапленного и массивного хромита. Запасы руд Козловско-Самохва-

ловских месторождений оцениваются в 0,6 млн. т со средним содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  23,6%.

На участке *Барсучьи ямы* оруденение приурочено к дунитовым серпентинитам. Рудная зона состоит из трех крутопадающих на север хромитовых тел линзовидной формы протяженностью от 75 до 130 м и мощ-

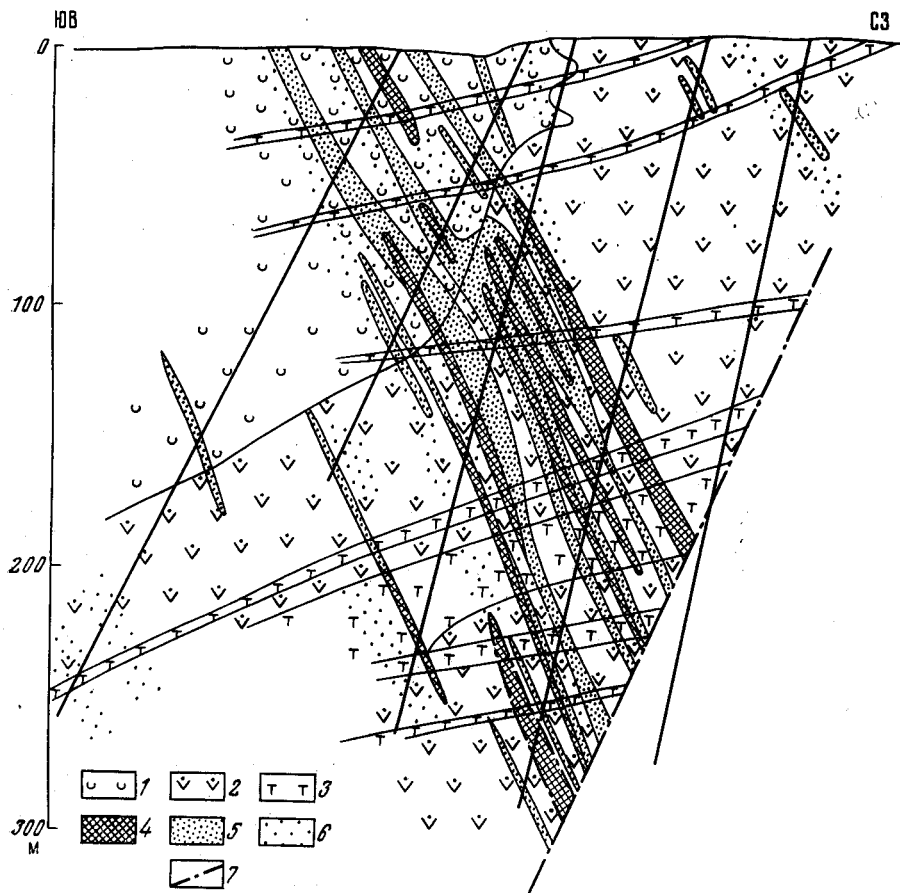


Рис. 118. Геологический разрез Первомайского месторождения хромитов.  
По Б. А. Телегину

1 — дуниты серпентинизированные; 2 — аподунитовые серпентиниты; 3 — тальк-карбонатные породы; 4 — редковкрапленные хромиты ( $\text{Cr}_2\text{O}_3 > 10\%$ ); 5 — то же ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  5—10%); 6 — хромитовая минерализация ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  2—5%); 7 — тектонические нарушения

ностью 2,5—4 м. Руда в основном редковкрапленная со шлирами густовкрапленной и массивной. Ориентировочные запасы руд составляют 0,45 млн. т.

Таким образом, суммарные запасы хромитовых руд по наиболее крупным участкам южной части Ключевского массива до глубины 250 м составляют более 38 млн. т со средним содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  около 9%. Однако на этих глубинах полного выклинивания рудных зон не установлено, в связи с чем запасы могут быть значительно увеличены.

Руды Ключевского массива метаморфизованы. Наиболее метаморфизованные разности их характерны для района Ревдинско-Первомайских месторождений и рудного участка 67. Хромшпинелиды руд южной дунитовой части массива относятся к высокохромистой (малоглино-

земистой) разности, но с несколько повышенным содержанием железа (табл. 40).

Таблица 40

**Химический состав хромшпинелидовых концентратов из вкрапленных руд Ключевского массива (в вес. %)**

Месторождение	Тип оруденения	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>сумм</sub>	MgO	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :FeO <sub>сумм</sub>
Козловское 1-е	Густовкрапленный	56,55	8,56	19,04	13,84	0,82	2,97
Козловское 2-е	Средневкрапленный	57,22	8,54	19,07	12,64	1,74	3,01
Рудный участок 52	"	54,97	13,86	16,16	13,05	1,14	3,40
Первомайское 2-е	"	54,72	7,71	19,82	12,26	2,20	2,76
Барсучьи Ямы	Густовкрапленный	55,19	9,36	18,14	14,65	0,80	2,76

Технологические исследования вкрапленных руд Ключевского массива, проведенные институтом «Уралмеханобр», показали хорошую обогатимость их гравитационным методом.

Хромитовые месторождения Верхне-Уфалейского и Каркодинского массивов располагаются в 10—15 км к северу и северо-западу от г. Верхний Уфалей. Обширный Верхне-Уфалейский ультраосновной массив в основном сложен гарцбургитовыми серпентинитами и лишь северо-западная часть его представлена дунитами и дунитовыми серпентинитами, образуя морфологически обособленный Каркодинский массив.

Песчанское и Волчьегорское месторождения представляют собой согласно залегающие в восточной части Верхне-Уфалейского массива жильобразные залежи протяженностью до 60 м и мощностью от 2 до 8 м, сильно разбитые дизъюнктивными нарушениями и смещенные в виде блоков как по простиранию, так и по падению. Вмещающими породами являются серпентинизированные гарцбургиты, которым иногда сопутствуют дуниты. Руды чаще всего массивные, меньше распространены вкрапленные. Запасы их (84 тыс. т по категории С<sub>2</sub>) на балансе не считаются.

В пределах Каркодинского массива насчитывается девять месторождений, представленных чаще телами сплошных руд, а также крутопадающими жильобразными телами вкрапленных хромитовых руд северо-западного и северо-восточного простираний протяженностью от 15 до 50 м и мощностью от 0,7 до 3,5 м. Состав сплошных руд ряда месторождений Верхне-Уфалейского и Каркодинского массивов представлен в табл. 41.

Среди многочисленных сравнительно небольших массивов ультраосновных пород, расположенных к югу от Челябинска, наибольшей хромитоносностью обладают Верблюжьегорский и Успенковский массивы.

В пределах Верблюжьегорского массива, площадь которого составляет около 50 км<sup>2</sup>, известно 46 месторождений и рудопроявлений хромитов. Сам массив представляет серповидной формы интрузивную залежь, вытянутую в субмеридиональном направлении, длиной около 16 км и шириной от 1,5 до 2 км на севере и 5—6 км на юге. Массив почти целиком сложен гарцбургитовыми серпентинитами. Дуниты встречаются редко и только в зонах хромитовых месторождений, которые распределены крайне неравномерно. Подавляющее большинство их (32) со-

Таблица 41

## Химический состав руд месторождений Верхне-Уфалейского и Каркодинского массивов (в вес. %)

Массив	Месторождение	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>сумм</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :FeO <sub>сумм</sub>
Верхне-Уфалейский	Северо-Песчанское	41,24	13,61	5,12	3,03
	Средне-Песчанское	42,96	16,13	4,58	2,67
"	Южно-Песчанское	46,99	14,30	5,37	3,28
Каркодинский	№ 2	48,31	19,14	4,42	2,52
	№ 5	42,40	13,47	7,75	3,15
	№ 9	41,65	14,81	7,59	2,81

средоточено в юго-восточной части массива, в пределах Главного рудного поля, на площади 3 км<sup>2</sup>.

Почти все рудные тела имеют меридиональное простирание при крутом восточном падении и линзовидную или жиллообразную форму. Длина их по простиранию колеблется от 15 до 100—245 м при мощности от 1,5 до 5—16 м. Тектоническими нарушениями рудные тела часто разорваны на блоки со смещением нередко до нескольких десятков метров. Руды обычно сплошные с содержанием Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 40% и отношением Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : FeO<sub>сумм</sub> более 2,5.

К началу 40-х годов почти все месторождения хромитов, выходящие на поверхность, были выработаны. В связи с этим наибольший интерес представляет месторождение 10а, находящееся в юго-восточной части массива, в 6 км к югу от ж.-д. ст. Каргалы. Линзовидное рудное тело месторождения 10 а разбито на многочисленные блоки, перемещенные друг относительно друга в вертикальном и горизонтальном направлениях. Выделяется три основных блока. Блок А расположен непосредственно под наносами. Блок В опущен на 13 м по отношению к блоку А и сдвинут на 8 м к востоку. Блок С, состоящий из двух залежей — верхней и нижней, опущен на 27 м и сдвинут к востоку на 34 м. К настоящему времени верхняя часть месторождения 10а выработана. Нижняя часть месторождения 10а вытянута в широтном направлении на 115 м при падении на север-северо-восток под углом 27—35°. Длина залежи по падению 65 м, мощность 10—13 м (рис. 119). Руды сплошные. Средний состав руд (в %): Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 40,69; FeO<sub>сумм</sub> 15,47; SiO<sub>2</sub> 5,55; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : FeO<sub>сумм</sub> 2,63. Руды вполне пригодны для выплавки феррохрома. Запасы руд по залежи составляют по категории В 55,6 тыс. т и по категории С<sub>1</sub> — 166,2 тыс. т.

Ряд небольших месторождений хромитов отмечается в центральной части Успеновского серпентинитового массива, расположенного в 40 км к северу от Верблюжьегогорского массива. Массив имеет локколитообразную форму и вытянут в субмеридиональном направлении: длина его по простиранию около 15 км, максимальная ширина до 6 км. Общая площадь около 70 км<sup>2</sup>.

Успеновский массив в основном сложен гарцбургитовыми серпентинитами, которые на глубине более 250 м в центральной части, судя по данным структурного бурения, переходят в малопироксеновые разности (энстатита 9—13%). Дуниты встречаются в виде единичных маломощных тел.

Месторождения хромитов представляют собой серию небольших линзовидных тел сплошных руд в рассланцованных дунитовых серпентинитах. Длина тел составляет 7—25 м при мощности 0,1—2,0 м. Со-



держание окиси хрома в рудах достигает 47—49%, а  $\text{FeO}_{\text{сумм}}$  13—13,5%. Отношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{FeO}_{\text{сумм}}$  составляет обычно больше трех, т. е. руды вполне пригодны для металлургической промышленности.

Средний и Южный Урал является единственным районом Советского Союза, где издавна производилась добыча хромитовых руд. В настоящее время Кемпирсайские и Сарановские месторождения вполне удовлетворяют нужды металлургической, химической и огнеупорной промышленности, но в связи с ростом потребления хромитов промышленностью проблема поисков новых месторождений хромитов на Урале с каждым годом становится все более и более актуальной.

На основе проведенных геологических работ и тематических исследований следует рассматривать в качестве наиболее перспективных в отношении их рудоносности Ключевской, Алапаевский, а также Верхне-Нейвинский и Муслюмовский массивы на Среднем Урале. Ключевской ультраосновной массив обладает значительными запасами легкообогатимых средне- и редковкрапленных хромитовых руд. На Алапаевском массиве наиболее перспективными для поисков высококачественных хромитовых руд являются площади развития дунитов и аподунитовых серпентинитов в западной части массива, где располагаются известные рудопроявления и месторождения высокохромистых руд — Курмановское, Малокаменное и Вкрапленное.

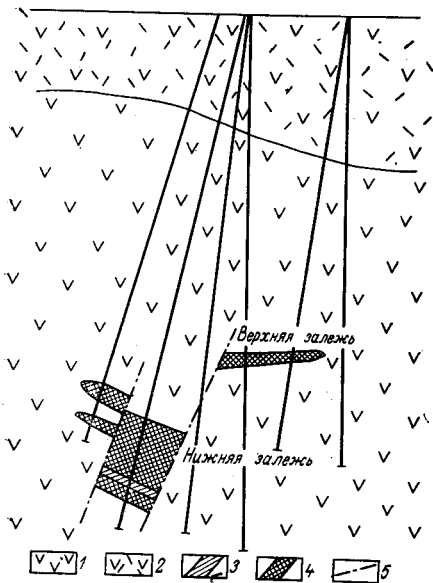


Рис. 119. Геологический разрез Верблюжьегогорского месторождения хромитов. По З. Р. Мазур

1 — апогарбуржитовые серпентиниты; 2 — карбонатизированные серпентиниты; 3 — хромитовые породы; 4 — сплошные хромитовые руды; 5 — тектонические нарушения

Муслюмовский массив, располагающийся в структурном изгибе и сложенный в южной части существенно дунитовыми фациями ультрабазитов, также следует отнести к числу весьма перспективных. Об этом свидетельствуют находки в нем проявлений средневкрапленных руд. Существенную помощь может оказать постановка в южной части массива детальных геофизических исследований.

К числу перспективных массивов следует отнести и группу массивов Серовско-Невьяновского пояса: Устейский, Кольский и Вагранский. Ранее известные месторождения немногочисленны, но руды (сплошные и в меньшей мере вкрапленные) характеризуются довольно высоким содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — до 51%. В связи с тем, что массивы имеют дунит—гарбуржитовый состав, а также более древний — силурийский — возраст, можно ожидать в этих массивах высокохромистый тип оруденения.

Заслуживают внимания и южноуральские — Варшавский и Наследницкий (Каменодольский) — массивы, имеющие структурное и возрастное положение, близкое к Верблюжьегогорскому массиву. Близки они и по петрографическому составу пород, а также по характеру хромитового оруденения.

# НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

## **УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЛАВНЕЙШИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ УРАЛА**

Месторождения неметаллических полезных ископаемых широко распространены на Урале. Промышленное значение имеют месторождения вермикулита, различных видов асбеста, талька, магнезита, графита, кианита и андалузита, абразивного сырья (корунда, наждака, граната, кремня), кварца, каолина, керамических пегматитов, драгоценных полудрагоценных и поделочных камней. Нерудное сырье для металлургической промышленности представлено месторождениями флюсовых известняков, доломитов, формовочных песков, огнеупорных глин, кварцитов, а химическое сырье — месторождениями калийных, магниевых и поваренных солей, самородной серы, фосфоритов, апатитов, волконскоита. Особенно широко распространены на Урале различные месторождения строительных материалов: известняков, мергелей и глин для производства цемента, облицовочных и строительных камней, песка и гравия, глин грубой керамики (кирпичных, керамзитовых), гипса и ангидрита, минеральных пигментов и других полезных ископаемых (табл. 42). Ниже приводится характеристика основных эпох формирования различных групп месторождений неметаллов и особенности минерогенеза в связи с тектоно-магматическим развитием Уральской геосинклинальной системы.

**В архейско-раннепротерозойскую металлогеническую эпоху,** отвечающую циклу догеосинклинального развития Урала и фиксирующуюся выходами тараташской свиты как древнего кристаллического фундамента Русской (Восточно-Европейской) платформы (Соболев, 1963, 1969), в результате регионального метаморфизма песчано-глинистых отложений образовался сложный комплекс кристаллических сланцев, гнейсов и мигматитов. С этим комплексом генетически и пространственно связаны месторождения и проявления кварцита, силлиманитовой минерализации и граната в гранат-биотитовых гнейсах.

С верхнего протерозоя и по поздний палеозой включительно Урал переживал геосинклинальное развитие.

С начальными этапами **позднедокембрийско-кембрийской металлогенической эпохи,** соответствующей одноименному тектоно-магматическому циклу, начавшемуся с прогибаний земной коры на западном склоне Южного Урала, связано мощное осадконакопление магнезиальных, карбонатных и терригенно-карбонатных отложений. В бурзянское время в морском бассейне лагунного типа в условиях аридного климата происходило осаждение доломитов и магнезитов (Гарань, 1954). Магнезиитообразование в осадках карбонатной формации, начавшееся в области южной части современного Тараташского антиклинория, в последующем продолжилось южнее и западнее (Бакальский и Катав-Ивановский районы), а затем уже в юрматинское время — восточнее, охватив области современного Уралтауского мегантиклинория (Златоустовский район). Такое смещение в пространстве магнезитоносных фаций свидетельствует

## Этапы формирования месторождений главнейших неметаллических полезных ископаемых Урала и их геологическая позиция

Металлогенические (минерогенические)		Генетические типы месторождений	Вмещающие породы	Связь с магматизмом, метаморфизмом и другими процессами рудообразования; факторы образования месторождений	Положение в основных геотектонических структурах Урала	
Эпохи	Этапы					
Платформенного развития Урала)	Плиоценово-четвертичный	Аллювиальные и аллювиально-пролювиальные россыпи горного хрусталя, кварца, драгоценных камней, граната, кварцевых песков и гравия	Песчаные, песчано-глинистые и глинисто-песчано-гравийные толщи русловых и озерных отложений	Физическое выветривание коренных горных пород и перемыв древних рыхлых осадков с образованием цокольных и пойменных аккумулятивных террас в условиях небольших подвижек земной коры	Современная широтная речная сеть в области антиклинальных главным образом «гранитных» поднятий, а также в Зауралье и Приуралье	
	Среднеолигоценно-миоценовый	Осадочные	Элювиально-делювиальные и аллювиальные россыпи горного хрусталя, кварца, драгоценных камней, кварцевых песков и гравия  Месторождения огнеупорных глин каолинит-монотермитового состава (Берлинское, Нижне-Увельское, Бускульское)  Месторождения фосфоритов (Антоново-Липовское)	Песчано-глинистые и глинисто-песчано-гравийные толщи русловых отложений  Песчано-глинистые континентальные отложения наурзумской свиты верхнего олигоцена  Песчано-глинистые отложения	Развитие олигоценовой коры выветривания (каолиновой), многократный перемыв ее, а также осадков мезозойских депрессий, привносимых с окружающих междуречий, с образованием аллювия террас верхнего комплекса  Размыв продуктов каолиновой коры выветривания с переотложением в пресноводных озерах  Размыв и переотложение первично-морских фосфоритов	Древняя меридиональная, частично современная широтная речная сеть в основном в пределах западного склона Урала, осевой его части и частично в Зауралье  Олигоценовые озерные ванны в области Зауральского пенеплена на Южном Урале, частично в Приуралье и на восточном склоне Урала  Восточно-Уральское и Зауральское поднятия
			Месторождения (остаточного типа) первичных каолинов, элювиально-делювиальных кир-		Образование остаточной коры выветривания на различных горных породах	Различные структурно-фациальные зоны Урала

пичных глин, проявления вермикулита

Месторождения первичных каолинов (Еленинское, Кыштымское), огнеупорных, тугоплавких (керамических) и кирпичных глин (остаточного типа)

Месторождения вермикулита остаточного типа (Потанинское)

Месторождения аморфного магнезита инфильтрационного типа (Усть-Сысертское)

Месторождения фосфоритов остаточного типа (Ашинское, Симское)

Россыпи (остаточного типа) кварца, горного хрусталя, драгоценных камней

Дресвяно-глинистые образования гранитов, гнейсов, слюдяных сланцев и вулканогенно-осадочных пород

Кристаллические амфибол-биотитовые сланцы и гнейсы и слюдяные пироксениты

Метаморфизованные ультраосновные породы

Дресвяно-глинистые образования фосфатизированных известняков

Дресвяно-песчанистые образования

Песчано-глинистые континентальные отложения нижнемиолового (альб-аптского) возраста

Формирование древней площадной и линейной коры выветривания каолинового профиля

Формирование древней коры выветривания (площадной и большей частью линейной) с предшествующей фенитизацией гнейсово-сланцевых комплексов

Развитие древней коры выветривания преимущественно охристо-силицифицированного профиля

Химическое выветривание

Образование остаточной коры выветривания преимущественно на различных гранитоидах

Размыв продуктов каолиновой коры выветривания с перераспределением в пресноводных озерах

Зона главным образом Восточно-Уральского поднятия и прилегающих к ней площадей

Антиклинальные поднятия

Площади распространения массивов гипербазитов в различных структурах главным образом Среднего и Южного Урала

Различные структурно-фациальные зоны главным образом на западном склоне Урала

Области «гранитных поднятий»

Мезозойские озерные ванны на границе Горного Урала и Зауралья (Северный и Средний Урал)

Металлогенетические (минерогенетические)		Генетические типы месторождений	Выещающие породы	Связь с магматизмом, метаморфизмом и другими процессами рудообразования; факторы образования месторождений	Положение в основных тектонических структурах Урала	
Эпохи	Этапы					
гесинклинального развития Урала)	палеозойский	Перматитовые	Месторождения слюды-мусковита (Ольгинское), керамических (полевой шпат) пегматитов (Северная Мыльница), корунда (Потанины горы), горного хрусталя и драгоценных камней; проявления силикатов бора и боратов	Гранитные (для мусковита, полевого шпата), нефелиновые, сиенитовые (для полевого шпата и корунда) пегматиты среди кристаллических сланцев и гнейсов, а также в эндоконтактах гранитных массивов	Генетическая и пространственная с интрузиями гранитов, сиенитов и нефелиновых сиенитов позднепалеозойской гранитовой формации	Антиклинории в зонах крупных региональных поднятий
		Гидротермальные	Месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа (Баженовское, Режевское), тремолит-актинолит-асбеста абдулкасимовского подтипа (Быстринское), талька и талькового камня (Сысертское, Шабровское), вермикулита (Булдымское)	Ультраосновные породы дунит-гарцбургитового состава (для хризотил-асбеста), серпентиниты, оталькованные и карбонатизированные серпентиниты	Генетическая и пространственная с гранитоидами позднепалеозойской гранитовой формации	Зоны крупных глубинных разломов; для месторождений амфибол-асбеста, талька и вермикулита также синклинальные погружения в региональных поднятиях
			Месторождения горного хрусталя и драгоценных камней в кварцевых жилах	Гранитоидные и другие породы		Различные зоны Урала
	морфогенные	Месторождения антофиллит-асбеста сысертского и мурзинского подтипов, корундовых плагиоклазитов и марундитов (Борзовское), гранатов (Глу-	Глубокометаморфизованные ультраосновные породы (оливин-энстатит-антофиллитовые, тальк-карбонатные, кварц-карбонатные, амфибол-тальковые,	Региональный метаморфизм гранулитовой, амфиболитовой, отчасти эпидот-амфиболитовой фаций в сочетании с контактовым метаморфизмом гипербазитов	Зоны крупных региональных поднятий	



Поздние	Мета	бочинское), талька и тальково-го камня, драгоценных камней	хлоритовые и другие породы и серпентиниты)		
	Осадочные	Месторождения кианита, андалузита, силлиманита (Абрамовское, Борисовское), графита (Мурзинское)	Кристаллические сланцы и гнейсы в контакте с позднепалеозойскими гранитами	Региональный и контактовый метаморфизм	Антиклинальные поднятия
Позднегурейско-наюрский	Осадочные	Месторождения солей натрия, калия, магния (Верхнекамское), гипса и ангидрита (Ергаичинское), известняков и доломитов, иногда фосфатизированных	Известняково-песчанниковые, известково-мергелистые и глинисто-доломитовые галогенные осадки артинского, кунгурского и уфимского ярусов пермской системы и среднего карбона	Осадконакопление в морских, прибрежно-морских и лагунных бассейнах в условиях спокойных трансгрессивных циклов и аридного климата	Краевые прогибы и синеклизы в «платформенных» частях Урала
	Гидротермальные	Гидротермальные проявления хризотил-асбеста преимущественно лабинского подтипа (Паршинское, Ряпосовское)	Серпентиниты	Генетическая (?) с гранитоидами габбровой формации	
Среднедевонско-раннегурейский	Осадочные	Осадочные месторождения известняков	Терригенно-карбонатные осадки визейского и наюрского ярусов		
	Гидротермальные	Месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа (Красноуральское) режикит-асбеста анатолюско-шиловского подтипа, тремолит-актинолит-асбеста абдулкасимовского подтипа (Черемшанское, Коркодинское), талька и талькового камня (Баталинское, Апостольское — Южный Урал)	Ультраосновные породы дунит-гарцбургитового состава, серпентиниты	Генетическая и местами протранстенная с гранитоидами среднедевонско-нижнегурейской габбровой формации	Зоны глубинных разломов; для месторождений тремолит-актинолит-асбеста и талька также синклинальные погружения в региональных поднятиях

Металлогенические (минерогенические)		Генетические типы месторождений	Вмещающие породы	Связь с магматизмом, метаморфизмом и другими процессами рудообразования; факторы образования месторождений	Положение в основных геотектонических структурах Урала
Эпохи	Этапы				
позднепалеозойская (цикл геосинклинального развития Урала)	Среднедевонско-раннетурнейский	Гидротермальные Месторождения актинолит-асбеста горбуновско-белореченского подтипа (Усть-Ленинское, Белореченское), горного хрусталя и агатов (Магнитогорское), проявления силикатов бора (аксинита) в жилах альпийского типа	Метаморфизованные вулканогенные породы — пироксеновые, пироксен-плаггиоклазовые и плаггиоклазовые порфириды и диабазы	Региональный метаморфизм фации зеленых сланцев	Синклинальные погружения
		Осадочные месторождения известняков	Карбонатные осадки средневерхнедевонского и нижнекаменноугольного возраста		
	раннедевонский	Магматические месторождения апатита волковского и качканарского типов, связанные с магнетитовыми рудами Скарновые (контактово-метасоматические) месторождения апатита и граната, связанные с магнетитовыми и медно-магнетитовыми рудами	Габбро, пироксениты, горн-блендиты Карбонатные и терригенно-карбонатные скарнированные образования	Генетическая и пространственная с указанными вмещающими (материнскими) породами Генетическая с габброидами и гранитоидами габбровой формации	Зоны глубинных разломов То же
		Месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа (Салатимский пояс), амфибол-асбеста, талька и талькового камня (Верхне-Тавлокаевское — Южный Урал, Ташлинское)	Метаморфизованные ультраосновные породы, серпентиниты, тальк-карбонатные породы	Генетическая с гранитоидами габбровой формации	Зоны глубинных разломов и синклинальные погружения в региональных поднятиях

Ордовикско-Ордовикско-	Гидротер	Месторождения актинолит-асбеста горбуновско-белореченского подтипа (Горбуновское), кварц-аксинитовые жилы альпийского типа	Метаморфизованные вулканогенные породы — пироксеновые и пироксен - плагиоклазовые порфириты, диабазы и их туфы среди альбитофинов и кварцевых порфиров	Региональный метаморфизм фации зеленых сланцев	Синклинальные погружения
		Осадочные месторождения известняков и метаморфогенные месторождения мрамора	Карбонатные и терригенно-карбонатные осадки силура и нижнего девона		
Позднекембрийско-кембрийская (цикл геосинклинального развития Урала)	Кембрийский (вендско-кембрийский)	Месторождения слюды-мусковита пегматитового типа (Слюдяная Гора, Златоустовское)	Гранитные пегматиты среди кристаллических сланцев и гнейсов, а также в эндоконтактах гранитных массивов	Генетическая и пространственная с гранитами средневерхнекембрийской гранитовой формации	Антиклинории в зонах крупных поднятий
		Скарновые (контактово-метасоматические) месторождения хризотил- и тремолит-асбеста вангырского подтипа	Доломитизированные известняки и доломиты, иногда мраморизованные и серпентинизированные	Генетическая и пространственная с гранитоидами и габброидами	Зоны антиклинальных поднятий
		Гидротермальные месторождения хризотил-асбеста карачаевского (Мойвинское), реже баженовского подтипов, талька и талькового камня (Кирябинское, Абдул-Касимовское)	Серпентиниты апопироксеновые и апоперидотитовые, тальк-карбонатные породы	Генетическая и пространственная с гранитоидами средневерхнекембрийской гранитовой формации	То же

Металлогенетические (минерогенетические)		Генетические типы месторождений	Вмещающие породы	Связь с магматизмом, метаморфизмом и другими процессами рудообразования; факторы образования месторождений	Положение в основных геотектонических структурах Урала
Эпохи	Этапы				
Позднедокембрийско-кембрийская (цикл геосинклинального развития Урала)	Позднедокембрийский (бурзянский, юрматинский и каратауский этапы объединенные)	Осадочные месторождения кристаллического магнезита (Саткинская группа), доломитов (смоло-доломитов и металлургических), мергелей (Катав-Ивановское), реже известняков	Карбонатные и терригенно-карбонатные отложения саткинской, бакальской, авзянской, уреньгинской свит нижнего и среднего рифея (для магнезитов и доломитов) и аналогичные отложения катавской (мергели) и миньярской (известняки) свит верхнего рифея	Хемогенное осадконакопление в морских бассейнах лагунного типа в условиях аридного климата с последующим (для магнезитов) региональным, отчасти контактовым метаморфизмом первичноосадочных отложений	Антиклинории внутри региональных поднятий
		Метаморфогенные месторождения кварцитов (горы Карaulьная, Буландиха), кристаллического графита (Тайгинское), гранатов (Иссыльское, Маукское), кианита, андалузита, силлиманита (Уфалейский, Златоустовский районы)	Кристаллические сланцы, гнейсы, мигматиты таганайской, уреньгинской, уфалейской, зигальгинской, зильмердакской и висимской свит верхнего протерозоя	Региональный метаморфизм в условиях проявления амфиболитовой и гранулитовой фаций	Антиклинории внутри региональных поднятий
Архейско-раннепротерозойская (цикл догеосинклинального развития Урала)		Метаморфогенные месторождения кварцита, граната и силлиманита	Кристаллические сланцы и гнейсы нижнего протерозоя	Региональный метаморфизм гранулитовой и амфиболитовой фаций	Древний кристаллический фундамент Русской платформы (Тараташский антиклинорий)

о постепенном изменении границ рифейского моря. В то же время последовательная относительно быстрая смена характера осадков, имевших вначале существенно карбонатный, а затем все более терригенный состав, указывает на изменение благоприятных условий для магнезитонакопления, которое закончилось к началу каратауского времени. Последующий метаморфизм осадков в результате интенсивных складчатых перестроек внутри карбонатной формации, а также в результате вулканической и интрузивной деятельности благоприятствовал формированию кристаллических магнезитов месторождений Бакало-Саткинского и Златоустовского районов.

С метаморфическими толщами верхнепротерозойского геоструктурного подъяруса связаны также метаморфогенные месторождения кварцитов, кристаллического графита, крупные месторождения гранатов (Иссыльское), кианита, андалузита и силлиманита, которые располагаются в гранат-ставролитовых, гранат-слюдяных и силлиманит-слюдяных сланцах и кварцитах в пределах Центрально-Уральского поднятия.

В кембрийский этап позднедокембрийско-кембрийской металлогенической эпохи в связи с относительно широко развитой интрузивной деятельностью образуются месторождения гидротермального, скарнового (контактово-метасоматического) и пегматитового типов (см. табл. 42). Промышленное значение имеют месторождения слюды-мусковита Уфалейского и Златоустовского районов, а также южноуральские месторождения талька и талькового камня.

**Ордовикско-позднепалеозойская металлогеническая эпоха** характеризуется несравнимо большим разнообразием типов месторождений неметаллов, чем вышеописанная позднедокембрийско-кембрийская. Из полезных ископаемых, образовавшихся в ордовикско-раннедевонский этап, практическое значение имеют широко развитые осадочные месторождения известняков и метаморфогенные месторождения мрамора. Ордовикские мраморизованные известняки и подчиненные им доломиты в пределах восточной подзоны Центрально-Уральского поднятия образуют мощные (до 500 м и более) толщи и характеризуются чистотой состава. В других, западнее расположенных, структурно-фациальных зонах ордовикско-силурийские известняки также пользуются значительным распространением и отличаются чистотой, выдержанностью состава, в связи с чем используются в качестве флюсового, цементного и других видов сырья.

Промышленное значение из месторождений рассматриваемого этапа имеют и магматические месторождения апатита, связанные с магнетитовыми и медно-магнетитовыми рудами волковского типа (Волковское месторождение). Апатит в виде вкрапленности в габбро ассоциирует с титаномagnetитом, ильменитом, халькопиритом, борнитом и другими минералами, образует часто интенсивно обогащенные апатитом магнетит-apatитовые шпильеры размером до десятков метров.

Гидротермальные месторождения хризотил-асбеста в ультраосновных породах, так же как и актинолит-асбеста в эффузивах, незначительны по масштабам проявления и не представляют практической ценности. Месторождения хризотил-асбеста образуются в небольших ордовикско-нижнесилурийских серпентинитовых массивах первично дунит-гарцбургитового состава (Салатимский и Сарановский поясы). Асбестоносность баженовского подтипа в серпентинитах (в основном мелкосетчатые руды) связана генетически с воздействием на гипербазиты гранитоидов ордовикско-нижнедевонской габбровой формации. Небольшие размеры массивов и почти полная серпентинизация гипербазитов при частом развитии в субстрате дунитовых и пироксенитовых (Нязепетровский пояс) фаций исключает возможность обнаружения крупных месторож-



дений хризотил-асбеста в образованиях рассматриваемого этапа (Золоев, 1962 и др.).

Более интересны с точки зрения возможного промышленного использования в качестве кислотоупорного сырья месторождения актинолит-асбеста горбуновско-белореченского подтипа. Месторождения эти широко развиты в основных эффузивах, переслаивающихся с кварцевыми альбитофирами и другими продуктами щелочного метасоматоза натровых липаритов. Актинолит-асбестовая минерализация в альбит-эпидот-кварцевых (часто с аксинитом) жилах альпийского типа, приуроченных к пироксеновым порфиритам и диабазам, генетически связана с региональным метаморфизмом основных эффузивов, происходящим в условиях фации зеленых сланцев. Наиболее известные месторождения этого типа (Горбуновское и др.) пространственно ассоциируют с эффузивами липаритовой и липарит-базальтовой субформаций нижнесилурийского возраста.

Среднедевонско-раннетурнейский этап характеризуется образованием сравнительно крупных месторождений хризотил-асбеста баженовского подтипа (Красноуральское) в ультраосновных породах дунит-гарцбургитового состава, крупные протяженные массивы которых фиксируют долгоживущий глубинный разлом на границе двух региональных структур — Тагильско-Магнитогорского прогиба и Восточно-Уральского поднятия. Асбестоносность типа крупной и мелкой сетки, реже отороченных жил и мелкопрожила связана с серпентинитами, серпентинизированными гарцбургитами и ортопироксеновыми дунитами, подвергшимися контактовому воздействию под влиянием гранитоидов (кварцевых диоритов и диоритов) среднедевонско-нижнетурнейской габбровой формации. Небольшие месторождения и проявления хризотил-асбеста этого типа известны в районе Красноуральского месторождения, территориально располагающегося в южной части Восточно-Тагильского ультраосновного массива, и севернее — до широты г. Серова.

С гипербазитами, испытавшими гидротермальный метаморфизм под влиянием эманаций гранитоидов габбровой формации рассматриваемого этапа, генетически связаны также небольшие месторождения талька и талькового камня и многочисленные промышленные месторождения и проявления амфибол-асбеста актинолит-тремолитового ряда. Проявления амфибол-асбеста распространены в гипербазитах на протяжении всего Серовско-Невьянского перидотитового пояса, однако большая их часть сконцентрирована в южном замыкании Тагильского мегасинклиниория, а также в области сочленения последнего с Магнитогорским мегасинклиниорием. Месторождения талька расположены в основном в массивах серпентинитов Южного Урала, на сопредельных с рассматриваемой территорией площадях.

С метаморфизованными вулканогенными породами преимущественно основного состава — пироксеновыми, пироксен-плагноклазовыми порфиритами и диабазами, приуроченными к мощным толщам липарит-базальтовой субформации среднедевонско-нижнетурнейского этапа, развитым в синклинальных погружениях Тагильско-Магнитогорского прогиба и сопредельного с ним Восточно-Тагильского поднятия, связаны месторождения актинолит-асбеста горбуновско-белореченского подтипа (Усть-Леневское, Белореченское, Пышминское), месторождения горного хрусталя, агата и силикатов бора. Месторождения актинолит-асбеста образовались в условиях, аналогичных условиям формирования ордовикско-раннедевонских месторождений этого типа.

Широко развитые промышленно-ценные хрусталеносные кварцевые и кварц-аметистовые жилы альпийского типа, как и месторождения ак-

тинолит-асбеста, генетически связывают с проявлением регионального метаморфизма основных эффузивов. Промышленное значение имеет также недавно открытое и разведанное Магнитогорское месторождение агата, приуроченное к риолит-дацитовым дайкам, залегающим среди толщи миндалекаменных лав порфиров трахилитаритового состава (Гумеров, Матафонов, 1969). По своему генезису магнитогорские агаты относятся, по-видимому, тоже к образованиям альпийского типа, пользующимся на Урале широким развитием, в связи с чем они могут быть обнаружены не только в западном крыле Магнитогорского мегасинклинория, но и в других аналогичных условиях.

Месторождения известняков и мрамора в осадочных карбонатных и терригенно-карбонатных толщах среднедевонско-раннетурнейского структурного яруса широко распространены на Урале, однако по сравнению с ордовикско-силурийскими известняками они менее выражены по условиям залегания и химическому составу.

Позднетурнейско-наюрский этап беден образованиями неметаллических полезных ископаемых (см. табл. 42). Здесь широко распространены месторождения известняков визейского возраста, нашедшие в промышленности всестороннее применение. Гидротермальные жилы хризотил-асбеста в серпентинитах (Паршинское проявление и др.) не образуют промышленных концентраций и практической ценности не имеют.

В позднепалеозойский этап преимущественно орогенного развития ордовикско-позднепалеозойской геосинклинали формировались многочисленные и крупные месторождения неметаллов различных генетических типов и минеральных видов, имеющие важное промышленное значение.

В верхнем палеозое (начиная со среднего карбона) происходила общая инверсия внутренних зон Уральской геосинклинали (Соболев, 1963, 1969). С нею связаны мощные тектонические движения главной уральской (варисской) фазы складчатого тектогенеза, образование крупных антиклинальных структур и внедрение гранитной магмы. В зонах глубинных разломов, в связи с воздействием на ультраосновные породы гипербазитовой формации предыдущих интрузивных этапов более молодых гранитоидов, образовались крупнейшие месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа (Баженовское, Кiemбайское и др.), крупные месторождения талька и талькового камня, месторождения тремолит- и актинолит-асбеста. Напротив, внутри антиклинальных поднятий вследствие глубокого регионального метаморфизма слагающих эти поднятия осадочно-вулканогенных толщ формировались метаморфогенные месторождения антофиллит-асбеста, корунда и талькового камня в гипербазитах и месторождения слюды-мусковита, полевых шпатов, горного хрусталя и драгоценных камней в пегматитах (см. табл. 42).

Месторождения хризотил-асбеста развиты, как правило, в дунит-гарцбургитовых фациях ультраосновных пород на контакте и вблизи их с более молодыми по возрасту гранитоидами и в основном распространены в перидотитовых поясах, фиксирующих глубинные разломы на границе Восточно-Уральского прогиба и одноименного поднятия, а также в более восточных поясах (Джетыгаринское месторождение). Месторождения талька и талькового камня размещаются не только в указанных поясах, нередко пространственно ассоциируя с месторождениями хризотил-асбеста (Джетыгара), но главным образом в массивах, располагающихся в зонах синклинальных погружений внутри Восточно-Уральского поднятия (Сысертское, Шабровское, Медведевское, Запиваловское и др.).

Месторождения антофиллит-асбеста приурочены к массивам глубокометаморфизованных вторичных оливин-энстатитовых пород, залегающих среди гнейсово-сланцевых комплексов в основном Сысертско-Ильменогорского мегантиклинория и других аналогичных структур. В близких с образованием месторождений антофиллит-асбеста условиях и в тех же геотектонических структурах формируются метаморфогенные месторождения корунда (Борзовское), гранатов (Глубочинское), кианита, андалузита, силлиманита (Абрамовское) и кристаллического графита (Мурзинское). В зонах антиклинальных поднятий внутри Восточно-Уральского поднятия, в экзо- и эндоконтактах гранитных массивов верхнепалеозойской гранитовой формации широко развиты пегматиты, с которыми связаны месторождения и проявления слюды-мусковита, полевых шпатов, корунда, горного хрусталя, драгоценных камней, силикатов бора и боратов.

Начавшаяся в среднем карбоне общая инверсия внутренних зон Уральской геосинклинали продолжалась в пермский период, при этом одновременно происходило поднятие Центрально-Уральской зоны. Возникшая в результате этого горная система интенсивно размывалась (Соболев, 1969), а материал размыва сносился на запад, в область Предуральского прогиба. Здесь, в прибрежно-морских и лагунных бассейнах пермского моря, в условиях аридного климата происходило мощное осадконакопление, сопровождавшееся образованием поваренной, калийной и магниевых солей, ангидрита и фосфоритов.

По мнению А. А. Иванова (Иванов, Левицкий, 1960), формированию мощных толщ галогенных отложений и в особенности соленосных фаций способствовали благоприятные структуры, располагавшиеся в подвижных участках структурно-фациальных зон и обладавшие устойчивым прогибанием в течение длительного времени. Такими именно благоприятными структурами являлись обширные участки современного Предуральского краевого прогиба, в котором при соответствующих климатических условиях накапливались галогенные осадки.

С зоной Предуральского прогиба в ее северных областях связаны месторождения Верхнепечорского соленосного бассейна, заходящего южной частью в пределы рассматриваемой территории. Южнее, в большей части Соликамской впадины, располагается громадный Верхнекамский соленосный бассейн, еще южнее которого расположен Косвинско-Сылвенский соленосный бассейн. Соленакпление в пределах этих бассейнов происходило с конца артинского века, развивалось в течение кунгурского века и закончилось в соликамское время уфимского века. Сильвинит-карналлитовые и сильвинитовые залежи с пластами подстилающих и покровных каменных солей залегают в глинисто-доломито-ангидритовых (в почве) и глинисто-мергелисто-известняковых (в кровле) пачках.

С осадками пермского возраста связаны также месторождения гипса и ангидрита (Ергачинское) Пермского Приуралья и месторождения известняков и доломитов различного промышленного назначения, в которых отмечаются мелкие месторождения фосфоритов, проявления самородной серы и ратовкита. Гипсообразование отмечается и в других районах Урала, где оно связано с более ранними фазами рассматриваемого этапа. На восточном склоне Горного Урала, на границе его с Зауральем, месторождения гипса и ангидрита приурочены к галогенным осадкам среднего карбона (Монастырское, Усть-Карабольское, Каринское). В районе Магнитогорска гипсоносная толща также приурочена к среднекаменноугольным отложениям, среди которых присутствуют мергели, известковистые песчаники и конгломераты (месторождение Мартышече Озеро).

В мезо-кайнозойскую металлогеническую эпоху, соответствующую циклу эпипалеозойского платформенного развития Урала, общий план образования месторождений полезных ископаемых резко изменился. В геологических формациях этого цикла вследствие слабого развития интрузивной деятельности не возникают промышленные месторождения магматического, гидротермального и метаморфогенного типов. В отложениях мезо-кайнозойского структурного этажа широко развиты многочисленные месторождения различных видов неметаллического сырья, имеющих экзогенное происхождение.

В триасово-раннеюрский и среднеюрско-раннеолигоценовый этапы мезо-кайнозойской металлогенической эпохи происходила интенсивная денудация приподнятых участков земной коры в области современного Восточно-Уральского поднятия и сопредельных с ним территорий, формировалась древняя кора выветривания, происходил размыв продуктов денудации и корообразования, а материал этот сносился в основном на восток, в обширные области современного Зауралья (Сигов, 1969).

К сохранившимся от размыва участкам триасово-нижнеюрских образований приурочены месторождения первичных каолинов, огнеупорных, тугоплавких и кирпичных глин, вермикулита, аморфного магнезита, фосфорита и многочисленные месторождения горного хрусталя, драгоценных камней, кварцевого песка и гравия, связанные с россыпями остаточного типа. Месторождения первичных каолинов, огнеупорных и тугоплавких глин генетически и пространственно связываются с корой выветривания гранитоидных и близких к ним по составу пород и распространены преимущественно в пределах Восточно-Уральского и Центрально-Уральского поднятий.

Месторождения вермикулита потанинского типа, образовавшиеся вследствие гидратации биотита и естественного обогащения кальцит-биотитовых и других сланцев в зоне гипергенеза древней коры выветривания кристаллических сланцев и гнейсов, занимают значительные площади Вишневогорско-Ильменогорского антиклинория. Вермикулитовые месторождения формировались также в коре выветривания слюдяных (биотитовых) пироксенитов (Сахаринский массив — Субутакское месторождение), однако промышленное значение месторождений этого типа невелико ввиду незначительных концентраций вермикулита.

В раннемеловое (альб-аптское) время на границе Горного Урала с Зауральем в пресноводных озерах происходило накопление континентальных песчано-глинистых осадков, к которым приурочены крупные промышленные месторождения огнеупорных и тугоплавких глин каолинового состава (Белкинское, Троицко-Байновское и др.).

В среднеолигоценово-миоценовый этап в относительно меньших масштабах продолжалось формирование месторождений остаточного типа в корах выветривания различных горных пород. Продолжалось также накопление пресноводно-озерных песчано-глинистых осадков, с которыми связаны месторождения огнеупорных глин каолинит-монотермитового состава (Берлинское, Нижне-Увельское, Бускульское и др.), бассейны которых смещались к югу и располагались на современной территории восточной части Челябинской области. В широко развитой олигоцен-миоценовой речной сети происходило формирование аллювиальных и аллювиально-пролювиальных россыпей с месторождениями горного хрусталя, драгоценных камней, кварцевых песков и гравия, образование которых продолжалось и в плиоценово-четвертичном этапе мезо-кайнозойской эпохи (см. табл. 42).

Несмотря на то что общий план образования месторождений неметаллов различных генетических типов существенно изменялся в раз-



ных металлогенических эпохах, отдельные этапы внутри последних характеризуются общностью геологических процессов и одинаковым набором близких по образованию групп месторождений, что особенно отчетливо проявляется для ордовикско-позднепалеозойского цикла развития Уральской геосинклинальной системы. Правда, масштабы оруденения оказывались далеко не всегда одинаковыми в разные периоды тектономагматического развития Урала, что необходимо учитывать при производстве поисково-разведочных работ на те или иные неметаллические полезные ископаемые.

## ГОРНОРУДНОЕ СЫРЬЕ. КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ

### СЛЮДА-МУСКОВИТ

Месторождения мусковита сосредоточены в Челябинской и отчасти в Свердловской областях. Они приурочены к толщам метаморфических пород первичноосадочного происхождения в антиклинальных структурах второго порядка, выступающих на фоне Центрально-Уральского, Восточно-Уральского и Зауральского поднятий. Месторождения в основном размещаются в некотором удалении от гранитных массивов, реже встречаются в приконтактных ореолах. Удаленные от массивов месторождения характеризуются более выдержанным ослюдением.

По условиям образования различаются месторождения, в которых мусковит образовался одновременно с пегматитом (сингенетические месторождения — пегматоидный мусковит), и месторождения, в которых мусковит является новообразованием, связанным с процессами преобразования пегматитового тела (эпигенетические месторождения). Месторождения обоих типов локализуются в сводовых складчатых структурах четвертого-пятого порядков. Месторождения второго типа связаны с зонами тектонических нарушений. Этот тип мусковитовой минерализации нередко накладывается на первый, обратной же картины не наблюдается.

Выделяются месторождения с преобладающим распространением буроокрашенного мусковита (от серебристо-белого до темно-красно-коричневого) и зеленоокрашенного (от светло- до темно-зеленого). Месторождения с зеленоокрашенным мусковитом богаче по содержанию слюды и нередко более крупные по масштабам ослюдения (табл. 43).

В наиболее изученных районах продуктивные породы выделяются в виде конкретных свит или комплексов, характеризующихся проявлением кианит-мусковит-кварцевой или ставролит-кварцевой субфации альмандин-амфиболитовой фации регионального метаморфизма.

Выделяется семь слюдоносных районов с шестью полями, из которых Ольгинское занимает самостоятельную площадь, а остальные размещаются внутри районов. Геологическая изученность слюдоносных площадей не равнозначна. Детальнее всего изучены Кыштымский и Сысертский районы, в пределах которых производились специализированные крупномасштабные и детальные геологические съемки.

Слюдяногорское месторождение (Д. П. Грознецкий, Г. Ф. Кулешов) находится на горе Слюдяной, в 16 км к юго-западу от г. Кыштыма.

Район месторождения слагается метаморфическим комплексом пород слюдяногорской подсвиты уфалейской (кувашской) свиты, условно датированной верхним протерозоем. В разрезе подсвиты на месторождении выделяются пять литолого-стратиграфических горизонтов, из которых нижний и средний относятся к числу продуктивных; последние отличаются от непродуктивных горизонтов повышенной мигматизацией,



Сопоставительная характеристика качественных показателей различных мусковитов

Преобладающая окраска мусковита	Среднее содержание забойного сырья, кг/м <sup>3</sup>	Выход промышленного сырья от забойного, %	Групповой состав промышленного сырья, %			Выход колотой слюды в % от промышленного сырья	Выход колотой слюды по №, %			
			I	II	III		1-4	5	6	7
Буроокрашенный мусковит (Полдневское, Вишневогорское и другие месторождения)	6,9—38,4	10,0—69,0	0—2,4	0—42,8	57,2—100	5,7—24,7	0—0,5	0—9,1	17,2—33,1	24,8—36,5
Зеленоокрашенный мусковит (Слюдяногорское, Ольгинское и другие месторождения)	11,3—29,6	27,0—58,0	0—33,8	4,9—40,3	25,9—95,1	12,8—21,0	0—8,8	10,4—24,1	20,3—36,7	18,7—33,9

Продолжение табл. 43

Преобладающая окраска мусковита	Сортность слюды, %		Содержание Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe, %	Электрические свойства					Вспучиваемость при нагреве в % при температуре, °C			Наличие конденсаторной слюды по ГОСТу
	I+II	III+IV		Пробивное напряжение E, мм <sup>2</sup>	Диэлектр. потери при радиочастотах, tgδ·10 <sup>6</sup>	Диэлектрические потери при звуковой частоте, tgδ·10 <sup>3</sup>	Удельное объемное сопротивление ρ <sup>V</sup>	Диэлектрическая проницаемость ε	500	600	700	
Буроокрашенный мусковит (Полдневское, Вишневогорское и другие месторождения)	0—74,6	0—100	2,0—5,94	199—241	0,00010—0,00040	0,00067—0,0031	0,79·10 <sup>15</sup> —2,1·10 <sup>15</sup>	6,5—6,8	Нет	0—5,5	0,9—9,5	Марка СЗ, реже СВЧ, СНЧ и СО-СФ
Зеленоокрашенный мусковит (Слюдяногорское, Ольгинское и другие месторождения)	22,4—54,6	49,7—78,9	3,93—9,2	184—134	0,00021—0,00068	0,0015—0,0079	0,35·10 <sup>13</sup> —0,61·10 <sup>15</sup>	6,8—7,6	Нет	1,2—2,7	5,6—9,2	Марка СЗ, реже СВЧ и СНЧ

более частым включением плитообразных тел гранито-гнейсов и более высоким содержанием эпидота, алмандина, апатита, олигоклаза, цоизита и других минералов. Мигматиты постепенно переходят в слюдоносные пегматиты.

Из 100 выявленных на месторождении пегматитовых жил к числу слюдоносных относятся 30, локализирующихся в основном в двух зонах.

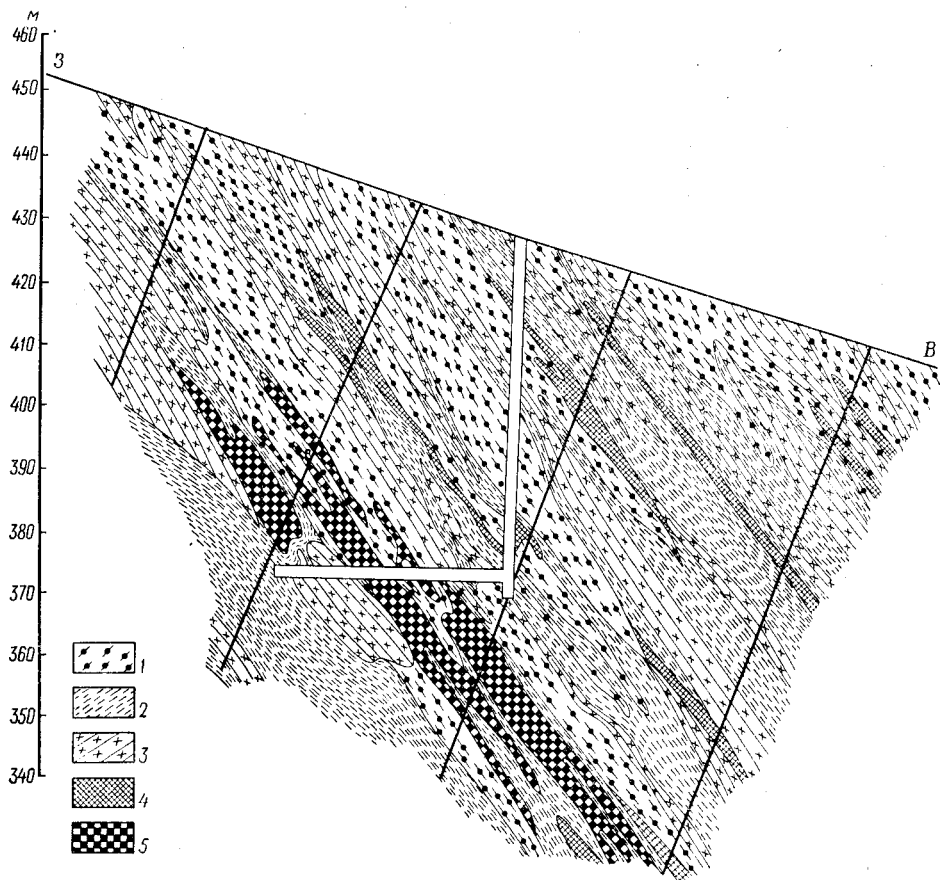


Рис. 120. Слюдяногорское месторождение мусковита. Поперечный разрез пегматитоносной зоны. По Д. П. Грознецкому

1 — амфиболовые и амфибол-биотитовые гнейсы; 2 — инъекционные гнейсы, реже слюдяные сланцы; 3 — гранито-гнейсы; 4 — пегматиты; 5 — слюдоносные пегматиты

Слюдяноносные пегматитовые тела характеризуются линзо- и плитообразной формой, относительно мелкозернистым строением и блоковым сложением пегматита, частыми включениями боковых пород. Пегматитовые тела при выклинивании нередко расщепляются наподобие конского хвоста (рис. 120).

Наиболее крупное ослюденение по одной из зон сосредоточено в четырех пегматитовых жилах. Содержание мусковита на отдельных участках достигает  $1021 \text{ кг/м}^3$  при среднем по зоне ослюденения  $26,2 \text{ кг/м}^3$ . Выход промышленного сырья от забойного 25—40%, в том числе промышленного сырья первой и второй групп 55,2%. Кристаллы мусковита светло-зеленого цвета, пластинчатой, реже клиновидной формы, часто полуеульчатого строения. Краевые части кристаллов представлены чешуйчатым мусковитом.

По другой слюдоносной зоне местами наблюдается концентрация молибденита и кальцита. Среднее содержание мусковита в пегматите 39,5 кг/м<sup>3</sup>. Выход промышленного сырца от забойной слюды 22,8%, колотой от забойной слюды 5,4%. Мусковит темно-зеленого цвета.

Выявленные на месторождении запасы мусковита значительны и только частично отработаны подземными выработками на первых двух горизонтах. Прирост запасов возможен за счет поисков новых слепых жил и прослеживания уже выявленных пегматитоносных зон на более глубоких горизонтах.

Ольгинское месторождение находится в 16 км к югу от пос. Фершампенуаз Челябинской области. Приурочено к гнейсовому ореолу Джабык-Карагайского гранитного массива. Вмещающие породы представлены переслаивающимися амфиболовыми и слюдяными сланцами и гнейсами, слагающими западное крыло крупной антиклинальной складки. Простираение пород субмеридиональное с северо-западным падением под углом 40°.

На месторождении развиты пластово-секущие тела пегматитов линзообразной и сложной формы, с большим количеством апофиз. Длина жил достигает 800 м, мощность — 50 м. Текстура жил зональная или участково-зональная.

Мусковит зеленого цвета, пластинчатый, реже слабо выраженной клиновидной формы, нередко полуульчатого строения.

Выход промышленного сырца от забойного 27,0—28,6%, в том числе 1-й и 2-й групп 3,6—10,1%. По расщепляемости мусковит месторождения значительно лучше слюдяногорского. Прирост запасов возможен. Горнотехнические условия позволяют отрабатывать месторождение на глубину 20—30 м открытым способом и ниже — подземным.

Полдневское месторождение (Г. Ф. Кулешов, В. П. Пажетнов, Р. Б. Тарханев) находится в 30—35 км к юго-западу от г. Сысерти и расположено в западном крыле опрокинутой Иткульской антиклинали, в западной части Сысертского антиклинория. Вмещающие породы принадлежат к иткульскому гнейсовому комплексу предположительно ордовикского возраста.

С запада на восток выделяются три литолого-стратиграфических горизонта (снизу вверх): в первом и третьем преобладают биотитовые гнейсы и сланцы с прослоями биотит-кварцевых, цоизит-биотитовых и биотит-амфиболовых разновидностей, а во втором — слюдисто-кварцитовые, графит-слюдисто-кварцитовые, слюдяно-кварцевые гнейсы и сланцы с подчиненным количеством биотитовых разновидностей. Простираение всей толщи пород субмеридиональное с восточным падением (30—60°).

Слюдоносные пегматитовые жилы размещаются в первом и третьем горизонтах. Для жил характерно наличие минералов с редкоземельными элементами (ортита, уранита, мельниковита, циркона и др.) и заметно выраженной эпидотизации вмещающих пород. Жилы залегают сериями кулисообразно расположенных пластовых и реже пластово-секущих тел линзообразной или четковидной формы. Длина жил 300 м, мощность 10 м. Преобладают более короткие и менее мощные жилы, приуроченные к пачкам биотитовых гнейсов различной слоистости, пористости и окварцованности. В местах локализации слюдоносных пегматитов отмечаются складчатость высоких порядков и секущие мало-мощные тела гранитов и аплитов.

Ослюденение тяготеет к пегматиту пегматоидной структуры. Преобладают пластинчатые кристаллы мусковита нередко с несколькими хорошо образованными кристаллографическими гранями.

Большинство слюдоносных пегматитовых жил содержат буроокрашенный мусковит. Выход промышленного сырца от забойного в промышленных слюдоносных жилах 27,3—50%. Содержание промышленного сырца 1-й и 2-й групп колеблется от нуля до 45,2%. Встречаются отдельные жилы с зеленоокрашенным мусковитом, который имеет более низкие качественные показатели.

Перспективы расширения сырьевой базы месторождения за счет расширения площади ограничены. Дальнейший прирост запасов мусковита возможен главным образом за счет поисков слепых слюдоносных жил и разведки на глубину. Горнотехнические условия допускают разработку выявленных запасов в основном подземным способом.

Златоустовское месторождение находится вблизи г. Златоуста.

Вмещающие породы представлены слюдяными гнейсами и сланцами нижней подбиты уреньгинской свиты. Преобладают кварц-слюдяные и графит-кварц-слюдяные разновидности.

Пегматитовые тела имеют субмеридиональное простирание и относительно пологое падение. Они характеризуются сложной формой и крупными размерами. Ослюденение связано в основном с трещиноватостью пегматита. Мусковит бурой окраски. Выход промышленного сырца от забойного 25—30%. Весь промышленный сырец относится к 3-й группе. Прирост запасов возможен.

Количество разведанных на Урале балансовых запасов мусковита составляет около 10% от прогнозных. Выявленные запасы представлены в основном зеленоокрашенным мусковитом и в меньшей мере — буроокрашенным. Изученность месторождений буроокрашенного мусковита значительно слабее, чем месторождений зеленоокрашенного мусковита.

Состояние общей геологической изученности региона и выявленные геологические предпосылки слюдоносности отдельных площадей позволяют выделить на Урале ряд районов, которые по степени перспективности подразделяются на три группы.

1. Площади развития мусковитовых пегматитов с установленной промышленной слюдоносностью и с наиболее полным сочетанием благоприятных слюдоконтролирующих факторов, перспективные для поисков новых месторождений и рекомендуемые для детальных поисково-разведочных работ и крупномасштабного геолого-структурного картирования с изучением разрезов на глубину до 100—150 м. К ним относятся Слюдяногорское и Ольгинское поля, южная часть Тесьминского и северные части Полдневского и Воздвиженского полей.

2. Площади развития мусковитовых пегматитов с недостаточно четкими предпосылками промышленной слюдоносности, но с установленным благоприятным сочетанием главнейших слюдоконтролирующих факторов, потенциально-перспективные для поисков новых промышленных месторождений и рекомендуемые для поисково-разведочных и поисково-съемочных работ с предварительным изучением геологических разрезов на глубину до 50 м (Нижне-Салдинский район, юго-восточная часть Каслинско-Миасского района, Мариновское поле, южные части Воздвиженского и Полдневского, а также северная часть Тесьминского полей).

3. Площади с недостаточно изученной слюдоносностью и с неустановленным характером ослюденения, неясно выраженными геологическими предпосылками или разрозненными благоприятными слюдоконтролирующими факторами, рекомендуемые для регионального геологи-

ческого изучения и предварительного более детального изучения отдельных участков размещения слюдопроявлений (Златоустовский район и все остальные площади Каслинско-Миасского и Брединского слюдоносных районов).

Из числа известных месторождений наиболее перспективными для дальнейшего наращивания запасов мусковита являются Слюдяногорское, Ольгинское, Окункуль-Шумихинское и Златоустовское; к не менее перспективным, но значительно слабее изученным относятся Уральское (Куштумгинское), Нижне-Салдинское (Пряничниково) и Еланчинское месторождения.

### СЛЮДА-ВЕРМИКУЛИТ

На Урале месторождения вермикулита известны в Челябинской области (Булдымское, Субутакское, Потанинское, Семь Ключей). Месторождения вермикулита связаны с корой выветривания и являются продуктом гидратации биотита в гипергенных условиях.

В эксплуатации до настоящего времени находилось Булдымское месторождение. Разведывалось оно впервые Уралгеолкомом в 1932 г., затем в 1933—1935 гг. Уральским институтом прикладной минералогии, в 1940—1941 и в 1956 гг. Уральским геологическим управлением и Уралгеолнерудтрестом. Все выявленные при разведке запасы вермикулита промышленных категорий с поверхности выработаны.

В ближайшие годы предусматривается промышленное освоение Потанинского месторождения. Месторождение открыто в 1961 г. В 1963—1964 гг. детально разведывался Центральный участок месторождения, а в 1965—1968 гг. проведены работы по общей оценке перспектив месторождения.

Булдымское месторождение находится в 17 км к востоку от разъезда Силач Южно-Уральской ж. д.

На месторождении было выявлено 15 вермикулитовых жил среди серпентинитов; 9 жил с промышленным ослюдением выходили на дневную поверхность. Все жилы были приурочены к трещинам северо-восточного простирания и юго-восточного падения ( $45\text{--}70^\circ$ ). По размерам, содержанию и запасам вермикулита к числу наиболее крупных относились жилы 1 и 2 длиной соответственно 275 и 350 м при видимой мощности в раздувах до 25 м. На глубине 50—60 м жилы выклинивались.

Биотит в жилах был представлен разностями различной степени гидратации. Выделялись крупнолистоватые слюды (площадь пластин более  $3\text{ см}^2$ ) и мелкочешуйчатые (от мелких чешуек до  $3\text{ см}^2$ ). По форме преобладали таблитчатые и столбчатые кристаллы, различно ориентированные в пространстве и нередко врастающие друг в друга. Для сильно гидратизированных разностей биотита характерен латунно-желтовато-коричневый цвет. Менее гидратизированные разности обладали зеленовато-коричневым или темно-коричневым цветом. Характер и степень гидратации биотита изменялись по простиранию и падению жил на коротких расстояниях. Крупнолистоватые разности биотита и вермикулита чаще всего локализовались в центральных частях жил, а мелкочешуйчатые — в зальбандах. В некоторых жилах на контакте с вмещающими породами встречались участки с оторочками слюдита, состоящего из мельчайших чешуек гидратизированного биотита (рис. 121).

В крупнолистоватых разностях содержание вермикулита нередко достигало 100%, составляя в среднем 40%. Содержание вермикулита в мелкочешуйчатых разнородностях в среднем всего лишь 10%. Качество вермикулита Булдымского месторождения высокое. Коэффициент теплопроводности —  $0,05\text{--}0,07\text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{С}$ . Объемный вес обожженного



вермикулита в уплотненном состоянии изменяется в зависимости от степени гидратации слюды и составляет для крупнолистоватых вермикулитов  $77-260 \text{ кг/м}^3$  (в среднем  $160 \text{ кг/м}^3$ ), для крупнолистоватых гидробiotитов  $150-720 \text{ кг/м}^3$  (в среднем  $360 \text{ кг/м}^3$ ), а для мелкочешуйчатых слюд —  $430-1530 \text{ кг/м}^3$  (в среднем  $1000 \text{ кг/м}^3$ ).

Гидрогеологические условия допускают подземную отработку месторождения до глубины 50—60 м.

Балансовые запасы вермикулита, составлявшие по категориям  $C_1$  44 тыс. т и  $C_2$  14 тыс. т, в настоящее время почти полностью отработаны, а забалансовые запасы в количестве 85 тыс. т вермикулита сняты с учета в апреле 1972 г.

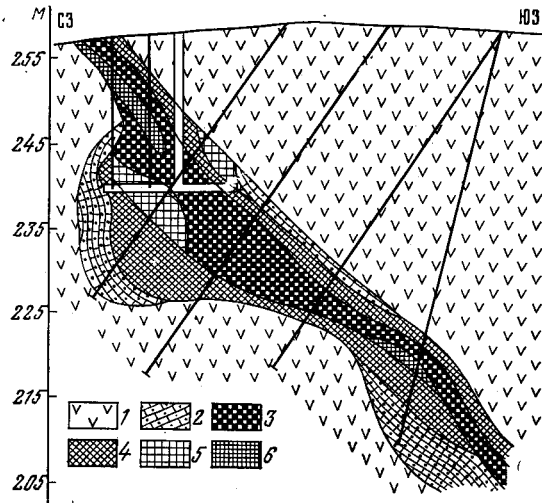


Рис. 121. Булдымское месторождение. Разрез по жиле 1. По В. В. Белову и Г. А. Лухминскому  
1 — серпентиниты; 2 — роговообманково-карбонатные породы; 3 — вермикулит крупнолистоватый; 4 — вермикулит мелкочешуйчатый; 5 — биотит крупнолистоватый; 6 — биотит мелкочешуйчатый

Имеются перспективы для увеличения запасов месторождения за счет поисков и разведки слепых, еще совершенно не изученных жил. Однако такие перспективы ограничены небольшими размерами массива серпентинитов и затухающим с глубиной оруденением.

Аналогичное Булдымскому месторождение Семь Ключей не имеет промышленной значимости. Перспективы нахождения в нем новых вермикулитовых жил крайне ограничены.

Потанинское месторождение расположено на восточном склоне Потаниных гор, в 16—19 км от г. Кыштыма.

В геологическом отношении месторождение расположено в пределах восточного крыла Вишневогорской антиклинали и находится в восточной приконтактовой части Вишневогорского массива нефелиновых сиенитов. Рудные тела приурочены к коре выветривания продуктивных полевошпат-биотитовых, эгирин-биотитовых и кальцит-биотитовых пород, залегающих в виде согласных, часто чередующихся, довольно мощных и протяженных зон среди биотитовых и пироксеновых фенитов. Прослеживаются слюдяные породы с севера на юг на расстояние около 20 км при средней мощности 500 м (Жиркевич, 1969).

Рудные тела имеют плоско-линзообразную форму и осложнены раздувами, пережимами и ответвлениями. Все они вытянуты в меридиональном направлении, согласном с общей ориентировкой продуктивных пород, и имеют крутое западное ( $80-86^\circ$ ), реже вертикальное падение (рис. 122). Размеры их колеблются в широких пределах. Длина вермикулитовых тел от нескольких десятков метров до 1 км и более, мощность — от нескольких десятков сантиметров до 30—40 м, в среднем 4—5 м. Глубина гидратации биотита и соответственно глубина промышленной вермикулитизации в среднем равна 20 м.

Содержание биотита в продуктивных породах колеблется от 10 до 80%, в менее распространенных фенитах оно также достигает 10—40%.

Кора выветривания характеризуется зональностью, выражающейся чередованием плотных пород с породами зоны дезинтеграции и выщелачивания. Зона гидролиза практически отсутствует. Степень выветривания с глубиной сравнительно резко уменьшается. Наибольшая глубина гидратации слюд наблюдается в тектонически ослабленных зонах, где процессы выветривания проникали на большую глубину.

Наибольшее промышленное значение из продуктивных пород на месторождении имеют кальцит-биотитовые породы, содержание биотита в

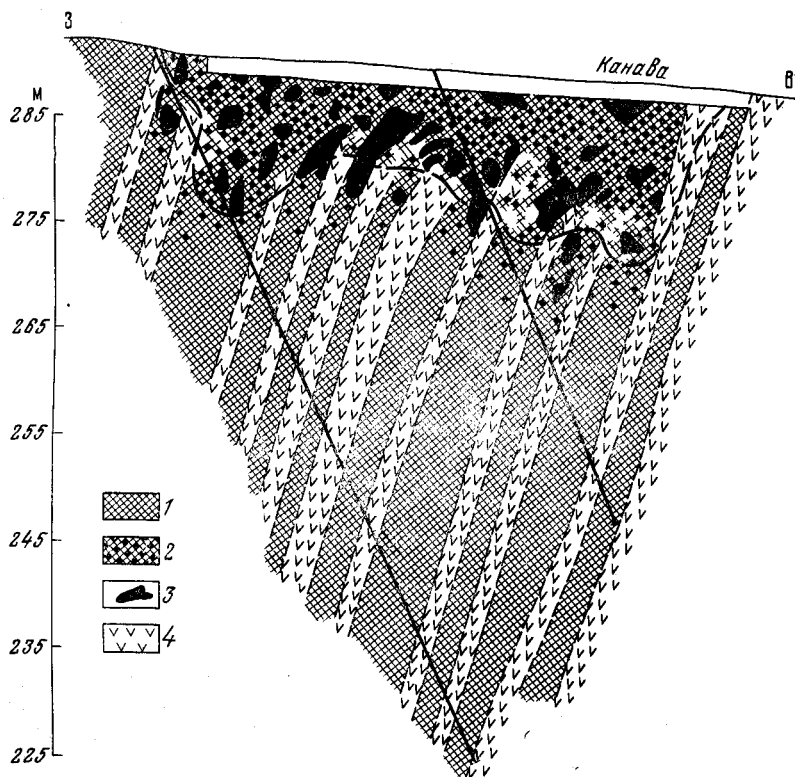


Рис. 122. Потанинское месторождение вермикулита. Поперечный разрез по жиле 4. По В. Н. Жиркевичу  
1 — биотит-карбонатные породы; 2 — вермикулит-биотитовые руды; 3 — вермикулит; 4 — мicasиты

которых достигает 80—90% и в среднем составляет 30%. При выветривании вместе с гидратацией слюд происходит разрушение и выщелачивание кальцита, что приводит к естественному обогащению руд и часто к образованию почти мономинеральных вермикулитовых зон (Жиркевич, 1969).

Содержание гидратированного биотита и вермикулита в рудных телах неравномерное. По данным лабораторных испытаний содержание вермикулита изменяется от 5—6 до 85%, составляя в среднем (по участку детальной разведки) 25,7%.

Вермикулит присутствует главным образом в мелких фракциях (от долей миллиметра до 10 мм), преобладают чешуйки размером до 5 мм. Крупнокристаллический вермикулит встречается в очень небольших количествах. Объемный вес вспученного вермикулита 200—300 кг/м<sup>3</sup> и более. По схеме обогащения руды сухим способом, разработанной Урал-

механобром, получен продукт с объемным весом 100—175 кг/м<sup>3</sup>, а по схеме УралНИИЖБа — с объемным весом 120—178 кг/м<sup>3</sup>.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятные. Основное количество подсчитанных запасов залегает выше уровня грунтовых вод. Расчетный водоприток при условии отработки месторождения на глубину 16 м определен в 495 м<sup>3</sup>/ч. Балансовые запасы Потанинского месторождения на 1/1 1972 г. составляют по категориям В+С<sub>1</sub> 18,53 тыс. т, по категории С<sub>2</sub> 1042 тыс. т вермикулита-сырца. Общие перспективные запасы месторождения оцениваются в 18—20 млн. т вермикулита-сырца.

Субутакское месторождение выявлено в 1963 г., расположено в 4 км юго-западнее ст. Субутак Южно-Уральской ж. д. и в 40 км к юго-востоку от г. Магнитогорска. Месторождение связано с корой выветривания пироксенитов. Поисково-разведочные работы проводились в 1964—1965 гг.

В геолого-структурном отношении месторождение приурочено к восточному крылу Магнитогорского мегасинклинория и располагается в пределах Полоцкой структурно-фациальной зоны (по К. П. Плюснину). Субутакский пироксенитовый массив представляет собой малую интрузию, вытянутую в северо-восточном направлении.

Распределение вермикулита в коре выветривания пироксенитов также весьма неравномерное. Наиболее интенсивное ослюденение наблюдается в средней части массива, где преобладают средне- и крупнозернистые пироксениты. Вермикулит встречается в виде отдельных листовидных включений различной крупности или в виде неправильной формы шширообразных включений и гнезд. Размеры шширов достигают 1 м в поперечнике, в среднем 0,1—0,3 м. Содержание вермикулита в шширах 75—80%. Размеры кристаллов слюды различные — от долей миллиметров до 2—3 см в поперечнике. Большая часть кристаллов слюды (порядка 80%) представлена табличками и чешуйками размером менее 3 мм.

Среди обогащенных вермикулитом зон наблюдаются участки, сложенные пестроцветными и охристыми глинами с пониженным содержанием вермикулита. Мощность обогащенной вермикулитом коры выветривания колеблется от 1 до 25 м, составляя в среднем 12 м.

Содержание вермикулита в коре выветривания пироксенита колеблется в широких пределах — от долей до 63,5%, в среднем равно 12%. Объемный вес обожженного вермикулита в среднем составляет 150—160 кг/м<sup>3</sup>.

Рудами на месторождении считаются мелкочешуйчатые, в различной степени гидратированные слюды, представленные фракциями от 2,5 до 0,5 и менее. К слюдистой составляющей относятся собственно вермикулит и гидробиотит. Объемный вес смеси вспученного гидробиотита и вермикулита колеблется в пределах от 130—140 до 600—750 кг/м<sup>3</sup> (в среднем 200—300 кг/м<sup>3</sup>).

Запасы вермикулитовой руды на месторождении подсчитаны по категории С<sub>2</sub> в количестве 1696 тыс. т вермикулита-сырца при среднем содержании 12,5%. Возможность прироста запасов вермикулита ограничена.

Перспективы выявления новых месторождений вермикулита значительные. Поисковые работы должны быть направлены на изучение гнейсовых комплексов Восточно-Уральского поднятия, и прежде всего его западных зон.

## АСБЕСТ

Первые сведения о добыче асбеста на Урале относятся к 1720 г., однако до конца 80-х годов прошлого столетия эксплуатация его производилась эпизодически и носила примитивный характер. Асбестодобывающая промышленность возникла в России в 1887 г. на базе открытого в 1885 г. Баженовского месторождения хризотил-асбеста. С 1899 г. русский асбест экспортируется в Европу, а затем и в другие страны света. После организации эксплуатационных работ на Баженовском месторождении добычные и поисковые работы начались в соседних районах. Были открыты и стали разрабатываться Алапаевское (1906 г.), Красноуральское и Луковское (1908 г.), Режевское (1909 г.) и несколько более мелких месторождений хризотил-асбеста (Кривское, Таловское и др.). В 1935 г. началась эксплуатация Сысертского месторождения антофиллит-асбеста, известного еще с 1765 г. и разрабатывавшегося в небольших масштабах кустарным способом. Значительно позже, в начале 50-х годов, была организована добыча щелочного режикит-асбеста на некоторых месторождениях Среднего Урала.

Систематические поисковые и разведочные работы на хризотил-асбест начали проводиться с 1922 г. За 20 последующих лет были значительно увеличены выявленные ранее запасы Баженовского, Алапаевского и Режевского (Останинского) месторождений. Одновременно были проведены (1932—1936 гг.) детальные геологические исследования в Сысертской антофиллит-асбестоносной провинции. В эти же годы проведены обстоятельные исследования выявленных месторождений асбеста П. М. Татариновым, В. В. Аршиновым, Б. Я. Меренковым, Н. Д. Соболевым, Н. Д. Меркурьевым и другими геологами. Исследования эти явились научной основой дальнейших поисково-разведочных работ на асбест.

В годы Великой Отечественной войны геологоразведочные работы на хризотил-асбест были сведены до минимума и концентрировались преимущественно на Баженовском месторождении, разведанные запасы асбеста на котором к 1946 г. превысили довоенный уровень. Работы на антофиллит-асбест были сосредоточены в это время в Сысертском асбестоносном районе, где проводились широкие поиски, увенчавшиеся открытием новых месторождений — Калмацкого, Копанского и Катайского.

В период с 1946 по 1960 г. выполнены большие объемы геологоразведочных работ на Баженовском месторождении, детально разведаны Красноуральское, Алапаевское, Режевское и Луковское месторождения хризотил-асбеста, Сысертское, Калмацкое и другие месторождения антофиллит-асбеста. Эти работы позволили накопить в короткий срок обширные знания в области изучения структуры асбестоносных полей и выяснить закономерности размещения в них асбестовых залежей.

Изменение представлений о строении месторождений асбеста, данные о наличии второго структурного этажа в асбестоносных полях, уточнение геологической позиции антофиллит-асбестовых месторождений, залегающих, как оказалось, в глубокометаморфизованных гипербазитах среди гнейсово-сланцевых комплексов, а не в кровле гранитных интрузий, как считалось прежде, привели к коренному перевороту в методике поисков и разведки месторождений асбеста. Это не замедлило сказаться на практических результатах. Были открыты новые крупные залежи хризотил-асбеста в Баженовском асбестоносном районе, где только за пять лет (1956—1961 гг.) запасы хризотил-асбеста увеличены более чем на 19 млн. т, открыто Лесное месторождение хризотил-асбеста (1950 г.), Мочаловское (1952 г.), Терсутское (1956 г.) и другие более мелкие ме-

сторождения антофиллит-асбеста, новые месторождения режикит-асбеста.

Весьма существенно изменились представления о потенциальных возможностях ряда асбестоносных районов Урала, и прежде всего районов Красноуральского и Режевского месторождений. Дальнейшее подтверждение теоретических выводов, сделанных на примере изучения среднеуральских месторождений, привело к крупным открытиям в других районах (Киембайское месторождение хризотил-асбеста и Бугетысайское месторождение антофиллит-асбеста на Урале, Молодежное месторождение в Бурятии, Саянское и др.).

Резкое расширение сырьевой базы уральской асбестодобывающей промышленности позволило соответственно значительно увеличить и добычу хризотил-асбеста, которая с 11 тыс. т в 1917 г. возросла до 1500 тыс. т в 1972 г. Благодаря успешной работе многочисленного коллектива уральских геологов по расширению сырьевой базы Советский Союз в 1958 г. перегнал Канаду по производству товарного асбеста и в настоящее время прочно удерживает мировое первенство.

### ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АСБЕСТА

Известные на Урале многочисленные месторождения и проявления асбеста различных генетических типов объединяются в две большие минеральные группы: хризотил-асбест группы серпентина и асбесты группы амфибола. В последней выделяются ромбические магнезиально-железистые амфибол-асбесты (антофиллит), моноклинные щелочные (режикит и крокидолит) и щелочноземельные (тремолит и актинолит) амфибол-асбесты.

**Месторождения хризотил-асбеста**, согласно широко известной классификации П. М. Татарина (1967 и др.), относятся к двум генетическим типам: к гидротермальным среднетемпературным месторождениям, образовавшимся на умеренных глубинах в массивах ультраосновных пород, и к **скарновым** (контактово-метасоматическим) месторождениям, возникшим в гидротермальную (среднетемпературную) стадию контактового метасоматоза магнезиальных карбонатных пород.

В класс гидротермальных месторождений входит подавляющее большинство уральских месторождений и проявлений хризотил-асбеста, залегающих в серпентинитах и серпентинизированных гипербазитах,— Баженовское, Алапаевское, Лесное, Красноуральское, Режевское, Таловское и многие другие. К месторождениям контактово-метасоматического типа относятся проявления хризотил-асбеста в доломитизированных известняках западного склона Урала, особенно широко распространенные на Приполярном Урале,— Вангырское, Сураизское, Скалистое и др.

В зависимости от строения жил асбеста и их взаимного расположения (способа жилкования) месторождения хризотил-асбеста, залегающие как в ультраосновных, так и в магнезиальных карбонатных породах, подразделяются на три подтипа: баженовский, лабинский и карачевский (по классификации П. М. Татарина).

Залежи месторождений баженовского подтипа представлены мощными (20—600 м) полого- и крутопадающими телами, протягивающимися на значительные расстояния (200—4500 м). Рудные тела залегают во вмещающих породах между крупными тектоническими нарушениями и имеют зональное или концентрически-зональное строение с асбестоносностью нескольких типов: мелкопрожила, мелкой и крупной сеток и простых и сложных отороченных жил; отдельные рудные тела



сложены серпентинитами преимущественно одного типа асбестоносности. По характеру асбестоносности и морфологии асбестовых залежей среди последних различаются (Золоев, 1968) несколько типов (табл. 44).

Большой частью асбестоносность в месторождениях баженовского подтипа представлена мелкосетчатыми рудами, несколько реже крупной сеткой и отороченными жилами. Наиболее длинное волокно асбеста I, II и III сортов содержится в рудах простых и сложных отороченных жил и крупной сетки, но количество его редко превышает 2—8%. Мелкосетчатые и мелкопрожилковые руды значительно богаче по содержанию волокна асбеста, количество которого колеблется в пределах 5—10%, достигая иногда 20—30% (отдельные участки Баженовского месторождения), но по длине волокна в них преобладают низшие сорта (V, VI, VII).

Рудные тела месторождений лабинского подтипа, представленные так называемыми «одиночными» простыми или сложными жилами поперечноволокнутого асбеста во вмещающих серпентинитах, в пределах описываемой территории распространены незначительно. Этот тип асбестоносности изредка встречается в месторождениях баженовского подтипа (в Красноуральском, Алапаевском и др.), иногда образует самостоятельные месторождения (Устейское месторождение у д. Панышино).

Еще реже встречаются на Урале месторождения карачаевского подтипа, хризотил-асбест в которых представлен жилами не поперечноволокнутого асбеста, как в месторождениях баженовского и лабинского подтипов, а продольноволокнистыми выполнениями трещин, расплюснутыми волокнистыми массами и примазками на плоскостях скопления серпентинитов. Этот тип асбестоносности присутствует в основном в зонах вторичных (пострудных) тектонических нарушений среди всех месторождений баженовского подтипа, гораздо реже образует самостоятельные месторождения (Мойвинское).

**Месторождения амфибол-асбеста**, так же как месторождения хризотилового асбеста, образуются в гидротермальную стадию, но по сравнению с последними характеризуются более высокотемпературными парагенетическими минеральными ассоциациями и относятся к образованиям более значительных глубин (Золоев, 1962). В зависимости от процесса образования вмещающих материнских пород, предшествовавшего собственно асбестообразованию, выделяются метаморфогенно-метасоматические (антофиллитовые), гидротермальные (режикистовые, крокидолитовые и актинолит-тремолитовые) и контактово-метасоматические (тремолитовые) месторождения асбеста.

Уральские месторождения и проявления антофиллит-асбеста, по классификации К. К. Золоева (1962) и А. Я. Хмары и В. В. Байракова (1967), относятся к двум генетическим типам. Первый тип месторождений антофиллит-асбеста (собственно метаморфогенно-метасоматический) связан с вторично измененными оливин-энстатитовыми и энстатитовыми породами, образовавшимися в результате регионального метаморфизма серпентинитов в условиях гранулитовой фации. Рудные тела имеют небольшие размеры (от нескольких метров до 15×300 м), лентообразную, линзовидную и гнездообразную форму и зональное строение. В центре они сложены материнскими грубо- и гигантозернистыми породами, окаймленными оливин-пироксен-антофиллитовыми и тальк-карбонат-антофиллитовыми породами столбчатой, пучковой и звездчатой структур; по периферии развиты тальк-карбонатные породы. Процесс асбестизации связан с этапом воздействия на антофиллит, реже тальк термальных растворов в основном в регрессивную стадию метаморфического процесса. К этому типу относится подавляющее

**Морфологическая классификация хризотил-асбестовых залежей  
месторождений баженовского подтипа**

Морфологический тип залежей	Проявление асбестизации в соответствующих типах залежей	Примеры рудных тел
I. Чашеобразные (вытянутые в плане и изометричные)	Залежи зонального строения со всеми или почти со всеми типами асбестоносности	Большинство приповерхностных залежей Баженовского месторождения, залежь Главная Киембайского месторождения и др.
	Залежи простого строения с одним преобладающим типом асбестоносности	Гейслеровская залежь Джетыгаринского месторождения
II. Трубо- и сигарообразные, эллипсоидальные	Залежи концентрически-зонального строения со всеми или почти со всеми типами асбестоносности	Некоторые глубинные залежи Баженовского месторождения
	Залежи простого строения с одним преобладающим типом асбестоносности	То же
III. Линзообразные (лентообразные)	Залежи асимметричные (по отношению к зоне разлома) а) зонального строения, б) с одним преобладающим типом асбестоносности	а) Центральная залежь Режевского месторождения, залежь Основная Джетыгаринского месторождения, б) Лидинская залежь Джетыгаринского месторождения
	Залежи симметричные а) зонального строения, б) с одним преобладающим типом асбестоносности	Некоторые залежи Алапаевского и других месторождений

большинство промышленных месторождений Сысертской асбестоносной провинции, Савелькульское и др.

Второй тип месторождений и проявлений антофиллит-асбеста представлен контактово-реакционными образованиями в метаморфизованных гипербазитах на границе их с силикатными породами кислого состава. Асбест образуется во вмещающих гипербазитах в виде вкрапленности спутанноволокнистых и звездчатых масс, иногда довольно мощных жил продольно-, реже поперечно-волокнистого строения. В ассоциации с антофиллит-асбестом нередко присутствует тремолит-асбест. Промышленного значения месторождения этого типа в настоящее время не имеют, однако должны тщательно изучаться, так как помимо самостоятельных проявлений (Мурзинское, Алабашское, Кочневское и др.) они часто встречаются в породах околодайкового изменения среди месторождений сысертского типа и в этом случае служат прямым поисковым признаком возможного промышленного скопления антофиллит-асбеста.

Месторождения режикит-асбеста относятся к классу гидротермальных месторождений, образовавшихся в метаморфизованных ультраосновных породах типа гарцбургитов в процессе биметасоматоза между щелочными основными жильными породами и вмещающими их гарцбургитами под воздействием на те и другие более поздних термальных растворов, не связанных непосредственно с внедрением даек жильных пород (Андреев, 1959, 1962; Золоев, 1962). Асбестоносность внутри массивов гипербазитов проявляется в виде отдельных коротких, часто сближенных жил и прожилков продольно- и косоволокнистого, реже поперечноволокнистого асбеста, составляющих во вмещающих карбонатизированных антигоритовых серпентинитах асбестовые залежи. Последние залегают вдоль тектонических нарушений, фиксированных альбитроговообманковыми дайками и тальк-карбонатными породами, и по форме относятся к типу рудных столбов, представленных небольшими линзо- или гнездообразными телами (Белов, Золоев, Спасский, 1962).

Месторождения тремолит- и актинолит-асбеста в ультраосновных породах, как и месторождения режикитового асбеста, относятся к биметасоматическим образованиям, но в отличие от них активная роль в гидротермальных растворах принадлежала не щелочам, а окиси кальция, вследствие чего и возникли кальцийсодержащие роговые обманки. Жилы асбеста залегают в тальк-карбонатных породах и оталькованных серпентинитах, в полях развития жильных пород кислого, реже основного состава. Месторождения данного типа широко распространены в ультраосновных массивах Урала (Коркодинское, Черемшанское, Верхне-Тагильское, Починок и др.), но промышленного значения не имеют.

Месторождения актинолит-асбеста в эффузивных породах представляют собой также гидротермальные образования типа «альпийских» жил (Золоев, 1962). Жилы и прожилки актинолит-асбеста в ассоциации с кварцем, эпидотом, альбитом, реже аксинитом и хлоритом выполняют трещины в пироксеновых порфиритах, реже колчеданных залежах (Горбуновское, Черноисточинское, Белореченское и другие месторождения). Промышленное значение месторождения этого типа могут представлять только в случае наличия значительных концентраций волокна асбеста (десятки тысяч тонн).

Месторождения тремолит-асбеста в магнезиальных карбонатных породах, как и месторождения хризотил-асбеста в доломитизированных известняках и доломитах, относятся к месторождениям контактово-метасоматического (скарнового) типа. Представлены незначительными проявлениями тремолит-асбеста в виде жил продольноволокнистого строения и примазок по плоскостям напластований карбо-

натных пород, залегающих среди кварц-серицитовых, кварц-хлоритовых и филлитовых сланцев западного склона Урала.

Единственное известное на Урале проявление крокидолит-асбеста (Карабалыкское) приурочено к сиенит-эгириновым пегматитам среди сиенитовых гнейсов ильменского кристаллического комплекса. Тонковолокнистые радиально-лучистые агрегаты крокидолит-асбеста в ассоциации с вторичным кварцем выполняют пустоты и мелкие трещины в пегматитах и вмещающих сиенито-гнейсах. Этот тип месторождений асбеста изучен слабо, по-видимому, относится к классу пегматитов, образовавшихся в гидротермальную фазу пегматитообразования. Имеются указания (Ю. С. Соловьев, 1958 г.) о проявлениях крокидолит-асбеста (чернышевита) на западном склоне Северного Урала в бассейне р. Большой Мойвы, а также в пачках оталькованных слоистых железистых кварцитов на Нижне-Чувальском месторождении железных руд. Сведения эти неточны и требуют проверки.

В основу предлагаемой генетической классификации уральских месторождений асбеста (табл. 45), как и в классификации П. М. Татарина, положены петрографический состав вмещающих пород, минеральные виды асбестов, а также характерные формы выделений асбеста и парагенетические ассоциации минералов.

#### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АСБЕСТА

Асбестообразование, как и любое другое минералообразование, является одной из сторон сложного процесса геологического развития складчатой системы. Пространственное размещение асбестовых месторождений на Урале вследствие этого определяется условиями образования и закономерностями регионального распространения вмещающих их геологических формаций и особенностями тектоно-магматического развития каждого отдельного района.

В геологической истории формирования Урала выделяется догеосинклинальный архейско-раннепротерозойский тектоно-магматический цикл, в образованиях которого асбестопроявления неизвестны. Наиболее ранние (по времени образования) проявления хризотил-асбеста возникают на различных, преимущественно поздних этапах позднекембрийско-кембрийского геосинклинального цикла. Приурочены они к массивам серпентинизированных ультраосновных пород пироксенит-перидотитовой формации и относятся к рудным формациям субплатформенных областей (Золоев, Булькин, 1968). Последние сложены осадочно-метаморфическими и магматическими образованиями с характерным миогеосинклинальным режимом развития. Типичным представителем этих проявлений является Мойвинское месторождение, относящееся к месторождениям карачаевского подтипа. Асбестоносность в виде примазок и продольноволокнистых жил асбеста развита в основном в серпентинизированных пироксенитах; в небольших телах апогарцбургитовых серпентинитов слабо проявлена редкая сеть маломощных прожилков поперечно-волокнистого хризотил-асбеста, образующая асбестоносность баженковского подтипа.

В отложениях позднекембрийско-кембрийского структурного этажа — в линзах мраморизованных доломитизированных известняков, залегающих среди кварц-хлорит-серицитовых и филлитовых сланцев, — встречаются также проявления хризотил-асбеста аспагашского подтипа, иногда в ассоциации с жилами продольноволокнистого тремолит-асбеста (Вангырское и другие проявления). Указанные асбестопроявления как в ультраосновных, так и в магнезиальных карбонатных породах развиты

исключительно только в пределах антиклинальных поднятий западного склона Урала (рис. 123).

В период следующего, ордовикско-позднепалеозойского тектоно-магматического цикла развития Уральской геосинклинали формируются многочисленные месторождения и проявления асбеста различных генетических типов. На ранних, начальных этапах этого цикла развития подвижных зон в ультраосновных породах гипербазитовой формации (под воздействием на них гранитоидов габбровых формаций) образуются месторождения и проявления хризотил-асбеста преимущественно баженовского подтипа, иногда с частичным развитием одиночных жил асбеста, характерных для месторождений лабинского подтипа. Асбестоносность приурочена к апогарцбургитовым хризотилитовым серпентинитам, серпентинизированным гарцбургитам и дунит-гарцбургитам, массивы которых залегают во внутренней (эвгеосинклиальной) части геосинклинали, в зонах глубинных разломов, расположенных на границе крупных поднятий и погружений (см. рис. 123). При этом с массивами ультраосновных пород ордовикско-раннедевонского этапа связаны сравнительно небольшие непромышленные месторождения и проявления хризотил-асбеста (Вижайское, Ревдинское и др.), а с массивами среднедевонско-

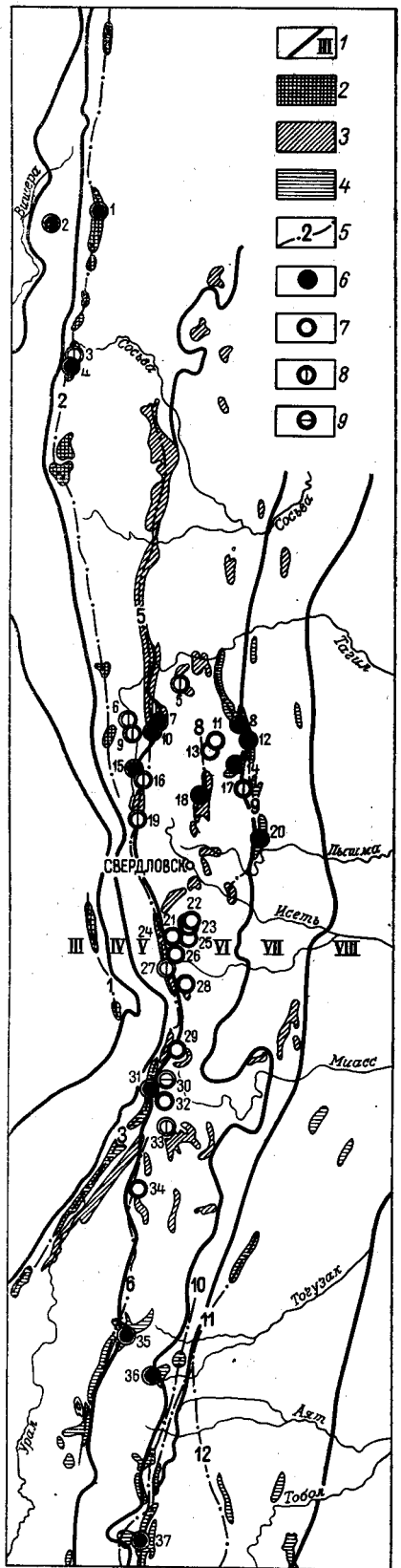


Рис. 123. Схема размещения месторождений асбеста Урала (составил К. К. Золотов)

1 — границы структурно-фациальных зон и их номера; 2 — ультраосновные породы ордовикско-нижнедевонского возраста; 3 — то же, среднедевонско-нижнекаменноугольного возраста; 4 — то же, верхнетурьеско-намюрского возраста; 5 — осевые линии глубинных разломов и их номера; 6—9 — месторождения: 6 — хризотил-асбеста, 7 — антофилит-асбеста, 8 — тремолит-актинолит-асбеста, 9 — крокидолит-асбеста.

Месторождения хризотил-асбеста: 1 — Вижайское, 2 — Мойнинское, 4 — Кривское I, 7 — Красноуральское, 8 — Лесное, 10 — Луковское, 12 — Алапаевское, 14 — Режевское, 15 — Верхнеатагильское, 18 — Первомайское, 20 — Баженовское, 31 — Таловское, 35 — Куликовское, 36 — Ново-Татищевское, 37 — Брединское; месторождения антофилит-асбеста: 11 — Мурзинское, 13 — Маслянский Бор, 21 — Сысертское, 22 — Терсутское, 23 — Мочаловское, 24 — Катайское, 25 — Южно-Калмацкое, 26 — Полдневское, 28 — Семь Ключей, 29 — Увильдинское, 32 — Савелькульское, 34 — Качевское; месторождения тремолит-актинолит-асбеста: 3 — Кривское II, 5 — Верхнесалдинское, 6 — Горбуновское, 9 — Чернойсточинское, 16 — Белореченское, 17 — Быстринское, 19 — Починок, 27 — Черемшанское, 33 — Чебаркульское; месторождения крокидолит-асбеста: 30 — Карабалыкское.



## Генетическая классификация месторождений асбеста Урала

Генетические типы		Вещающие породы	Характерные формы выделений асбеста и парагенезис главных минералов	Положение в основных тектонических зонах Уральской геосинклинали
По характеру процесса образования	По минеральному составу и типу вмещающих пород			
Контактово-метасоматические (скарновые)	Тремолит-асбест в магнезиальных карбонатных породах (вангырский подтип) Хризотил-асбест в магнезиальных карбонатных породах (аспагашский подтип)	Серпентиниты и серпентинизированные доломитизированные известняки, иногда мраморизованные вблизи контактов с дайками диабазов и небольшими массивами гранитов и диоритов	Жильные, преимущественно продольноволокнистые выполнения тремолит- и хризотил-асбеста в ассоциации с кальцитом, доломитом, офикальцитом, редко кварцем	Миогеосинклиналь, зоны антиклинальных поднятий
термальные	Собственно гидротермальные	Гарцбургиты, ортопироксеновые дуниты и хризотилитовые серпентиниты по ним вблизи контактов с более молодыми гранитоидами	Жильные выполнения хризотил-асбеста поперечно-, реже продольноволокнистого (карачаевский подтип) строения в ассоциации с офитом, брусином, магнезитом и серпентином	Эвгеосинклиналь, зоны крупных глубинных разломов (месторождения карачаевского подтипа в миогеосинклинальной зоне)
	Биметасоматические	Моноклинный щелочной режикит-асбест в метаморфизованных гипербазитах (анатольско-шиловский подтип)	Апогарцбургитовые антигоритовые серпентиниты, карбонатизированные, реже оталькованные, с полями широко развитых жильных пород основного состава	То же

Гидро		Моноклинный щелочноземельный (кальциевый) тремолит- и актинолит-асбест в серпентинитах и тальк-карбонатных породах (абдул-касимовский подтип)	Серпентиниты и тальк-карбонатные породы на контакте с дайками жильных пород основного, реже кислого состава	Жилы продольноволокнистого амфибол-асбеста с околожильным актинолитом, карбонатом, тальком, редко хлоритом и гидробиотитом	Мио- и эвгеосинклиналь, зоны глубинных разломов
	Типа "альпийских" жил	Моноклинный щелочноземельный (кальциевый) актинолит-асбест в вулканогенных породах (горбуновско-белореченский подтип)	Пироксеновые порфириды, реже колчеданные залежи среди вулканогенных комплексов, претерпевших региональный метаморфизм фации зеленых сланцев	Жилы продольно- и спутанноволокнистого актинолит-асбеста в ассоциации с кварцем, эпидотом, альбитом, реже аксинитом и хлоритом	То же, зоны синклинальных погружений
Метаморфогенно-метасоматические		Ромбический антофиллит-асбест в реакционных образованиях гипербазитов на контакте с силикатными кислыми породами (мурзинский подтип)	Метаморфизованные гипербазиты на контакте с силикатными породами более кислого состава (гранитоидами, пегматитами, гнейсами)	Гнезда и жилы асбеста в ассоциации с антофиллитом, карбонатом, вермикулитом и тальком	Эвгеосинклиналь, зоны крупных антиклинальных поднятий
		Ромбический антофиллит-асбест во вторичных ультраосновных породах (сысертский подтип)	Оливин-энстатит-антофиллитовые и антофиллит-тальк-карбонатные породы среди мигматитов и кристаллических сланцев высоких ступеней регионального метаморфизма	Интенсивная вкрапленность антофиллит-асбеста в парагенезисе с тальком, антофиллитом, карбонатом	То же

раннетурнейского этапа, напротив, — относительно крупные промышленные месторождения (Красноуральское, Луковское и др.). В гипербазитах этих этапов образуются также месторождения режикит-асбеста. С указанными этапами связаны проявления актинолит-асбеста (Горбуновское, Черноисточинское, Белореченское и др.) в пироксеновых порфиритах, диабазах и их туфах, залегающих в осадочно-вулканогенных толщах синклинальных погружений.

Позднетурнейско-намюрский этап развития геосинклинали отмечается образованием в серпентинитах мелких асбестопроявлений в основном лабинского подтипа (Паршинское, Ряпосовское и другие проявления).

В позднепалеозойский этап преимущественно орогенного развития внутренних подвижных зон ордовикско-позднепалеозойской геосинклинали формируются наиболее крупные месторождения асбеста, имеющие важное промышленное значение. В зонах крупных глубинных разломов, в связи с воздействием на ультраосновные породы гипербазитовой формации более молодых гранитоидов верхнепалеозойской гранитовой формации, образовались месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа (Баженовское, Режевское, Алапаевское и др.), а внутри крупных антиклинальных поднятий в массивах глубокометаморфизованных гипербазитов, залегающих среди гнейсово-мигматитовых комплексов, — месторождения антофиллит-асбеста сысертского и мурзинского подтипов (Сысертское, Терсутское, Савелькульское, Мурзинское и др.). В связи с этим месторождения хризотил-асбеста пространственно приурочены главным образом к перидотитовым поясам, располагающимся на границе крупных поднятий и погружений, а месторождения антофиллит-асбеста — к массивам, залегающим внутри региональных поднятий (см. рис. 123). Одновременно многие месторождения, образовавшиеся в среднем палеозое, претерпевали глубокие изменения, и по-видимому, в некоторых случаях полностью исчезали, сменяясь более высокотемпературными метаморфическими образованиями.

В мезо-кайнозойском цикле платформенного развития Урала, вероятно, вследствие слабого проявления магматических процессов образования месторождений асбеста не происходило.

Таким образом, в процессе превращения мобильной геосинклинали в относительно стабильную складчатую область асбестоносные зоны развивались самостоятельно, независимо друг от друга. Об этом свидетельствует региональная металлогеническая зональность, выражающаяся в отчетливой смене с запада на восток асбестоносных зон с различными по минеральному составу и генетическим типам месторождениями асбеста (рис. 124). При этом промышленные месторождения хризотил-асбеста всегда связаны с ультраосновными породами гипербазитовой (дунит-гарцбургитовой) формации, а месторождения антофиллит-асбеста — с формацией магнезиальных скарнов — вторичными ультраосновными породами (Булькин, Золоев, 1968). В остальных формационных типах гипербазитов промышленные месторождения асбеста не образуются.

Ниже приводится описание месторождений отдельных, наиболее крупных асбестоносных районов Урала.

**Баженовский асбестоносный район** — крупнейший в мире — находится на восточном склоне Среднего Урала. В центральной части одноименного массива гипербазитов, входящего в состав Алапаевско-Асбестовского перидотитового пояса, залегают мощные протяженные залежи хризотил-асбеста баженовского подтипа. К крайней южной части массива, к зонам интенсивного развития тальк-карбонатных пород, приурочены непромышленные проявления амфибол-асбеста актинолит-тре-

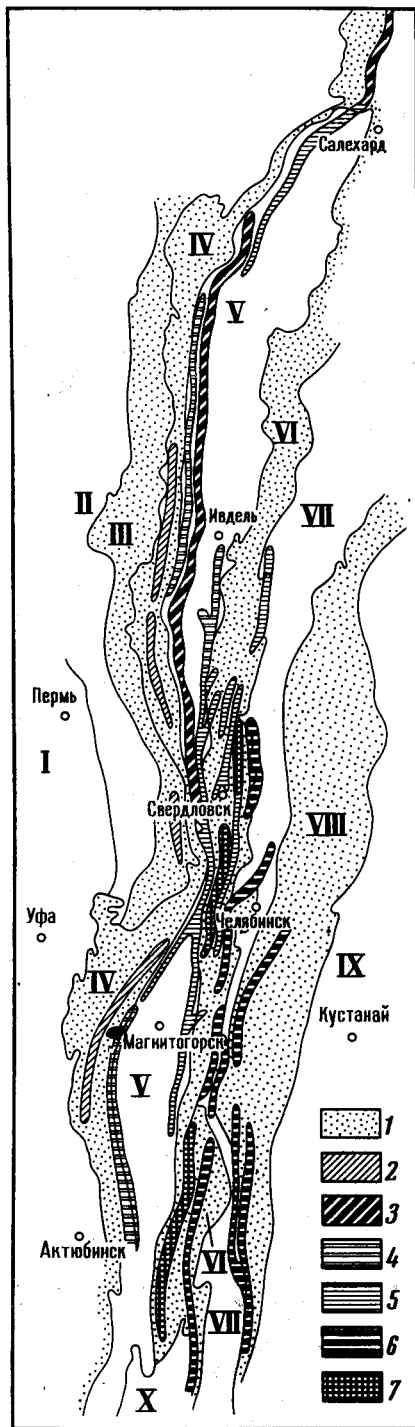
молитового ряда. Северная часть массива вмещает мелкие, также непромышленные залежи хризотил-асбеста. За пределами западного контакта массива гипербазитов, в области развития кристаллических сланцев, известны слабо изученные проявления тремолит- и антофиллит-асбеста мурзинского подтипа, связанные с зонами околodayкового метаморфизма в мелких телах гипербазитов.

Баженовское месторождение<sup>1</sup> хризотил-асбеста (П. М. Татаринов, 1928 г.; Соловьев, Золоев, Круцко, 1959; Дыбков, Трапезникова, Чемякин, 1967) расположено непосредственно в районе г. Асбеста, в 57 км к северо-востоку от г. Свердловска, и приурочено к вышеупомянутому одноименному массиву ультраосновных пород. Последний вытянут в меридиональном направлении, имеет линзообразную форму и западное падение под углом 50—65°. Длина его около 28 км, ширина от 1 до 2,4 км; общая площадь примерно 75 км<sup>2</sup>. Массив сложен перидотитами типа гарцбургитов (в южной половине) и пироксенитами — диаллагитами, вебстеритами, реже энстатитами (в се-

Рис. 124. Схема размещения асбестоносных зон, связанных с гипербазитами Урала (составил К. К. Золоев)

1 — региональные поднятия; 2 — асбестоносные зоны кембрийско-нижнесилурийские с преимущественным развитием хризотил-асбеста карачаевского подтипа в гипербазитах пироксенит-перидотитовой формации; 3 — асбестоносные зоны верхнесилурийские с преимущественным развитием месторождений амфибол-асбеста тремолит-актинолитового ряда в гипербазитах дунит-пироксенит-габбровой формации; 4 — асбестоносные зоны ордовикско-нижнедевонские с преимущественным развитием хризотил-асбеста и актинолит-тремолит-асбеста в гипербазитах габбро-перидотитовой (гипербазитовой) формации; 5 — асбестоносные зоны среднедевонско-нижнекаменноугольные с преимущественным развитием хризотил-асбеста баженовского подтипа и режикит-асбеста в гипербазитах габбро-перидотитовой (гипербазитовой) формации; 6 — асбестоносные зоны позднепалеозойские с преимущественным развитием хризотил-асбеста баженовского подтипа и актинолит-тремолит-асбеста в гипербазитах габбро-перидотитовой (гипербазитовой) формации; 7 — асбестоносные зоны позднелпалеозойские с преимущественным развитием антофиллит-асбеста сыертского и мурзинского подтипов и вермикулит-антофиллит-асбеста в гипербазитах формации магнетитовых скарнов.

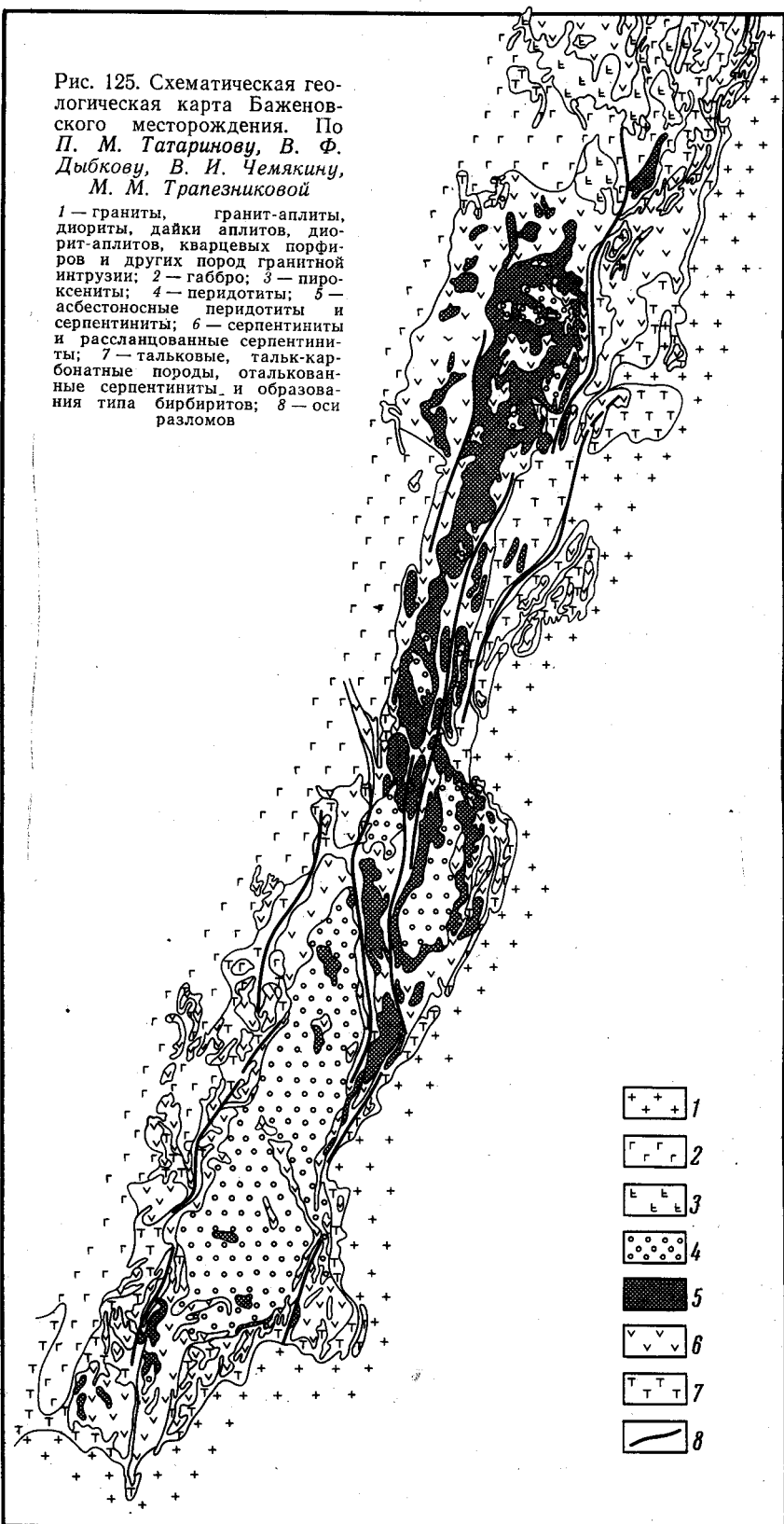
Основные структурно-фациальные зоны: I — Восточная окраина Русской платформы, II — Предуральский прогиб, III — Западно-Уральская внешняя зона складчатости, IV — Центральное-Уральское поднятие, V — Тагильско-Магнитогорский прогиб, VI — Восточно-Уральское поднятие, VII — Восточно-Уральский прогиб, VIII — Зауральское поднятие, IX — Тюменско-Кустанайский прогиб, X — Челкарский периклиальный прогиб



<sup>1</sup> Описано совместно с Ю. С. Соловьевым и Н. С. Круцко.

Рис. 125. Схематическая геологическая карта Баженовского месторождения. По П. М. Татаринovu, В. Ф. Дыбкову, В. И. Чемякину, М. М. Трапезниковой

1 — граниты, гранит-аплиты, диориты, дайки аплитов, диорит-аплитов, кварцевых порфиров и других пород гранитной интрузии; 2 — габбро; 3 — пироксениты; 4 — перидотиты; 5 — асбестоносные перидотиты и серпентиниты; 6 — серпентиниты и рассланцованные серпентиниты; 7 — тальковые, тальк-карбонатные породы, оталькованные серпентиниты и образования типа бирбиритов; 8 — оси разломов





верной); с запада к нему примыкают габбро, слагающие его висячий бок, а с востока и юга он ограничивается гранитами более молодого возраста (рис. 125).

Граниты в виде жил с многочисленными апофизами, а также дайки пород среднего состава пронизывают тело ультраосновных пород, фиксируя разломы длиной до 12—15 км. Кроме меридиональных отмечаются широтные и диагональные зоны разломов и разломы с падением, близким к горизонтальному. Все эти зоны разломов расчленяют массив гипербазитов на ряд очень крупных блоков, в свою очередь подвергнутых более мелкой трещиноватости. В результате процессов метаморфиз-

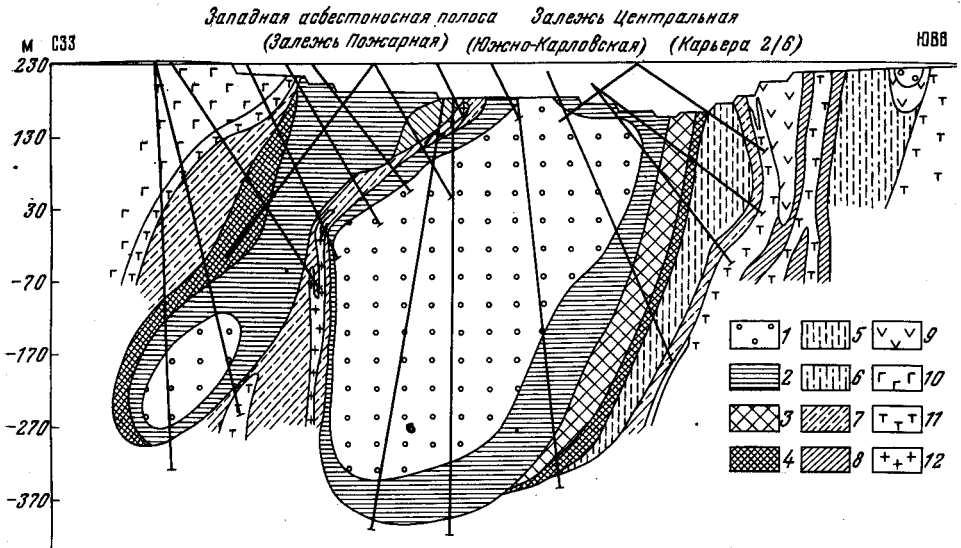


Рис. 126. Геологический разрез залежей Центральной и Пожарной Баженовского месторождения. По В. И. Чемякину

1 — перидотиты; 2 — перидотиты с жилами асбеста отороченного типа; 3 — серпентиниты с жилами асбеста крупносетчатого типа; 4 — серпентиниты с жилами асбеста мелкопрожилкового типа; 5 — серпентиниты с жилами асбеста мелкопрожилкового типа; 6 — серпентиниты с просечками асбеста; 7 — серпентиниты с продольноволокнистым асбестом; 8 — серпентиниты перематые и рассланцованные; 9 — серпентиниты; 10 — габбро; 11 — серпентин-хлоритовые, тальк-хлоритовые, тальк-карбонатные и родственные им породы; 12 — диориты, диорит-аплиты, гранодиориты

ма ультраосновные породы в большей или меньшей степени серпентинизированы, карбонатизированы и оталькованы. Тальковые породы, развитые непосредственно в пределах крупных зон разломов, в направлении к центру блоков слабо измененных гипербазитов последовательно сменяются карбонатизированными, антигоритовыми, антигорит-хризотилowymi, хризотилowymi серпентинитами и перидотитами. При этом антигоритовые серпентиниты содержат просечки и жилы продольноволокнистого асбеста, а антигорит-хризотилковые и хризотилковые серпентиниты — жилы и прожилки поперечноволокнистого асбеста, которые образуют зону «мелкопрожила» и «сетчатых» руд. В серпентинизированных перидотитах развиты «отороченные» жилы асбеста. Указанные зоны асбестоносности в совокупности образуют асбестовую залежь, имеющую концентрически-зональное строение вокруг перидотитового ядра (блока). Отдельные зоны асбестоносности, так же как и отдельные производные ультраосновных пород, местами либо уменьшаются в мощно-

сти, либо выпадают совсем, что не нарушает в целом концентрически-зонального строения залежей (рис. 126).

Асбестовые залежи, имеющие в зависимости от глубины эрозийного среза чашеобразную или эллипсоидальную форму, залегают в промежутках между зонами разломов и в общем случае вытянуты в меридиональном направлении. Размеры залежей колеблются в широких пределах: длина от 200—300 м до 2,5—4,5 км, а мощность от 20—40 до

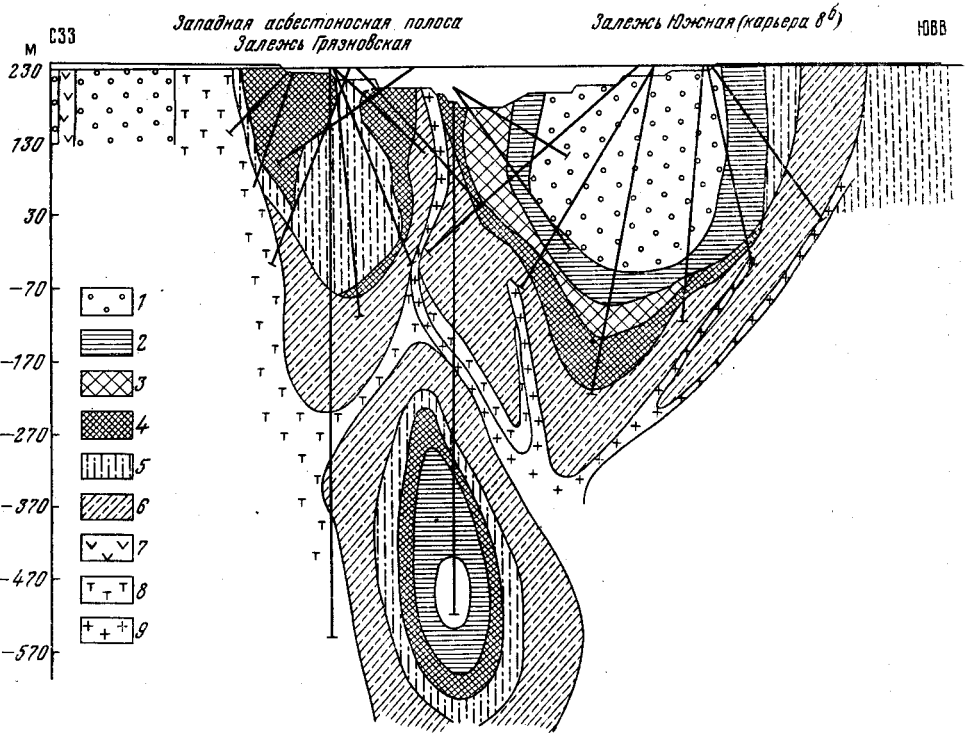


Рис. 127. Геологический разрез залежей Южной и Грязновской Баженовского месторождения. По В. И. Чемякину

1 — перидотиты; 2 — перидотиты с жилами асбеста отороченного типа; 3 — серпентиниты с жилами асбеста крупносетчатого типа; 4 — серпентиниты с жилами асбеста мелкосетчатого типа; 5 — серпентиниты с просечками асбеста; 6 — серпентиниты с продольноволокнистым асбестом; 7 — серпентиниты; 8 — серпентин-хлоритовые, тальк-хлоритовые, тальк-карбонатные и родственные им породы; 9 — диориты, диорит-аплиты, гранодиориты

200—300 м. Глубина залегания залежей также различна — от нескольких десятков метров до 1050 м.

Раньше на месторождении выделялось 49 асбестовых залежей. В результате проведенных в последние годы детальных геологоразведочных работ ряд залежей по геолого-структурным особенностям их строения и принадлежности к единым крупным перидотитовым ядрам объединены в единые тела, в связи с чем в настоящее время выделяются только 24 асбестовые залежи, включая глубинные («слепые»), вскрытые буровыми скважинами (рис. 127).

В так называемую «главную асбестоносную полосу» входят асбестовые залежи, расположенные между первой зоной разлома на востоке и четвертой меридиональной зоной разлома на западе. Залежи, расположенные между четвертой и пятой зонами разломов или между четвертой меридиональной зоной разлома и контактом гипербазитов с габ-

бро, входят в «западную асбестоносную полосу» с более бедной по содержанию асбестоносностью.

В экономическом и геолого-структурном отношении Баженовское месторождение разделяется на пять участков: Рефтинский (бывшие Рефтинский и Окуневский), Северный (бывшие Пролетарский, Талицкий и Первомайский), Центральный (бывшие Центральный и Октябрьский), Южный и «Трудовой отдых». Наиболее интересными в промышленном отношении являются Центральный и Южный участки месторождения, включающие крупные асбестовые залежи с высоким содержанием хризотил-асбеста.

Среднее содержание асбеста в целом по месторождению составляет 2,47%, а по отдельным залежам колеблется от 1,3 до 4,1%. На некоторых участках среднее содержание асбеста достигает 5—6, а иногда 8—10%.

Месторождение детально разведано до глубины 300—450 м буровыми скважинами, общий метраж которых в настоящее время составляет около 600 тыс. пог. м. В 1958—1962 гг. производилась перспективная разведка месторождения до глубины 500—600 м и структурное бурение до глубины 1000—1100 м.

Разработка Баженовского месторождения ведется с 1887 г. За время непрерывной добычи из руд месторождения извлечено около 16 млн. т волокна асбеста текстильных и шиферных сортов, из них более 99% добыто за годы Советской власти.

Горнотехнические условия разработки месторождения весьма благоприятны. Значительные размеры асбестовых залежей и их сближенность позволяют разрабатывать месторождение крупными механизированными карьерами с системой разработки горизонтальными слоями большой мощности. Гидрогеологические условия также благоприятны. Многочисленные наблюдения показывают, что с углублением карьеров водоприток значительно уменьшается благодаря уменьшению общей трещиноватости вмещающих пород и некоторой сработке статических запасов подземных вод на площади месторождения под влиянием длительного водоотлива.

Данные детальных разведочных работ и перспективной разведки позволили запроектировать разработку месторождения открытым способом до глубины 550—600 м.

Балансовые запасы волокна хризотил-асбеста могут быть увеличены за счет разведки флангов и более глубоких горизонтов месторождения и открытия новых глубинных залежей, в частности на участке «Трудовой отдых», а также в северной части Баженовской интрузии под телом пироксенитов.

**Алапаевско-Режевской асбестоносный район** расположен к северу от Баженовского. В районе находятся сравнительно крупные месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа, известные под названием месторождений Алапаевской группы (собственно Алапаевское, Лесное и др.), приуроченные к Алапаевскому массиву ультраосновных пород, и Режевское месторождение, располагающееся в Останинском массиве гипербазитов. Из месторождений асбеста других генетических типов в Алапаевском массиве открыты проявления режикит-асбеста анатолийско-шиловского подтипа, а в Режевском массиве предварительно изучено проявление тремолит-актинолитового асбеста абдул-касимовского подтипа. В западном экзоконтакте Алапаевского массива, в толще кристаллических сланцев, обрамляющих Мурзинский гранитный массив, расположены проявления антофиллит-асбеста мурзинского подтипа, связанные с околосланцевым метаморфизмом мелких тел ультраосновных пород.

Алапаевское (Курмановское) месторождение хризотил-асбеста (П. М. Татаринев, 1936 г; Золоев, 1967<sub>1</sub>) находится в 25 км юго-западнее г. Алапаевска Свердловской области, в центральной части западного экзоконтакта одноименного массива ультраосновных пород. Массив длиной около 80 км и шириной 12—15 км является крайним северным телом в цепи ультраосновных интрузий обширного Асбестовско-Алапаевского перидотитового пояса, фиксирующего крупный глубинный разлом в западном крыле Восточно-Уральского позднепалеозойского прогиба на его границе с одноименным поднятием. Сложен Алапаевский массив гарцбургитами, дунит-гарцбургитами и ортопироксеновыми дунитами, образующими грубополосчатый комплекс. Породы эти в разной степени серпентинизированы вплоть до образования лизардитовых, хризотилловых и антигоритовых серпентинитов, местами карбонатизированных и оталькованных. Тело гипербазитов рассечено дайками и жилами пород кислого и основного состава, при этом жильные породы основного состава преобладают в восточном эндоконтакте массива, а кислого — в западном, где непосредственно с массивом контактируют более молодые массивы гранитоидов плагиогранодиоритового состава. В промежутках между зонами разломов, фиксированных указанными дайками и тальк-карбонатными породами, нередко сохраняются сравнительно крупные (до 5 км и более в поперечнике) ядра серпентинизированных перидотитов.

Наиболее крупные и детально разведанные асбестовые залежи месторождения — Центральная, Карьера 2 и Новая — приурочены к месту пересечения Центральной и Лескомовской зон разломов, а мелкие залежи — Северная, Западная, Больничная и др. — пространственно связываются с трещинами оперения Центральной зоны разлома. Размеры залежей по длине не превышают 500 м (залежь Новая), мощность их колеблется от 50 до 150—200 м. Сложены они серпентинитами с асбестонностью типа мелкой, реже крупной сетки, иногда перидотитами с отороченными жилами (залежь Карьера 2). Среднее содержание хризотил-асбеста (в основном IV—VI сортов) в рудной массе составляет по отдельным залежам от 0,89 до 1,78%.

Лесное месторождение (Т. А. Марков) расположено в северной части Алапаевского массива ультраосновных пород, западнее мощной зоны разломов, фиксирующихся телами тальк-карбонатных пород. Здесь разведаны три асбестовые залежи — Западная, Центральная и Восточная — длиной от 335 до 1390 м при мощности 60—250 м. Среднее содержание асбеста в целом по месторождению равно 1,51% при преимущественном выходе из рудной массы волокна V и VI сортов (96% от всех запасов асбеста). Отличительной особенностью Лесного месторождения является широкое распространение на нем одиночных сложных жил. Залежи сложены также сетчатыми рудами и мелкопрожилом.

Общие закономерности распределения различных типов асбестонности, характерные для месторождений баженовского подтипа, позволяют предполагать, что выделенные в настоящее время отдельные залежи хризотил-асбеста в пределах Алапаевского асбестонного поля являются участками более крупных единичных тел. В связи с этим имеются перспективы для увеличения запасов асбеста как в пределах самих месторождений (за счет разведки флангов и более глубоких горизонтов), так и на площадях, находящихся между ними.

С Алапаевским массивом гипербазитов, как упоминалось выше, связаны рудопоявления режикит-асбеста. Расположены они в восточной эндоконтактной части массива в пределах зон развития тальк-карбо-

натных пород в теле апогарцбургитовых серпентинитов, карбонатизированных и оталькованных. Жилы и прожилки продольноволокнистого асбеста приурочены в основном к карбонатизированным серпентинитам на контакте их с тальк-карбонатными породами (Белов, Золоев, Спасский, 1962).

Режевское (Останинское) месторождение хризотил-асбеста (П. М. Татаринев, 1929 г.; Золоев, 1967<sub>2</sub>) расположено в Режевском районе Свердловской области, в 1,5 км к западу от с. Голендухино. Останинский массив гипербазитов, к которому оно приурочено, находится непосредственно к югу от Алапаевского ультраосновного массива. В плане Останинский массив имеет овальную форму; длина его 7 км, ширина около 5 км. В западном его экзоконтакте залегает довольно крупный массив гранитов, отделяющийся от ультраосновной интрузии узкой полосой осадочных и вулканогенных пород.

Массив гипербазитов сложен в основном перидотитами и апоперидотитовыми серпентинитами. Тальк-карбонатные породы встречаются реже и прослеживаются в виде маломощных полос в западной и южной частях массива. Перидотиты типа гарцбургитов, сохранившиеся в серпентинитах в виде довольно крупного тела, повторяющего общие очертания массива и расположенного в центральной части интрузии, сложены переменными количествами оливина и энстатита, хромовой шпинелью с очень редкой примесью моноклинного пироксена. В некоторых частях в них отмечаются слабо выраженные зоны рассланцованных, участками оталькованных серпентинитов. Наиболее крупная зона разломов, с которой генетически и пространственно связана асбестоносность, прослеживается в меридиональном направлении вдоль восточной границы перидотитового тела. Длина зоны около 2,5 км, средняя ширина 250 м. Перидотиты, залегающие в непосредственной близости от этой зоны разломов, содержат отороченные жилы хризотил-асбеста и включают все промышленные залежи.

Всего на месторождении было выявлено 14 залежей хризотил-асбеста, четыре из которых позднее объединены в одну, так называемую Центральную. Морфология залежей изучена слабо. В плане они имеют вытянутую линзообразную форму. Максимальная длина их равна 260 м, минимальная — 50 м; ширина колеблется от 25 до 80 м. По падению отдельные залежи разведаны скважинами на глубину от 40 до 100 м от дневной поверхности; выклинивание залежей на глубине не установлено.

Залежи сложены перидотитами с асбестоносностью типа простых и сложных отороченных жил, реже серпентинитами с сетчатыми рудами. Среднее содержание асбеста в них колеблется от 0,78 до 4,06%, при этом I—III сортов — от 0,017 до 0,080%.

Месторождение перспективно для дальнейшего изучения. Прирост запасов может быть получен за счет доразведки его глубоких горизонтов (от 100 м и глубже) и за счет выявления новых (в том числе слепых) рудных тел.

**Тагильско-Невьянский асбестоносный район** расположен западнее Алапаевско-Режевского и охватывает южную часть обширного Восточно-Тагильского массива ультраосновных пород. Последний составляет большую часть известного Серовско-Невьянского перидотитового пояса, фиксирующего Серовско-Маукский глубинный разлом в восточном крыле Тагильско-Магнитогорского прогиба на границе его с Восточно-Уральским верхнепалеозойским поднятием. Южное окончание массива гипербазитов в виде крупного межпластового тела внедрено в синклиналичную структуру, сложенную осадочно-эффузивными породами. С востока гипербазиты у южной оконечности массива прорваны роговооб-



манковыми габбро, далее на север — габбро-диабазами и еще севернее диоритами и кварцевыми диоритами. На западе ультраосновные породы контактируют также с основными и кислыми породами ряда габбро-плагиогранит.

По последним данным тематических исследований (К. К. Золоев, М. Я. Шмаина и др.) Восточно-Тагильский массив сложен главным образом ортопироксеновыми дунитами, дунит-гарцбургитами и дунитами. Гарцбургиты, считавшиеся ранее господствующими (А. А. Спасский, 1963 г. и др.), имеют сравнительно незначительное распространение; пироксениты играют резко подчиненную роль в сложении массива и отмечаются в основном вблизи его эндоконтактов. Все эти породы образуют грубопелосчатый комплекс, вытянутый в направлении, близком к общему меридиональному простиранию массива. В западном эндоконтакте массива преобладают ортопироксеновые дуниты, в центральной его части — дунит-гарцбургиты и гарцбургиты.

Массив разбит зонами разломов меридионального, диагонального и реже субширотного направлений, которые фиксируются дайками основных и кислых жильных пород, сопровождающихся, в особенности в осевой его части, тальк-карбонатными и кварц-тальк-карбонатными породами. В центральных частях блоков, образованных указанными разломами, сохранились серпентинизированные ультраосновные породы; в остальных местах массив сложен лизардитовыми, хризотилowymi и антигоритовыми серпентинитами, развитыми по всей периферии интрузии и вдоль зон разломов.

С гипербазитами генетически и пространственно связаны месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа, режикит-асбеста анатольско-шиловского подтипа и мелкие непромышленные проявления амфибол-асбеста актинолит-тремолитового ряда.

Красноуральское (Вознесенское) месторождение хризотил-асбеста (Аршинов, Меренков, 1930; Золоев, Корнилов, Лука, 1967; А. А. Спасский, 1967 г.) находится на северо-западной окраине пос. Ново-Асбест, в 24 км к юго-востоку от г. Нижнего Тагила.

В геологическом отношении месторождение приурочено к вышеописанному массиву гипербазитов и располагается между довольно мощной субмеридиональной направленной зоной разломов на западе и контактом гипербазитов с вмещающими их вулканогенно-осадочными породами невянской свиты на востоке. На юге месторождения западная зона разломов смыкается с линией контакта гипербазитов с вмещающими породами, на севере асбестоносные гипербазиты срезаются интрузией габбро-диабазов и диоритов. Указанные геологические структуры и определяют естественные границы собственно Красноуральского месторождения.

В центральной части месторождения отмечается безрудный блок (450×850 м) серпентинизированных ультраосновных пород и серпентинитов с реликтами первичных минералов, вытянутый в субмеридиональном направлении вдоль западной зоны разломов. С запада и юго-востока безрудный блок окаймляется двумя мощными зонами асбестоносных серпентинитов — Западной и Восточной асбестоносными залежами (рис. 128). Мощность асбестовых залежей 150—200 м на севере и 300—350 м на юге, залежи прослежены на расстоянии 1000 м. Кроме того, на юге месторождения выделяются две небольшие залежи, соединение которых на глубине возможно, но еще не установлено. По результатам структурно-поискового бурения устанавливается падение Восточной залежи под блок пустых пород и соединение здесь отдельных рудных тел на глубине (рис. 129). На поверхности в южной части, обе асбестовые

залежи разделяются небольшим телом габбро-диабазов. Выклинивания промышленной асбестоносности в этой части пока не установлено; не выяснена также морфология залежи в целом.

Рудные тела сложены серпентинитами с асбестоносностью типа мелкой и крупной сетки; реже встречаются одиночные жилы, мелкопрожил и отороченные жилы. Некоторые участки месторождения, в особенности южная половина западной асбестоносной полосы, осложнены пострудными тектоническими нарушениями, в которых развиты рассланцованные дробленные серпентиниты с расплющенными массами и продольно-волокнистыми жилами хризотил-асбеста и примесью немалита.

Содержание асбеста колеблется от нескольких десятых долей процента до 10% и более. Среднее содержание хризотил-асбеста по месторождению равно 2,51%. Юго-восточное крыло залежи (северная часть) сложено рудами со средним содержанием асбеста 3—3,5%.

По данным проведенных к настоящему времени геологоразведочных работ ожидается получить прирост запасов в количестве 6—7 млн. т.

Луковское месторождение хризотил-асбеста расположено к юго-востоку от Красноуральского месторождения. Асбестоносность в основном типа бедных отороченных жил; в районе известно также несколько неизученных проявлений хризотил-асбеста, перспективность которых, как и указанных месторождений Тагильско-Невьянского района, выясняется проводящимися в настоящее время поисково-разведочными работами.

Рудопроявления режикит-асбеста анатольско-шиловского подтипа, генетически и пространственно связанные с южной частью Восточно-Тагильского массива, приурочены к местам интенсивного развития даек жильных пород основного состава и тальк-карбонатных пород в поле распространения гарцбургитов и апогарцбургитовых карбонатизированных серпентинитов.

Так же как и на Алапаевском асбестоносном поле, эти месторождения состоят из ряда рудных тел, под которыми условно подразумеваются искусственно выделенные блоки продуктивных тальк-карбонатных, серпентин-тальк-карбонатных пород и карбонатизированных расланцованных серпентинитов, включающих промышленные скопления режикит-асбеста (К. К. Золоев, 1958 г.). Длина рудных тел измеряется сотнями метров, мощность обычно не превышает 20—50 м. На глубину они прослеживаются на 200 м и более, имея преимущественно крутые, до вертикального, углы падения.

В целом перспективность Тагильско-Невьянского асбестоносного района для выявления новых месторождений асбеста оценивается высоко (К. К. Золоев, М. Я. Шмаина и др.). Для постановки поисково-разведочных работ на хризотил-асбест особенно интересны площади, примыкающие к Красноуральскому месторождению хризотил-асбеста с севера (за пределами поля кварцевых диоритов, разделяющих здесь единую асбестоносную структуру) и с юго-запада в полосу, включающей ряд асбестопроявлений, заканчивающихся на юге Луковским месторождением хризотил-асбеста.

**Миасско-Карабашский асбестоносный район**, охватывающий обширный массив ультраосновных пород Таловских и Нуралинских гор, а также более мелких тел серпентинитов Миасско-Кемпирсайского перидотитового пояса, включает большое число проявлений хризотил-асбеста баженковского подтипа. Из них наиболее изученными являются несколько разрозненных точек, известных под общим названием Таловского месторождения и месторождения горы Карымка. Место-

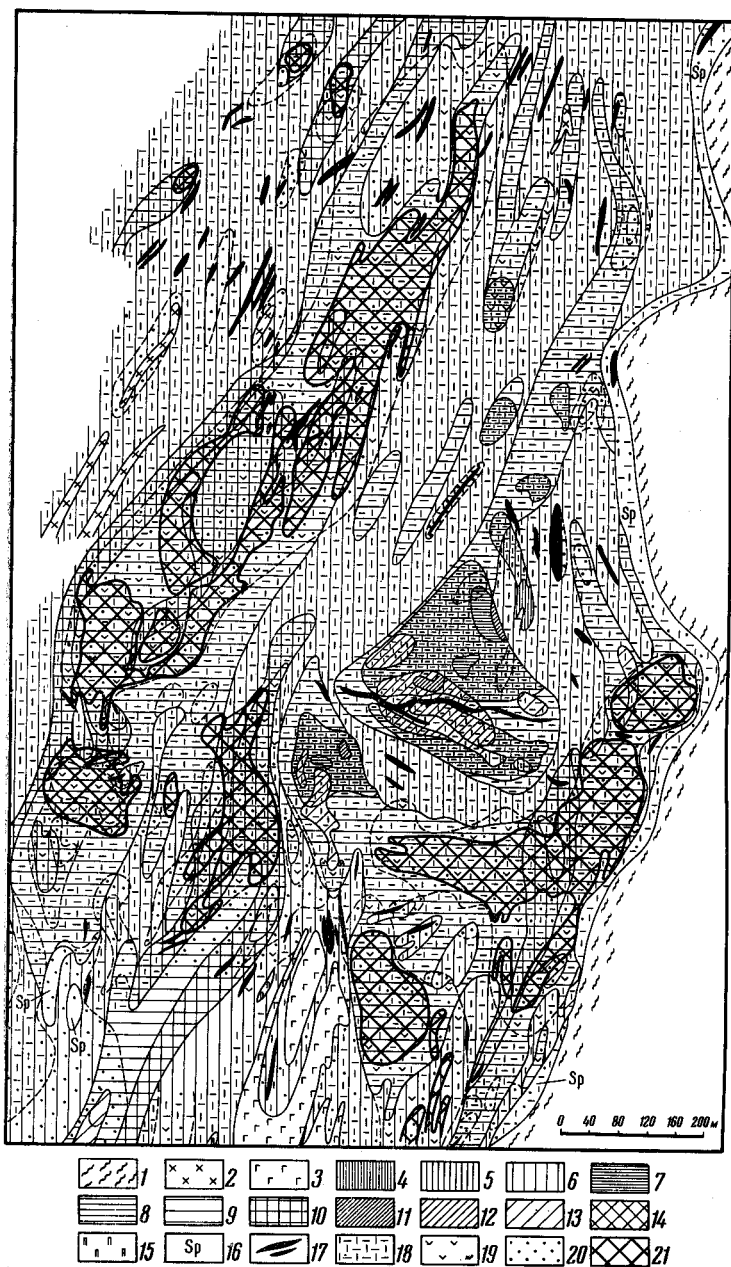


Рис. 128. Схематическая геологическая карта Красноуральского месторождения. По К. К. Золотову, М. Я. Шмаиной и Т. Н. Медведевой

1 — эффузивно-осадочные породы; 2 — диориты роговообманковые, кварцевые, биотитсодержащие диоритовые порфириты; 3 — габбро-диабазы нормальные, роговообманковые и кварцевые; 4 — дуниты, дуниты энстатитсодержащие, серпентинизированные, преимущественно лизардитизированные; 5—6 — серпентиниты аподунитовые и по энстатитсодержащим дунитам: 5 — с реликтами первичных минералов, 6 — без реликтов первичных минералов; 7 — дуниты энстатитовые серпентинизированные, преимущественно лизардитизированные; 8—9 — серпентиниты по энстатитовым дунитам: 8 — с реликтами первичных минералов, 9 — без реликтов первичных минералов; 10 — «полосчатый комплекс» перемежающихся между собой серпентинитов аподунитовых и серпентинитов по энстатитовым дунитам; 11 — дунит-гарцбургиты серпентинизированные, преимущественно лизардитизированные; 12—13 — серпентиниты по дунит-гарцбургитам; 12 — с реликтами первичных минералов, 13 — без реликтов первичных минералов; 14 — серпентиниты апогарцбургитовые без реликтов первичных минералов; 15 — пироксениты; 16 — серпентиниты неуставленной природы; 17 — жильные породы: плагиоаплиты, диоритовые порфириты, спессартиты, хлорит-гранат-пироксеновые, пироксен-дицититовые, амфибол-гранатовые и другие породы; 18 — лизардитизация; 19 — хризотиллизация; 20 — антигордитизация; 21 — асбестоносные залежи

рождения сложены апогарцбургитовыми серпентинитами, перидотитами и пироксенитами. Асбестоносность типа простых отороченных жил и крупной и мелкой сетки связана с серпентинизированными перидотитами и серпентинитами. Несмотря на неоднократно проводившиеся здесь разведочные работы, не давшие положительных результатов, общие пер-

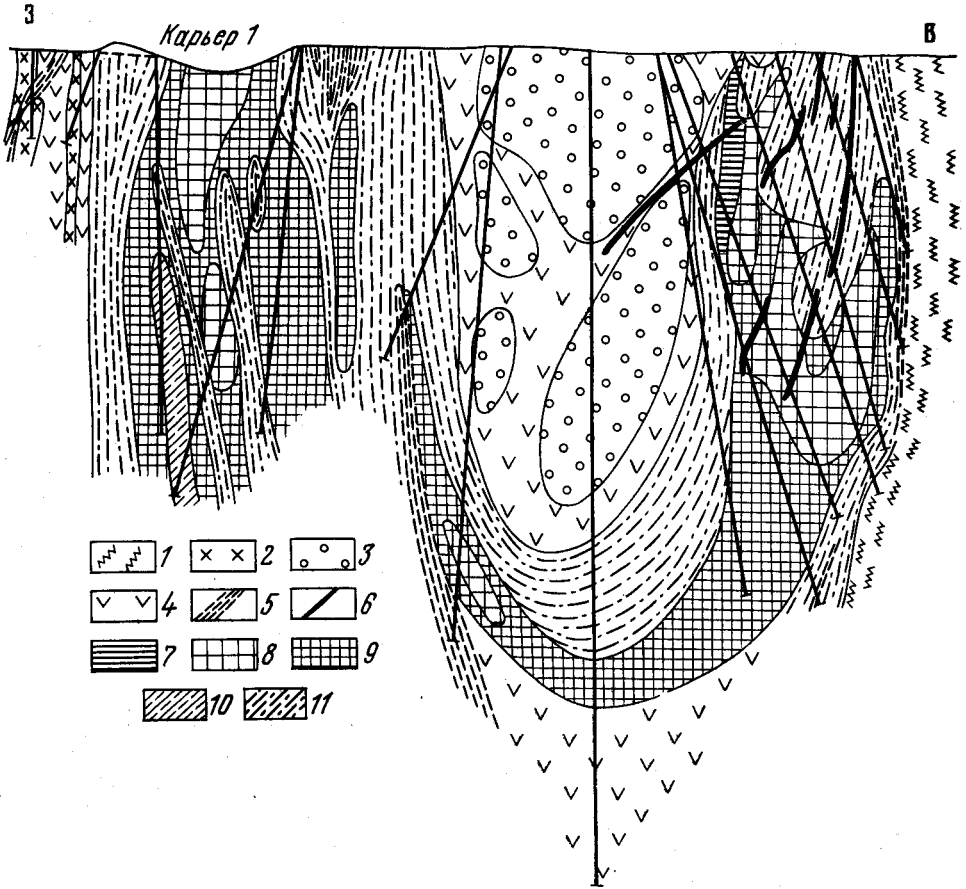


Рис. 129. Геологический разрез через центральную часть Красноуральского месторождения

1 — эффузивно-осадочные породы; 2 — диориты роговообманковые, кварцевые, биотитсодержащие; 3 — серпентинизированные дуниты, энстатитовые дуниты, дунит-гарцбургиты и серпентиниты по ним с реликтами первичных минералов; 4 — серпентиниты аподунитовые, по энстатитовым дунитам, по дунит-гарцбургитам и реже гарцбургитам — неасбестоносные; 5 — серпентиниты рассланцованные; 6 — спессартиты; 7—10 — серпентиниты с асбестоносностью типа: 7 — сложных отороченных жил, 8 — крупной сетки, 9 — мелкой сетки, 10 — мелкопрожила, 11 — просечек

спективы месторождений не установлены. При детализации площади массива не исключено, что разрозненные асбестоносные участки могут объединиться в одну целую асбестоносную структуру, которая в этом случае даже при сравнительно небольшом содержании хризотил-асбеста в горной массе (ранее установленном 1,14—2,73%) может представлять промышленный интерес. В связи с этим категорическое заключение о бесперспективности района, сделанное в 1966 г. автором при разработке программы поисково-разведочных работ на хризотил- и антофиллит-ас-



бест и В. Ф. Дыбковым в монографии «Месторождения хризотил-асбеста СССР» (1967), необходимо пересмотреть.

За пределами описанных асбестоносных районов, в которых основное промышленное значение принадлежит месторождениям хризотил-асбеста баженовского подтипа, месторождения и проявления хризотил-асбеста известны на Северном Урале в Салатимском серпентинитовом поясе (Кривское и др.) и Кольском массиве (Устейское), на Среднем Урале (Первомайское), на восточном склоне Южного Урала (Брединское и др.), а также в ряде других мест.

Промышленные скопления жил хризотил-асбеста аспагашского подтипа в пределах описываемой территории неизвестны. Мелкие жилы поперечноволокнистого хризотил-асбеста в офикальцитах находили в районе д. Медведки (западнее г. Златоуста), в 12 км юго-западнее г. Сатки, около ж.-д. ст. Бердяуш, на горе Черешковой и в пределах рудного поля Бакала.

**Сысертский асбестоносный район**, находящийся на Среднем Урале, территориально охватывает одноименный антиклинорий, который сложен предположительно нижнепалеозойскими кристаллическими сланцами.

Район является пока единственной в Советском Союзе действующей сырьевой базой кислотоупорного антофиллит-асбеста. Здесь известно несколько десятков месторождений и проявлений антофиллит-асбеста, наиболее крупными из которых являются Сысертское, Терсутское, Мочаловское, Южно-Калмацкое, Катайское. Сысертское месторождение к настоящему времени почти отработано, Мочаловское эксплуатируется, а Терсутское вводится в промышленное освоение.

В строении Сысертского антиклинория принимают участие породы шумихинской, черновской и сысертской свит.

Наиболее древние породы шумихинской (гнейсовой) свиты — биотитовые и мусковит-биотитовые гнейсы с прослоями и линзами кианит-слюдяных гнейсов и слюдяных, часто ографиченных кварцитов — слагают ядро Шумихинской мегантиклинали. К северу, западу и юго-западу породы шумихинской свиты сменяются амфиболитами, слюдяно-кварцитовыми и графит-слюдяно-кварцитовыми сланцами с прослоями биотитовых гнейсов, объединяемых в черновскую амфиболит-кварцитовую свиту. Последняя включает большое количество тел габбро и сильно метаморфизованных гипербазитов, залегающих в основном среди амфиболитов или вдоль контактов последних с графит-кварцитовыми сланцами. С этими гипербазитами генетически и пространственно связываются месторождения антофиллит-асбеста. Выше залегают сысертская карбонатно-сланцевая свита, также заключающая метаморфизованные габбро и гипербазиты, в которых, однако, антофиллит-асбестовая минерализация отсутствует. Породы черновской свиты собраны в крупную Ташкульскую мегасинклинали, осложненную складками более высоких порядков, а породы сысертской карбонатно-сланцевой свиты — в одноименную синклинали более простого строения.

В пределах района выделяются три асбестоносные зоны. Наиболее крупная из них — Синарско-Каменная — приурочена к осевой части Ташкульской мегасинклинали. В северном петлеобразном изгибе зоны находятся наиболее крупные месторождения района — Терсутское, Сысертское, Мочаловское. В центральной и южной частях зоны располагаются более мелкие месторождения (Южно-Калмацкое, Калмацкое, Копанское и другие проявления). К западу и юго-западу от Синарско-Каменной зоны расположены Катайско-Щучинская и Полдневская асбестоносные зоны с мелкими месторождениями и проявлениями асбеста.



Сысертское месторождение расположено в 22 км западнее г. Сысерти. Месторождение состоит из группы залежей асбестоносных энстатит-антофиллитовых и антофиллит-тальк-карбонатных пород, прослеживающихся в северо-восточном направлении в виде зоны длиной до 10 км и шириной 250—300 м. Рудные тела имеют линзовидную или неправильную гнездообразную форму; длина их 80—100 м, мощность несколько десятков метров.

На площади месторождения широко распространены дайки и жилы гранитов, аплитов и пегматитов, пересекающие асбестовые залежи в различных направлениях. Асбестоносные породы сложены пучковатыми и пучковато-звездчатыми рудами, состоящими из антофиллит-асбеста, антофиллита, талька, карбоната и реликтов энстатита. Сысертская обогащательная фабрика в основном обрабатывала мягкие руды пучковатой структуры с валовым содержанием волокна длиной +0,5 мм 3,2% при содержании асбеста с длиной волокна +1,6 мм 0,4%.

Залежи разведаны до глубины 100—200 м; с глубиной на некоторых залежах асбестоносность затухает. Большая часть балансовых запасов на месторождении отработана.

Терсутское месторождение (В. Н. Кудрявцев) расположено непосредственно к востоку от Сысертского и является по существу его продолжением. Асбестоносные гипербазиты в виде отдельных небольших тел, образующих общую субширотную полосу длиной 4 км, залегают в ядре асимметричной синклинали, сложенной породами черновской амфиболит-кварцитово́й свиты (рис. 130).

Асбестовые залежи кондиционных руд располагаются группами, разобщенными слабо асбестизированными гипербазитами, вмещающими кристаллическими сланцами и телами гранитов. Самая крупная группа, состоящая из 87 залежей, расположена в центральной части месторождения; на западном и восточном флангах месторождения разведано еще несколько групп рудных тел, сравнительно меньших по количеству залежей и их размерам. Подавляющая часть залежей приурочена к северному крылу упомянутой выше асимметричной субширотной синклинали, меньшая — к ее осевой части; единичные рудные тела расположены в южном крыле синклинали.

Залежи имеют лентообразную, линзовидную и гнездообразную форму. Длина их колеблется от 25 до 210 м; мощность от 1—2 до 15—20 м; длина по падению от 10 до 100 м.

Руды представлены пучковатыми (столбчатыми) и пучковато-звездчатыми разновидностями и сложены антофиллитом, антофиллит-асбестом, тальком, карбонатом и реликтами энстатита. Асбест развивается вдоль длинной оси шестоватых (столбчатых) и радиально-лучистых агрегатов, метасоматически замещающих кристаллический антофиллит, реже энстатит, тальк, и нередко прорастают зерна карбоната<sup>1</sup>. Для пучковатых руд характерно повышенное содержание длинного волокна, которое в пучковато-звездчатых рудах часто отсутствует вообще. Основная часть залежей месторождения сложена пучковатыми рудами. Краевые зоны крупных залежей и некоторые мелкие залежи некондиционных руд сложены пучковато-звездчатыми их разновидностями. Содержание волокна асбеста длиной +0,5 мм при сухом методе обогащения по отдельным участкам колеблется от 1 до 31,5%, в том числе волокна длиной

<sup>1</sup> Возможно, во всех случаях асбест метасоматически замещает только один кристаллический антофиллит, находящийся в тесном прорастании с перечисленными минералами, сосуществующими с ним в парагенетической ассоциации.

+1,6 мм — от 0,15 до 8,53%. Среднее содержание асбеста в залежах кондиционных руд составляет по волокну +0,5 мм 2,7—9,29%, в том числе по волокну +1,6 мм — 0,32—4,32%. При мокром способе обогащения содержание волокна +0,5 мм увеличивается в среднем в полтора раза, при этом содержание волокна +1,6 мм остается в целом без изменения. Терсутское месторождения антофиллит-асбеста является самым крупным не только на Урале, но и в Союзе. Как показали расчеты, месторождение может быть рентабельно отработано открытым способом до глубины 60 м. Близость к нему других месторождений (Мочалов-

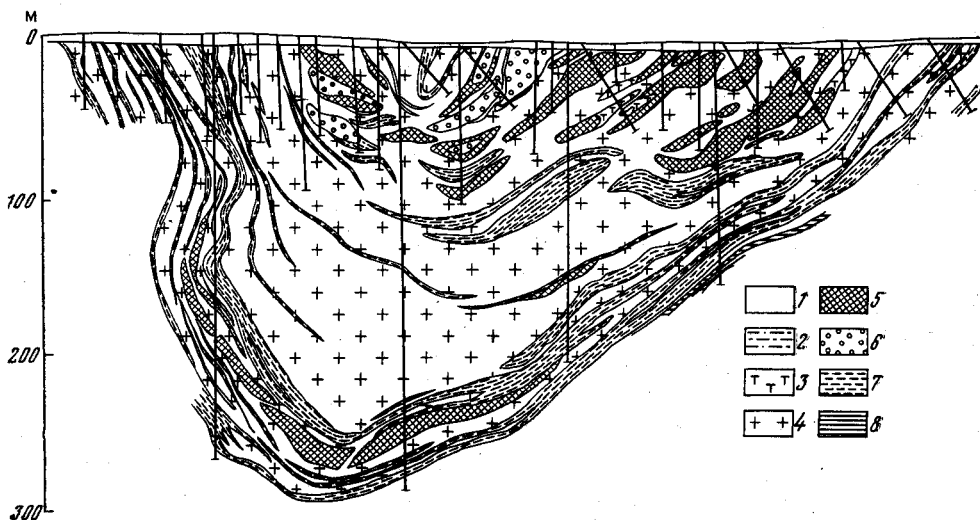


Рис. 130. Геологический разрез Терсутского месторождения. По В. Н. Кудрявцеву  
 1 — покровные отложения; 2 — хлоритовые породы; 3 — тальк-антофиллит-хлоритовые, карбонат-антофиллит-тальковые породы; 4 — граниты биотитовые, мусковит-биотитовые; 5 — карбонат-тальк-антофиллитовые, антофиллит-тальк-карбонатные породы пучковатой, звездчато-пучковатой структуры; 6 — перидотиты серпентинизированные, карбонатизированные и оталькованные; 7 — гнейсы и гранито-гнейсы мусковит-биотитовые, биотитовые, биотит-амфиболовые, амфиболовые; 8 — кварциты

ского, Южно-Калмацкого и др.), а также намечаемое (в связи с вводом в производство мокрого метода обогащения) вовлечение в эксплуатацию некондиционных в настоящее время руд значительно увеличивают значение Сысертского района как сырьевой базы кислотоупорной асбестовой промышленности.

За пределами Сысертского асбестоносного района месторождения и проявления антофиллит-асбеста известны в пределах Ильменских гор (Савелькульское месторождение), в Уйском антиклинории, в гнейсовом обрамлении Мурзинско-Адуйской гранитной интрузии, в восточной части Уфалейского гнейсового комплекса и в восточном экзоконтакте Наследнического массива гипербазитов.

Савелькульское месторождение находится в 23 км северо-западнее ст. Чебаркуль Южно-Уральской ж. д. и приурочено к тальк-карбонат-антофиллитовым породам, залегающим среди кристаллических сланцев ильменского метаморфического комплекса. Последние слагают крупный Вишневогорско-Ильменогорский антиклинорий, в общих чертах имеющий аналогичное с Сысертским районом геологическое строение. На месторождении выделено 13 залежей, которые имеют линзооб-

разную форму; длина их 120—130 м при мощности до 30 м. Среднее содержание волокна длиной +0,5 мм по отдельным залежам колеблется от 1,83 до 15,36%. Асбестоносность представлена пучковатыми, звездчато-пучковатыми и реже звездчатыми рудами; довольно часто встречаются одиночные жилы антофиллит-асбеста мощностью от 5 до 20, редко до 40 см, протягивающиеся на значительные (десятки метров) расстояния.

Из других месторождений антофиллит-асбеста сысертского подтипа необходимо отметить группу Кочневских месторождений и проявлений в Колхозном районе Челябинской области, где установлены асбестовые залежи пучковато-звездчатых и звездчатых руд, а также широко развиты одиночные жилы антофиллит- и тремолит-асбеста. Последние характерны для месторождений мурзинского подтипа.

**Месторождения актинолит- и тремолит-асбеста** абдул-касимовского подтипа имеют широкое распространение на Урале. Генетически и пространственно они связаны с серпентинитами, тальковыми и тальк-карбонатными породами. Асбест в последних локализуется в виде серии жил и прожилков продольноволокнистого строения. Концентрация его в рудной массе обычно ничтожна, в связи с чем месторождения этого типа в настоящее время не имеют промышленного значения. Подавляющее большинство известных месторождений и проявлений асбеста располагается в метасоматитах ультраосновных пород Уралтауского мегантиклинория и Тагильско-Магнитогорского прогиба. Наиболее крупными и изученными являются Абдул-Касимовское и Кириябинское на Южном Урале, Починок (А. А. Спасский) на Среднем Урале и некоторые другие.

Месторождения и проявления актинолит-, реже тремолит-асбеста горбуновско-белореченского подтипа широко распространены в эффузивах липаритовой и липарит-базальтовой субформаций, но, как правило, большие скопления асбеста не образуются.

Горбуновское месторождение (В. Я. Волочаев), расположенное в 4 км на юг от г. Нижнего Тагила, среди известных месторождений Среднего Урала является наиболее изученным. Серия кварц-амфибол-асбестовых жил залегает здесь среди вулканогенных зеленокаменных пород, локализуясь в дайках пироксеновых порфиритов. Жилы не выдержаны по простиранию и падению; форма их близка к четкообразной; мощность от долей сантиметров до 0,3—0,5 м. Жилы сложены кварцем и актинолит-асбестом, реже встречаются крупные кристаллы горного хрусталя, скопления пластинчатых кристаллов клевеландита, мелкокристаллические щетки эпидота, аксинита, темно-зеленые тонкочешуйчатые агрегаты хлорита.

Актинолит-асбест образует спутанноволокнистые массы или косо- и продольноволокнистые агрегаты. По своим качествам волокно хорошее. Аналогичны по типу асбестопроявления, расположенные южнее Горбуновского месторождения, представляющие продолжение того же жильного поля. Подобные проявления актинолит-асбеста установлены также в пределах рудных полей уральских колчеданных месторождений.

Перспективы выявления на Урале новых месторождений асбеста значительны. Крупные месторождения хризотил-асбеста баженовского подтипа могут быть обнаружены в гипербазитах гранцбургитового состава, претерпевших воздействие более молодых гранитоидов в орогенные этапы развития Уральской складчатой системы. Это прежде всего не изученные или слабо исследованные массивы ультраосновных пород, расположенные в зонах глубинных разломов на границе крупных регио-

нальных поднятий и прогибов. Для выявления промышленных месторождений антофиллит-асбеста в первую очередь наиболее благоприятны области развития сильно метаморфизованных гипербазитов, залегающих в кристаллических сланцах крупных антиклинальных структур Восточно-Уральского верхнепалеозойского поднятия.

### ТАЛЬК И ТАЛЬКОВЫЙ КАМЕНЬ

Тальковая промышленность на Урале возникла после Октябрьской революции в середине 20-х годов на базе известных небольших месторождений Миасского района. Позднее после того, как была установлена промышленная ценность Шабровского месторождения тальк-магнезитового камня (1927 г.), в Сысертском районе создается второй центр по добыче и переработке тальковых руд. В дальнейшем поиски и разведка новых месторождений талька производились главным образом на площадях развития гипербазитов в районах Миасского и Шабровского тальковых комбинатов.

На Урале выделяются в основном два генетических типа месторождений талька и талькового камня:

1) месторождения, образовавшиеся в результате метаморфизма гипербазитов;

2) месторождения, образовавшиеся в результате метаморфизма магнезиальных карбонатных пород, обогащенных иногда терригенным материалом.

Некоторые исследователи выделяют третий тип месторождений талька, которые образовались по различным сланцам. Этот тип месторождений, по-видимому, следует относить к промежуточным между двумя вышеуказанными типами образованиям.

Подавляющее большинство уральских месторождений, в том числе все эксплуатируемые и имеющие промышленное значение, относятся к первому типу. Тальк-хлоритовые породы месторождения второго типа (Урал-Дача, Большая Поляна, Архангельское) пригодны лишь для производства инсектицидов.

Образование месторождений талька первого типа, по общему мнению многих исследователей (Б. Я. Меренков, И. Ф. Романович, Г. Г. Безруков, А. Я. Хмара и др.), связывается с метаморфизмом гипербазитов в результате гидротермальной их обработки кремнекислыми растворами, источником которых являются интрузии более молодых гранитов. Они считают, что тальковые руды, располагающиеся на контакте магнезиальных и алюмосиликатных пород, образовались в результате регионального метаморфизма, при котором имели место процессы биметасоматоза.

К локальным геолого-структурным факторам, благоприятным для образования тальковых руд, относятся:

1) участки сочленения структур разного характера и простираня;

2) тектонически ослабленные контакты ультрабазитов с осадочно-метаморфическими породами (Восточно-Медведевское месторождение и др.);

3) участки сопряжения разрывных нарушений с контактами интрузий гипербазитов;

4) кулисообразные трещины разрыва в зонах повышенной тектонической деформации (Красная Поляна, Куйгустинское, Сысертское и другие месторождения);

5) контакты серпентинитов с жильными образованиями гранитоидов (Хохулинское месторождение и др.).

Промышленные месторождения на Урале размещаются в основном в трех тальконосных районах: Режевском, Сысертском и Миасском.

**Режевской тальконосный район** включает ряд мелких месторождений тальцитов: Режевские I и II, Глухаревское, Теглев Лог и др. Месторождения эти почти не разведывались и изучены слабо. Разведано только Хохулинское месторождение тальцитов, расположенное в 10 км на запад от г. Режа. Оно приурочено к небольшому одноименному массиву серпентинитов Режевской гипербазитовой интрузии. В районе месторождения серпентиниты превращены в тальк-карбонатные и тальковые породы. Здесь выделяются две залежи тальцитов, располагающиеся в висячем и лежащем боках дайки аплитов. Длина залежей колеблется от 200 до 400 м, мощность — от 0,5 до 8 м. Химический состав тальцитов залежи I (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  59,8;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,25;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5,9;  $\text{MgO}$  28,4;  $\text{CaO}$  0,43; п. п. п. 5,16.

Талькиты относятся к I и II сортам марки Б и могут быть использованы в резиновой промышленности. Авторские запасы тальцитов составляют по категории  $C_1$  84,3 тыс. т, по категории  $C_2$  28,8 тыс. т. Имеются перспективы для прироста запасов.

**Сысертский тальконосный район** охватывает около 20 месторождений и талькопроявлений, приуроченных к небольшим телам гипербазитов среднедевонско-раннегурнейской дунит-гарцбургитовой формации. Наиболее крупными являются Шабровское тальк-магнезитовое и Сысертское тальковое месторождения.

Шабровское месторождение тальк-магнезитового камня расположено в 25 км к югу от г. Свердловска. Известно с 1880 г., но промышленная ценность его определилась в 1927 г. после того, как оно было обследовано В. В. Аршиновым и Б. Я. Меренковым. Геологоразведочные работы на месторождении проводились периодически с 1930 по 1955 г.

Месторождение приурочено к полосе метаморфизованных осадочно-вулканогенных пород ордовикско-силурийского возраста, вмещающих пластообразные интрузии и силлы ультраосновных пород, почти повсеместно превращенные в серпентиниты и во многих местах оталькованные. Серпентиниты и вмещающие их породы образуют Шабровскую синклиналь, разделяющую Сысертско-Ильменогорский мегантиклинорий и Истокскую брахиантиклиналь, в ядрах которых соответственно выходят на поверхность Сысертская и Истокская позднепалеозойские гранитные интрузии (рис. 131). Под воздействием гранитов серпентиниты в пределах месторождения превращены в тальк-карбонатные породы и сохранились лишь местами в виде небольших реликтовых тел. Тальк-магнезитовая залежь имеет сложную форму, обусловленную разветвлением ее на два тела, называемых Старой и Большой линзами, которые, сливаясь в юго-восточной части месторождения, образуют Новую линзу. Месторождение прослеживается в северо-западном направлении на 2,5 км при крутом, до вертикального, падении тел тальк-магнезитов, имеющих суммарную мощность для большей части месторождения 200—350 м.

Тальк-магнезитовый камень характеризуется сланцеватым, реже массивным сложением. Минеральный состав его следующий (в %): тальк 53; магнезит 42,5; хлорит, серицит, магнетит и другие минералы от 2,8 до 3,1. Средний химический состав (по данным С. М. Купфера, в вес. %):  $\text{SiO}_2$  38,85;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2,02;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5,97;  $\text{FeO}$  3,22;  $\text{CaO}$  0,84;  $\text{MgO}$  33,7;  $\text{H}_2\text{O}$  0,2; п. п. п. 18,79; нерастворимый остаток 64,93.

Тальк-магнезитовый камень используется в виде естественного кирпича в металлургической и цементной промышленности. Из нестандарт-



ного тальк-магнезитового кирпича и крошки путем флотационного обогащения получают тальковый концентрат марки Б-1 и Б-2 керамических сортов и марки В в количестве 60 тыс. т в год. Месторождение разведано на отдельных участках до глубины 200—220 м.

Запасы тальк-магнезитового камня по состоянию на 1/1 1972 г. составляют по категориям А+В+С, 86 668 тыс. т. В настоящее время эксплуатационные работы сосредоточены в районе Старой и Новой линз. Среднегодовая добыча тальк-магнезитового камня равна 300 тыс. т.

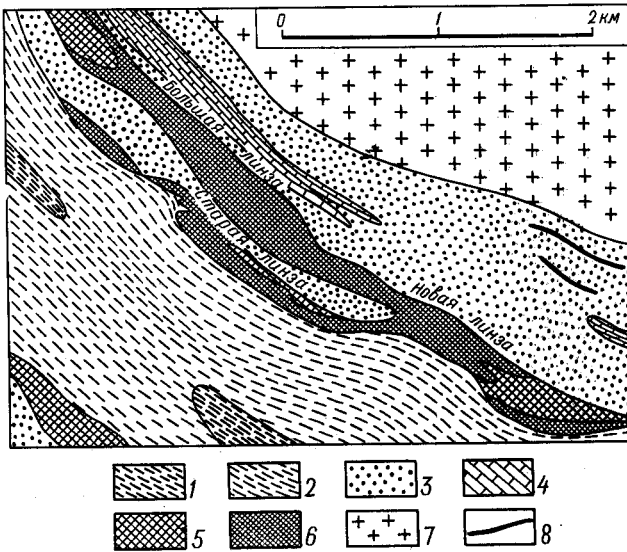


Рис. 131. Геологическая карта Шабровского месторождения талькового камня. По Б. П. Уральскому

1 — апорпорфитовые и аподиабазовые зеленые сланцы и амфиболиты, порфитовиды, частью порфироиды; 2 — филлитовые, углисто-филлитовые, углисто-кремнистые, а также зеленые сланцы и амфиболиты (невьянская свита); 3 — филлитовые, карбонатно-филлитовые, слюдяные, филлитово- и слюдяно-кварцитовые, ставролит-гранат-слюдяные и гранат-кварцитовые сланцы, прослои мраморов (сысертская свита); 4 — мраморы и мраморизованные известняки; 5 — серпентиниты; 6 — тальк-карбонатные породы; 7 — граниты и гнейсы; 8 — аплиты

Из других месторождений тальк-магнезитового камня промышленное значение имеют Мраморское и Марайское, представленные мало-мощными разобщенными телами тальк-магнезитов. Авторские запасы по обоим месторождениям составляют 67 286 тыс. т, из них запасы тальк-магнезитов Марайского месторождения в количестве 43 430 тыс. т относятся к забалансовым.

Сысертское месторождение талька расположено в 3 км к северу от г. Сысерти. Месторождение открыто в 1954 г. при проведении поисковых работ. В 1955—1957 гг., а затем в 1965—1967 гг. на нем проведены геологоразведочные работы с целью подготовки сырьевой базы высокосортных талькитов для Шабровского комбината.

Месторождение приурочено к эффузивно-осадочным породам сысертской карбонатно-сланцевой свиты Сысертского антиклинория. Представлены они переслаивающимися филлитовыми, карбонатно-филлитовыми, кремнистыми, слюдисто-кварцитовыми и другими сланцами с под-

чиненными прослоями зеленых сланцев, амфиболитов и мраморов нижнесилурийского возраста. Тальк-карбонатные породы во вмещающих серпентинитах образуют отдельные линзообразные залежи неправильной формы. Прослеживаются они в субмеридиональном направлении и имеют крутое, до вертикального, падение на северо-восток. Тальк-карбонатные породы осложнены линзами чистых тальцитов, телами хлоритовых и тремолитовых пород, а также ксенолитами вмещающих сланцев (рис. 132).

В пределах месторождения выделяются четыре участка: Черемшанский, Южно-Черемшанский, Северо-Каменский и Каменский.

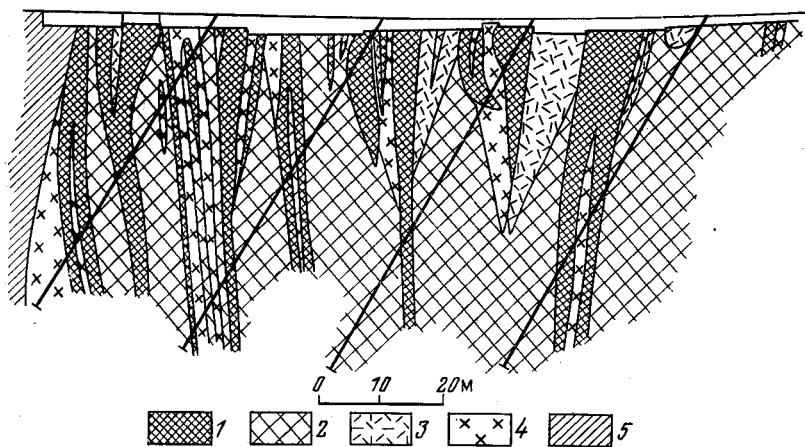


Рис. 132. Сысертское месторождение талька. Геологический разрез по линии XXVII. (По материалам Сысертской партии)  
1 — тальк; 2 — тальк-карбонатные породы; 3 — тремолитовые породы; 4 — хлоритовые породы; 5 — слюисто-кварцевые сланцы

Залежи Черемшанского и Южно-Черемшанского участков имеют длину 2200 м, мощность до 500 м. Залежь Северо-Каменского участка прослеживается на 700 м и имеет мощность 150—170 м. На площади Каменского участка залегают четыре небольших тела тальк-карбонатных пород. Согласно залегающие в тальк-карбонатных породах линзы талька (общим количеством 146) имеют мощность от 0,5 до 30 м; длина их измеряется от нескольких метров до 580 м.

Средний химический состав тальцитов (по В. П. Пажетнову, в вес. %):  $\text{SiO}_2$  55,64;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,15;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  6,59;  $\text{CaO}$  0,65;  $\text{MgO}$  28,55; п. п. п. 6,31; нерастворимый остаток 88,19.

Тальк-карбонатные породы представляют собой тальциты, насыщенные в той или иной степени железисто-магнезиальным карбонатом — брейнеритом. С поверхности они сильно выветрелые, рассланцованные. Зона окисления наблюдается до глубины 35—40 м. Средний химический состав тальк-карбонатных пород характеризуется следующими показателями (по В. П. Пажетнову, в вес. %):  $\text{SiO}_2$  45,33;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,8;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  сумм. 7,26;  $\text{CaO}$  2,0;  $\text{MgO}$  29,1; п. п. п. 12,1; нерастворимый остаток 66,61.

Тальковые и тальк-карбонатные породы месторождения близки по составу. После обогащения методом флотации из них получается концентрат, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 879—52 на тальковый

порошок марок А — для бумажной промышленности и Б — для резиновой и керамической.

Запасы тальковых пород (без подразделения на талькиты и тальк-карбонатные породы) на 1/1 1972 г. составляют по Черемшанскому участку по категориям В+С<sub>1</sub> 1155 тыс. т и по категории С<sub>2</sub> 1051 тыс. т; по Южно-Черемшанскому и Северо-Каменскому участкам по категории соответственно 5597 и 2438 тыс. т. Запасы талькового сырья Сысертского месторождения могут быть увеличены за счет разведки фланговых частей месторождения и доразведки его на глубину.

В районе имеется ряд перспективных для поисков талька участков. Из них наиболее интересен Кадниковский, расположенный вблизи Сысертского месторождения в пределах той же продуктивной полосы. Авторские запасы талькитов по этому участку составляют 2 млн. т. Талькиты имеют следующий химический состав (по Л. А. Храмцовой, в вес. %): SiO<sub>2</sub> 56,77; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,91; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>сумм, 7,8; CaO 0,03; MgO 27,13; п. п. п. 7,64; нерастворимый остаток 84,3.

**Миасская тальковая провинция** расположена на восточном склоне Южного Урала и включает территорию Миасского, часть Чебаркульского района Челябинской области и северо-восточную часть Учалинского района Башкирской АССР; протягивается от оз. Тургояк на севере до верховьев Урала на юге и от ст. Бишкиль на востоке до линии, соединяющей поселки Сыростан, Козьмодемьяновское и Кирыбинское, на западе.

В пределах Миасской провинции выделяются три крупные структурные зоны, с которыми связана основная масса тальковых проявлений. К ним относятся: зона Уралтауского мегантиклинория (Центрально-Уральское поднятие), зона Тагильско-Магнитогорского прогиба и зона Восточно-Уральского палеозойского поднятия. К восточному крылу Уралтауского мегантиклинория тяготеют месторождения Кирыбинской группы: Пугачевское, Кирыбинское, Абдул-Касимовское и ряд других.

С зоной Тагильско-Магнитогорского прогиба связаны месторождения Рысаевской, Козьмодемьяновской, Сыростанской, Ленинской, Западно-Миасской и Тургоякской групп, в которые входят месторождения Барсучий Перевал, Козьмодемьяновское, Макаров Лог, Сыростанское, Ильменское, Лысая Гора и ряд других (всего 37 месторождений).

В пределах зоны Восточно-Уральского палеозойского поднятия локализируются наиболее важные в промышленном отношении месторождения Миасско-Краснополянской, Кочневской, Непряхинско-Чебаркульской и Медведевской групп. Здесь выделяются такие месторождения, как Поляков Лог, Чашковское, Фамбуловское, Красная Поляна, Кочневское, Карасинское, Непряхинское, Запываловское, Медведевское и др. (в общей сложности 34 месторождения). Типичными представителями месторождений талька и талькового камня Миасской тальковой провинции являются Сыростанское, Красная Поляна и Медведевское.

Сыростанское месторождение тальк-магнезитового камня расположено в 25 км к западу от ст. Миасс, где находится Миасский тальковый комбинат, и в 8 км к югу от ст. Сыростан Южно-Уральской ж. д. Месторождение известно с давних пор, но геологическое изучение его началось в 1928 г. исследованиями Б. П. Уральского. Последние геологоразведочные работы проведены в 1960—1962 гг. под руководством В. И. Соколовского. Месторождение приурочено к тектонической зоне, проходящей в пределах района по западной границе зеленокаменных пород с древними метаморфическими породами. В структурном отношении оно расположено в западном крыле синклинали склад-

ки второго порядка. Простираание комплекса пород северо-восточное с падением на юго-восток под углом 40—45°.

Залежь тальк-магнезитовых пород прослежена на 3,7 км и условно разделена на три участка: Центральный, Северный и Юго-Западный. Детально разведан Центральный участок, по которому произведен подсчет запасов. В пределах Центрального участка залежь прослежена на 970 м при мощности 32—85 м; разведана на глубину 160—170 м от поверхности. Минеральный состав тальк-магнезитов месторождения следующий (в %): тальк 57; карбонаты 39,4; хлорит 1,5; магнетит 1,3. Тальк-магнезиты после размола удовлетворяют требованиям ГОСТ 9605—61 на сырье для производства инсектицидов, а также для получения флотированного талька.

Разведанные запасы тальк-магнезитового сырья по Центральному участку составляют на 1/1 1972 г. по категории В 8576 тыс. т и по категории С<sub>1</sub> 14 971 тыс. т.

Месторождение эксплуатируется Миасским тальковым комбинатом при среднегодовой добыче 208 тыс. т.

Месторождение тальцитов Красная Поляна расположено в 40 км к югу от ст. Миасс. Месторождение открыто в 1938 г., приурочено к полосе лландоверийских метаморфических сланцев, вытянутых в меридиональном направлении западнее Миасско-Уйской полосы серпентинитов. Главную роль в геологическом строении участка месторождения Красная Поляна играют хлоритовые породы. Они вмещают многочисленные разветвленные тела тальцитов, образующих как бы единую залежь длиной 215 м и мощностью в центральной части 74 м. Залежь разведана на глубину 160 м. Тальковые сланцы содержат в качестве второстепенных минералов и примесей хлорит, кальцит, рутил, магнетит. Качество тальцитов низкое, средний химический состав их следующий (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 48,88; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8,28; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8,48; MgO 22,11; CaO 1,86; п. п. п. 10,20; нерастворимый остаток 73,17. По ГОСТ 879—52 талькиты относятся в основном к марке В для бумаг и химической промышленности и частично к I и II сортам марки Б для резиновой промышленности. Запасы талька составляют на 1/1 1972 г. по категориям А+В 226 тыс. т и по категории С<sub>1</sub> 260 тыс. т.

Медведевское месторождение находится в 3,5 км к югу от ст. Бишкиль и в 50 км к востоку от ст. Миасс Южно-Уральской ж. д.

На месторождении выделяются два самостоятельных участка: Западно-Медведевский и Восточно-Медведевский, приуроченные к западному и восточному контактам Казбаевского серпентинитового массива, залегающего в углисто-кремнистых и зеленых сланцах силурийского возраста.

Западный участок включает 4 крупных, а восточный — 53 меньших по размерам линз тальцитов длиной от 40 до 790 м при мощности от 0,1 до 48 м. Строение залежей сложное, падение крутое — от 40° до вертикального, юго-западное (рис. 133).

Технологическими испытаниями доказана возможность использования талька в резиновой, кабельной и химической промышленности. Средний химический состав талька (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 57,39; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,39; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5,97; MgO 28,39; CaO 0,29; п. п. п. 5,45; нерастворимый остаток 87,55.

Запасы по месторождению составляют по состоянию на 1/1 1972 г. по категориям А+В 1463 тыс. т и по категории С<sub>1</sub> 1175 тыс. т. Кроме того, на балансе (в охранном целике) числятся запасы талькового камня по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 4959 тыс. т.

Перспективы расширения сырьевой базы тальковой промышленности Урала значительны. Увеличение запасов талька и талькового камня возможно не только путем доразведки известных месторождений, но и в результате выявления новых рудных тел и полей.

Месторождения талькитов и талькового камня промышленного значения могут быть обнаружены прежде всего в пределах глубокометаморфизованных гипербазитов Восточно-Уральского поднятия, приурочен-

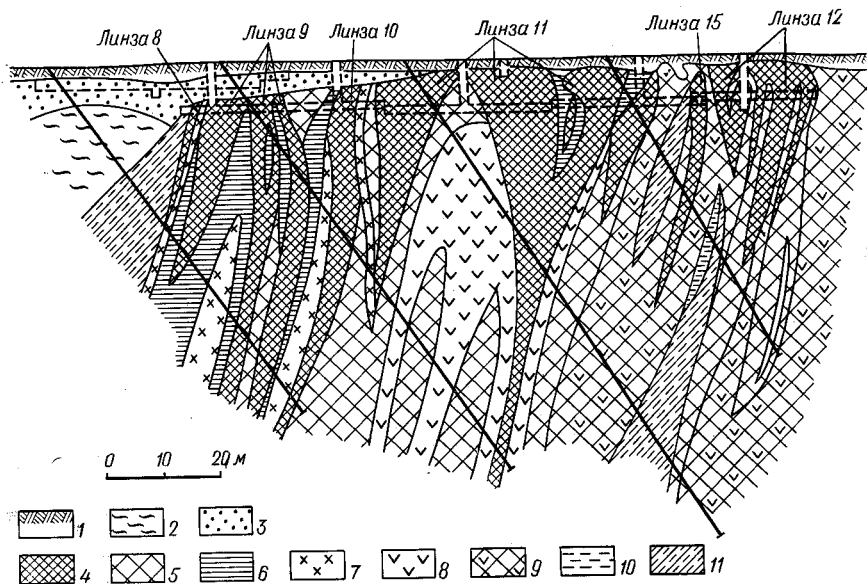


Рис. 133. Восточно-Медведевское месторождение талька. Геологический разрез по линии XXXIV. По А. Я. Хмаре

1 — почвенно-растительный слой; 2 — глины; 3 — пески; 4 — талькит; 5 — тальк-карбонатные породы; 6 — тальк-хлоритовые породы; 7 — хлоритовые породы; 8 — змеевик; 9 — змеевик оталькованный; 10 — зеленокаменные породы; 11 — кремнисто-углистые сланцы

ных к синклиналим погружениям третьего порядка, а также в других аналогичных структурно-фациальных зонах Урала. Наиболее интересными в этом отношении являются массивы ультраосновных пород Сысертского района и Миасской тальковой провинции, где уже имеются крупные сырьевые базы для тальковой промышленности Урала.

### ГРАФИТ

Известные на Урале месторождения графита относятся к двум генетическим типам — метаморфическим и метаморфизованным. Среди метаморфических месторождений по характеру руд в свою очередь выделяются месторождения тайгинского и златоустовского типов.

**Месторождения тайгинского типа** связаны с гнейсовыми комплексами, образовавшимися в результате глубокого метаморфизма нижнепалеозойских осадочных толщ и развитыми на восточном склоне Урала в пределах Восточно-Уральского поднятия. Размещение месторождений этого типа в гнейсовых комплексах контролируется приуроченностью их



к гнейсам существенно биотитового или биотит-амфиболового состава, отвечающим альмандин-амфиболитовой фации регионального метаморфизма и слагающим антиклинальные структуры третьего и более мелких порядков.

Месторождения характеризуются крупными запасами графитовых руд, успешно обогащающихся методом флотации. В руде содержится чешуйчатый графит. В настоящее время на Урале насчитывается около 20 месторождений и рудопроявлений графита этого типа. Все они расположены в Сысертско-Кыштымском и Мурзинском графитоносных районах.

Сысертско-Кыштымский графитоносный район охватывает площадь развития метаморфических пород сысертского и вишневогорско-ильменогорского гнейсовых комплексов, выступающих в ядрах одноименных антиклинальных структур.

Тайгинское месторождение, расположенное в 12—14 км к югу от г. Кыштыма, является наиболее крупным месторождением района. Месторождение связано с породами ильменогорской свиты. Графитовое оруденение несут биотитовые и биотит-полевошпатовые гнейсы, вытянутые в северо-восточном направлении. Падение их юго-восточное под углом 65—85°. В пределах месторождения эти породы секутся в разных направлениях жилами пегматитов, микрогранитов и гранит-порфиоров. Графитизированные гнейсы залегают в виде четырех полос со средней мощностью от 20 до 135 м и протяженностью от 1300 до 2900 м. Графитсодержащие гнейсы постепенно переходят в безрудные биотитовые гнейсы. Содержание графита в рудах от 0,5 до 7,5%, в среднем 2,0—4,3%. Графит распределяется более или менее равномерно в виде чешуек неправильной формы размером 0,2—5,0 мм.

Важным фактором, определяющим технологические свойства графитов, является их кристаллическая структура. Структурные исследования графита Тайгинского месторождения выявили, что кристаллиты графита не изометричны, их диаметр больше высоты и по размерам превышает 20 000 А.

Методом флотации с доизмельчениями и перечистками выделяется графитовый концентрат, содержащий 74—95% углерода при извлечении его до 95%. При производительности рудника 380—400 тыс. т руды в год комбинат вырабатывает 9000—10 000 т графитового концентрата с содержанием углерода 90—93%. Последующая химическая или термическая обработка флотационного концентрата позволяет снизить содержание вредных зоолообразующих примесей и повысить содержание углерода до 98—99% и выше и тем самым делает пригодным тайгинский графит для использования на самых ответственных участках современной техники.

Запасы утверждены ГКЗ и на 1/1 1972 г по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 1166,3 тыс. т графитного углерода. Месторождение эксплуатируется Кыштымским каолино-графитовым комбинатом. В 1971 г. было добыто 411 тыс. т графитовой руды, из которой выработано 13,1 тыс. т товарного графита.

Остальные месторождения и рудопроявления в Сысертско-Кыштымском графитоносном районе изучены слабо. К их числу относятся месторождения: Синарское, Касагалинское, по р. Топкой, Каслинское, Гора Мохнатая и др.

Мурзинский графитоносный район расположен в пределах площади развития гнейсово-сланцевых пород Мурзинского метаморфического комплекса, развитых в западной экзоконтактовой зоне одноименной позднепалеозойской гранитной интрузии. Среди гнейсов преимущественно распространены биотитовые и амфибол-плагноклазовые гнейсы,

включающие пропластки мраморов и небольшие массивы серпентинитов. На востоке гнейсы интродированы гранитами Мурзинской интрузии, а на западе сменяются осадочно-эффузивной толщей. Графитоносные гнейсы залегают в ядрах антиклинальных структур, входящих в состав Мурзинского антиклинория. Они образуют серию узких полос меридионального простирания.

Мурзинское месторождение — наиболее крупное в районе — расположено в 60 км к северо-востоку от ст. Невьянск Свердловской ж. д. Графитовые руды связаны с биотитовыми гнейсами, образовавшимися, по-видимому, за счет метаморфизма пород невянской свиты нижнего силура и выступающими в ядрах мелких антиклинальных структур.

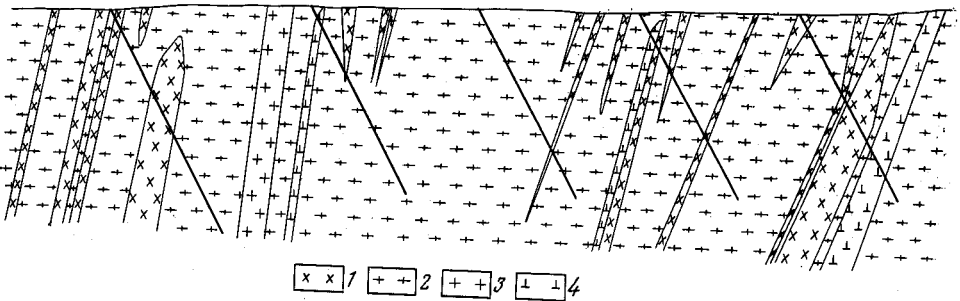


Рис. 134. Геологический разрез Мурзинского месторождения графита. По П. Н. Захаровой

1 — пегматит; 2 — графитизированные гнейсы (Pz<sub>1</sub>); 3 — кварц-полевошпатовые породы; 4 — биотитовые гнейсы

тур. В пределах месторождения установлено четыре рудные полосы графитизированных гнейсов с падением на юго-запад или северо-восток под углом 65—85°. Графитизированные полосы по простиранию прослеживаются на протяжении 3—9 км, их мощность 100—500 м (рис. 134).

Наибольший практический интерес представляет Юго-Западный участок 1-й графитизированной полосы, расположенной на р. Кривой. Этот участок детально разведан. Мощность полезной толщи здесь от 200 до 310 м, в среднем 240 м. Содержание графита в руде колеблется от 0,5 до 5,8%, в среднем 2,7%. Руды обогащаются методом флотации. При обогащении могут быть получены концентраты с содержанием углерода до 90% при извлечении его до 92%. Гидрогеологические условия эксплуатации месторождения не благоприятны. Уровень грунтовых вод залегает на глубине от 5 до 15 м от поверхности. Ожидаемые притоки воды в карьер на горизонте +50 м 500 м<sup>3</sup>/час.

Запасы, утвержденные ГКЗ в 1956 г., составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 18,6 млн. т и по категории С<sub>2</sub> 81,6 млн. т. Месторождение может явиться сырьевой базой крупного предприятия по выработке чешуйчатого графита.

**Месторождения златоустовского типа** связаны со слюдяно-графитовыми сланцами, образовавшимися в результате регионального метаморфизма низких ступеней нижнепалеозойских и верхнепротерозойских толщ, развитых на всем протяжении Центрально-Уральского поднятия.

Месторождения златоустовского типа пока не имеют промышленного значения вследствие трудной обогатимости руд. Наиболее изученным месторождением данного типа является Златоустовское.

Златоустовское месторождение мелкочешуйчатого графита расположено на окраине г. Златоуста. Носителями графита являются слюдяные и углисто-филлитовые сланцы таганайской и уреньгинской свит (верхний протерозой), участвующих в строении Уралтауского мегантиклинория. Графитизированные сланцы образуют четыре рудных тела мощностью от 8 до 23 м и длиной от 315 до 750 м. Содержание в них графита от 1,0 до 3,65%. Графит тесно связан с углистым веществом и мусковитом. Технологические испытания на обогатимость выявили необходимость тонкого измельчения руды для высвобождения графита из сростков.

К месторождениям златоустовского типа относятся также многочисленные графитопоявления, представленные углисто-филлитовыми и углисто-слюдистыми сланцами, образовавшимися за счет нижнекаменноугольных терригенных толщ при воздействии гранитных интрузий в осевой зоне Восточно-Уральского поднятия. Такие графитопоявления особенно широко развиты на Южном Урале, в частности в окружении Джабык-Карагайского гранитного массива. По петрографическим свойствам пород, составу и технологическим свойствам руд эти графитопоявления идентичны месторождениям златоустовского типа, распространенным в Центральном-Уральском поднятии. Изучались руды Полтавского графито-сланцевого месторождения. Графит скрытокристаллический, содержание его в руде 5—10%. Предварительные испытания на обогатимость показали, что руды обогащаются трудно, полученный концентрат удовлетворяет требованиям литейного производства, но выход концентрата мал.

**Месторождения метаморфизованных углей**, а также метаморфизованных углистых сланцев связаны с нижнекаменноугольными угленосными отложениями восточного склона Урала. Последние широкой полосой прослеживаются на всем протяжении Восточно-Уральского прогиба. В пределах этой структуры графитовое оруденение контролируется расположением позднепалеозойских гранитных интрузий. В настоящее время известно несколько месторождений этого типа в Багарякском и Полтаво-Брединском районе.

В Багарякском районе к углистым отложениям нижнего карбона приурочено известное Боевское месторождение, расположенное в 35 км к западу от ст. Багаряк Южно-Уральской ж. д., в восточной экзоконтактной зоне Шилово-Коневской гранитной интрузии. Это единственное на Урале промышленное месторождение аморфного графита с утвержденными запасами руд.

Отсутствие в графитовых рудах железа и серы и высокие огнеупорные свойства золы обуславливают пригодность графита для литейного дела. Продолжительное время месторождение разрабатывалось и графит использовался в качестве припыла и литейных чернил. В настоящее время месторождение не эксплуатируется.

Район месторождения сложен углистыми, оттрелитовыми и брекчиевыми кварц-серицитовыми сланцами, кварцитами и песчаниками, участвующими в строении антиклинальной складки мелкого порядка. Падевшие породы восточное под углом 60—85°. Углисто-кварц-серицитовые сланцы вмещают пласты графитовых руд. Всего здесь известно три промышленных пласта и большое количество прослоев (более 20). Мощность пластов в среднем 1,5—2,0 м, длина от 130 до 810 м. Среднее содержание углерода в руде по западному, наиболее крупному пласту 23,8%, золы 68,6%, летучих 6,15%. Графитизация выделений углерода в рудах неполная и редко достигает стадии образования типичных скрытокристаллических графитов. Руда не поддается обогащению методом флотации. Запасы графитовых руд по категориям А+В+С<sub>1</sub> 194 тыс. т.

В Полтаво-Брединском районе рудовмещающие угленосные отложения нижнего карбона развиты в восточной экзоконтактной зоне Джабык-Карагайского и Суундукского гранитных массивов, где они местами изменены до углисто-филлитовых и слюдяных сланцев.

К угленосным отложениям района приурочено три антрацитовых месторождения — Полтавское, Бородинское и Брединское, в которых уголь местами переходит в графит. Графит залегает в форме отдельных линз небольшой мощности, длиной до нескольких десятков метров, приуроченных к кровле или почве угольных пластов. Переход антрацита в графит постепенный. Графит добывался попутно с углем только на Полтавском месторождении. Качество графита высокое, употреблялся он в металлургии и электротехнике. С прекращением добычи угля в 1959 г. прекратилась и добыча графита.

Из краткого обзора видно, что на Урале выявлена крупная сырьевая база чешуйчатого графита тайгинского типа и имеются перспективы для ее дальнейшего расширения. Мелкочешуйчатые руды златоустовского типа характеризуются более высокими содержаниями графита (до 10—25%), но, как правило, труднообогатимы. Поэтому в комплексе работ по изучению месторождений златоустовского типа, распространенных на Урале весьма широко, исследования руд на обогатимость являются первоочередными.

Перспективы расширения сырьевой базы аморфных графитов имеются на площади Полтаво-Брединского и Багарякского районов.

Развитие способов обогащения за счет применения специальных методов измельчения в сочетании с современными способами классификации позволяет получать при помощи флотации с последующей химической очистки высококачественный графитовый концентрат и из мелкокристаллических руд.

Это обстоятельство, а также перспектива широкого использования графитовых концентратов с зольностью 25—50% в металлургии и легкой промышленности позволяют рассматривать Урал как район с перспективной сырьевой базой графитовой промышленности.

### **ИЗВЕСТНЯКИ И ДОЛОМИТЫ КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ**

Карбонатные породы получили на Урале широкое распространение. Мощные толщи их развиты буквально во всех системах палеозоя и сериях докембрия. Они представлены различными по литолого-петрографическому составу и условиям образования породами — известняками, доломитами, магнезитами, мраморами и мергелями. Это преимущественно морские и лагунно-морские образования химического, органогенно-химического и органогенного происхождения. Прибрежно-морские обломочные карбонатные породы встречаются, но они не представляют практического интереса.

Осадконакопление карбонатных пород происходило в различных структурно-фациальных зонах и в различных условиях гумидного и аридного климатов. К аридным образованиям более или менее определенно относятся только некоторые известняково-доломитовые формации докембрия, карбона и перми. Преимущественно же распространены карбонатные осадки гумидного типа.

Общая характеристика карбонатных пород дается по уральским структурно-фациальным зонам, поскольку вещественный состав карбонатных пород, определяющий возможности их промышленного использования, был обусловлен различными условиями образования и метаморфизма в течение истории геологического развития Урала.

Среди метаморфических толщ восточной подзоны Центрально-Уральского поднятия карбонатные отложения играют небольшую роль и образуют отдельные прослои и пачки чаще всего небольшой мощности и протяженности. Они представлены морскими хемогенными и частью водорослевыми доломитами и известняками полнокристаллическими, массивными, сравнительно выдержанными по вещественному составу. Только местами в них содержатся терригенные примеси. На отдельных горизонтах доломитовые мраморы слюдистые.

Доломиты и в меньшей степени известняки встречаются в метаморфических толщах уреньгинской свиты верхнего протерозоя и ее аналогов на Среднем и Приполярном Урале — клыктанской и шатамагинской свитах и в метаморфических толщах висимской свиты и соответствующей ей по стратиграфическому положению на Приполярном Урале шокуринской и вышележащей маньинской свитах верхнего протерозоя — кембрия.

Уреньгинские доломиты и мраморы в районе г. Златоуста разрабатывались в качестве архитектурно-строительного камня. С лагунно-морскими хемогенными доломитами аридного литогенеза верхней подсвиты (средняя толща) уреньгинской свиты связаны месторождения кристаллических магнетитов (Златоустовский район).

В наложенных синклинорных структурах Центрально-Уральского поднятия развиты более молодые карбонатные образования — ордовикские и среднедевонские известняки и доломиты (район Билимбая, Висима и севернее). Ордовикские мраморизованные известняки и подчиненные им доломиты образуют толщи мощностью до 500 м и более. В районе Билимбая разведано месторождение цементного сырья, представленное чистыми разностями известняков с прослоями доломитов. В разрезе среднедевонских карбонатных осадков преобладают доломиты, на отдельных горизонтах глинистые и выветрелые. Девонские доломиты и известняки разрабатываются, первые используются в металлургии, а известняки — в строительстве.

Верхнепротерозойские карбонатные породы западной подзоны Центрально-Уральского поднятия (Башкирского мегантиклинория) широко развиты в саткинской, бакальской и авзянской свитах, где ими сложены мощные толщи, прослеживающиеся на обширных площадях. Преимущественно распространены хемогенные, и резко подчиненное значение имеют рифогенные водорослевые карбонатные осадки. Толщи сложены главным образом доломитами (нормальными, песчанистыми, мергелистыми, кремнистыми), частично известняками, доломитовыми известняками и доломитовыми мергелями. Доломиты и известняки слоистые, иногда ритмичнослоистые или массивные, мраморизованные, от светлой до черной окраски, иногда брекчиевидные, нередко битуминозные. Сравнительно чистые разности известняков залегают в верхней части верхнесаткинской подсвиты (кызымовский горизонт) и в нижней части верхнебакальской подсвиты (березовский горизонт). Верхнепротерозойские карбонатные отложения, относимые к бурзянскому и юрматинскому структурным ярусам, рассматриваются как малоперспективные для выявления крупных месторождений чистых известняков. В то же время они являются неисчерпаемой базой высококачественного доломитового сырья; которая, однако, используется слабо.



Карбонатные породы саткинской и бакальской свит в значительной части перекристаллизованы и превращены в мраморы. Особенно сильной перекристаллизации подверглись доломиты верхнесаткинской подсвиты. С лагунно-морскими хемогенными доломитами саткинской, бакальской и авзянской свит связаны известные месторождения кристаллических магнезитов в Бакало-Саткинском и Катав-Ивановском районах.

Широко развиты в подзоне также верхнепротерозойско-кембрийские карбонатные толщи, относимые к катавской и миньярской свитам каратауского структурного яруса.

Катавская свита характеризуется широким развитием мергелей низко- и высококарбонатного состава, используемых для производства цемента Катав-Ивановским цементным заводом, а также распространением известняков, разрабатываемых на строительный камень.

В разрезе миньярской свиты мелководные и лагунно-морские карбонатные осадки представлены хемогенными, частично органогенными доломитами, доломитовыми известняками, а также нормальными известняками, залегающими в низах свиты на инзерской терригенной толще. Наряду с однородными доломитами и известняками встречаются горизонты невыдержанного состава, со значительным количеством глинистых примесей и кремней. Практический интерес представляют как известняки, так и доломиты, частью используемые в строительной промышленности.

На Северном Урале, в пределах Полюдовской антиклинальной структуры, в составе низьвенской свиты, являющейся аналогом миньярской свиты, развиты первичные хемогенные и подчиненные им водорослевые доломиты и доломитовые известняки, нередко со значительным количеством терригенного материала. Мощность карбонатных толщ достигает нескольких сотен метров. Доломиты представляют промышленный интерес.

В строении Западно-Уральской внешней зоны складчатости принимают участие морские и лагунно-морские карбонатные и терригенные осадки, образовавшиеся в краевой части Уральской геосинклинали в палеозое.

Карбонатные породы зоны протягиваются широкой полосой по всему западному склону Урала, образуя разной мощности толщи собранные в сложные складчатые структуры. Ордовикско-силурийские карбонатные образования характеризуются большой мощностью и выдержанным составом на значительных расстояниях, а девонско-каменноугольные, относимые к мелководным осадкам, характеризуются обычно небольшой мощностью и довольно неустойчивым литолого-фациальным составом. Во всех толщах преимущественно распространены известняки. Доломиты имеют подчиненное значение и чаще всего встречаются в лландоверийских, девонских и каменноугольных отложениях, образуя мощные толщи, сложенные массивными кристаллическими породами. По своему образованию они относятся к пластовым седиментационным и пятнистым седиментационно-диагенетическим типам.

Пластовые хемогенные известняки и доломиты слоистые, местами битуминозные, часто глинистые, особенно девонские и каменноугольные, на отдельных горизонтах окремненные. Рифогенные их образования обычно светлой окраски, кристаллические, массивные, как правило, не содержат терригенных примесей. Известняки и доломиты зоны широко используются в химической, строительной и других отраслях промышленности.

В Приуралье карбонатные отложения участвуют в строении двух структурно-фациальных зон первого порядка — Восточной окраи-

ны Русской платформы и Предуральяского позднепалеозойского краевого прогиба. Для обеих зон характерно развитие пермских, преимущественно терригенных отложений, причем карбонатные породы присутствуют в составе нижней перми — в сакмарском, артинском и кунгурском ярусах. Выходы их наблюдаются на площади Уфимского плато и севернее р. Чусовой — в Кизеловском районе и Колво-Вишерском крае. Это типичные платформенные образования. Среди них развиты морские, прибрежно-морские, лагунно-морские осадки. Известняки и доломиты в основной массе органогенно-химического и органогенного происхождения. Рифовыми органогенными породами здесь сложены целые горизонты. Чисто хемогенные карбонатные осадки имеют подчиненное значение.

Различные по составу и возрасту карбонатные толщи занимают в разрезе нижнепермских отложений определенное стратиграфическое положение. В основании разреза залегают доломиты и известняки сакмарского яруса. Выше по разрезу их сменяют морские отложения артинского яруса, представленные в низах окремненными известняками бурцевского и иргинского горизонтов, а в вышележащих слоях — известняками и доломитами саргинских и сылвенских рифов и межрифовыми глинистыми известняками и мергелями дивьей свиты. Перекрывается артинская осадочная толща прибрежно-морскими и лагунными осадками кунгурского яруса, в составе которых наряду с галогенными и терригенными осадками широко развиты карбонатные породы, представленные известняками, доломитами и мергелями (филипповского и иренского горизонтов). Мощность карбонатных толщ, отдельных горизонтов и свит достигает 100—200 м и более.

Из пермских карбонатных пород описываемых структурно-фациальных зон наибольший промышленный интерес представляют рифовые образования артинского и сакмарского ярусов. С ними связаны почти все промышленные месторождения известняков и доломитов, разрабатываемые на строительный камень, флюсовое и химическое сырье в районах Приуралья.

В строении Тагильско-Магнитогорского прогиба участвуют вулканогенные и осадочные толщи средне- и позднепалеозойского возраста, на отдельных участках прорванные ультраосновными, основными и кислыми интрузиями. Карбонатные породы почти повсеместно представлены морскими и прибрежно-морскими известняками органогенного, органогенно-химического и обломочного происхождения. В пределах зоны пластовые седиментационные доломиты отсутствуют, а имеются лишь пятнистые метасоматические доломиты эпигенетического и, возможно, частично седиментационно-диагенетического происхождения. Встречаются они редко, обычно на небольших участках и чаще всего вблизи от поверхности.

В северной части зоны, в пределах Тагильского мегасинклинория, карбонатные породы связаны с глубоководными и прибрежно-морскими осадками силурийского и девонского возраста. Формирование их происходило в подвижной тектонической зоне, характеризующейся интенсивным подводным вулканизмом. Это обстоятельство сказалось на характере карбонатных осадков, их составе и размещении. Устанавливается их тесная связь с осадочно-вулканогенной формацией.

Силуро-девонские карбонатные породы развиты на огромных площадях севернее верховьев Лобвы, где они широкой сплошной полосой прослеживаются на протяжении нескольких сотен километров, а южнее этой широты, в Нижнетуриинском и Нижнетагильском районах, они представлены отдельными сравнительно небольшими полосами и линзами.

Мощность карбонатных толщ достигает 2000 м и более. Они представлены известняками, частью превращенными в кристаллические мраморы. Последние характеризуются в основном однородным чистым составом; минеральные примеси в виде терригенного и туфогенного материала содержатся в них в незначительных количествах. Из вторичных процессов иногда отмечается пятнистая доломитизация и окремнение. По окраске и структурно-текстурным особенностям выделяются известняки темно-серые слоистые, серые до белых массивные, цветные массивные и брекчиевидные. Темно-серые разности часто глинистые, а брекчиевидные иногда содержат значительные примеси туфогенного материала.

Характерной особенностью мраморов являются: цветная окраска, пелитоморфная структура и часто брекчиевидное сложение. Окраска их неравномерная пятнистая: розово-серая, розовая, красная, сургучно-красная и других оттенков. Большое разнообразие в окраске и оттенках придает им красивый рисунок. Типичным представителем уральских цветных мраморов являются мраморы Нижнетагильского месторождения, разрабатываемые с давних времен как декоративно-облицовочный камень.

В более южных районах как в пределах Тагильского, так и в северной части Магнитогорского мегасинклинория силуро-девонские карбонатные породы представлены мраморами и мраморизованными известняками от тонко- до крупнозернистой структуры, образующими отдельные мелкие линзы и полосы шириной до 100—400 м. Окраска их преимущественно светлая; по составу однородные; окремненные и доломитизированные разности среди них встречаются редко.

Южная часть зоны, относящаяся к Магнитогорскому мегасинклинорию, характеризуется развитием преимущественно нижнекаменноугольных карбонатных осадков. Верхнетурнейско-нижневизейские их образования представлены известняками, часто сильно окремненными вплоть до кремнистых пород (вторичных кварцитов). Распространены они среди вулканогенных толщ в виде линз и узких полос мощностью 50—100 м и более.

Более широко распространены карбонатные породы средневизейско-намюрского возраста, относящиеся к осадкам неглубокого открытого моря. В Магнитогорском и Кизильском районах отложениями этого возраста выполнены крупные синклиналильные структуры, в ядрах которых залегают терригенные породы и мергели с прослоями известняков и гипса, а в основании осадочно-вулканогенные толщи с известняками, иногда глинистыми и кремнистыми, а также вторичными доломитами.

В пределах Восточно-Уральского поднятия морские карбонатные отложения, связанные с осадочно-вулканогенными толщами нижнего и среднего палеозоя, подверглись глубокому метаморфизму под влиянием позднепалеозойских гранитных интрузий. Распространение получили главным образом лландоверийские карбонатные толщи, представленные мраморами и мраморизованными известняками. Среди осадочно-вулканогенных толщ они залегают в виде многочисленных линз и узких полос мощностью, обычно не превышающей 0,2—0,5 км, и протяженностью до 1—5 км и редко более. Мраморы и мраморизованные известняки преимущественно светлой окраски и массивного сложения, от тонко- до крупнозернистой структуры, по химическому составу в основном однородные и чистые. Доломитизированные и окремненные разности встречаются лишь местами среди слоистых известняков и являются вторичными образованиями. Мраморы отличаются высокими декоративными свойствами и используются как архитектурно-строительный, поделочный, а отдельные их разности также как скульптурный ма-

териал (Полевское, Мраморское, Шабровское, Фоминское месторождения).

В южной части зоны получили некоторое распространение визейские мраморы и мраморизованные известняки, местами сильно окремненные.

В целом карбонатные породы зоны Восточно-Уральского поднятия представляют интерес в качестве сырья для промышленности.

В зоне Восточно-Уральского прогиба наблюдается слабое развитие силуро-девонских карбонатных отложений, небольшие выходы которых отмечаются только местами, но довольно широкое распространение получили нижнекаменноугольные и особенно средневизейско-намюрские карбонатные породы, проявляющиеся на протяжении всей зоны и занимающие своими выходами большие площади. Осадочно-вулканогенные толщи прорваны интрузивными породами, в том числе позднепалеозойскими гранитоидами.

Силуро-девонские карбонатные породы представлены мраморами и мраморизованными известняками, прослеживающимися в виде отдельных линз и полос мощностью до 100—900 м и протяженностью до 1—10 км, редко более. Их выходы наблюдаются в районе Алапаевска, Бажарьяка, Еманжелинска, Варны, Бред и в некоторых других местах. Породы преимущественно массивного сложения и светлой окраски, часто полностью перекристаллизованы. Слоистые темно-серые и брекчиевидные красные разности их играют подчиненную роль и участвуют в строении лишь отдельных толщ.

Мраморы и мраморизованные известняки характеризуются сравнительно однородным и чистым составом, среди них доломитизированные и окремненные разности встречаются редко и как эпигенетические образования проявляются в виде неправильной формы тел — пятен, не прослеживающихся по простирацию и падению слоев. Небольшое распространение получили и глинистые известняки, которые чаще всего встречаются в верхнедевонских толщах. На сырье силуро-девонских известняков работает крупнейший на Урале Еманжелинский цементный завод.

Карбонатные породы позднеурнейско-ранневизейского возраста получили максимальное развитие в Полтаво-Брединском районе, где их мощность достигает 1350 м и они прослеживаются широкими полосами на десятки километров по простирацию среди угленосных песчано-глинистых отложений. Некоторое распространение они имеют и в других районах. Образование карбонатных пород в это время связано с накоплением прибрежно-морских и лагунных песчано-глинистых, обычно угленосных осадков. Карбонатные породы представлены известняками, иногда перекристаллизованными, а местами окремненными вплоть до кремнистых пород (вторичных кварцитов). Мраморизованные разности развиты в экзоконтактных зонах гранитных интрузий. Мраморами такого типа сложено известное Коелгинское месторождение. Характерной особенностью верхнетурнейско-нижневизейских известняков является сравнительно широкое и сильное окремнение; наоборот, вторичная доломитизация в них проявляется редко.

Карбонатные породы средневизейско-намюрского возраста по сравнению с предыдущими получили более широкое распространение, их отдельные полосы мощностью до 300—750 м прослеживаются на протяжении всей зоны. По образованию это мелководные осадки открытого моря, сохранившиеся до наших дней только в синклинальных структурах. В составе карбонатных толщ участвуют известняки нормальные, доломитизированные, окремненные, глинистые и доломиты. Известняки

от темно-серой до белой окраски, слоистого и массивного сложения, местами битуминозные, на отдельных участках вблизи позднепалеозойских гранитов перекристаллизованные. Они органогенно-химического и органогенно-обломочного происхождения. Органогенно-обломочные и рифогенные их образования наиболее широко представлены в отложениях намюрского яруса, особенно в верхнем его подъярусе, где они обычно имеют массивное или брекчиевидное сложение и обладают светлой окраской.

Известняки часто в той или иной степени окремнены, местами до кремнистых пород (вторичных кварцитов). Окремнение двух типов: пластовое, связанное с формированием известняков, и пятнистое, связанное с различными вторичными процессами. В коре выветривания известняков образуются маршалиты. Средневизейско-намюрские известняки также в значительной части доломитизированы, вплоть до доломитов. Доломитизация имеет седиментационно-диагенетическое и эпигенетическое происхождение. Степень доломитизации одного и того же пласта обычно неодинакова, в результате чего разности доломитового состава приобретают форму прослоев, линз или пятен различной величины. Мощность доломитовых тел обычно измеряется единицами и десятками метров, а их протяженность не превышает 1—2 км. С доломитами этого типа связан ряд промышленных месторождений (Зыряновское, Гулинское, Шабановское и др.).

Известняки в зоне контакта с позднепалеозойскими гранитными интрузиями в различной степени метаморфизованы и представлены массивными разнозернистыми белыми и светло-серыми мраморами. На Прохорово-Баландинском месторождении мраморы этого типа разрабатываются как декоративно-облицовочный и электротехнический камень.

В данной структурно-фациальной зоне некоторое распространение получили среднекаменноугольные мелководные морские и лагунные известняки и доломиты. Они характеризуются небольшой мощностью, достигающей в наиболее глубоких прогибах 100—350 м, и неустойчивым литолого-фациальным составом. Среди вмещающих терригенных осадков местами содержатся гипс-ангидритовые залежи.

На базе каменноугольных известняков работают многие предприятия строительной промышленности, в том числе Сухоложский цементный завод.

Карбонатные отложения мезо-кайнозойского возраста на Урале представлены исключительно низкокарбонатными мергелями. Промышленного применения они не находят.

В последнее время привлекают внимание современные озерно-болотные разности карбонатных пород как сырье для известкования кислых почв. Они распространены главным образом в районах Зауралья, где встречаются обычно на небольших площадях речных и озерных долин. В разрезе озерно-болотных отложений мергели занимают определенное стратиграфическое положение, образуя мелкие пластообразные залежи мощностью от 0,1 до 2,5 м с запасами от сотен до нескольких десятков тысяч тонн. Содержание в них окислов кальция 25—40%. Мертели рыхлые, не обводнены и залегают почти на поверхности. Количество точек проявления исчисляется многими сотнями.

#### ФЛЮСОВЫЕ ИЗВЕСТНЯКИ

По количеству балансовых запасов и добыче флюсовых известняков Урал занимает одно из первых мест в Союзе. На балансе числится 34 месторождения, общие запасы которых на 1/1 1972 г. по категориям



A+B+C<sub>1</sub> составляют 1581,2 млн.т, в том числе: в Свердловской области — 20 месторождений с запасами 530,5 млн. т, в Челябинской области — 11 месторождений с запасами 1021,4 млн. т и в Пермской области — 3 месторождения с запасами 29,2 млн. т.

Из 34 месторождений в эксплуатации находится 16 месторождений. Общие их запасы по сумме категорий составляют на 1/1 1972 г. 701,8 млн. т; в 1971 г. на них было добыто 12,6 млн. т. Приведенные цифры показывают, что в настоящее время состояние балансовых запасов флюсового сырья на Урале удовлетворительное и заводы Урала обеспечены флюсовым сырьем на многие годы.

В Свердловской области месторождения флюсовых известняков размещены в основном в трех районах: Ивдельско-Карпинском, Нижнетагильском и Первоуральском.

**Ивдельско-Карпинский район.** Для обеспечения флюсовым сырьем Серовского металлургического завода в районе разведано четыре месторождения: Богословское, Северо-Воронцовское, Петропавловское и Самское с общими балансовыми запасами 226 млн. т. Месторождения приурочены к мощным толщам девонских известняков, которые там развиты на огромных площадях.

Богословское месторождение расположено в непосредственной близости от г. Карпинска, в 43 км к западу от завода им. Серова. В районе месторождения известняки среднего девона образуют две меридиональные полосы с падением на восток под углом от 30 до 70°. Из них восточная полоса, к которой приурочено месторождение, по простирацию прослеживается более чем на 20 км к северу и югу от широты г. Карпинска. Ширина полосы свыше 500 м.

Известняки представлены светло-серыми, серыми и темно-серыми разностями, с преимущественным распространением известняков серого цвета. Средний химический состав их (в вес. %): CaO 54,7; MgO 0,037; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,83; SiO<sub>2</sub> 0,09; S 0,014; P 0,011; п. п. п. 42,27.

Запасы известняков приведены в табл. 46. Месторождение разрабатывается. Добыча за 1971 г. составила 327 тыс. т.

Месторождения флюсовых известняков Северо-Воронцовское (запасы 65,5 млн. т), Петропавловское (запасы 98,6 млн. т) и Самское (запасы 30,7 млн. т) — по качеству сырья почти не отличаются от Богословского месторождения и рассматриваются как крупные сырьевые базы Серовского металлургического завода.

**Нижнетагильский район.** В пределах района сосредоточено более 40% разведанных запасов области. Месторождения расположены на окраине г. Нижнего Тагила и приурочены к двум меридионально вытянутым полосам известняков силурийского возраста — Высокогорской и Лебяжинской, прослеживающимся на протяжении 15 км. В пределах Высокогорской полосы располагаются месторождения Высокогорское и Гальянское, а также Горбуновское месторождение цементных известня-

Таблица 46

Запасы флюсовых известняков основных месторождений Урала на 1/1 1969 г. (в тыс. т)

Месторождение	По категориям A+B+C <sub>1</sub>	
	Всего	В том числе по A+B
Богословское	31 400	540
Северо-Лебяжинское	1 880	90
Гальянское	106 793	48 237
Билимбаевское	38 989	22 184
Тургайское	76 636	25 495
Агаповское	233 050	104 411

ков, а в пределах Лебяжинской полосы — месторождения Черемуховое Стойло и Северо-Лебяжинское.

Северо-Лебяжинское месторождение известняков представляет штокообразную залежь с падением под углом около  $70^\circ$  на восток. На востоке известняки перекрываются туфогенными породами и рассланцованными порфиритами. На юге и западе они срезаны интрузией сиенитов, на севере порождают на территорию Сапальского марганцевого рудника и Нижнетагильского мраморного карьера, где они сильно нарушены тектоническими смещениями и разбиты на ряд отдельных глыб.

Месторождение сложено известняками, частью доломитизированными, и мраморами. Доломитизированные известняки развиты в северной части месторождения, где прослеживаются по простиранию на 120 м. Содержание в них  $MgO$  непостоянное и колеблется от 8 до 19%. В остальной части месторождения известняки значительно чище и содержание в них  $MgO$  в среднем составляет 2,26%. Содержание  $CaO$  колеблется от 33, до 55%;  $SiO_2$  0,2—2,0%;  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  0,35—1,5%;  $P_2O_5$  0,01—0,05%;  $SO_3$  до 0,1%.

Эксплуатация месторождения начата в 1924 г. Годовая добыча в 1971 г. достигла 398 тыс. т. Запасы известняков по месторождению приведены в табл. 46.

Высокогорское месторождение находится в юго-западной части г. Нижнего Тагила, близ горы Высокой. Толща известняков имеет восточное падение под углом  $45-55^\circ$ . Большая часть известняков является качественным флюсовым сырьем, отвечающим кондициям нижнетагильских металлургических заводов. Разведанные запасы 69,6 млн. т. Добыча за 1971 г.—1881 тыс. т.

Гальянской месторождение расположено в 1,5 км к югу от горы Высокой, с северо-запада граничит с сиенитами, на контакте с которыми известняки превращены в светло-серые мелко- и среднезернистые мраморизованные разности. Толща известняков мощностью до 750 м имеет пологое восточное падение и перекрывается осадочно-вулканогенными образованиями (рис. 135). По химическому составу известняки отвечают требованиям, предъявляемым к флюсовому сырью. Среднее содержание  $CaO$  53,6%;  $MgO$  0,59%;  $R_2O_3$  0,96%, нерастворимый остаток 0,96%,  $P$  0,006%;  $S$  0,02%. Разведанные запасы известняков приведены в табл. 46.

**Первоуральский район.** Основной сырьевой базой в районе является Билимбаевское месторождение, сырье которого идет на целый ряд металлургических заводов Среднего Урала.

Билимбаевское месторождение расположено в 0,7 км к востоку от ст. Билимбаев Свердловской ж. д. Оно приурочено к полосе светло-серых мраморизованных известняков ордовика мощностью до 700 м. Полоса известняков прослеживается в северо-восточном направлении на расстоянии 15 км. Вмещающими породами являются метаморфические сланцы.

Известняки месторождения имеют юго-восточное падение под углом  $20-37^\circ$ . Толща их закарстована, особенно с поверхности. Качество известняков высокое. Среднее содержание (в вес. %):  $CaO$  55,3;  $MgO$  0,31;  $SiO_2$  0,16;  $R_2O_3$  0,27;  $P$  0,013.

Месторождение разведано в 1955 г., запасы приведены в табл. 55. Добыча в 1971 г. составила 624 тыс. т.

Кроме описанных выше в пределах Свердловской области известен еще ряд более мелких месторождений, разведанные запасы известняков которых обычно не превышают 5—10 млн. т.

В Челябинской области имеется 11 месторождений, три из них — Тургоякское, Черемшанское и Агаповское — эксплуатируются (общая добыча в 1971 г. 6,9 млн. т). Месторождения размещены в Уфалейско-Карабашском, Миасском, Магнитогорском, Еманжелинском и Полтавском районах, где приурочены к отложениям силуро-девонского и раннекаменноугольного возраста.

**Уфалейско-Карабашский район.** В пределах района находится шесть месторождений флюсового сырья, из них Тюленевское и Черемшанское обладают крупными разведанными запасами. Месторождения представлены линзообразными залежами мраморизованных известня-

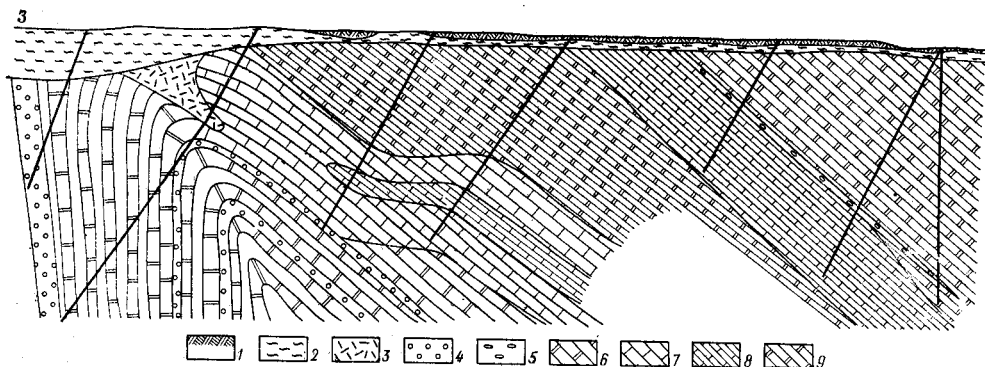


Рис. 135. Геологический разрез Гальяновского месторождения флюсовых известняков.  
По В. К. Пащенко

1 — растительный слой и торф; 2 — делювиальные отложения; 3 — карстовые образования; 4 — роговики; 5 — известковистые конгломераты; 6 — известняки серые и крупнозернистые, сильно мраморизованные; 7 — известняки белые, мелкозернистые, сильно мраморизованные; 8 — известняки темно-серые; 9 — известняки серые, скрыто- и мелкозернистые, слабо метаморфизованные

ков и мраморов, залегающих среди глубокометаморфизованных осадочно-вулканогенных толщ силурийского возраста. Карбонатные породы темно-серой и светлой окраски, от мелко- до крупнозернистой структуры, массивные, иногда полосчатые, по химическому составу однородные, чистые.

Миасский район представлен двумя крупными месторождениями известняков — Тургоякским и Атлянским. Они приурочены к эффузивно-осадочным толщам среднедевонского возраста. Известняки образуют отдельные полосы протяженностью до нескольких километров и шириной 100—800 м. Падение известняковых толщ юго-восточное под углом 48—80°. Известняки массивные разнозернистые, белой и темно-серой окраски, по составу чистые.

Тургоякское месторождение расположено в 8 км к северо-западу от ст. Миасс, является основной сырьевой базой флюсовых известняков для Челябинского и Златоустовского металлургических заводов, Челябинского завода ферросплавов и ряда других предприятий. На нем добыча флюсового сырья производится с 1930 г. Месторождение разведано на площади 95 га до глубины 50 м. По химическому составу и физико-механическим свойствам известняки относятся к высококачественному флюсовому сырью первого сорта. Среднее содержание в них (в вес. %): CaO 54,0; MgO 0,3; SiO<sub>2</sub> 0,52; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,25%; P 0,012; S 0,006. Запасы известняков приведены в табл. 46. В 1971 г. добыто 3125 тыс. т.

Атлянское месторождение подготовлено к освоению. По качеству флюсовых известняков и их запасам оно не уступает Турго-якскому.

**Магнитогорский район.** В пределах этого района расположено крупное Агаповское месторождение, являющееся основной сырьевой базой флюсовых известняков для Магнитогорского металлургического завода.

Агаповское месторождение представлено визейско-наюрскими известняками, слагающими синклиналь, западное крыло которой падает на юго-восток под углом  $75-80^\circ$ , а восточное крыло — на северо-запад под углом  $30-35^\circ$ . Полоса известняков прослеживается на протяжении более 15 км. Общая мощность карбонатных отложений свыше 1800 м. Известняки содержат линзы и прослои доломитизированных известняков и доломитов, местами окремненных. Толща сильно трещиновата, закарстована и на глубоких горизонтах обводнена.

По данным эксплуатационных работ выход кондиционных известняков около 90%.

Химический состав известняков следующий (в вес. %): CaO 50,1—53,67; MgO 1,6—3,75; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,44—0,56; SiO<sub>2</sub> 0,14—0,44; SO<sub>3</sub> 0,026; P 0,013; п. п. п. 44,1—44,2.

Запасы известняков приведены в табл. 46. Добыча в 1971 г. составила 3679 тыс. т.

В **Еманжелинском** и **Полтавском районах** размещены крупные месторождения известняков — Сухореченское (запасы 418 млн. т) и Таяндинское (запасы 72,1 млн. т), приуроченные к карбонатным толщам нижнего карбона мощностью до 1000 м. Известняки в основной массе однородного чистого состава и отвечают требованиям промышленности к флюсовому сырью. Месторождения являются резервными сырьевыми базами.

Из других месторождений флюсовых известняков Челябинской области наиболее крупными является Ново-Пристанское, расположенное в 25 км к северо-востоку от г. Сатки. Известняки по возрасту относятся к бийской свите среднего девона. Мощность до 60 м, залегание пологое ( $12-16^\circ$ ). В составе их содержатся доломитизированные и окремненные прослои.

Химический состав (в вес. %): CaO 53,8; SiO<sub>2</sub> 0,59; MgO 0,92; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,15; S 0,15; P 0,003; п. п. п. 43,5.

В **Пермской области** имеется только два более или менее крупных разведанных месторождения Белый Камень и Пашийский Гребешок, расположенные в Чусовском районе, в пределах Западно-Уральской складчатой зоны. Месторождения эксплуатируются. Годовая добыча 600 тыс. т. Возможности расширения сырьевой базы в области большие.

## ИЗВЕСТНЯКИ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Основной минерально-сырьевой базой для химической промышленности являются месторождения известняков Всеволодо-Вильвенской группы, расположенные в районе г. Александровска. Группа состоит из семи месторождений, наиболее крупными из которых являются четыре с запасами на 1/1 1972 г.: Шаврина Гора — 10,1 млн. т, Южно-Морозовская Гора — 19,6 млн. т, Южно-Шавринская Гора — 11,5 млн. т, горы Старая и Новая — 45,2 млн. т. Общие утвержденные запасы по группе составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 110,2 млн. т. Месторождения приурочены к полосе известняков нижнепермского возраста мощностью

около 150 м и протяженностью в несколько десятков километров. Эксплуатируется месторождение Шаврина Гора. Известняки используются Березняковским содовым заводом.

### ИЗВЕСТНЯКИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

Из 84 месторождений Пермской, Свердловской и Челябинской областей, числящихся на балансе, разрабатывается 31 для получения строительного камня-бута, щебня и для выжигания извести. Для промышленного, жилищного и дорожного строительства могут быть использованы известняки всех возрастов — от докембрия до перми включительно, расположенные в различных структурно-фациальных зонах Урала. Они обладают высокой механической прочностью и другими благоприятными физико-механическими свойствами, позволяющими их использовать без каких-либо ограничений. Известняки небольшой механической прочности, сильно трещиноватые, выветрелые и со значительным количеством глинистых и кремнистых примесей встречаются сравнительно редко, обычно в пермских карбонатных отложениях. Из пермских карбонатных пород наибольший практический интерес представляют известняки саргинских и сьлвенских рифов.

Места для разведки строительных известняков выбираются обычно вблизи железных дорог или небольших промышленных центров. В Свердловской области месторождения располагаются в районе городов Первоуральска, Невьянска, Полевского, Алапаевска, Красноуфимска, Сухого Лога, Каменск-Уральского (всего 40 месторождений, из них 13 эксплуатируются). Разведанные запасы этих месторождений невелики, лишь отдельные из них обладают запасами 5—8 млн. м<sup>3</sup>. В Челябинской области строительные известняки известны в районе городов Челябинска, Карталов, Магнитогорска, Миньяра. В Пермской области месторождения строительных известняков располагаются главным образом в пределах развития верхнепалеозойских осадочных толщ в районе городов Александровска, Кизела, Чусового, Кунгура.

Кроме того, известняки для строительных целей добываются попутно на многих флюсовых, цементных и других карьерах.

### ДОЛОМИТЫ

Доломиты широко распространены на Урале. Подобно известнякам, доломиты встречаются в различных по возрасту карбонатных толщах, начиная от верхнего протерозоя и кончая кунгурским ярусом перми. Такое возрастное разнообразие характерно для западного склона Урала. На восточном склоне их распространение ограничено карбонатными толщами среднего и верхнего подъярусов визейского и намюрского ярусов.

Доломиты, по Н. М. Страхову (1962 г.), представлены тремя генетическими типами: седиментационным, седиментационно-диагенетическим и эпигенетическим.

Доломиты пластового седиментационного типа более или менее определенно известны только на западном склоне Урала и в Приуралье, где они образуют выдержанные на больших расстояниях мощные хомогенные толщи. В частности, к ним могут быть отнесены верхнепротерозойско-кембрийские доломиты саткинской, бакальской, авзянской и миньярской свит в пределах Башкирского поднятия и нижнепермские доломиты кунгурского яруса в Приуралье. Первичные доломиты имеют место и в отложениях среднего и нижнего палеозоя.



Более широко распространены пятнистые метасоматические доломиты седиментационно-диагенетического типа. Они встречаются в различных по возрасту карбонатных толщах и проявляются в виде прослоев, пластообразных линз, штоков и пятен различной мощности и протяженности. Мощность их обычно небольшая и редко достигает 100—300 м. Длина доломитовых залежей чаще всего определяется сотнями метров и только иногда достигает 1—2 км и более. Для доломитов этого типа характерна неустойчивость состава по содержанию окиси магния. Доломитовые тела, иногда даже пластообразные, имеют различную степень доломитизации по простиранию и падению слоев, которая изменяется на небольших расстояниях и в широких пределах (Лисьегорское, Шабановское и другие месторождения). Породы обычно кристаллические, массивные, иногда пористые, местами с включениями желваков кремня.

К особому типу относятся пятнистые эпигенетические доломиты, связанные с экзогенными и постмагматическими процессами. Они встречаются в известняках различного возраста, но почти нигде не образуют сколько-нибудь крупных тел нормального доломитового состава. Обычно они проявляются в виде гнезд, пятен и чаще всего вблизи поверхности или в зоне экзоконтакта интрузий. К этому типу, в частности относятся все проявления доломитов и доломитизированных известняков, встречающиеся среди силуро-девонских карбонатных толщ восточного склона Урала (Полдневское, Лебяжинское и другие месторождения известняков).

Наибольшее промышленное значение имеют месторождения доломитов первого и второго типов, приуроченные к карбонатным толщам докембрийского, девонского и каменноугольного возраста.

Все разведанные месторождения доломитов располагаются в пределах промышленной части Урала, в районах действующих металлургических заводов. Доломиты уральских месторождений используются главным образом в качестве флюса и огнеупора в металлургической промышленности. Сырье отдельных месторождений используется также в стекольном производстве и в качестве строительного камня.

По разведанным запасам доломитов и его добыче Урал стоит на втором месте среди районов Союза ССР. По состоянию на 1/1 1972 г. общие запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляли 211,7 млн. т, в том числе: в Пермской области — 8,5 млн. т, в Свердловской — 20,5 млн. т и в Челябинской области — 182,7 млн. т.

**Пермская область.** Наиболее крупным и известным является месторождение Белый Камень. Здесь визейские доломиты залегают совместно с известняками и доломитизированными известняками. Доломиты плотные перекристаллизованные. Химический состав их (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 0,75; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,45; CaO 32,7; MgO 20,8; S 0,06; P 0,055; п. п. п. — 45,8.

Запасы на 1/1 1972 г. составляют 8,5 млн. т. Доломиты добываются попутно с флюсовым известняком.

В Пермской области известен целый ряд других месторождений доломитов, но все они слабо изучены и не имеют промышленной оценки.

**Свердловская область.** В области известно шесть месторождений, из которых месторождения Сухореченское и Бойцовское, расположенные в районе г. Первоуральска, и месторождение Журавлев Лог вблизи пос. Висимо-Шайтанского обладают наиболее крупными запасами. В них сосредоточено более 90% всех разведанных запасов области. Месторождения приурочены к известняково-доломитовой толще сред-

него девона мощностью до 300 м и характеризуются одинаковым геологическим строением.

Сухореченское месторождение является крупной сырьевой базой огнеупорного сырья Среднего Урала. Оно сложено доломитами с прослоями окремненных и глинистых доломитов, доломитизированных известняков и известняков (рис. 136). Мощность доломитовой толщи 180—200 м, падение на юго-восток под углом 45—60°. Доломиты темно-серые, слоистые, сильно выветрелые, в основной массе чистого состава и на 74% относятся к 1-му сорту огнеупорного сырья.

Химический состав их (в вес. %): CaO 33,17; MgO 16,3—20,06; SiO<sub>2</sub> 1,08—1,64; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,65—0,72; S 0,038; P 0,006; п. п. п. 45,0. Запасы месторождения 3,8 млн. т.

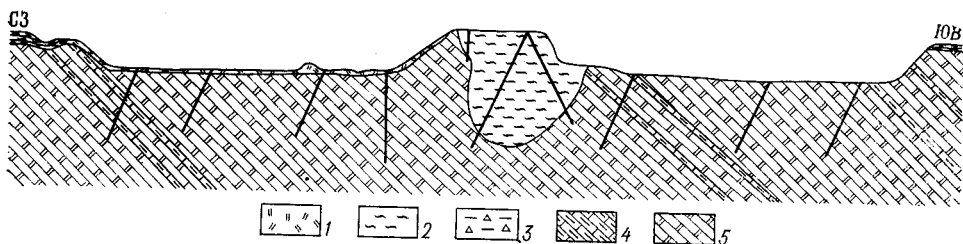


Рис. 136. Геологический разрез Сухореченского месторождения доломита. По А. В. Гертаковскому

1 — отвал; 2 — покровные суглинки и карстовые глины; 3 — элювий доломита; 4 — известняки доломитизированные выветрелые; 5 — доломиты

Сырье этого месторождения используется многими металлургическими заводами. Ежегодная добыча доломитов составляет около 800 тыс. т.

В окрестностях г. Алапаевск расположены Зырянское и Таборское месторождения, приуроченные к карбонатным толщам визейско-намюрского возраста. Мощность доломитовых толщ не превышает 100 м. Доломиты мелкокристаллические, выветрелые, в основной массе мономинерального чистого состава. По качеству они отвечают требованиям к огнеупорному и стекльному сырью. По наиболее крупному Таборскому месторождению запасы составляют 2,8 млн. т.

Красноуфимское месторождение, расположенное в пределах Уфимского плато в Приуралье, приурочено к рифовым горам Казачьей и Вишней и сложено саргинскими органогенными доломитами артинского яруса нижней перми. Доломитовая толща мощностью 50—100 м прослеживается узкой полосой (шириной до 0,5 км) на протяжении нескольких километров. Доломиты светло-серые, мелкозернистые, массивные, на отдельных горизонтах сильно выветрелые. По химическому составу они вполне удовлетворяют требованиям, предъявляемым к доломитовому сырью для производства смоло-доломитовых и обычных металлургических огнеупоров. Среднее содержание в них (в вес. %): CaO 30,05; MgO 20,69; SiO<sub>2</sub> 1,12; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,17; п. п. п. 46,27. Запасы по категории С<sub>1</sub> составляют 47,8 млн. т и по категории С<sub>2</sub> — 63,8 млн. т.

В Челябинской области известно шесть месторождений доломитов, отдельные из которых обладают крупными запасами. В целом в пределах области сосредоточено более 80% всех разведанных запасов доломитов Урала.

На западном склоне Урала доломиты и доломитизированные известняки широко распространены среди отложений докембрия, где они почти целиком слагают отдельные горизонты. В районе г. Сатки к одному из таких горизонтов мощностью, превышающей 400 м, относящемуся к саткинской свите верхнего протерозоя, приурочено Карагайское месторождение. Толща доломитов включает залежи магнетита. Доломиты, получаемые при добыче магнетита, частично используются металлургическими и другими заводами. По химическому составу они удовлетворяют требованиям металлургической промышленности и в основном относятся к 1-му классу. В составе доломита содержится (в вес. %): CaO 29,0—32,8; MgO 20,3—22,8; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,3—2,1; H<sub>2</sub>O 1,1—2,8; п. п. п. 44,1—46,0. Запасы на 1/1 1972 г. составляют 56,3 млн. т.

В этом же районе на площади развития доломитов саткинской и бакальской свит имеется еще ряд месторождений, в том числе Бердяушское с запасами доломитов 12,8 млн. т.

В западных районах области известны месторождения доломитов позднепалеозойского возраста, из них Широкодольное месторождение приурочено к доломитовым толщам сакмарского яруса нижней перми.

На восточном склоне в пределах Челябинской области доломиты связаны со средневизейско-намюрскими отложениями нижнего карбона, причем в зоне Тагильско-Магнитогорского прогиба располагается крупное месторождение Лисьегорское (район г. Магнитогорска), а в зоне Восточно-Уральского прогиба — Гулинское и Шабановское (район ст. Гогино Южно-Уральской ж. д.).

Лисьегорское месторождение приурочено к карбонатным отложениям нижнего карбона, участвующим в строении восточного крыла синклинальной структуры (падение под углом 25—35°). Доломиты залегают в виде пластообразной залежи мощностью от 180 м на севере до 500 м на юге. Доломиты светлой окраски, разнообразной структуры, пористые, массивные, местами сильно выветрелые. Вмещающими породами являются доломитизированные и нормальные известняки, нередко образующие прослои и среди доломитов. Химический состав доломитов довольно постоянный. Среднее содержание окиси магния составляет 19,57%. Доломиты используются в качестве металлургического заправочного материала в сыром и обожженном виде.

Запасы на 1/1 1972 г. составляют 28,1 млн. т. Месторождение разрабатывается Магнитогорским металлургическим комбинатом. Добыча за 1971 г. 1329 тыс. т.

Гулинское и Шабановское месторождения являются крупной резервной базой высококачественного доломита. Месторождения приурочены к Полтаво-Брединской полосе каменноугольных отложений, смятых в синклинальную складку меридионального простирания.

Таким образом, Урал располагает крупной базой известняков и доломитов, позволяющей полностью удовлетворить потребность металлургической и других отраслей промышленности в этом сырье. В то же время имеются практически неограниченные перспективы для ее увеличения.

Потенциальные возможности для выявления месторождений известняков имеются во всех структурно-фациальных зонах Урала и в отложениях всех палеозойских систем. При этом для выявления высококачественных известняков наибольший интерес представляют силуоро-

девонские карбонатные толщи восточного склона Урала, которые в основной массе представлены химически чистыми известняками.

Перспективными на доломитовое сырье главным образом являются верхнепротерозойско-кембрийские, девонские и каменноугольные карбонатные отложения на западном склоне Урала и средневизейско-намюрские карбонатные отложения на его восточном склоне.

### МАГНЕЗИТ

Месторождения магнезита, так же как и месторождения асбеста и талька, связаны с магнезиальными породами — доломитами и гипербазитами. Однако современная горнодобывающая и магнезитоперерабатывающая промышленность базируется исключительно на месторождениях кристаллического магнезита, генетически и пространственно связанных с доломитами. Месторождения аморфного магнезита, приуроченные к корам выветривания ультраосновных пород, не эксплуатируются; учтенных на Урале балансовых запасов руд этого типа не имеется.

Кристаллические магнезиты были открыты в районе Сатки в 1894 г. Вскоре (1899—1900 гг.) на Карагайском и Волчьегорском месторождениях в небольшом объеме были произведены первые геологоразведочные работы. Позднее, в 1917—1918 гг., А. Н. Заварицким и работавшим под его руководством В. И. Станкевичем выполнены значительные геологические исследования, определившие крупнейшее народнохозяйственное значение месторождений магнезитов Саткинской группы. Примерно в эти же годы (1915—1917 гг.) открыты кристаллические магнезиты на Бакале.

В дальнейшем на Саткинских месторождениях под руководством М. И. Гараня проводились детальные разведочные работы с производством крупномасштабной геологической съемки и шурфовкой, а на Карагайском и Волчьегорском месторождениях осуществлялось алмазное бурение на глубину. Проведенное в 1931—1932 гг. М. И. Гаранем геологическое картирование Саткинского района позволило установить стратиграфическое положение саткинских магнезитов в общем разрезе протерозойских отложений западного склона Южного Урала и определить их позицию в тектонической структуре района.

Наивысшего размаха детальные геологоразведочные работы достигли в 1930—1935 гг. Большие объемы буровых работ позволили в короткий срок существенно переоценить сырьевую базу огнеупорной промышленности. Запасы магнезитов по месторождениям Саткинской группы с 31—32 млн. т в 1917—1929 гг. были увеличены до 145 млн. т в 1934 г. (Гарань, 1934). С различной детальностью были разведаны Карагайское, Гологорское, Мельничное, Паленихинское, Волчьегорское и Степное месторождения главной магнезитоносной полосы, а также Никольское и Березовское месторождения юго-восточной полосы.

Во время Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы производство геологоразведочных работ резко сократилось, что наряду с несколько увеличенным (по сравнению с довоенным) уровнем добычи привело к снижению количества балансовых запасов магнезитов в недрах (до 113 млн. т). Но уже в последующие десять лет (1951—1961 гг.) темпы и масштабы геологоразведочных работ были намного увеличены, в результате чего запасы магнезита возросли в начале до 170 млн. т, а затем до 206 млн. т.

В последующие годы, несмотря на сравнительно значительные объемы геологоразведочных работ, проводимых в Саткинском районе, прироста запасов магнезитов получено не было. Это обстоятельство

побудило расширить работы за пределами Саткинских месторождений в районе открытого еще в 1950 г. М. И. Гаранем Веселовского месторождения кристаллического магнезита (Златоустовский район). В результате проводимых здесь с 1957 г. широких поисково-разведочных работ было разведано Веселовское месторождение, открыты новые месторождения (Семибратское и др.) и проявления магнезита на обширной площади развития карбонатных отложений, что дает основание считать возможным создание здесь новой дополнительной сырьевой базы магнезитодобывающей промышленности на Урале.

### ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАГНЕЗИТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Магнезит как пороодообразующий минерал и полезное ископаемое сравнительно широко распространен на Урале, однако крупные промышленные его скопления редки. Он образуется в изверженных, осадочных и метаморфических породах.

По типу руд, литолого-петрографическому составу вмещающих пород и характеру образования на Урале выделяются три генетических типа месторождений магнезита:

1) месторождения кристаллического магнезита в магнезиальных карбонатных породах (осадочно-метаморфический тип);

2) месторождения и проявления тальк-магнезитовых пород в гипербазитах (гидротермально-метасоматический тип);

3) месторождения аморфного магнезита в коре выветривания ультраосновных пород (инфильтрационный тип).

Месторождения кристаллического магнезита осадочно-метаморфического типа приурочены к мощным толщам древних осадочных пород западного склона Урала. Образование этих месторождений, по мнению некоторых исследователей, происходило путем метасоматического замещения карбонатных пород магнезиальными гидротермальными растворами (Заварицкий, 1920; Сидоренков, 1966; Смолин, 1963, и др.). Такое происхождение магнезитов подтверждается типичными метасоматическими структурами руд (полосчатые, звездчатые, радиально-лучистые), постепенным увеличением окиси магния в зоне перехода от вмещающих пород к магнезитовым залежам, присутствием типичных гидротермальных минералов, содержащихся в магнезитовых рудах, — пирита, халькопирита, мышьяковых блеклых руд, серпентина и др.

Некоторые геологи (Д. В. Наливкин, М. И. Гарань, А. Е. Малахов и др.) считают, что месторождения кристаллического магнезита в доломитах являются первичноосадочными образованиями, возникшими в результате химического осаждения магнезии в бассейнах лагунного типа в условиях жаркого, сухого (аридного) климата. Парагенезисы гидротермальных минералов возникают в рудах в процессе последующего регионального и околорудного метаморфизма. В пользу первичноосадочного происхождения магнезитов свидетельствуют характерная для них пластообразная форма залежей и главным образом строго определенное стратиграфическое положение рудных тел в общем разрезе осадочных пород. По мнению М. И. Гараня (1954), постепенное увеличение окиси магния в зоне перехода от вмещающих доломитов к магнезитам может происходить в условиях диагенетических изменений карбонатных осадков в результате растворения магнезиального карбоната в магнезитах и выноса его в окружающие породы с частичным замещением вмещающих доломитов.



Залежи кристаллического магнезита имеют форму крупных пластов, линз и очень редко гнезд, залегают согласно с вмещающими доломитами. Длина их по простиранию измеряется километрами, ширина достигает 50—100 м и более. Магнезит обычно отличается однородностью и высокой чистотой состава.

Подавляющее большинство месторождений кристаллического магнезита размещаются в осадочно-метаморфических толщах верхнепротерозойского возраста, слагающих вместе с другими докембрийскими и нижнепалеозойскими осадками северную часть крупного Башкирского мегантиклинория. Сюда относятся месторождения Саткинской, Бакальской и Катав-Ивановской групп. Небольшое число месторождений кристаллического магнезита (Веселовское, Семибратское и др.), также генетически связанных с верхнепротерозойскими карбонатными осадками, располагается в пределах Уралтауского мегантиклинория.

В пределах Башкирского мегантиклинория залежи магнезита приурочены к толщам осадочных пород верхнесаткинской (Саткинская группа месторождений), верхнебакальской (Бакальская группа) и катаксинской (Катав-Ивановская группа) подсвит соответственно саткинской, бакальской и авзянской свит, сложенных преимущественно доломитами, мергелистыми доломитами, доломитизированными известняками и реже различными сланцами и песчаниками. Первые две свиты входят в состав бурзянской, а авзянская свита — в состав юрматинской серии верхнепротерозойского комплекса пород.

В Уралтауском мегантиклинории известные месторождения и проявления кристаллического магнезита (Семибратская группа) стратиграфически приурочены к доломитовым толщам верхней подсвиты уреньгинской свиты, которая по возрасту параллелизуется с авзянской и зигазино-комаровской свитами, вместе взятыми.

Наиболее крупные, хорошо выдержанные по мощности и простиранию залежи высококачественных чистых магнезитов связаны с более древними магнезитоносными осадками саткинской свиты. В породах бакальской свиты отмечаются сравнительно меньшие по размерам залежи известково-железистых магнезитов, которые образуют постепенные фациальные переходы с сидеритами и доломитами. В отложениях авзянской и уреньгинской свит магнезиты также относятся к типу железистых, близких в этом отношении к бакальским магнезитам; залежи магнезитов здесь по своей форме значительно сложнее, не выдержаны по мощности и простиранию, фациально сменяются доломитовыми магнезитами и магнезиальными доломитами, на флангах имеют перистую форму выклинивания. Саткинские магнезиты залегают непосредственно в мощных толщах исключительно карбонатных пород доломитового состава, тогда как бакальские и другие более молодые по возрасту магнезиты приурочены к доломитам, переслаивающимся с терригенными осадками. Все это свидетельствует также о первичноосадочном происхождении кристаллических магнезитов рассматриваемого бассейна, условия формирования магнезитоносных осадков в котором менялись на протяжении бурзянского и юрматинского времени. Наряду с изменением во времени характера осадков (а также качества магнезитов) смешалась и расширялась в пространстве область распространения магнезитоносных пород.

Месторождения и проявления тальк-магнезитовых пород гидротермально-метасоматического типа генетически связаны с массивами ультраосновных пород. Образуются они при воздействии на последние гидротермальных растворов, источником которых являются интрузии более молодых гранитоидов. Залежи приурочены к зонам разломов в гипербазитах или к метасоматическим оторочкам в них,

возникающим на контакте с жильными породами основного и кислого состава. Рудные тела сложены тальком и карбонатом в переменных количествах. Последние большей частью представлены брейнеритом, магнезитом и реже сидеритом и доломитом. В ассоциации с карбонатами и тальком отмечаются тремолит, хлорит, гидробиотит. В случаях преобладания магнезиальных карбонатов залежи могут представлять практический интерес как сырье для магнезитовой промышленности.

Месторождения и проявления этого типа изучены слабо. Известны они в южной части Восточно-Тагильского массива гипербазитов в асбестоносных полях щелочного режикит-асбеста. Залежи тальк-карбонатных пород имеют здесь значительные размеры (длина до сотен метров, мощность десятки метров). По данным В. Я. Волочаева, карбонаты представлены преимущественно магнезитом. Специальные работы на магнезит не проводились, в связи с чем промышленная ценность месторождений данного генетического типа пока остается неясной.

Месторождения аморфного магнезита инфильтрационного типа связаны с корой выветривания массивов серпентинизированных гипербазитов. Образуются они путем химического выветривания гипербазитов под воздействием углекислых вадозных вод в нижних горизонтах коры выветривания серпентинитов.

Залежи магнезита имеют форму небольших линз, гнезд, а также штокверков, образованных пересекающимися различно ориентированными жилами магнезита мощностью от нескольких сантиметров до 1—2 м. Месторождения этого типа имеют широкое площадное распространение и сравнительно незначительное развитие на глубину (30—50 м). В парагенезисе с аморфным магнезитом находятся халцедон, опал, кварц, хлорит, тальк, тремолит, хромшпинелиды, силикаты никеля и другие минералы.

Инфильтрационные месторождения и проявления аморфного магнезита встречаются сравнительно часто, в особенности в ультраосновных массивах Среднего и Южного Урала, в которых сохранилась от размыва древняя кора выветривания. Наиболее известны Усть-Сысертское, Муслимовское, Юрты, Калканское, а за пределами рассматриваемой территории — Халиловское месторождения аморфного магнезита.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАГНЕЗИТА

Территориально месторождения кристаллического магнезита располагаются в двух крупных административно-промышленных районах Южного Урала: Бакало-Саткинском и Златоустовском. В Бакало-Саткинском районе находятся Саткинская, Бакальская и Катав-Ивановская группы, объединяющие более двух десятков крупных и мелких месторождений, а в Златоустовском районе — Веселовское, Семибратское месторождения и несколько мелких проявлений кристаллического магнезита.

**Саткинская группа месторождений** расположена в районе г. Сатки Челябинской области и включает 14 месторождений, 8 из них — Карагайское, крупнейшее в СССР, запасы которого составляют 12,9% от общесоюзных, Гологорское, Волчьегорское, Степное, Паленихинское, Мельничное, Никольское и Березовское — детально разведаны и запасы магнезитов по ним утверждены в ГКЗ. Указанные месторождения, за исключением Никольского и Березовского, вовлечены в промышленное освоение. Фактическая производительность карьеров по добыче магнезита составила в 1971 г. от 232 тыс. т (Мельничное месторождение) до 1,6 млн. т (Карагайское месторождение).

Район группы Саткинских месторождений сложен в основном верхнепротерозойскими слабо метаморфизованными отложениями саткинской, частично бакальской свит (Гарань, 1954, и др.). Эти отложения собраны здесь в крупные складки разных порядков, в совокупности составляющие южную часть Бакало-Тараташского антиклинория. Последний на западе граничит с восточным крылом Кукшинского антиклинория по линии крупного Бакало-Саткинского надвига, по которому отложения саткинской свиты приведены в контакт с образованиями зильмердакской и авзянской свит Кукшинского антиклинория.

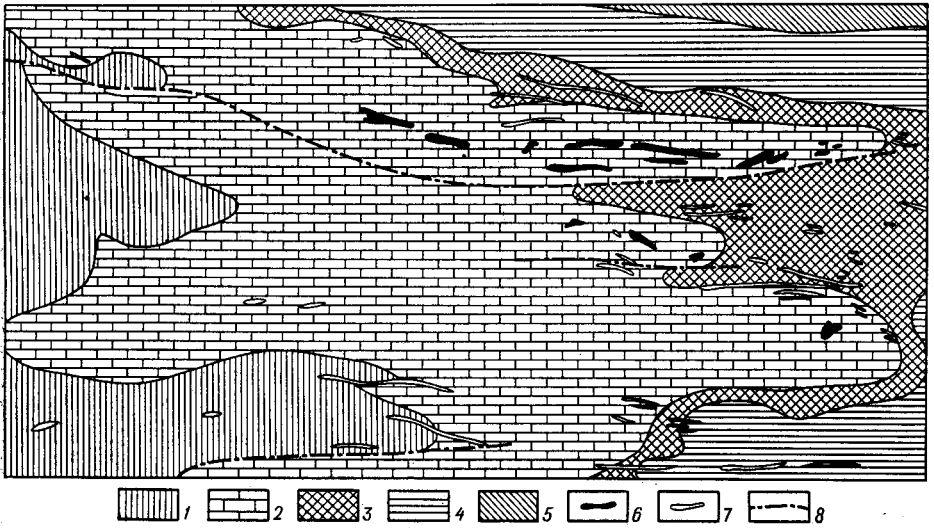


Рис. 137. Схема расположения месторождений магнетита Саткинской группы. (Составлена по материалам М. И. Гараня и результатам работ Бакальской партии)  
 1 — сланцы углисто-серицит-глинистые и хлорит-серицит-глинистые нижнебакальской подсвиты; 2 — доломиты, известняки, глинистые доломиты и магнетиты верхнесаткинской подсвиты; 3 — доломиты и углисто-глинисто-доломитовые сланцы верхнего горизонта нижнесаткинской подсвиты; 4 — глинистые доломиты, доломито-углисто-глинистые сланцы нижнего горизонта нижнесаткинской подсвиты; 5 — сланцы углисто-серицит-глинистые и кварц-серицит-глинистые половинкинской подсвиты; 6 — залежи магнетита; 7 — дайки диабазов, габбро-диабазов, диабазовых порфиритов; 8 — тектонические нарушения

В южной части Бакало-Тараташского антиклинория, параллельно линии Бакало-Саткинского надвига, в северо-восточном направлении проходит ось Иркутскано-Карагайской антиклинали, к северо-западу от которой отмечается того же направления осевая линия Паленихинской, а к юго-востоку — Березовской синклиналей. Эти широкие с пологопадающими крыльями складки погружаются к юго-западу и осложнены складчатостью более высоких порядков, сопровождающейся разрывами и надвигами, ориентированными в северо-восточном направлении. Между Березовской синклиналью и Иркутскано-Карагайской антиклиналью выделяются складки второго порядка — Сарайская антиклиналь и Никольская синклиналь. Паленихинская, Никольская и Березовская синклинали сложены доломитами верхнесаткинской подсвиты саткинской свиты с приуроченными к ним месторождениями кристаллического магнетита (М. И. Гарань, 1938 г.).

В северо-западном крыле Паленихинской синклинали расположены все залежи месторождений магнетитов главной магнетитоносной полосы, в которую входят (в направлении с юго-запада на северо-восток): Мальчихинское, Карагайское, Гологорское, Ветлужское, Мельничное, Паленихинское, Волчьегорское и Степное месторождения

(рис. 137). Никольское месторождение расположено юго-восточнее главной магнезитоносной полосы в северо-западном пологом крыле Никольской синклинали, а Березовское месторождение — еще юго-восточнее, в пределах одноименной синклинали. Ельничное месторождение находится к северо-западу от главной магнезитоносной полосы и приурочено к доломитам верхнекусинской подсвиты саткинской свиты (А. П. Побединский).

Все залежи магнезитов залегают в мелко- и среднезернистых до крупнозернистых перекристаллизованных доломитах серого, темно-серого и черного цвета с подчиненными им прослоями мергелистых доломитов и мергельных сланцев. Они имеют пластобразную и линзовидную форму, согласны с напластованием вмещающих доломитов. Контакты между магнезитами и доломитами резкие, с неправильными извилистыми очертаниями. Залежи ориентированы в северо-восточном направлении, большинство из них выходит на дневную поверхность. Некоторые залежи разорваны сбросами на отдельные части, смещенные относительно друг друга, или пересекаются дайками диабазов и габбро-диабазов мощностью от 0,5—1,0 до 10 м. В контактах с диабазы магнезиты доломитизированы, окремнены, а иногда довольно интенсивно аталькованы и бруситизированы. Часто приконтактовые с дайками участки вмещающих пород и магнезитов обильно пиритизированы; редко отмечаются выделения галенита и сфалерита.

По данным минералого-петрографических исследований М. И. Гаряня, руды представляют собой кристаллически-зернистую породу, почти нацело состоящую из магнезита. Второстепенными минералами являются: углистое вещество, доломит, кальцит, арагонит, кварц, опал, тальк, аморфный (скрытокристаллический) магнезит, брусит, серпентин, девейлит, хлорит, пирит, малахит, гётит, лимонит, магнетит. Все эти минералы, за исключением доломита, кварца, талька, частично арагонита, кальцита, пирита, присутствие которых так или иначе отражается на химическом составе магнезитовых руд, встречаются редко и в незначительном количестве. Магнезиты в зависимости от примеси второстепенных минералов имеют белую, светло-серую с голубоватым оттенком, желтовато-бурую, темно-серую до черной окраску.

Структура магнезиальных руд разнообразна: от грубозернистых с агрегатами кристаллов размером до 10 см до мелкозернистых; обычная величина зерен 0,5—1,0 см (иногда крупнее). Текстура их полосчатая, радиально-лучистая (звездчатая), брекчиевидная (при перекристаллизации по трещинам) и массивная. Текстура руд хорошо подчеркивается распределением в породе углистого вещества, имеющего черный цвет.

По химическому составу саткинские магнезиты отличаются высокой чистотой. Содержание окиси магния в рудах колеблется в среднем от 43,07% (Паленихинское месторождение) до 46,63% (Мельничное месторождение),  $\text{SiO}_2$  0,3—2,8%,  $\text{CaO}$  0,5—2,03%.

Поисково-разведочные работы в районе месторождений магнезитов Саткинской группы проводятся с конца прошлого века и по настоящее время. Геологическая изученность района весьма высокая; площадь его заснята средне- и крупномасштабными съемками. Большинство месторождений детально разведано. В последние годы детальные разведочные работы проведены на Березовском месторождении, запасы магнезитов которого в 1969 г. утверждены ГКЗ. Открытие крупных месторождений магнезитов в районе в силу его высокой изученности, по-видимому, исключается. Проведенные здесь в течение ряда лет широкие поисковые работы положительных результатов не дали. Обеспе-



ченность завода «Магнезит» всеми разведанными запасами месторождений Саткинской группы, исходя из фактической добычи в 1971 г., составит 40 лет.

Крупные геологические исследования района саткинских магнезитов, заложившие современные представления о его строении и закономерностях размещения в нем месторождений, проводились А. Н. Заварицким, М. И. Гаранем, Д. В. Наливкиным и другими геологами. В открытии, разведке и промышленной оценке магнезитовых месторождений района большая роль принадлежит геологам М. И. Гараню, О. П. Сергееву, Б. В. Антонину, В. С. Обуховой, А. П. Побединскому и др.

Ниже приводится краткая характеристика главных месторождений магнезитов Саткинской группы.

Карагайское месторождение расположено в городской черте Сатки, в юго-западной оконечности главной магнезитоносной полосы. Известно с 1894 г., эксплуатируется с 1900 г., первые геологические исследования проведены в это же время. Месторождение представлено рядом пластообразных залежей, вытянутых в северо-восточном направлении и падающих на юго-восток под углом 15—30°.

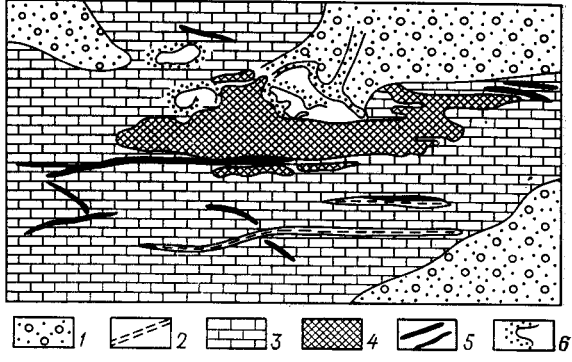


Рис. 138. Схематическая геологическая карта Карагайского месторождения магнезита. По М. И. Гараню  
1 — наносы; 2 — мергелистые доломиты; 3 — доломиты; 4 — магнезиты; 5 — диабазы; 6 — отвалы

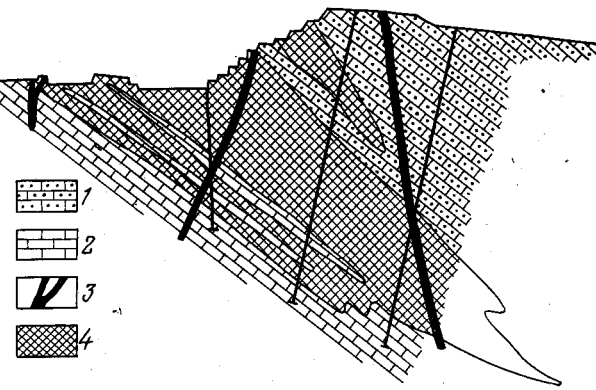


Рис. 139. Геологический разрез Карагайского месторождения магнезита. По М. И. Гараню  
1 — серые и темно-серые доломиты; 2 — черные доломиты с прослоями сланцеватого мергелистого доломита; 3 — диабазы; 4 — магнезиты

простирацию 100—300 м и мощностью 10—25 м (рис. 138, 139).

Магнезиты представлены плотной кристаллически-зернистой породой от белой до серой окраски с голубоватым, иногда кремовым оттенком. Среднее содержание в рудах (в целом по месторождению): MgO 45,8%; CaO 0,81%; SiO<sub>2</sub> 0,94%. Качество магнезита снижается вблизи контактов с дайками диабазов. Здесь он обычно окварцован, доломитизирован.



Юго-западнее собственно Карагайского месторождения расположен Каргинский участок. Здесь установлены три слепые залежи магнетита, приуроченные к одному стратиграфическому горизонту. Главной из них является Залежь I, которая представляет естественное продолжение на юго-запад Основной залежи Карагайского месторождения.

Залежь I расщепляется на два рудных тела — верхнее и нижнее. Верхнее тело прослеживается по простиранию и падению на 300 м. Нижнее рудное тело на северо-востоке соединяется с Основной залежью Карагайского месторождения, а на юго-западе фациально замещается некондиционными по качеству доломитистыми магнетитами. Длина нижнего рудного тела по простиранию 1200 м, по падению изменяется от 250 до 900 м; мощность от 2 до 30—32 м.

Залежь II Каргинского участка залегает стратиграфически ниже Залежи I, отделяясь от последней прослоем доломита мощностью 12 м. Длина ее 120 м, мощность 7—20 м. В 500 м к западу от Залежи I находится Залежь III длиной по простиранию 750 м, по падению 100—200 м; мощность ее изменяется от 2 до 22 м.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятные. Фактический водоприток в карьер на глубине 105 м составляет 200 м<sup>3</sup>/ч. Ожидаемые притоки воды в карьер на глубине 150 м оцениваются в 250 м<sup>3</sup>/ч. С глубиной трещиноватость пород уменьшается.

Часть балансовых запасов месторождения находится в охранном целике под поселком, заводом и во взрывоопасной зоне (табл. 47).

Таблица 47

Запасы кристаллического магнетита по группе Саткинских месторождений на 1/1 1972 г. (в тыс. т)

Месторождение	По категориям A+B+C <sub>1</sub>		По категории C <sub>2</sub>
	Всего	В том числе по A+B	
Карагайское	110 562	54 482	10 531
Гологорское	11 849	4 838	16 222
Волчьегорское	8 947	5 739	2 380
Степное	16 567	10 780	—
Паленихинское	6 059	4 915	323
Мельничное	3 432	1 905	507
Никольское	11 221	5 296	158
Березовское	8 317	2 188	2 951

Прирост запасов возможен за счет доразведки флангов и глубоких горизонтов месторождения.

Гологорское месторождение расположено к северо-востоку от Карагайского в 1 км севернее ж.-д. ст. Сатка. Первые геологоразведочные работы проводились в 1931—1932 гг., последние — в 1954 г.

Месторождение приурочено к доломитам карагайской пачки, представленным серыми, темно-серыми до черных разностями от крупнозернистой до скрытокристаллической структуры. Доломиты однородны по составу, рассекаются дайками диабазов. Падение пород в пределах месторождения юго-восточное под углом 20—40°. Юго-восточное крыло складки, вмещающей магнетиты, срезано разрывным нарушением того же простирания.

Оруденение представлено пластообразными залежами магнетита, отделенными друг от друга по падению и простиранию прослоями до-

ломита мощностью 5—20 м. В некоторых частях месторождения доломитовые прослои выклиниваются и залежи магнетита сливаются в одно тело. Основными считаются три залежи — Верхняя, Средняя и Нижняя, имеющие длину по простиранию 880—1100 м, по падению 150—350 м и мощность от 18 до 80 м. Три другие залежи прослеживаются по простиранию на 100—150 м при средней мощности 10—25 м.

Магнетиты имеют грубо- до мелкозернистой структуру и полосчатую, гребенчато-полосчатую, центрическую, массивную и брекчиевидную текстуру. Средний химический состав их следующий ( в вес. %): MgO 45,96; CaO 0,81; SiO<sub>2</sub> 1,22. В приконтактных частях с дайками диабазов качество магнетита снижается за счет уменьшения содержания окиси магния и увеличения вредных примесей.

Месторождение эксплуатируется карьером с 1949 г., гидрогеологические условия благоприятные, фактический приток воды в карьер на глубине 60 м составляет 10 м<sup>3</sup>/ч.

Паленихинское и Мельничное месторождения расположены в 2—2,5 км северо-восточнее ж.-д. ст. Сатка. Месторождения находятся на противоположных склонах долины р. Второй; расстояние между ними по выходам магнетитовых залежей на поверхность составляет 320—400 м. Первые геологоразведочные работы проводились в 1928—1932 гг., доразведка — в 1948—1953 гг.

Месторождения входят в главную магнетитоносную полосу и располагаются между Гологорским месторождением на юго-западе и Волчьегорским на северо-востоке. Во вмещающих магнетиты доломитах встречаются небольшие прослои карбонатно-глинистых сланцев, залегающих согласно с доломитами. Большое развитие имеют секущие дайки диабазов мощностью от нескольких сантиметров до 15 м. Простирание даек северо-восточное, согласно с простиранием вмещающих пород. В структурном отношении площадь обоих месторождений составляет часть северо-западного крыла синклинали складки второго порядка, имеющей северо-восточное направление. Юго-восточное крыло синклинали срезано нарушением, прослеживаемым вдоль юго-восточной границы Паленихинского и Волчьегорского месторождений на протяжении более 10 км. Непосредственно в пределах месторождений разрывные нарушения не отмечаются.

Залежи магнетита залегают согласно в доломитах, имеют пластинчатую и линзообразную форму. Падение залежей моноклиналиное на юго-восток под углом 25—75°. Пологие углы падения характерны больше для основных залежей Мельничного и более глубоко залегающих залежей Паленихинского месторождений. Мощность крупных залежей достигает 20 м, мелких 1—3, редко 7. Длина крупных залежей по простиранию 400—1500 м, по падению 100—200 м; мелких — до 100 м по простиранию и 12—15 м по падению. На Мельничном месторождении выделяются 10 залежей магнетита, три из которых являются наиболее крупными, на Паленихинском месторождении — 17 залежей, в том числе 6 более крупных. Мелкие рудные тела располагаются вблизи основных, составляя в целом одну магнетитоносную зону. Между магнетитами и доломитами отмечается переходная зона магнетитовых доломитов, макроскопически трудноотличимая как от магнетитов, так и от доломитов.

Магнетиты обоих месторождений по качеству аналогичны другим саткинским магнетитам. Гидрогеологические условия хорошие, ожидаемый приток воды при отработке карьера на глубине ниже уровня р. Второй — до 306 м<sup>3</sup>/ч.

Волчьегорское месторождение находится в 2,5 км северо-восточнее ж.-д. ст. Сатка, на левом берегу р. Второй, впадающей

в р. Сатку. Первые геологоразведочные работы проведены в 1928—1932 гг., детальная разведка — в 1946—1948 гг.

Месторождение состоит из двух пластообразных залежей магнетита, протягивающихся параллельно друг другу в северо-восточном направлении. Верхняя залежь прослеживается по вершине и юго-восточному склону горы Волчьей. Длина залежи по простиранию 1700 м, по падению от 40 до 300 м; средняя мощность 45 м. В юго-восточном направлении мощность залежи уменьшается до 15 м и здесь на глубине 50 м от поверхности она выклинивается. Нижняя залежь находится на северо-западном склоне горы Волчьей. Длина залежи по простиранию 1600 м, средняя мощность 40 м. Глубина ее распространения (макси-

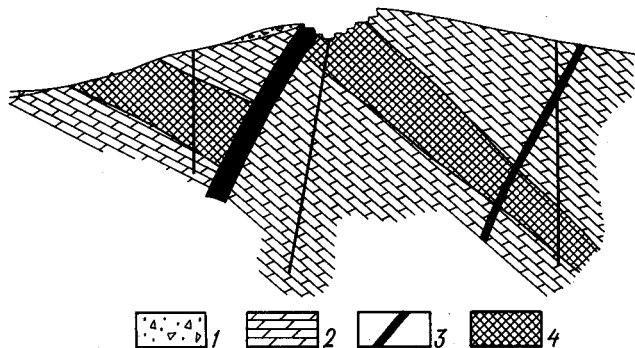


Рис. 140. Геологический разрез Волчегорского месторождения магнетита. По М. И. Гаряню  
1 — аллювий; 2 — доломиты; 3 — диабазы; 4 — залежи магнетита

мальная 200—300 м) и мощность изменяются, уменьшаясь в северо-восточной части месторождения. Далее, на северо-востоке, залежь срезается сбросом. По падению пласт, как правило, постепенно сужается. Кроме основных двух залежей на Волчегорском месторождении установлено несколько мелких рудных тел мощностью 2,5—15 м, максимум до 26 м.

Залежи магнетита залегают в доломитах массивных и толстоплитчатых, иногда рассланцованных, светло-серого, серого и темно-серого до черного цвета. Местами доломиты чередуются с магнетитовыми доломитами, реже доломитизированными известняками и глинистыми сланцами. Доломиты однородны по составу. Магнетитовые тела залегают согласно с вмещающими доломитами, падение и тех и других юго-восточное 130—150°, угол падения 20—55°. Линия контакта магнетитов и доломитов, как правило, неровная, извилистая и четко прослеживается благодаря разнице в структуре и цвете этих пород. Нередки случаи наличия промежуточных разностей пород между доломитами и магнетитами, чаще наблюдаемые в висячем боку магнетитовой залежи. В лежачем боку залежей контакт магнетитов и доломитов выражен более отчетливо. Магнетитовые доломиты встречаются также в центральной части магнетитовых залежей в виде прослоев и гнезд незначительной мощности — до 5 м.

Месторождение разорвано сбросом на две вышеохарактеризованные залежи — Верхнюю и Нижнюю, при этом последняя считается сброшенной по отношению в Верхней. Сброс проходит по вершине и северо-западному склону горы Волчьей. Амплитуда сброса 95—160 м. Линия сброса проходит по диабазовой дайке (рис. 140).

Химический состав магнезитов месторождения характеризуется значительными колебаниями (в вес. %):  $MgO$  43,5—47,6;  $CaO$  0,1—6,8;  $SiO_2$  0,0—3,1;  $R_2O_3$  0,1—3,5; п. п. п. 40,0—51,9.

С поверхности до глубины 2 м магнезиты в большинстве случаев разрушены до дресвы. Среди магнезитовых руд месторождения выделяются три типа: кондиционные магнезитовые руды и некондиционные доломитизированные и обломочные. Содержание кондиционного магнезита в общей массе руд неодинаковое. По Нижней залежи оно составляет 64,4—93,0% (в среднем 86,1%), по Верхней — 49,5—92,5% (в среднем 77,8%).

Качество магнезитов как Нижней, так и Верхней залежей по отдельным блокам снижается из-за присутствия сравнительно большого количества прослоев некондиционных магнезитов мощностью от нескольких сантиметров до нескольких метров.

Степное месторождение находится в 6 км северо-восточнее ж.-д. ст. Сатка. Первые геологоразведочные работы на месторождении проведены в 1928—1932 гг., затем в 1951 г. и 1953—1956 гг.

Месторождение в структурном отношении приурочено к юго-восточному крылу синклинальной складки второго порядка и характеризуется согласным с вмещающими породами моноклинальным залеганием с падением на юго-восток под углом 30—50°. В строении месторождения принимают участие мергелистые доломиты, кварцево-глинистые сланцы и мраморизованные известняки. Подчиненное положение занимают интрузивные породы — диабазы, диабазовые порфириды и габбро-диабазы, образующие дайковые тела мощностью до 20 м.

Магнезиты залегают исключительно среди доломитов в виде залежей пласто- и линзообразной формы. Всего выделяется 11 залежей, три из них являются основными и содержат большую часть запасов магнезита. Рудные тела в разрезе перемежаются с доломитами, отделяясь 5—30-метровыми прослоями последних друг от друга и образуя в совокупности с ними магнезит-доломитовую пачку общей мощностью 50—120 м. Длина залежей по падению 50—240 м, мощность их колеблется в пределах 2—30 м, в среднем равна 15 м. Фланговые части залежей имеют характерную пальцеобразную форму выклинивания.

В контактах магнезита с диабазами развивается вторичный доломит с кварцем и тальком, в связи с чем в магнезитах повышается количество вредных примесей. Средний химический состав магнезитов (в вес. %):  $MgO$  45,8;  $CaO$  1,1;  $SiO_2$  0,7.

Никольское месторождение находится в 3 км северо-восточнее ж.-д. ст. Сатка. Открыто М. И. Гараном при проведении крупномасштабной геологической съемки. Геологоразведочные работы впервые проведены в 1951 г. и затем в 1956—1959 гг.

Месторождение состоит из четырех разобщенных залежей магнезита, вытянутых в северо-восточном направлении и имеющих юго-восточное падение под углом 25—30°. Залежи приурочены к северо-западному крылу синклинальной складки второго порядка, сложенной доломитами, мергелистыми доломитами и карбонатно-глинистыми сланцами. Подчиненное значение имеют дайки диабазов, диабазовых порфиритов и габбро-диабазов мощностью до 25 м.

На дневную поверхность выходят три залежи: I, или Юго-Западная; II, или Центральная, и III, или Северо-Восточная; Залежь IV выхода на поверхность не имеет. Залежь I расположена в юго-западной части месторождения. Длина ее по простиранию 1000 м. Длина наиболее крупного тела в пределах центральной части залежи 540 м, в других местах — 250—700 м. В центральной и северо-восточной частях за-

лежь представлена единым телом мощностью от 2 до 20 м. На юго-западном фланге она расщепляется на два рудных горизонта мощностью до 10 м.

Залежь II расположена в центральной части месторождения. Длина ее по простиранию 900 м, по падению от 150 до 300 м. На юго-западном и северо-восточном флангах длина залежи по падению равна 150—160 м, в центральной части 260—330 м. Мощность ее изменяется от 10 до 25 м. Залежь представлена единым рудным телом с прослоями доломита мощностью 1—2 м.

Залежь III расположена в северо-восточной части месторождения. Ранее выделялась как самостоятельное месторождение (Серебряный Ключ, или Подсобное). Длина залежи по простиранию 300 м, по падению 30—70 м. Мощность изменяется от 5 до 30 м.

Залежь IV залегает под залежью II, отделяясь от последней прослоем доломита мощностью 25—30 м. Длина залежи по простиранию и по падению до 100 м, мощность 5—6 м. Характеристика химического состава магнезитов приведена в табл. 48.

Таблица 48

Химический состав магнезитов Никольского месторождения (в вес. %)

Залежь	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>
I	46,0	1,1	1,2
II	46,3	1,0	1,0
III	45,4	1,3	1,3
IV	46,7	0,8	1,0
Среднее	46,2	1,0	1,1

Ожидаемый приток воды в карьер на глубине 120—150 м от поверхности по расчетным данным равен 300—400 м<sup>3</sup>/ч.

Березовское месторождение кристаллического магнезита, как и Никольское, расположено за пределами главной магнезитонной полосы и находится в 8 км восточнее ж.-д. ст. Сатка.

Месторождение условно разделено на три участка: Северный, Центральный и Южный,—прослеживающихся в северо-восточном направлении на расстоянии 5 км. Наибольший интерес представляет Северный участок, где на площади 9 км<sup>2</sup> сосредоточено 11 магнезитовых залежей, заключающих <sup>3</sup>/<sub>4</sub> запасов всего месторождения. Залежи имеют линзообразную форму, мощность их колеблется от нескольких метров до 35—37 м, длина — от 100 до 500 м. Качество магнезитов следующее (в вес. %): MgO 45,21, CaO 2,03, SiO<sub>2</sub> 0,96.

**Бакальская группа месторождений** находится к юго-востоку от Саткинской, непосредственно в районе железорудных месторождений Бакала. Здесь известно несколько залежей и проявлений кристаллических магнезитов, находящихся в генетической и пространственной связи с рудными телами сидеритов.

Район сложен верхнепротерозойскими осадочно-метаморфическими отложениями в основном бакальской, частично зигазино-комаровской и зигальгинской свит<sup>1</sup>. Все залежи кристаллического магнезита

<sup>1</sup> Подробная геологическая характеристика района приводится в настоящей части тома при описании Бакальских железорудных месторождений.



приурочены к доломитам нижебакальского горизонта верхнебакальской подсвиты. Последняя сложена доломитами, доломитизированными известняками, серицит-хлорит-кварцевыми и углисто-серицит-глинистыми сланцами.

Условия залегания бакальских кристаллических магнезитов и взаимоотношения их с доломитами и сидеритами определенно не выявлены. В ряде мест магнезиты образуют явно пласто- и линзообразные залежи мощностью до нескольких десятков метров. Иногда магнезиты в виде прослоев переслаиваются с мелкозернистыми доломитами или залегают в виде небольших гнезд с неправильными очертаниями среди доломитов. Магнезиты не всегда сопровождаются сидеритами, как считалось ранее, часто магнезиты залегают в доломитах без видимой связи с ними. В то же время в железорудном поле Бакала часто отмечаются доломиты с повышенным содержанием железа, внешне почти не отличающиеся от обычных доломитов. Сами сидериты сильно магнезиальны. В связи с этим можно сделать заключение, что в районе, по видимому, имеет место непрерывный переход от магнезиально-железистых карбонатов через ряд промежуточных минералов (брейнерит и др.) к железистым магнезитам и доломитам (М. И. Гарань).

Бакальские магнезиты имеют крупнозернистое (от 1—2 мм до 1,5 см) строение, светло-серую, желтовато-серую и буровато-серую окраску. Содержат включения вторичного белого доломита с мелкими зернами кварца, вкрапленниками пирита и иногда халькопирита. Химический состав магнезитов следующий (в вес. %): MgO 34,65—43,61; CaO 1,22—9,30; FeO 0,44—5,39 и MnO 0,04—0,29. Магнезиты отличаются от саткинских руд повышенной железистостью и в этом отношении близки магнезитам катав-ивановским и белорецким.

В пределах Бакальского рудного поля кристаллические магнезиты выявлялись в различных пунктах в разное время, однако специальные разведочные работы и оценка их не производились. Наиболее известны проявления магнезита на Бакальском месторождении, где он в виде изолированных гнезд наблюдается в зоне контакта доломитов и доломитизированных известняков с сидеритами. На западном склоне горы Иркутскан (Тяжелый рудник) скважиной на глубине 166 м вскрыт пласт светло-серого магнезита мощностью 3 м. В Ивановском руднике отдельные изолированные глыбы серовато-желтого магнезита отмечаются на контакте доломитов и доломитизированных известняков с сидеритами. Изолированные глыбы и гнезда магнезита на контактах между плотным доломитом и сидеритом встречены также в западном борту рудника Золотая Яма № 2. Жилообразные тела магнезита в доломитах на контакте с дайками диабазов обнаружены в руднике им. ОГПУ № 4.

Масштабы магнезитовых проявлений Бакала и их промышленная ценность не установлены.

**Катав-Ивановская группа месторождений** находится в восточной части Катав-Ивановского района и приурочена к доломитовой толще катав-ивановской подсвиты верхнепротерозойских карбонатно-терригенных отложений авзянской свиты. Последними сложена крупная Катав-Ивановская синклиналь.

Катав-Ивановское месторождение расположено к югу от г. Катав-Ивановска. Здесь пластообразная залежь кристаллического магнезита мощностью 4—5 м залегают в тонкозернистых серых доломитах, подчиненных черным и зеленовато-серым кварц-серицит-глинистым филлитовидным сланцам, которые обнажаются в естественных выходах и небольших выработках на правом берегу р. Катав. Падение толщи вмещающих пород северо-западное, угол падения до 70°. Маг-

незиты мелко- и среднезернистые, серого и желтовато-серого цвета. Средний химический состав по данным 10 анализов следующий (в вес. %): MgO 40,65; CaO 2,32; SiO<sub>2</sub> 3,87; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,42; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,76; CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O 48,8; нерастворимый остаток 0,98.

Месторождения Катав-Ивановской группы не разведаны и промышленное значение их не установлено.

В **Златоустовском районе** месторождения кристаллического магнетита приурочены также к отложениям верхнепротерозойского возраста, которыми здесь сложен Уралтауский мегасинклиорий.

Веселовское месторождение, открытое в 1950 г. М. И. Гаранем, расположено в 30 км юго-западнее, г. Златоуста, на правом берегу р. Ай.

Пластовая залежь кристаллического магнетита залегает в доломи-тах среди черных и серых филлитов частично хлоритизированных, оталькованных и переслаивающихся с доломитовыми мраморами. Падение всей толщи пород СЗ 250—290° под углом 40—45°. Видимая мощность залежи около 15 м. По простиранию залежь разделена поймой р. Ай на две части: северо-восточную и юго-западную. Длина первой примерно 100 м, второй — около 150 м.

Магнетит средне- и крупнозернистый, серый и в выветрелых разностях буровато-серой окраски. Средний химический состав его по данным 6 анализов (в вес. %): MgO 45,14; CaO 2,08; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,52; SiO<sub>2</sub> 0,88; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,30 и CO<sub>2</sub> 50,22.

В 1957—1960 гг. на месторождении производились разведочные работы. В связи с низким качеством магнетитов и небольшими его запасами дальнейшие работы были прекращены.

Семибратское месторождение, открытое в 1960 г. в процессе производства поисково-разведочных работ на магнетит в районе Веселовского месторождения (К. И. Стариков), находится в 37 км юго-юго-западнее г. Златоуста. На месторождении выделяются четыре разобобщенных участка: Восточная залежь, Слань, Серокоп и Гора Долгая (табл. 49).

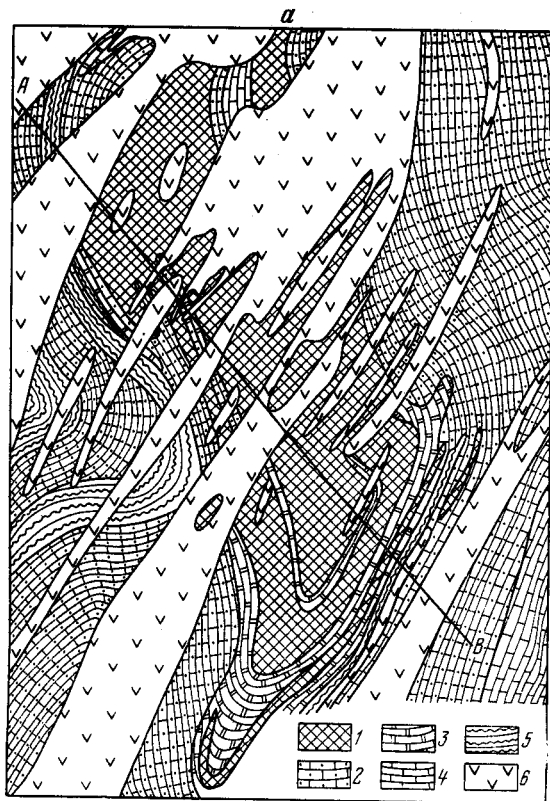
Таблица 49

## Химический состав магнетитов Семибратского месторождения (в вес. %)

Участок	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	П.п.п.
Восточная залежь	45,51	1,42	0,63	50,71
Слань и Серокоп	44,39	1,59	0,88	49,71
Гора Долгая	46,19	0,63	0,89	50,82

Кристаллические магнетиты приурочены к отложениям верхней сланцево-карбонатной подсвиты уренбургской свиты, параллелизуемой с авзянской и зигазино-комаровской свитами верхнего протерозоя.

Наиболее крупная Восточная залежь залегает согласно в доломи-тах нижнего горизонта верхней сланцево-карбонатной подсвиты. Она имеет сложную пластобразную форму (рис. 141, а, б). Длина ее по простиранию 800 м, максимальная мощность у поверхности около 200 м. На глубину уменьшается в мощности за счет перистого выклинивания. Внутри залежи имеются прослои магнезиальных доломитов мощностью до 15 м, которые отмечаются также на контактах магнетитов с вмещающими доломитами и серицит-кварцевыми сланцами. Вся залежь вкрест ее простирания пересекается серией даек диабазов, габ-



СЗ

ЮВ

А

Б

В

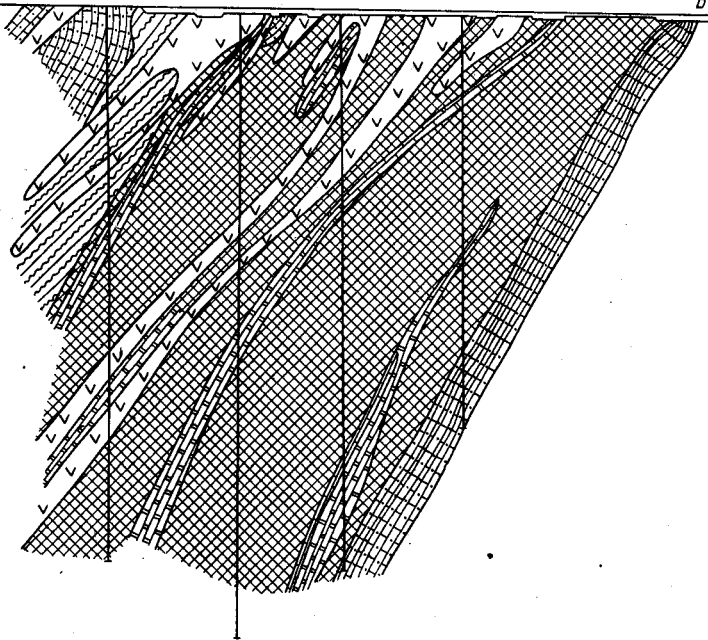


Рис. 141. Схематическая геологическая карта (а) и геологический разрез (б) Восточной залежи Семибратского месторождения магнезита. По К. И. Старикову

1 — магнезиты; 2 — доломиты песчанистые, известковистые, мергелистые; 3 — доломиты магнезиальные; 4 — мергели; 5 — сланцы серицитовые, кварц-серицитовые, хлоритовые, кварц-хлоритовые; 6 — диабазы, габбро-диабазы

бро-диабазов и диабазовых порфиритов мощностью от 1 до 32 м, в среднем 15 м. Падение даек северо-западное под углом 35—50°. Залежь имеет склонение в северо-восточном направлении.

Магнезиты участков Слань, Серокоп и Гора Долгая, приуроченные к верхнему магнезитоносному горизонту, залегают вместе с вмещающими доломитами на серицит-кварцевых сланцах среднего горизонта верхней подсвиты уреньгинской свиты.

На участке Слань оконтурены две крупные залежи магнезитов. Обе они представляют собой группы сближенных рудных тел мощностью от 10 до 90 м. Залежь I состоит из шести рудных тел магнезитов общей мощностью 226 м; длина залежи более 750 м. Залежь II длиной 820 м, общей мощностью 133 м у поверхности и 60 м на глубине 300 м сложена пятью рудными телами. Вместе с внутриформационными прослоями, представленными магнезиальными доломитами, общая максимальная мощность залежи I увеличивается до 308 м, а залежи II — до 202 м.

По данным К. И. Старикова, залежь I полностью, а залежь II частично ограничены на северо-западе тектоническим нарушением, фиксирующимся зоной дробления, в пределах которой вмещающие доломиты интенсивно перекристаллизованы и серпентинизированы. Северо-западная часть участка Слань по этому нарушению приподнята относительно юго-восточной примерно на 150—180 м. Имеются сравнительно меньшие подвижки и в других частях участка.

Магнезиты и вмещающие породы обеих залежей разбиты на отдельные блоки серией даек диабазов, падающих на северо-запад под углом 40—50°. Мощность их в среднем равна 15 м, иногда достигает 44 м.

Магнезиты участков Серокоп и Гора Долгая изучены слабо. Залежь магнезитов участка Серокоп представляется пластообразным телом мощностью до 30 м. Установленная длина залежи 400 м, предполагаемая — 1200 м. На участке Гора Долгая выработками вскрыты два сближенных пласта магнезитов мощностью 11 и 23 м, прослеженные по простиранию и падению на 200 м.

Магнезиты Семибратского месторождения отличаются по внешнему облику от саткинских. Магнезиты Восточной залежи представлены среднезернистыми полнокристаллическими породами серой и темно-серой окраски. Размер зерен магнезита 0,1—4,5 см, они имеют округлую или ромбоэдрическую форму, засорены примесью доломита. На участках Слань и Серокоп магнезиты имеют неравномернозернистую структуру и примесь талька, хлорита и серпентина. Кроме указанных минералов в семибратских магнезитах встречаются кальцит, брейнерит, кварц, брусит, оливин (форстерит), барит, пирит, магнезит, гематит.

На месторождении в большом количестве встречаются доломитовые магнезиты ( $MgO$  40—41%) и магнезиальные доломиты ( $MgO$  29,18—31,97%).

Общие запасы магнезитов I—IV сортов по Восточной залежи и участкам Слань и Серокоп составляют 121,5 млн. т, некондиционных магнезитов — 26 млн. т. Около  $\frac{1}{4}$  семибратских магнезитов относится к первым трем сортам, пригодным для изготовления магнезитового кирпича, более половины — к IV сорту, который может быть использован для производства магнезит-хромитового и хром-магнезитового кирпича и других изделий. По данным технологических испытаний установлено, что магнезиты IV сорта и некондиционные магнезиты могут эффективно обогащаться способом флотации. Техничко-экономиче-

скими расчетами (П. А. Зенков, А. Г. Поспелов) показана рентабельность разработки месторождения открытым карьером на глубину 300 м.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ АМОРФНОГО МАГНЕЗИТА

Инфильтрационные месторождения и проявления аморфного магнетита, связанные с корой выветривания ультраосновных пород, в пределах описываемой территории встречаются часто, но не образуют значительных скоплений и промышленного значения не имеют.

Усть-Сысертское месторождение расположено в Сысертском районе Свердловской области, в 2 км на юг от д. Ключи. Аморфный магнетит в виде жил и прожилков в окремненных серпентинитах встречается на отдельных участках размером от нескольких метров до  $3-4 \times 85-150$  м. Химический состав его (в вес. %): MgO 26,33; CaO 16,37; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,07; SiO<sub>2</sub> 13,86.

Известны выходы белого аморфного магнетита среди серпентинитов Муслиумовского массива, в 0,5 км на юг от д. Муслиумово. Юго-западнее, в районе р. Миасса, в 6 км на юго-юго-запад от последнего известно месторождение Юрты. Здесь в массиве сильно перемятых серпентинитов прослеживается жила аморфного магнетита мощностью 0,5—3,0 м. Жила прослежена по простиранию на 150 м и на глубину 10 м.

Поисковые работы на магнетит в ближайшие годы необходимо развивать в Златоустовском районе на площадях, прилегающих к Семибратскому месторождению, где в существенно доломитовых толщах уреньгинской свиты могут быть открыты новые месторождения кристаллического магнетита. В пределах Саткинского магнетитоносного поля открытие новых крупных залежей магнетита вблизи дневной поверхности, по-видимому, исключается, так как степень изученности района достаточно высокая. Дальнейший прирост запасов магнетитов здесь возможен за счет доразведки флангов и глубоких частей известных магнетитовых залежей и выявления вблизи них слепых рудных тел.

Специальные поисково-разведочные работы на магнетит необходимо провести в Бакальском и Катав-Ивановском районах, где могут быть открыты новые залежи кристаллических магнетитов, а также в районах распространения верхнепротерозойских отложений западного склона Урала, в местах преимущественного развития доломитовых фаций. Необходимо также провести исследования тальк-магнетитовых пород в гипербазитах (гидротермально-метасоматический тип месторождений) с целью определения пригодности их для производства магнетитовых изделий.

Сырьевая база магнетитовой промышленности может быть значительно расширена при условии вовлечения в производство доломитистых магнетитов, широко развитых в районе Семибратского и группы Саткинских месторождений, для чего целесообразно провести соответствующие исследовательские работы по технологии обогащения и использования в промышленности магнетитовых руд этого типа.

### ФОРМОВОЧНЫЕ И СТЕКОЛЬНЫЕ ПЕСКИ

Поисковые и разведочные работы на формовочные пески начались на Урале в годы первых пятилеток и усиленно продолжались в последующее время. В результате этих работ в районах Среднего и Южного



Урала, тяготеющих к крупным машиностроительным заводам, открыты месторождения формовочных песков. Запасы 28 месторождений по трем областям — Пермской, Свердловской и Челябинской, на 1/1 1972 г. равные 252 млн. т, способны полностью удовлетворить нужды уральской промышленности на продолжительное время. Иное положение со стекольными песками, которые на подавляющем большинстве выявленных месторождений нуждаются в обогащении, так как содержат значительное количество вредных примесей. Запасы их по сравнению с формовочными песками невелики.

На Урале распространены месторождения формовочных, и стекольных песков различных генетических типов: прибрежно-морские, озерные, аллювиальные, элювиальные, карстовые и эоловые. Распределение месторождений песков по различным зонам и областям Урала неравномерное. Очень мало выявлено месторождений формовочных и стекольных песков за западным склоном Урала. Здесь известны в основном небольшие плохо изученные месторождения аллювиального и элювиально-делювиального типов.

На восточном склоне Урала и в Зауралье располагается подавляющее большинство месторождений формовочных и стекольных песков описываемой территории. Они размещаются в различных районах Свердловской, Челябинской и Курганской областей. Пески залегают среди мезо-кайнозойских платформенных отложений, в основном к востоку от Восточно-Уральского прогиба. Наиболее ценные месторождения формовочных песков относятся к образованиям верхнего мела, среднего олигоцена (кутанбулакская свита), верхнего олигоцена (чаграйская и наурзумская свиты), частично к плиоцен-четвертичным аллювиальным и элювиально-делювиальным осадкам. Пески верхнемеловых и среднеолигоценовых прибрежно-морских и озерных отложений выдержаны и состоят преимущественно из кварцевых и кварц-полевошпатовых зерен. Мощность их колеблется в пределах 5—20 м. Меньше выдержаны пески, относящиеся к речным осадкам чаграйской свиты верхнего олигоцена и озерным осадкам наурзумской свиты. Пески плиоцен-четвертичного возраста, также сравнительно мало выдержанные и обладающие переменным минеральным и гранулометрическим составом, относятся к аллювиальным или элювиально-делювиальным образованиям. В Зауралье встречаются пески эолового происхождения, в отдельных случаях имеющие промышленную ценность.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Формовочные пески.** К числу наиболее крупных месторождений формовочных песков области относятся: Губдорское, расположенное в 18 км юго-восточнее г. Чердыни, и Белокаменское — в 3 км северо-восточнее Чусовского завода.

Губдорское месторождение выявлено и предварительно разведано в 1961—1962 гг. Запасы формовочных песков составляют 9,7 млн. т по категории С<sub>1</sub>. Кроме того, подсчитано около 24 млн. т прогнозных запасов песков. Пески залегают в виде крупных залежей среди аллювиальных отложений первой надпойменной террасы, а также в осадках поймы и русла р. Вишеры. В верхней части разреза они представлены мелкозернистыми, местами глинистыми разностями мощностью до 2 м, а в нижней части разреза — среднезернистыми преимущественно кварцевыми однородными песками мощностью от 4 до 8 м. В основании полезной толщи залегают песчано-гравийные отложения. Пески состоят из окатанных и угловатых зерен кварца (94%), ставролита (3%), эпидота (1%) и других минералов. Химический состав

их (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  94,84;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,25;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2,77;  $\text{CaO}$  0,28;  $\text{MgO}$  0,25;  $\text{TiO}_2$  0,1;  $\text{K}_2\text{O}$  0,25;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,26 (среднее по Затонской площади). По качеству пески отвечают требованиям ГОСТ 2138—56 и относятся к маркам: К 0315, 02, 016 и Т 016.

Белокаменское месторождение, наиболее изученное и перспективное для дальнейшего освоения и прироста запасов, приурочено к коре выветривания визейских песчаников. Пески залегают под наносами мощностью 1 м. и условно отнесены к маркам К 02 и 016. В верхней части залежи они представлены неоднородной по гранулометрическому составу обохренной разностью мощностью 4 м. Ниже эти пески сменяются разнозернистыми светло-серыми, преимущественно кварцевыми песками мощностью до 5 м. Химический состав их (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  89,24—96,48;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1,39—5,46;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,61—1,82;  $\text{CaO}$  0,54—0,64;  $\text{MgO}$  0,20—0,28. Запасы песков, составляющие 5,92 млн. т, не утверждались. Месторождение в прошлые годы разрабатывалось Чусовским металлургическим заводом.

**Стекольные пески.** К месторождениям стекольных песков на западном склоне Урала (в пределах Пермской области) относятся: Всевятское и Опалихинское.

Всевятское месторождение находится в районе г. Чусового, в 1,5 км северо-восточнее ст. Всевятская Свердловской ж. д. Кварцевые пески на месторождении залегают в виде гнезд и карманов в зоне тектонической трещиноватости среди песчаников эйфельского яруса. Они образовались в результате длительного физического выветривания и размыва этих песчаников, предположительно в неогене (плиоцене). Размеры песчаных гнезд  $50 \times 100$  м, мощность от сантиметров до 31 м. Пески кварцевые, мелкозернистые, однородные, с угловатой формой зерен. Иногда в них встречаются линзочки глины размером  $5 \times 10$  см. Химический состав песков (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  95,4;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,17;  $\text{TiO}_2$  0,05;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  6,72. Повышенное содержание окислов железа и титана характерно для песков верхних горизонтов. Обычно окраска их розоватая или желтоватая. Запасы месторождения равны 506 тыс. т по категориям А+В+С<sub>1</sub>. Месторождение в значительной мере выработано.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Формовочные пески.** В районах, тяготеющих к Свердловскому и Нижнетагильскому промышленным узлам, располагаются три месторождения формовочных песков с учтенными запасами: Колюткинское в 3 км на юг от разъезда Колюткино Свердловской ж. д., Басьяновское в 17,5 км к северу от г. Нижняя Салда и Осиновское в 2 км на запад от Басьяновского месторождения.

Басьяновское месторождение формовочных песков связано подъездной ширококолейной железной дорогой с разъездом Моховое, расположенным на ж.-д. магистрали Нижний Тагил — Алапаевск. По материалам разведки Г. Н. Матвеевой, Е. А. Житковой, З. И. Малаховой и других геологов, месторождение представляет собой пластообразную залежь позднемелового возраста, образовавшуюся в прибрежных морских условиях (рис. 142). Мощность песков до уровня грунтовых вод 12 м, в среднем — 5 м, а средняя мощность обводненных песков равна 7 м. Они подстилаются гравелистыми песками, залегающими на неровной размытой поверхности палеозойских пород. Вскрыша представлена песчано-глинистыми отложениями мощностью от 1 до 12 м, в среднем 4,3 м. Среднее соотношение объемов

вскрышных пород и песков равно 1:3,1. Пески главным образом кварцевые, равномернозернистые, мелко- и среднезернистые.

Химический состав песков Басьяновского месторождения (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  94,6—97,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,4—1,3;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,63—2,22;  $\text{CaO}$  0,24—1,05;  $\text{MgO}$  0,12—0,40;  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  0,22—0,71;  $\text{SO}_3$  0,03—0,06; огнеупорность до 1750° С. По качеству пески отвечают требованиям ГОСТ 2138—56. Гранулометрический состав их характеризуется следующими данными (в %):

5 мм . . . . .	1,35	0,3 мм . . . . .	68,7
2,55 мм . . . . .	1,00	0,15 мм . . . . .	16,9
1,2 мм . . . . .	1,15	< 0,15 мм . . . . .	2,0
0,6 мм . . . . .	8,9		

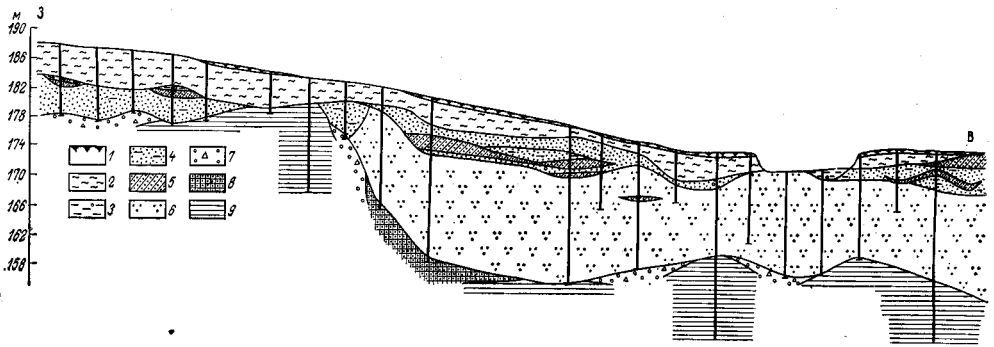


Рис. 142. Геологический разрез Басьяновского месторождения формовочных песков. По Е. А. Житковой

1 — почвенно-растительный слой; 2 — суглинки и глины песчаные с обломками кварца; 3 — глины зеленовато-серые с обломками песчаника; 4 — пески кварцевые, мелкозернистые, местами глинистые, иногда с обломками песчаника серого цвета; 5 — песчаники желтовато-серые; 6 — пески кварцевые, мелкозернистые, белого и желтоватого цвета; 7 — гравий и щебень песчаника; 8 — песчаники; 9 — сланцы тальк-хлоритовые

Кроме кварцевых в меньшем количестве встречаются тощие и полужирные пески. Например, на западном участке месторождения пески марок К 02, 016 в сумме составляют 79% всех запасов, на долю песков марки Т 016 падает 15,5% и на прочие марки — 5,5%. Пески состоят в основном из зерен кварца округлой и овальной формы, окатанных зерен глауконита в количестве 0,2—5,7%, полевых шпатов и слюды. Содержание тяжелой фракции в среднезернистых песках не превышает 0,1%. Общие запасы Басьяновского и Осинковского месторождений на 1/1 1972 г. составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 50,8 млн. т. В северном и западном направлениях пески недоразведаны. Месторождение разрабатывается Басьяновским карьероуправлением объединения «Союзформоматериалы». В 1971 г. добыто 899 тыс. т формовочного песка.

Колюткинское месторождение предположительно плиоцен-четвертичного возраста. Запасы формовочных песков составляют 63 тыс. т по категориям А+В+С<sub>1</sub>. Месторождение эксплуатируется. В 1971 г. добыто 56 тыс. т формовочного песка различных марок (Т 016, П 016, Ж 016 и ОЖ 016).

В Алапаевском, Каменск-Уральском и смежных с ними районах располагаются Мысовское, Норнинское, Кодинское, Мугайское и некоторые другие месторождения формовочных песков. Они незначительно отличаются от описанных выше месторождений; эксплуатируется только Мысовское месторождение с запасами песков по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 1014 тыс. т. Добыча песков в 1971 г. составила

328 тыс. т. Пески относятся к прибрежно-морским образованиям верхнемелового возраста, мощность их колеблется от 2,4 до 7,4 м.

**Стекольные пески.** На балансе по области числится четыре месторождения песков с общими запасами 3299 тыс. т. К числу их относятся: Путичное, Южно-Ирбитское, Пироговское, Ерзовское. Ни одно из этих месторождений не разрабатывается.

Ерзовское месторождение находится в 8 км к юго-востоку от г. Ирбита. Разведывалось в 1943 г. Пески палеогеновые (предположительно туртаской свиты), залегают в виде небольших пластов или линз мощностью от 4—5 до 8—10 м. Пески светло-серые и светло-бурые с довольно однородным гранулометрическим составом, с преобладающим размером зерен 0,1—0,2 мм. Средний химический состав их следующий (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 93,0; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4,0; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,40; TiO<sub>2</sub> 0,54—0,67; CaO 0,2—0,9; MgO 0,25. В минералогическом отношении пески представлены зернами кварца (80%), полевого шпата (10—15%), слюды и небольшим количеством темноцветных и рудных минералов. Основными железосодержащими примесями являются: ильменит, магнетит (5—6% в массе песка). В количестве до 5% содержатся: ожелезненный халцедон, эпидот, гранат. В незначительном количестве присутствуют турмалин, циркон, рутил. Зерна кварца часто содержат включения глинисто-железистого материала либо покрыты тонкой пленкой окислов железа. Пески труднообогатимы, содержание кремнезема не удовлетворяет требованиям ГОСТа (92,3% против 93—95% по кондициям). Разведанные запасы песков — 1221 тыс. т.

Южно-Ирбитское месторождение разведано на формовочные и стекольные пески в 1943 г. Крупная линзообразная залежь песков этого месторождения приурочена к глинисто-песчаной толще верхнего олигоцена. Пески мелкозернистые, преобладает класс —0,55+0,15 мм. По вещественному составу они преимущественно кварцевые с примесью кремнистых и кремнисто-глинистых агрегатов. Запасы песков на 1/1 1972 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 350 тыс. т.

Путичное и Пироговское месторождения стекольных песков, расположенные в районе городов Алапаевска и Каменск-Уральского, приурочены к прибрежно-морским осадкам верхнего мела Зауралья. По составу и строению продуктивной толщи они почти не отличаются от вышеописанного Басьяновского месторождения формовочных песков, но характеризуются небольшими запасами песков (до 980 тыс. т). Мощность полезной толщи до 5—8 м. Пески в основном кварцевые, однородные. В составе их преобладает фракция 0,1—0,8 мм, которая составляет 80—95%. Высокое содержание окислов железа (табл. 50) в песках связано с наличием глинистых примесей, же-

Химический состав песков (в вес. %)

Таблица 50

Месторождение	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Путичное	96,6	0,52	0,33	1,5—1,7
Пироговское	96,0	0,85	0,18	1,36

лезистых пленок на зернах кварца и рудных минералов (магнетита, ильменита и др.). Пески труднообогатимы. Содержание красящих окислов железа и титана значительно снижается после обогащения, однако окислы Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub> и после обогащения в сумме составляют 0,22—0,26%.

## МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Формовочные пески.** Челябинская область довольно богата месторождениями формовочных песков. Здесь располагается крупнейшее на Урале и одно из крупных месторождений Советского Союза — Кичигинское, запасы песков которого на 1/1 1972 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 95 млн. т. Месторождение расположено на окраине с. Кичигино, в 1,5—2,0 км к западу от ст. Формачево Южно-Уральской ж. д. Формовочные пески месторождения относятся к кутанбулакской свите среднего олигоцена.

Разрез месторождения, по данным И. М. Юргановой, следующий (снизу вверх):

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Среднезернистые кварцевые охристо-желтые пески, залегающие над опоковидными глинами   | 1—2 м   |
| 2. Среднезернистые белые, розовые, светло-желтые, почти безглинистые пески   | 15—16 „ |
| 3. Мелкозернистые, иногда тонкозернистые, реже среднезернистые пески беловато-серого и светло-желтого цвета с прослоями песчаной глины | 1—9 „   |

Общая мощность песков, лежащих выше опоковидных глин, составляет в среднем 20 м. К формовочным относятся главным образом среднезернистые пески второго горизонта, прослеженного на площади 9,25 км<sup>2</sup>. Они содержат линзы и прослои глин и глинистых песков. Мощность вскрыши 1,5—10 м. Главная масса песков относится к маркам К 0315 и Т 0315. Кварцевые пески составляют 35,7% общих запасов. Имеются также пески других марок: П 01 и П 0063. Содержание кремнезема в них колеблется от 96,4 до 98,6%, содержание вредных примесей ниже установленного предела. Месторождение разрабатывается объединением «Союзформоматериалы». Добыча за 1971 г. составила 2481 тыс. т формовочного песка, который поставляется многим машиностроительным заводам Советского Союза.

Кроме Кичигинского известны другие промышленные месторождения формовочных песков этого типа: Еманжелинское в Еткульском районе, Галяминское около ст. Нижне-Увельская, Фатеевское в 6 км к востоку от ст. Челябинск, Нехорошевское в 13 км к северо-востоку от ст. Таянды, Бускульское в 1 км от ст. Бускуль Южно-Уральской ж. д. Кроме них имеется ряд небольших месторождений формовочных песков карстового, элювиального и озерного происхождения: Кызылташское в 16 км на юг от Каслинского завода, Теченское в 15 км к югу от г. Касли, Мало-Каслинское около г. Касли, Салтыковское в 11 км к юго-востоку от г. Касли и др. В 3 км севернее г. Касли известно Лазаретское месторождение, пески которого образовались за счет выветривания подстилающих их кварцитов. В районе г. Аши Миньярского района известны мелкие аллювиальные месторождения формовочных песков, связанные с четвертичными террасами — Старо-Козьминское и Ново-Козьминское и др.

**Стекольные пески.** По запасам стекольных песков Челябинская область стоит также на первом месте среди других областей Урала. Общие учтенные запасы их на 1/1 1972 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 9922 тыс. т. Это запасы одного Сугоякского месторождения стекольных песков, расположенного в 30 км к северо-востоку от г. Челябинска. Пески залегают под четвертичными суглинками и песчанистыми глинами и имеют среднюю мощность 4,5 м. Относятся они к образованиям кутанбулакской свиты среднего олигоцена (рис. 143). Пески преимущественно серые с прослоями глин от 1 до 10 см и характеризуются сравнительно однородным химическим составом. Преобладает песок марки К 016 (более 80%); содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



в нем колеблется от 0,03 до 0,3%, среднее 0,22%;  $TiO_2$  в среднем 0,2%;  $SiO_2$  от 92,46 до 99,23%, среднее 98,09%;  $Al_2O_3$  0,6—1,2%. Суммарное содержание красящих окислов  $Fe_2O_3 + TiO_2$  по месторождению составляет 0,38%. Пески нуждаются в обогащении с целью снижения содержания красящих окислов. Железосодержащими минералами обычно являются гематит, ильменит, гидрогематит, магнетит. При обогащении содержание  $Fe_2O_3$  в концентрате снижается до 0,05% при выходе по-

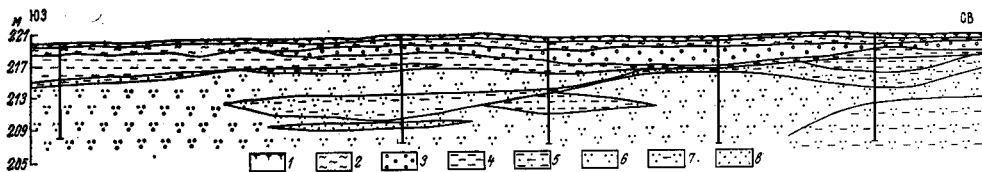


Рис. 143. Геологический разрез Сугоякского месторождения формовочных песков.  
По Ю. Н. Павлечину

1 — почвенно-растительный слой; 2 — суглинки бурые; 3 — гравий; 4 — глины; 5 — глины с песком; 6 — песок кварцевый, мелкозернистый, серый; 7 — песок кварцевый, мелкозернистый, желтый, желтовато-серый; 8 — песок кварцевый, кремовый

лезной части 75%. Кроме Сугоякского известны Кыштымское, Воздвиженское и ряд других месторождений стекольных песков. Все они мелкие и характеризуются невысоким качеством песков.

### МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В пределах области известно более 20 месторождений формовочных песков, относящихся к третичным или четвертичным континентальным образованиям эолового, озерного и озерно-речного происхождения. Из них месторождения Первомайское в 2,5 км от ж.-д. ст. Чуга и Одинское в 5 км от ж.-д. ст. Катайск числятся на балансе; общие запасы по ним составляют 15,1 млн. т, в том числе по Первомайскому — 14,1 млн. т.

Пески Первомайского месторождения относятся в основном к маркам Т 04, 0315, 016 и П 016. Химический состав их (в вес. %):  $SiO_2$  90,75;  $Al_2O_3$  3,85;  $Fe_2O_3$  0,91;  $CaO + MgO$  1,74;  $K_2O + Na_2O$  1,63; п. п. 1,21. Месторождение связано с отложениями кустанайской свиты плиоцена и отличается благоприятными горнотехническими условиями эксплуатации. Толща песков мощностью 6,1 м залегает под вскрышными породами мощностью 1,5 м.

В области известно до десятка месторождений стекольных песков: Курганское, Алакульское, Медведевское, Пивкинское, Чистовское и др. Все они расположены в пределах палеоген-неогеновой континентально-морской аккумулятивной равнины Зауралья и по происхождению относятся к озерно-речным континентальным осадкам. В естественном виде пески пригодны для невысоких сортов стекольных изделий и только после обогащения могут применяться для ответственных изделий стекольной промышленности.

Запасы стекольных песков в Курганской области в количестве 2448 тыс. т. сняты с учета в 1971 г. в связи с низким качеством.

Таким образом, кварцевые пески всех месторождений Урала в естественном виде не удовлетворяют требованиям стекольной промышленности по содержанию красящих веществ и нуждаются в обогащении. При организации обогащения в качестве объектов для добычи сте-

кольных песков также могут использоваться месторождения формовочных песков. Расширение сырьевой базы песков на Урале возможно за счет детальных поисков новых крупных месторождений среди морских и континентальных образований верхнемелового и олигоценового возраста на восточном склоне Урала и в Зауралье.

### **КАОЛИНЫ И ОГНЕУПОРНЫЕ ГЛИНЫ**

Поисковые и поисково-разведочные работы на огнеупорное сырье на Урале наиболее интенсивно развивались в период 1930—1939 гг. В это время были выявлены и детально разведаны крупные промышленные месторождения огнеупорных глин: Белкинское, Курьинское, Троицко-Байновское, Нижне-Увельское и Бускульское, в результате чего создана основа сырьевой базы металлургической промышленности Урала. В последующие годы геологоразведочные работы проводились главным образом в районах известных месторождений. В этот период было разведано крупнейшее на Урале Берлинское месторождение глин, на котором сосредоточена почти половина запасов огнеупорного сырья Урала.

По происхождению глины относятся к вторичным каолиновым образованиям, характеризующимся высокой огнеупорностью, а их отдельные разности — также и высокой пластичностью и низкой температурой спекания. Последние используются в керамической промышленности, в частности для производства изделий строительной керамики.

В период Великой Отечественной войны приступили к детальной разведке и широкому изучению обогатимости и технологических свойств Кыштымского и Еленинского месторождений каолина. На основе результатов этих исследований были построены и введены в эксплуатацию Кыштымский и Еленинский каолиновые обогатительные фабрики, продукция которых используется в керамической, бумажной и многих других отраслях промышленности Урала и за его пределами. В последующие годы на Урале разведаны и переданы для промышленного освоения ряд других месторождений первичного каолина, в том числе Журавлиный Лог, Полетаевское, Чекмакульское.

В настоящее время балансом учтено девять месторождений огнеупорных глин с общими запасами по категориям  $A+B+C_1$  291 млн. т, по категории  $C_2$  380 млн. т. и шесть месторождений каолинов с общими запасами по категориям  $A+B+C_1$  46,6 млн. т, по категории  $C_2$  15,2 млн. т. Эксплуатируется шесть месторождений огнеупорных глин — добыча 2192 тыс. т и три месторождения каолинов — добыча 419 тыс. т.

Месторождения каолинов и огнеупорных глин связаны с мезозойской корой выветривания и являются ее остаточными (элювиальными) и осадочными образованиями. К первым относятся каолины, образовавшиеся путем химического выветривания изверженных, метаморфических и осадочных пород, а ко вторым — огнеупорные глины, возникшие в результате осаждения их в каком-либо водном бассейне.

### **КАОЛИНЫ**

Известные на Урале месторождения каолинов по минеральному составу и физико-химическим свойствам относятся к двум типам.

1. Месторождения каолинов, образовавшиеся за счет гранитоидных и других близких к ним по составу изверженных и метаморфических пород, распространены в Челябинской области. Они связаны

с площадной и линейной корой выветривания гранитов и гранито-гнейсов Ильменогорско-Вишневогорского, Челябинского, Кочкарского и Джабык-Карагайского массивов. Месторождения характеризуются крупными размерами и зональным строением. Мощность залежей каолинов площадного типа чаще всего в пределах 8—25 м, линейного типа достигает 40—90 м. Каолины состоят из каолинита и гидрослюд; обычной примесью является кварц, который при обогащении каолинов хорошо отмучивается, что в значительной степени улучшает гранулометрический состав сырья и повышает содержание в нем глинозема. Выход обогащенного каолина обычно 50—60%, а огнеупорность 1670—1770° С.

Наиболее характерными месторождениями каолинов являются Кыштымское и Еленинское, запасы по которым приведены в табл. 51.

Таблица 51

**Запасы огнеупорных глин и каолинов главных месторождений Урала на 1/1 1972 г.**  
(в тыс. т)

Месторождение	По категориям А+В+С <sub>1</sub>	
	Всего	В том числе по А+В
<b>Каолины</b>		
Кыштымское	4 915	2 481
Еленинское	8 003	3 588
<b>Огнеупорные глины</b>		
Белкинское	38 266	15 717
Троицко-Байновское	52 057	28
Первомайское	27 791	14 998
Нижне-Увельское	26 016	15 607
Бускульское	1 420	678
Берлинское	207 207	175 885

Кыштымское месторождение находится в 4 км на юго-восток от ст. Кыштым Южно-Уральской ж. д. Месторождение является одной из сырьевых баз на Урале огнеупорной и каолинопотребляющей промышленности.

Месторождение приурочено к полосе развития гранито-гнейсов и мигматитов восточного склона Урала (рис. 144).

Каолины залегают в виде трех пластообразных залежей средней мощностью 8—9 м. Залежи имеют неправильную форму с неровной нижней поверхностью. Первичные каолины перекрываются кварцевыми песками и переотложенными каолинами. Мощность этих пород обычно не превышает нескольких метров.

Первичные каолины состоят из каолинита (44%), кварца (43,7%), полевого шпата и слюды (12,4%). В незначительном количестве содержатся кианит, гранат, нонтронит, турмалин, рутил. Среднее содержание в обогащенном каолине (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 48,4; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 35,9; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,35; TiO<sub>2</sub> 0,66; CaO 0,31; MgO 0,24; SO<sub>3</sub> не превышает 0,44. Огнеупорность их 1670—1730°, температура спекания выше 1400° С. По близине черепка каолины удовлетворяют требованиям ГОСТ 4193—48.

Месторождение разрабатывается Кыштымским графито-каолиновым комбинатом. Добыча в 1971 г. составила 135 тыс. т каолина-сырца (с выходом 42 тыс. т обогащенного).

Еленинское месторождение расположено в 10 км к югу от ст. Джабык ж.-д. линии Магнитогорск — Карталы. Оно приурочено к древней коре выветривания, образованиями которой выполнена глубокая депрессия в гранитах Джабык-Карагайской интрузии. Разведаны две залежи каолина длиной до 1 км, шириной от 50 до 200 м и мощностью в центральной части до 40—90 м. Строение полезной толщи зональное, в центре залегают белые каолины, которые к периферии переходят в окрашенные разности, а затем сменяются гранитной дресвой и плотными гранитами.

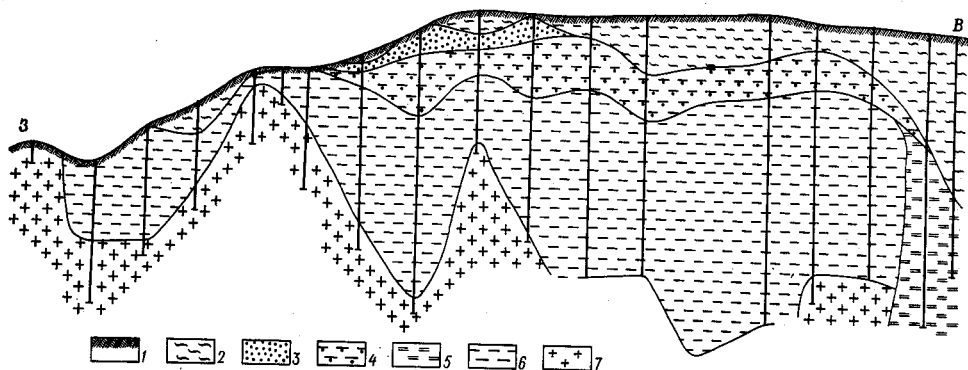


Рис. 144. Геологический разрез Кыштымского месторождения каолинов. По М. И. Аleshину

1 — растительный слой; 2 — суглинки; 3 — пески; 4 — глины песчаные; 5 — каолины переотложенные; 6 — каолины первичные; 7 — гранито-гнейсы

Средний химический состав обогащенного каолина (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  47,4;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  35,5;  $\text{F}_2\text{O}_3$  1,05;  $\text{TiO}_2$  0,77; п. п. п. 12,8.

Месторождение является сырьевой базой Еленинского каолинового комбината, выпускающего сырье для тонкокерамической, бумажной и химической промышленности. Каолины пригодны также для производства огнеупорных изделий. Добыча в 1971 г. составила 248 тыс. т каолина-сырца.

Другие месторождения гранитного типа, представляющие значительный промышленный интерес: Полетаевское (запасы 14,8 млн. т), Журавлиный Лог (запасы 7,1 млн. т) и Чекмакульское (запасы 6,4 млн. т). Все месторождения описанного типа расположены на территории Челябинской области.

2. Месторождения каолинов, образовавшиеся за счет слюдяных и других кристаллических сланцев, получили широкое распространение на восточном склоне Среднего Урала, в полосе развития метаморфических пород. Они характеризуются небольшими размерами и сложным строением. В отличие от гранитных каолинов они являются в основной массе более тонкодисперсными (фракция менее 0,06 мм до 90%), более пластичными и более низкоспекающимися (1200—1350°С).

Месторождений, связанных с древней корой выветривания метаморфических сланцев, известно на Урале более 10, однако промышленную ценность представляют пока только месторождения Невьянской группы, расположенные в 3—5 км к юго-западу от ст. Невьянск Свердловской ж. д. В эту группу входят Ключевское, Березовое Болото, Цемзаводское и Трошинское месторождения, общие разведанные запасы

которых составляют 5,33 млн. т. Каолины пригодны для производства огнеупорных изделий и изделий строительной керамики. В настоящее время разрабатываются каолины Ключевского месторождения как сырье для производства огнеупоров.

### ОГНЕУПОРНЫЕ ГЛИНЫ

По условиям образования и минеральному составу месторождения огнеупорных глин подразделяются на два типа.

I тип — месторождения мезозойских огнеупорных глин каолинитового состава образовались в результате осаждения в водных бассейнах (пресноводных озерах). Они приурочены к нижнемеловым (альб-аптским) континентальным песчано-глинистым отложениям, развитым на восточном склоне Среднего и Северного Урала, где они образуют узкую полосу, прослеживающуюся в меридиональном направлении на границе Горного Урала с Зауральем.

Огнеупорные глины слагают обычно линзы большой мощности и протяженности. Форма залегания глин часто гребневидная. На участках гребней мощность глин достигает 40 м и более, а в межгребневых пространствах она составляет всего 1—3 м. Мощность покрывающих пород обратно пропорциональна мощности глин: на гребнях мощность вскрыши не превышает 5—8 м, а в промежутках между ними достигает 40—60 м. В среднем мощность глин 8—12 м, вскрыши 17—26 м.

В кровле продуктивной толщи залегают верхнемеловые морские отложения, а в основании — континентальные пестроцветные образования и беляки нижнего мела. Весь комплекс этих пород развит в зоне распространения известняков каменноугольного возраста и в меньшей степени других образований.

В строении продуктивной толщи принимают участие пески, лигнитовые глины от серого до черного цвета с большим содержанием обуглившихся растительных остатков и белые огнеупорные глины, характеризующиеся довольно однородным гранулометрическим составом. Глины малопластичные, высокоспекающиеся (свыше 1350°), содержат включения пирита, марказита, сферосидерита, ильменита, рутила и др. Среди глин встречаются основные, полуокислые и углистые разновидности. Содержание окислов железа в них 2—3%.

Мезозойскими огнеупорными глинами сложены такие крупные месторождения, как Белкинское, Троицко-Байновское и Первомайское, запасы по которым приведены в табл. 51.

Белкинское месторождение расположено в 18 км на северо-запад от ст. Красный Железник Свердловской ж. д. Оно известно с 1890 г., но детально разведано после 1930 г.

Продуктивная нижнемеловая толща представлена огнеупорными глинами с прослоями пятнистых, пятнистых железистых и лигнитовых глин, а также линзами глинистого песка и лигнита. Она подстилается кварцевыми грубозернистыми песками мощностью 5 м. Мощность вскрыши, представленной песчанистыми глинами и глауконитовыми песками, равна 10 м, местами достигая 30—65 м.

Глины продуктивной толщи образуют пластообразную залежь мощностью от 0,5 до 20 м, участками разделенную песками на 2—3 пласта.

Выделяются две основные разновидности глин: 1) глины светлые, от белых до светло-серых с желтыми и коричневыми оттенками и 2) глины темно-серые, желтовато-серые, с углистыми включениями.

Гранулометрический состав глин всех разновидностей практически одинаков и характеризуется содержанием глинистых частиц раз-



мером менее 0,06 мм от 79 до 99,83%. Минеральный состав характеризуется преобладанием тонкоchешуйчатого каолинита в основной массе глинистого вещества. В виде примеси присутствуют мусковит, биотит и растительные остатки. Песчаные и пылеватые фракции представлены главным образом зернами кварца и полевого шпата. В тяжелой фракции встречаются сидерит, марказит, ильменит, циркон, гранат, апатит и роговая обманка.

Химический состав глин изменчив. Содержание  $Al_2O_3$  колеблется от 17,34 до 37,8%, FeO от 1,36 до 4,37%,  $SiO_2$  от 45,38 до 62,84%, п. п. от 9,18 до 17,56%. Содержание CaO и MgO не превышает 1—1,5%, а

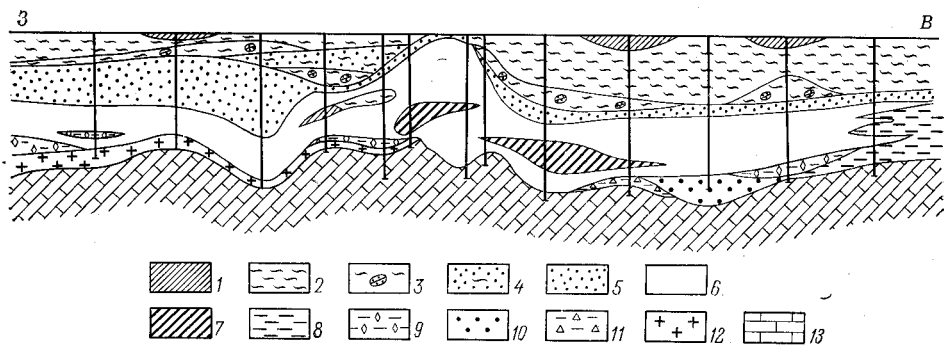


Рис. 145. Геологический разрез Троицко-Байновского месторождения огнеупорных глин. Поддневская залежь. По М. А. Климову

1 — суглинки и глины бурые и красно-бурые; 2 — глины буровато-желтые, серые, песчаные, иногда с галькой; 3 — глины буровато-желтые с обломками опокового песчаника; 4 — пески серые и желтовато-серые, кварцевые, глинистые; 5 — пески глауконит-кварцевые, темно-зеленые и кварцевые; 6 — глины огнеупорные; 7 — глины серые, сильно песчаные; 8 — углистые глины с лигнитом; 9 — глины красные и сургучно-красные пластичные; 10 — глины серые пластичные с большим количеством пирита и марказита; 11 — пески кварцевые, серые; 12 — глины серые, песчаные, с обломками известняка и сидерита; 13 — залежи сидерита; 14 — известняки

$Na_2O + K_2O$  — не более 1,0%. Огнеупорность 1670—1750°С, температура спекания 1350—1450°С. Цвет черепка белый, желтый, коричневый, часто с мушкой и выплавками.

Месторождение эксплуатируется с 1933 г. В 1971 г. добыто 210 тыс. т. Глины используются для производства огнеупорных изделий Серовским и другими металлургическими заводами Урала.

Троицко-Байновское месторождение является одним из крупнейших на Урале. Оно расположено в 8—18 км на юг от ст. Богданович Свердловской ж. д., на площади около 75 км<sup>2</sup>.

Месторождение приурочено к нижнемеловым континентальным образованиям. Песчано-глинистая толща, включающая огнеупорные глины, залегает на беликах или известняках нижнего карбона. В кровле залегают верхнемеловые глауконитовые пески и третичные песчано-глинистые отложения и опоки. В результате карстовых явлений мезозойские образования в значительной степени дислоцированы, а залежи огнеупорных глин характеризуются сложной морфологией. Глины выступают в виде гребней, различно ориентированных и непостоянных по величине. Длина их колеблется от 50 до 1500 м, а ширина — от 2 до 30 м. Мощность продуктивной толщи изменяется от 1—3 м в пережимах до 40—50 м в раздувах. Глубина залегания колеблется от 5 до 30—60 м (рис. 145).

Основная масса глин состоит из каолинита с некоторой примесью слюды. Присутствуют бесцветные зерна кварца, серицита, хлорита, а

также пирит, марказит, сферосидерит, рутил, ильменит и другие минералы. По составу и физическим свойствам выделяются три разновидности глин: пластичные (основные), песчанистые (полуокислые) и углистые.

Химический состав глин (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  42,1—73,6;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  24,8—44,2;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,5—5,4.

Среди огнеупорных глин имеются высокоглиноземистые разновидности, содержащие минерал гиббсит. Содержание в этих глинах  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  в прокаленном состоянии достигает 50—72%.

Глины Троицко-Байновского месторождения характеризуются низкими связующими свойствами и малой пластичностью. Температура спекания их 1300—1450°С, а огнеупорность 1670—1765°С. По качеству они пригодны для изготовления различных видов огнеупорных изделий. Месторождение эксплуатируется с 1930 г., в 1971 г. добыто 681 тыс. т.

Другие месторождения мезозойских огнеупорных глин: Курьинское, расположенное в 5 км к юго-востоку от г. Сухой Лог, и Первомайское, расположенное в 1,5 км к востоку от разъезда № 1 Южно-Уральской ж. д., локализируются в аналогичных геологических условиях и представлены глинами, близкими по составу к троицко-байновским. Особенно крупными запасами обладает Первомайское месторождение (см. табл. 54).

II тип — месторождения третичных огнеупорных глин каолинит-монотермитового состава связаны с континентальными отложениями наурзумской свиты верхнего олигоцена и распространены главным образом на восточном склоне Южного Урала. Залегают они в виде пластобразных тел мощностью от 0,5 до 7,0 м. Подстилаются обычно кварцевыми песками и покрываются четвертичными отложениями. Верхнеолигоценые белые глины характеризуются тонкодисперсным сложением и наличием в своем составе каолинита и монотермита. Химический состав в зависимости от примесей кварца изменяется в широких пределах. В технологическом отношении третичные огнеупорные глины восточного склона Урала характеризуются относительно невысокой огнеупорностью, но обладают ценным качеством — низкой спекаемостью. Среди них выделяются как основные, так и полуокислые глины, преобладают первые. Недостатком третичных глин является повышенное содержание в них окислов железа (до 3—4%).

Огнеупорные глины на западном склоне Урала и в Приуралье имеют небольшое распространение и приурочены к карстовым воронкам и депрессиям, выполненным континентальными отложениями. Они характеризуются невыдержанностью состава и свойств, сложными условиями залегания и мелкими размерами рудных тел. По минеральному составу глины существенно каолинитовые, но встречаются и монотермитовые разновидности. Преобладают глины средней огнеупорности (огнеупорность 1650—1680°С) или тугоплавкие. Содержание глинозема в них менее или около 30%. Они засорены органическим веществом и пиритом; часто сильно запесоченные. Достоинством этих глин является то, что часть из них обладает низкой спекаемостью и дает беложгущий черепок.

Наиболее крупными месторождениями каолинит-монотермитового типа являются Нижне-Увельское, Бускульское и Берлинское. Числящиеся по ним запасы глин приведены в табл. 51.

Нижне-Увельское месторождение огнеупорных глин, расположенное в 40 км севернее г. Троицка, известно с 1890 г. Начиная с 1930 г. оно периодически разведывалось и к настоящему времени изучено на большой площади.

Огнеупорные глины относятся к наурзумской свите верхнего олигоцена и залегают на размывтой поверхности мелкозернистых кварцевых песков. Продуктивная толща покрыта четвертичными бурыми глинами, суглинками, песками, мощность которых изменяется от 0,6 до 6,5 м, составляя в среднем 3 м.

Существенную роль в минеральном составе глин играет каолинит и меньшую — монотермит. Качество сырья понижают примеси кварца, пирита, лимонита, обломков известняка, гипса и органических остатков. Глины тонкодисперсные. Фракция мельче 0,005 мм составляет 69—86%, а крупнее 0,1 мм — 1,0—3,8%.

Химический состав (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  47,1—71,6;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  19,0—41,2;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,7—6,0;  $\text{CaO}$  0,17—0,89;  $\text{MgO}$  0,12—1,3;  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  0,8—1,1; п. п. п. 5,5—13,0.

По содержанию глинозема глины делятся на основные и полукислые, преобладают первые. Полукислые глины залегают обычно либо в кровле, либо в почве пласта. Огнеупорность преобладающего количества глин выше  $1670^\circ\text{C}$ , а температура спекания  $1250^\circ\text{C}$ .

Глины Нижне-Увельского месторождения находят широкое применение в производстве огнеупоров. Технологическими испытаниями установлена также их пригодность для изготовления канализационных труб, кислотоупоров и плиток для полов. Месторождение эксплуатируется с 1930 г., в 1971 г. добыто 853 тыс. т.

Бускульское месторождение расположено в 12 км к северо-западу от ст. Бускуль Южно-Уральской ж. д. Оно состоит из двух участков: Центрального и Пристанционного, первый из них разрабатывается с 1937 г.

Огнеупорные глины приурочены к олигоценым отложениям, несогласно залегающим на опоковой толще эоцена. Породами кровли являются четвертичные суглинки мощностью от 0,7 до 4,0 м.

Огнеупорные глины залегают в виде линзообразных тел мощностью до 3 м. Лучшими по качеству являются светло-серые пластичные глины, слагающие нижнюю часть толщи. Выше по разрезу они постепенно переходят в окрашенные пластичные разности. Продуктивная толща местами прорывается на всю мощность цветными глинами, как правило образующими локализованные глубокие карманы.

Глины Бускульского месторождения смешанного каолинит-монотермитового состава. Наиболее распространены глины с содержанием  $\text{SiO}_2$  51—55%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  27—31%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2,2—3,5%;  $\text{CaO}$  до 0,5%;  $\text{MgO}$  0,6—1,0%;  $\text{TiO}_2$  1,1—1,3%;  $\text{K}_2\text{O}$  0,4—1,0%;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,2—0,4%;  $\text{SO}_3$  0,2—0,5%; п. п. п. 9—12%.

Характерной особенностью глин является повышенное содержание окислов железа и магния и сравнительно высокое содержание щелочей. Глины характеризуются высокими связующими свойствами и пластичностью. Огнеупорность их от  $1650$  до  $1720^\circ\text{C}$ , а температура спекания от  $1100$  до  $1250^\circ\text{C}$ .

Глины месторождения пригодны для производства огнеупорных изделий и изделий строительной керамики. В 1971 г. на месторождении добыто 189 тыс. т.

Берлинское месторождение расположено в 40 км к юго-западу от г. Троицка. Огнеупорные глины приурочены к верхам олигоценовой толщи и представлены одним хорошо выраженным пластом, прослеживаемым на площади  $6 \times 8$  км. Мощность пласта от 0,45 до 9,8 м, в среднем 5 м. Мощность вскрыши от 0,4 до 8,2 м. Глины в верхней части разреза желтые, местами запесоченные, в нижней — светло-серые и темно-серые (рис. 146).

Основной частью минерального состава глин является каолинит, содержание которого равно 80—90%. В виде примеси встречаются кварц, полевой шпат, кальцит, магнетит и другие минералы. Реже встречаются глины, содержащие монотермит и гидрослюда. Химический состав глин следующий (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  48,5—57,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$  26,2—34,0;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,5—6,0 (преобладает 2,5—3,5); п. п. п. 9,0—12,0. По содержанию глинозема глины делятся на основные и полукислые, преобладают первые. Огнеупорность основных глин 1670—1740°С, температура спекания 1250°С. Другие особенности глин: тонкодисперсность, высокая пластичность и связующая способность. Глины пригодны для изготовления различных видов огнеупорных изделий, применяемых в металлургии.

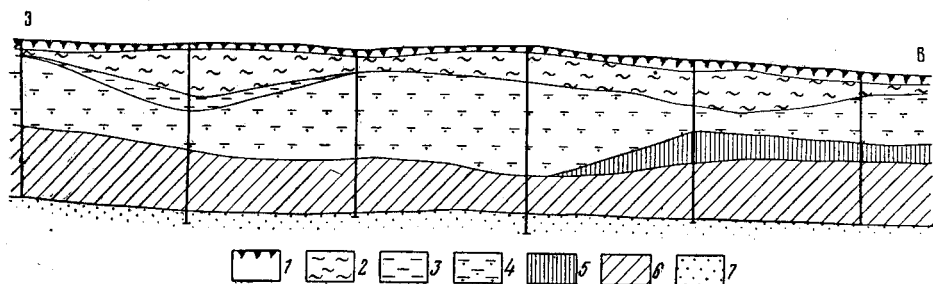


Рис. 146. Геологический разрез Берлинского месторождения огнеупорных глин.  
По Ю. Н. Дзюбенко

1 — растительный слой; 2 — суглинки; 3 — глины желтые и серые; 4 — глины песчаные; 5 — глины желтые, жирные, ожелезненные; 6 — глины светло-серые, основные; 7 — пески кварцевые мелкозернистые

В 1971 г. добыто 211 тыс. т. Горнотехнические условия его разработки благоприятные.

Из других месторождений третичных огнеупорных глин наиболее крупным является Сединское месторождение в Пермской области, являющееся единственным в области месторождением с промышленными запасами 4,1 млн. т, но также невысокого качества.

На Урале имеется крупная сырьевая база огнеупорного и каолинового сырья, позволяющая полностью удовлетворить потребности местной промышленности и вывозить в больших количествах это сырье за пределы Урала. Недостаток ощущается лишь в бележгущихся низкоспекающихся высокопластичных огнеупорных глинах, которые на Урале имеют ограниченное распространение. Потребность в них обеспечивается главным образом за счет привоза из других районов Советского Союза.

Перспективными для увеличения запасов огнеупорных глин являются районы развития нижнемеловых (мысовская и синарская свиты) и верхнеолигоценых (наурзумская свита) континентальных отложений на восточном склоне Урала и Зауралья.

Дальнейшие работы на каолины должны быть направлены на изучение древних кор выветривания гранитоидов, которые получили широкое распространение в пределах Челябинской, Кочкарской, Джабык-Карагайской и других интрузий восточного склона Урала.

## ПРОЧЕЕ ГОРНОРУДНОЕ СЫРЬЕ

### КИАНИТ

Известные на Урале месторождения и рудопроявления кианита, а также других минералов высокоглиноземистой группы относятся к метаморфогенным образованиям.

Среди них различают месторождения, связанные с региональным и контактовым метаморфизмом осадочных пород.

**Месторождения, связанные с региональным метаморфизмом,** приурочены к выходам наиболее древних протерозойских и нижнепалеозойских толщ Урала, получивших развитие в структурно-фациальных зонах Центрально-Уральского и Восточно-Уральского поднятий. Оруденение связано с глубокометаморфизованными породами — кристаллическими сланцами и гнейсами, выступающими в ядрах антиклинальных структур. Месторождения этого типа известны в Уфалейско-Златоустовском и Сысертско-Кыштымском районах.

В Уфалейско-Златоустовском районе кианитовая минерализация встречается в гранат-ставролитовых, гранат-слюдяных и силлиманит-слюдяных сланцах и в кварцитах таганайской, уреньгинской и уфалейской свит верхнего протерозоя, участвующих в строении Уралтауского антиклинория. Силлиманитовая минерализация встречается в гранат-биотитовых гнейсах тараташской свиты нижнего протерозоя (содержание силлиманита до 5—8%).

Карабашское месторождение, расположенное в 6 км к западу от г. Карабаша, является наиболее изученным месторождением Уфалейско-Златоустовского района. Кианитовые руды связаны с мусковит-кварцевыми сланцами уфалейского гнейсового комплекса. Рудные тела имеют форму линз мощностью до 15—20 м и протяженностью до нескольких сотен метров. Содержание кианита в руде от 1 до 40%, в среднем 17,4%. Запасы кианита 13 тыс. т. на балансе не числятся, месторождение не эксплуатируется.

В Сысертско-Кыштымском районе кианитсодержащими породами являются слюдяные и гранат-слюдяные гнейсы и сланцы сысертского и вишневогорско-ильменогорского метаморфических комплексов, приуроченных к крупным антиклинальным структурам. Среди гнейсов местами встречается силлиманитовая минерализация.

Кианитовые гнейсы и сланцы залегают в виде пласто- и линзообразной формы тел мощностью до нескольких десятков метров и длиной до 1,5 км и более. Содержание кианита в рудах Черкаскульского рудопроявления, приуроченного к шумихинскому гнейсовому комплексу, колеблется в широких пределах и составляет от 3 до 23%. Всего в районе насчитывается 12 рудопроявлений, но все они почти совершенно не изучены.

**Месторождения, связанные с контактовым метаморфизмом,** локализируются среди метаморфических толщ лландовера и нижнего карбона и приурочены к экзоконтактовым зонам позднепалеозойских гранитных интрузий. Размещены они главным образом в пределах Восточно-Уральского поднятия. Рудоносными являются слюдяные сланцы и кварциты. Встречаются кианитовые, андалузитовые, а также силлиманитовые руды. Содержание высокоглиноземистых минералов в рудах колеблется от долей до нескольких десятков процентов.

Наибольшее число месторождений и рудопроявлений концентрируется в зоне экзоконтакта Мурзинской и Шиловско-Коневской гранитных интрузий. Здесь насчитывается восемь месторождений, из которых наиболее изученным является Абрамовское, расположенное в 15 км



юго-восточнее г. Сысерти. Руды, представленные кианитовыми кварцитами, образуют восемь линзовидных тел, разобщенных кварц-серицитовыми сланцами. Длина рудных тел от 70 до 260 м, мощность от 10 до 50 м. Содержание кианита 20—40%. Руды обогащаются. Их запасы 2,1 млн. т при среднем содержании кианита в руде 30% на балансе не числятся.

Вторым районом, представляющим значительный интерес, является район Кочкарской гранитной интрузии, с которой связаны Борисовское, Светлинское и Михайловское месторождения, залегающие, как и предыдущие, в кварц-серицитовых сланцах и кварцитах лландовера. Наиболее изученным здесь является Борисовское месторождение, расположенное в 18 км от г. Пласт. Кианитсодержащие породы прослеживаются по простиранию на 40—100 м, мощность их 20—25 м. Состоят они из кварца, серицита, ильменита, магнетита и других минералов. Содержание кианита в руде от 1 до 40%, в среднем 8,5%. Руды хорошо обогащаются. Запасы кианита 109 тыс. т сняты с учета.

Рудопроявления кианита и других минералов этой группы также известны в районе Джабык-Карагайской и Суундукской гранитных интрузий, где они локализируются среди углистых сланцев и роговиков метаморфических толщ нижнего карбона.

Как следует из изложенного, на Урале пока не найдено крупных месторождений кианита, а также андалузита и силлиманита, пригодных для массовой добычи, поэтому известные и частично разведанные месторождения не разрабатываются. Перспективы для выявления новых, более крупных месторождений имеются.

## АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### *Гранаты*

Гранаты широко распространены на Урале, но несмотря на это изучены очень слабо. Более или менее значительные работы по выявлению и разведке месторождений граната как абразивного сырья были проведены партиями ВИМСа в 1928—1929 гг. После этого специальных работ не проводилось. В настоящее время на Урале имеется 32 учтенных месторождения и проявления граната, которые в основном представлены четырьмя типами.

**Месторождения, связанные с метаморфизмом осадочных пород.** К этому типу относятся наиболее крупные и практически ценные месторождения. Они приурочены к метаморфическим сланцам и гнейсам протерозоя и нижнего палеозоя, широко распространенным в Центрально-Уральской и Восточно-Уральской структурно-фациальных зонах. Гранат содержится главным образом в слюдяных сланцах и гнейсах, местами непрерывно прослеживающихся по простиранию на несколько километров при мощности от нескольких до сотен метров. Содержание граната в породе преимущественно 5—10%, местами 20—30% и более. Гранат представлен альмандином.

Иссылское месторождение является наиболее крупным и наиболее изученным месторождением этого типа. Оно расположено в 28 км к северо-востоку от г. Златоуста и представлено несколькими пластами слюдяно-ставролитовых и слюдяных сланцев, содержащих гранат. Наиболее крупный пласт имеет мощность до 55 м и прослежен по простиранию на 400 м. Среднее содержание граната в сланцах 20%. Руды обогащаются — содержание граната в концентрате до 90%, при извлечении 58—60%.

Запасы граната по категориям  $A+B+C_1$  составляют 64 тыс. т и по категории  $C_2$  — 33 тыс. т.

К другим подобным месторождениям относятся Большой Лог, Малый Таганай, Маукское и др., всего 10 месторождений, размещенных в Уфалейско-Златоустовском и Сысертско-Кыштымском районах.

**Месторождения, связанные с метаморфизмом основных и ультраосновных пород.** Почти все месторождения этого типа расположены в экзоконтактовой зоне Сысертской позднепалеозойской гранитной интрузии и приурочены к метаморфическим породам основного и ультраосновного состава сысертской карбонатно-сланцевой свиты силурийского возраста. Гранат содержится в хлоритовых, роговообманково-хлоритовых и роговообманково-биотитовых породах, залегающих в виде пластообразных, линзовидных и неправильных тел. Иногда встречаются жилы, состоящие из граната, хлорита и биотита.

Глубочинское месторождение является одним из наиболее крупных месторождений этого типа. Оно находится в 12 км к югу от г. Сысерти и представлено двумя залежами роговообманково-хлоритовых пород, содержащих гранат. Длина залежей 10—15 м, а мощность 3—4 м. Гранат в виде хорошо образованных кристаллов образует густую вкрапленность в породе. Содержание его составляет около 40%. Гранат представлен альмандином (77,1%), пиропом (12,3%), гроссуляром (5,6%), андрадитом (1,8%), спессартином (2,0%).

Запасы граната, подсчитанные до глубины 3 м, составляют 200 т, на баланс не числятся.

К этому типу относится также Осиновское месторождение с запасами граната 400 т, расположенное в 6 км к востоку от 77-го разъезда Южно-Уральской ж. д., и целый ряд других рудопроявлений.

**Месторождения гранатов контактового типа** связаны с железорудными и меднорудными месторождениями контактово-метасоматического типа (горы Высокая, Благодать, Магнитная и др.). Содержание граната в скарнах колеблется в широких пределах. Нередко встречаются скарны, состоящие в основном из граната. Гранаты представляют главным образом гроссуляром и андрадитом, абразивные свойства которых значительно ниже свойств альмандина. Поэтому они не находят применения в промышленности.

**Россыпные месторождения.** Гранаты широко распространены в рыхлых отложениях Урала, но, как правило, в незначительных концентрациях. Из известных проявлений может представлять интерес только россыпь у оз. Иткуль, которая представлена слоем песка мощностью до 1,5 м, прослеживающаяся на 9 км. Содержание граната местами достигает 60—75%.

Таким образом, наибольшее значение для получения абразивного граната имеют месторождения, связанные с метаморфизмом осадочных пород. Перспективными для выявления новых месторождений являются древние толщи наиболее высоких для Урала ступеней метаморфизма.

### *Корунд*

Первые указания о наличии на Урале корундовых месторождений относятся к 1823 г. Систематическое изучение и разведка месторождений корунда начались с 1922 г. и продолжались до 1933 г. Работы были сконцентрированы в Кыштымском и Каслинском районах, в которых расположены наиболее перспективные месторождения Урала.

К этому же периоду относится интенсивная их разработка. В течение 1933—1941 гг. велись только поиски месторождений корунда, не давшие положительных результатов. Позднее, работами 1944—1946 гг., было разведано Синарское месторождение. В настоящее время насчитывается более 20 месторождений и проявлений корунда. Почти все они размещены в пределах вишневогорско-ильменогорского гнейсового комплекса. Месторождения представлены двумя типами.

**Месторождения корундовых сиенитов и сиенит-пегматитов** тесно связаны со щелочными породами, среди которых они залегают в форме линзообразных шлиров и даек. Некоторые дайки встречаются среди гранито-гнейсов, но всегда вблизи контактов со щелочными сиенитами.

Наиболее крупная группа жил Потаниных и Вишневых гор расположена на горе Никольской, в 12 км к северу от г. Кыштыма. Жилы сиенит-пегматита имеют мощность от 0,1 до 1,5 м. Содержание корунда неравномерное — от 2 до 18%.

Месторождения, характеризующиеся небольшими размерами и низким содержанием корунда, известны также в 25 км к югу от ст. Кыштым, где они приурочены главным образом к южной части массива щелочных пород.

В Ильменских горах известно около 10 месторождений. Жилы залегают согласно среди щелочных роговообманковых, реже эгирин-авгитовых и биотитовых сиенитов и гранито-гнейсов. Размеры жил колеблются от 2 до 30 м в длину, от 2 см до 3 м по мощности, прослеживаются жилы на глубину 8—10 м. Они представлены грубозернистым агрегатом полевых шпатов с крупными кристаллами корунда, достигающими по длинной оси 40 см.

**Месторождения корундовых плагиоклазитов и марундитов** приурочены к ультраосновным породам, среди которых они залегают в форме неправильных жил и гнезд вблизи массивов Вишневых и Потаниных гор. Месторождения этого типа пользуются известностью и ранее разрабатывались. Из них наиболее изученные и крупные — Борзовское и Синарское.

Борзовское месторождение находится в 12 км к северу от ст. Кыштым. На месторождении было выявлено 19 жил, приуроченных к эндоконтактной зоне ультраосновных пород, залегающих среди биотитовых гранито-гнейсов. Длина жил колеблется от 15 до 70 м, а мощность от 0,1 до 0,5 м, изредка достигая 1—3 м. На глубину они обычно прослеживаются до 8—12 м и редко до 30—40 м. Содержание корунда от 10 до 95%. Порода, слагающая жилы, получила в петрографии особые названия: «кыштымит» (И. А. Морозевич, 1897 г.), «борзовитовая порода» (Карпинский, 1874). Высоким содержанием корунда отличаются жилы с более основными разностями плагиоклаза. Месторождение с перерывами эксплуатировалось до конца 1939 г. и в настоящее время находится на консервации с запасами руды 29 тыс. т и корунда в ней 1,1 тыс. т (месторождение из баланса запасов исключено).

Синарское месторождение находится около оз. Синара. Оно приурочено к массиву сильно измененного серпентинита и представлено несколькими залежами, состоящими из крупных кристаллов корунда, плагиоклаза, биотита, вермикулита и роговой обманки. Длина залежей по простиранию от 10 до 45 м, мощность от 1,0 до 10,2 м. Прослеживаются они на глубину до 9 м. Содержание корунда в породе изменяется от 5 до 50%. Одна жила нацело сложена грубозернистой вермикулит-корундовой породой, содержащей кристаллы корунда длиной до 50 см. Месторождение разведано слабо. Запасы корунда (1,4 тыс. т) из баланса запасов исключены.

Из приведенного краткого обзора видно, что известные на Урале месторождения корунда промышленного значения не имеют: одни к настоящему времени выработаны, другие имеют малые размеры и низкое содержание в них корунда.

Перспективными для постановки поисковых работ являются площади развития древних метаморфических пород черновской свиты (нижний палеозой), содержащей многочисленные мелкие тела ультрабазитов. В частности, может быть рекомендован для проведения работ район к северу от оз. Синара, где прослеживается комплекс пород, аналогичный комплексу пород района Борзовского месторождения.

### *Наждак*

Известные на Урале месторождения наждака относятся к типу хлоритовидных и маргаритовых наждаков. Они расположены в Сысертско-Кыштымском рудоносном районе и залегают среди мраморизованных известняков сысертского и прииртяшского метаморфических комплексов.

Месторождения характеризуются довольно крупными размерами и сравнительно низким содержанием корунда. К настоящему времени месторождения с поверхности выработаны, разработка прекращена из-за обводненности глубоких горизонтов.

Прииртяшская группа месторождений расположена в 14—22 км к северо-западу от г. Кыштыма. В ее состав входят Теченское, Кызылташское, I и II Иртяшские месторождения, приуроченные к прииртяшской серии нижнесилурийских метаморфических пород, сложенной мраморизованными известняками, оттрелитовыми и кремнистыми сланцами, кварцитами и порфиритами.

Каждое из перечисленных месторождений представляет группу отдельных залежей длиной от 5 до 100 м и мощностью от нескольких метров до 30 м. Некоторые залежи прослежены на глубину до 70 м без признаков выклинивания, в то время как другие выклиниваются в нескольких метрах от поверхности. Залежи сложены хлоритовидными и маргаритовыми наждаками. Содержание корунда в них от 5 до 65%, обычно 20—40%. В настоящее время многие рудные залежи выработаны до уровня грунтовых вод.

Запасы по Иртяшской группе месторождений составляют по категориям В+С<sub>1</sub> 123,4 тыс. т, из них на балансе числится по состоянию на 1/1 1972 г. 71 тыс. т (Кызылташское месторождение).

Полдневское месторождение, находящееся в 1,5 км к северо-востоку от ст. Полдневой, и Кособродское, расположенное в 4 км к югу от ст. Мраморская Южно-Уральской ж. д., также приурочены к мраморам и в отношении условий залегания и вещественного состава аналогичны Прииртяшским месторождениям. Мраморные толщи, содержащие залежи наждака, прослеживаются на протяжении десятков километров и входят в состав сысертской карбонатно-сланцевой свиты нижнего силура. Запасы Полдневского месторождения, составляющие 25 тыс. т по категории С<sub>2</sub>, исключены из баланса запасов в 1971 г.

Увеличение запасов наждака на Урале возможно за счет доразведки известных, а также выявления новых месторождений на площадях распространения лландоверийских мраморных толщ сысертской карбонатно-сланцевой свиты и прииртяшского метаморфического комплекса.

## КВАРЦИТЫ

Изучение кварцитов на Урале впервые было начато в начале 30-х годов в связи с проектированием и строительством предприятий по выработке динасовых изделий. В то время, а также и в последующие годы было выявлено и разведано с разной степенью детальности 16 месторождений кварцитов, из которых четыре месторождения разрабатываются. Все разведанные и эксплуатирующиеся месторождения расположены на территории Свердловской и Челябинской областей. В Пермской области балансом запасов учтено только одно неразведанное месторождение — Вижайский Камень (8 млн. т по категории С<sub>2</sub>).

По своему образованию месторождения кварцитов подразделяются на две группы.

**Месторождения, связанные с метаморфизмом осадочных пород,** широко представлены в докембрийских и нижнепалеозойских метаморфических толщах осевой части Урала и на его восточном склоне. В центральной части Урала кварциты распространены в Бакальском, Златоустовском, Висимском и в ряде других районов Центрально-Уральского поднятия, где они образуют мощные толщи, прослеживающиеся на значительные расстояния. Кварцитами сложены значительные части зигальгинской, зильмердакской, уреньгинской, таганайской и висимской свит верхнепротерозойско-кембрийского структурного этажа. Кварциты развиты и среди более молодых метаморфических толщ (шайтанская свита ордовика и др.). Ко всем упомянутым свитам приурочены промышленные месторождения кварцитов, часть из которых разрабатывается (Гора Караульная, Гора Паленая, Рудничное).

На восточном склоне Урала метаморфогенные месторождения кварцитов связаны с нижнепалеозойскими метаморфическими толщами и распространены в пределах Восточно-Уральского поднятия.

Наиболее характерными представителями месторождений первой группы являются месторождения горы Караульной, Бобровское и Рудничное.

Месторождение Гора Караульная расположено в 3 км на юг от ст. Подволошная Свердловской ж. д. Кварциты образуют линзообразную залежь, согласную с вмещающими ее метаморфическими сланцами шайтанской свиты ордовика и вытянутую в северо-восточном направлении. Она имеет длину 1700 м и ширину в центральной части 200—220 м. Кварциты характеризуются высоким качеством; содержание в них SiO<sub>2</sub> — 98%. Они относятся к трудноперерождающемуся кварцевому сырью и пригодны для изготовления динаса 1-го класса (мартеновский, коксовый и электродинас).

Месторождение детально разведано и запасы его на 1/І 1972 г. составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 17,7 млн. т.

На базе месторождения работает Первоуральский динасовый завод. Кварциты используются также в качестве флюса на Среднеуральском и других медеплавильных заводах. В 1971 г. было добыто 885 тыс. т кварцита.

Бобровское месторождение расположено в 12 км на юг от г. Троицка по р. Уй. Кварциты приурочены к метаморфическим сланцам нижнего палеозоя. Простираение пород меридиональное, падение на запад под углом 25—30°.

Кварциты относятся к медленно перерождающимся и в целом аналогичны кварцитам месторождения Горы Караульной. В них содержится (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 94,52—99,23; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub> 0,58—2,93; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,06—0,79.



Левобережный участок месторождения эксплуатируется для строительных целей, запасы его на 1/1 1972 г. составляют по категории С<sub>1</sub> 11,2 млн. т. Правобережный участок эксплуатируется Магнитогорским металлургическим комбинатом.

Рудничное месторождение расположено на восток от ст. Бакал. Кварциты относятся к зигазинской свите верхнего протерозоя. По геологоразведочным работам 1954 г. мощность кварцитов 80 м, а содержание в них SiO<sub>2</sub> 96,93%. Сырье используется для получения ферросплавов, запасы кварцитов на 1/1 1972 г. составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 770 тыс. т. Добыча кварцитов в 1971 г. составила 334 тыс. т.

**Месторождения, образовавшиеся за счет окремнения известняков**, известны на восточном склоне Урала, где они преимущественно располагаются среди нижнекаменноугольных известняков. Кварциты этого типа характеризуются сравнительно небольшими размерами и часто невыдержанным составом.

Наиболее характерными представителями группы являются Коптеловское и Смолинское месторождения.

Коптеловское месторождение находится в 9 км к северо-востоку от ст. Самоцвет Свердловской ж. д. Кварциты переслаиваются с известняками нижнего карбона. Содержание SiO<sub>2</sub> 95,78%. Кварциты пригодны для производства динаса. Месторождение разрабатывалось Алапаевским металлургическим заводом.

Смолинское месторождение расположено в 5 км от Челябинска, на западном берегу оз. Смолино. Кварцитовые залежи залегают среди нижнекаменноугольных известняков. Содержание SiO<sub>2</sub> 70,8—98,93%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,29—8,19% и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,12—3,27%. Кварциты могут быть использованы при производстве динаса только в качестве добавки в количестве 40—50% к кристаллическим кварцитам, так как они легко перерождаются в тридимит.

## ПЕГМАТИТЫ

До последнего времени уральские керамические заводы не были обеспечены местным полевошпатовым сырьем. В настоящее время положение изменилось, и ввоз этого сырья на Урал из Карелии и с Украины почти полностью прекращен. Это явилось следствием положительных результатов геологоразведочных работ последних лет, которые привели к выявлению в Свердловской области группы месторождений пегматитов (Северная Мыльница, Тысячница и Алабашское) и месторождений лейкократовых пегматоидных гранитов (Режик и Ватиха). На базе этих месторождений намечается построить помольно-обогательную фабрику, а пока полевошпатовое сырье, добываемое на месторождении Северная Мыльница, используется керамическими заводами без предварительной обработки (не считая ручной сортировки).

По образованию и минеральному составу керамические пегматиты подразделяются на пегматиты гранитные, сиенитовые и нефелиновые.

**Гранитные пегматиты** преимущественно связаны с позднепалеозойскими гранитными интрузиями, широко развитыми на восточном склоне Урала в пределах Восточно-Уральского поднятия. Они образуют крупные пегматитовые поля в эндо- и экзоконтактных зонах Мурзинской, Сысертской, Уфалейской, Ильменогорской, Джабык-Карагайской и других гранитных интрузий. Их пространственное размещение контролируется выходами гнейсов и гранитов.

По составу уральские гранитные пегматиты являются кали-натровыми при самых различных соотношениях калия и натрия.

Месторождение Северная Мыльница, расположенное в 10 км к западу от ст. Луковка Алапаевской узкоколейной ж. д., является наиболее характерным представителем гранитных пегматитов. Оно относится к Алабашскому пегматитовому полю западной экзоконтактовой зоны Мурзинской гранитной интрузии.

Месторождение представлено пегматитовой жилой мощностью 1,5—8,5 м, прослеживающейся по простиранию на 625 м. Простирание жилы северо-западное, падение на северо-восток под углом 65—70°. Пегматиты графической и пегматоидной структуры. Минеральный состав (в %): полевой шпат 65—70, кварц 25—30, биотит 1—5 и незначительное количество других минералов. Полевой шпат представлен в основном ортоклазом и микроклином. В пегматите содержится  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,0—5,0% в среднем 0,45%,  $\text{K}_2\text{O}$  7,9—9,0%,  $\text{Na}_2\text{O}$  1,8—2,6%. Пегматиты по содержанию суммы щелочей, окиси кальция и свободного кварца удовлетворяют требованиям ГОСТ 7030—54. Вредные примеси, представленные биотитом и гидроокислами железа, легко удаляются методом электромагнитной сепарации. По результатам, полученным при испытании пегматитов в фарфоровой массе, сырье пригодно для производства электротехнического фарфора и других видов тонкой керамики. Запасы пегматитов на 1/I 1972 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 286 тыс. т. В 1968 г. добыто 14 тыс. т пегматита, в 1969 г. добыча прекращена до решения вопроса о строительстве обогатительной фабрики.

Другими месторождениями этого типа являются месторождения Тысячница (запасы 3104 тыс. т) и Алабашское (запасы 1388 тыс. т), входящие в состав Алабашской группы месторождений.

**Сиенитовые и нефелиновые пегматиты** связаны с позднепалеозойским щелочным комплексом пород и распространены в основном в районе Вишневых и Ильменских гор. Пегматиты кали-натрового состава, загрязнены вредными примесями, такими, как биотит, магнетит, гранат, роговая обманка, ильменит. В качестве полевошпатового сырья пегматиты могут быть использованы после предварительного обогащения электромагнитной сепарацией и флотацией. Разведанных месторождений этого типа нет.

**Лейкократовые пегматоидные граниты**, также являющиеся важным источником полевошпатового сырья, широко представлены во многих гранитных интрузиях восточного склона.

Возможность их промышленного использования в качестве заменителя пегматита и полевого шпата была установлена при изучении аляскитов Мурзинской интрузии. В результате было выявлено и впоследствии разведано месторождение Режик, находящееся в 40 км восточнее г. Свердловска. Аляскиты залегают среди биотитовых гранитов и прослеживаются на протяжении 1,5 км полосой шириной 150—300 м. Местами среди них наблюдаются мелкие пегматитовые жилы мощностью до 10 см.

Средний химический состав аляскитов (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  73,8;  $\text{TiO}_2$  0,09;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  15,2;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,48;  $\text{CaO}$  0,9;  $\text{MgO}$  0,1;  $\text{K}_2\text{O}$  4,1;  $\text{Na}_2\text{O}$  4,3; п. п. п. 0,4. Полузаводские испытания аляскитов показали, что после их обогащения с доведением содержания железа до кондиционного они могут быть использованы в качестве керамического и стекольного сырья. Запасы пегматоидных гранитов составляют: по категориям А+В+С<sub>1</sub> — 2855 тыс. т, по категории С<sub>2</sub> — 3703 тыс. т.

## ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

### МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ

На рассматриваемой территории установлены ископаемые и современные соляные месторождения. Ископаемые соляные месторождения, соленосные отложения, соляные источники и рассолы распространены в Приуралье; современные соляные месторождения — разнообразные минеральные (соляные) озера — широко известны в степных районах Юго-Восточного Зауралья.

### ИСКОПАЕМЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЕЙ

Среднее Приуралье в северной части весьма богато ископаемыми месторождениями минеральных солей, связанных с нижнепермскими соленосными бассейнами, располагающимися в Предуральском прогибе на протяжении от верховьев р. Печоры на севере до р. Сылвы на юге (рис. 147).

Самый северный соленосный бассейн — Верхнепечорский — находится в южной (Курьинской) зоне Верхнепечорской впадины. Этот бассейн вытянут в почти меридиональном направлении и в намечаемых границах охватывает площадь длиной до 125 км при ширине до 50 км. Площадь Верхнепечорского соленосного бассейна почти полностью располагается на территории Коми АССР. Лишь краевая южная часть бассейна (район Чусовского озера в верховьях р. Вишерки) входит в пределы рассматриваемой территории (С. М. Орлянкин, 1941 г.).

Южнее, отделяясь от Верхнепечорской впадины поднятиями Подлюдова Кряжа и Ксенофонтовской гряды, располагается обширная Соликамская впадина, большую часть которой занимает Верхнекамский соленосный бассейн, протягивающийся в меридиональном направлении более чем на 200 км при ширине до 60—75 км. К северу от площади бассейна, составляя по существу его краевую часть, находится относительно приподнятый Колво-Вишерский участок, на котором нижнепермские галогенные отложения почти лишены соленаккопчений.

Продолжение Соликамской впадины к югу составляет обширный структурный элемент Предуральского прогиба, суженная северная часть которого носит название Косьвинско-Чусовской седловины, а южная, расширенная — Сылвинской впадины. В пределах этого структурного элемента располагается Косьвинско-Сылвинский соленосный бассейн, протяжение которого около 175—180 км при ширине 5—20 км.

Общее протяжение Печоро-Камской соленосной зоны в Предуральском прогибе составляет 550—575 км. Расположение в ее пределах указанных соленосных бассейнов подчинено структурному плану прогиба и связано с особенностями развития его тектоники, оправдывая ту закономерность, «что лишь в структурах, располагавшихся в подвижных участках структурно-фациальных зон и обладавших в течение длительного времени устойчивым (конседиментационным — А. И.) прогибанием, возникали в соответствующих климатических условиях обстановки (бассейны), благоприятные для формирования мощных толщ галогенных отложений... особенно соленосных формаций» (Иванов и Левицкий, 1960, стр. 383).

Амплитуды погружения почвы галогенной формации (кровли верхнеартиньских отложений) являются наибольшими как раз на тех участках Печоро-Камской соленосной зоны прогиба, к которым приурочены площади соленосных бассейнов (рис. 148). Так, абсолютные отметки (во всех случаях отрицательные) на площади Верхнепечорского бассейна колеблются от 650—800 м на западном крыле до 1100—

1200 м в осевой части; на Колво-Вишерском участке они составляют 300—350 м (здесь нет соленаккоплений); в пределах более прогнутой площади Верхнекамского бассейна отметки возрастают до 775—850 м и более; в северной части Косьвинско-Чусовской седловины отметки снижаются до 350—400 м, а в Сылвинско-Чусовской более прогнутой части бассейна — до 500—750 м (Иванов, 1965).

Со структурными условиями отдельных участков рассматриваемой соленосной зоны и с расположением их по отношению к Русской платформе и Уральской складчатой области тесно связаны мощности галогенных и вмещающих их отложений, особенности их стратиграфических разрезов, вещественного состава и фациальных условий.

Галогенез, сопровождавший осадконакопление на пространствах Печоро-Камской соленосной зоны, слабые проявления которого отмечаются уже в конце артинского века, развивался интенсивно в течение всего кунгурского века и продолжался в соликамское время уфимского века, но накопление собственно соленосных осадков и формирование соляных месторождений и залежей было приурочено к нескольким этапам, различающимся между собой развитием как во времени, так и в пространстве. При этом, как показывает сопоставление стратиграфических разрезов нижнепермских бассейнов (рис. 149), ряд этапов характеризуется устойчивым соленаккоплением на значительных пространствах.

Наиболее ранний этап соленакпления связан со временем формирования ледяно-пещерской пачки иренского горизонта кунгурского яруса. Намечается обширная территория распространения соляных залежей этого времени, которая охватывает зону шириной 15—20 км, протягивающуюся от р. Сылвы до р. Косьвы на площади Косьвинско-Сылвинского бассейна; далее к северу соляные залежи этого времени прослеживаются на значительной части площади Верхнекамского бассейна (см. рис. 147).

Особенности разреза и состава соленосной ледяно-пещерской пачки установлены на южном участке Кось-

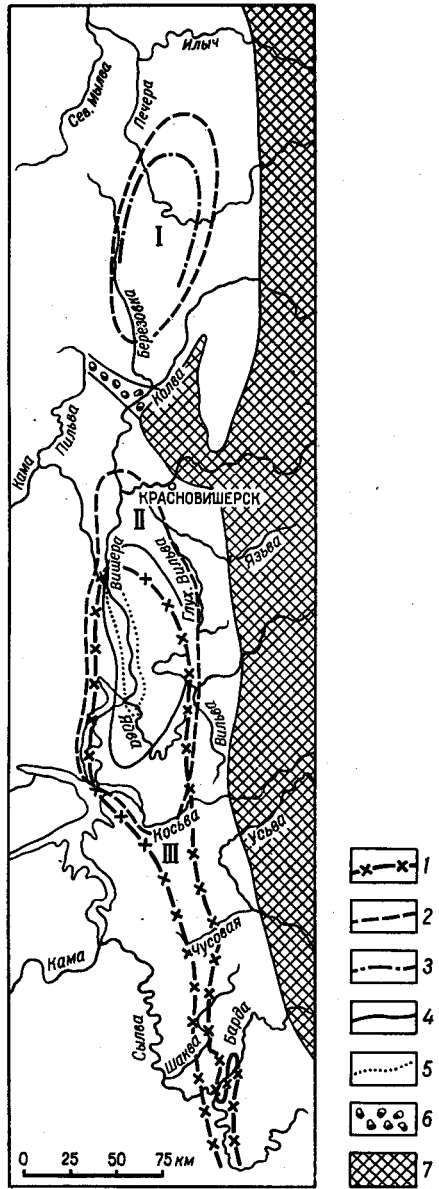


Рис. 147. Пермские соленосные бассейны Печорско-Камского Приуралья  
 1 — границы распространения соленосных отложений ранне- и среднепермского времени; 2 — то же, позднеремского времени; 3 — границы распространения проявлений калийных солей в Верхнепечорском бассейне; 4 — границы Верхнекамского месторождения калийных солей; 5 — границы распространения соленосности соликамского времени; 6 — зона распространения рифовых фаций бурцевско-иргинского и саргинского горизонтов; 7 — западная окраина Уральской складчатой системы. Соленосные бассейны: I — Верхнепечорский, II — Верхнекамский, III — Косьвинско-Сылвинский

винско-Сылвинского бассейна, где еще в начале 30-х годов было разведано Шумковское месторождение каменной соли (Иванов, 1938).

Шумковское месторождение каменной соли представлено пласто- и линзообразной залежью мощностью 65—85 м, которая подстилается пачкой глинисто-ангидритовой породы мощностью 10—20 м. Кровлю залежи образует пачка глинисто-песчаниковых соленосных пород мощностью 20—40 м. Глубина залегания кровли соляной залежи колеблется от 110 до 180 м и более.

На других участках Сылвинско-Чусовского бассейна ледяно-пещерская залежь каменной соли имеет мощность до 40—50 м и в кровле ее располагается пачка ангидритовой породы мощностью от 4—8 до 50—60 м.



Рис. 148. Схематическая кривая амплитуды погружения почвы галогенной формации в Печорско-Камской соленосной зоне Предуральяского прогиба

Каменная соль Шумковского месторождения неоднородна по качеству. Отдельные слои ее, а местами вся толща соли в целом содержат значительную примесь карбонатно-глинистого материала и ангидрита, что делает эту соль непригодной для промышленного использования.

Средние содержания основных компонентов в шумковской соли колеблются в таких пределах (в %): NaCl 87—98, составляя в лучших сортах соли около 96—98; CaSO<sub>4</sub> 1,6—4,5; нерастворимый остаток от 1 до 7. Содержание остальных компонентов — MgSO<sub>4</sub> и MgCl<sub>2</sub> — доли процента. Калий отсутствует или в отдельных пробах содержится от следов до тысячных долей процента.

Утвержденные ГКЗ запасы каменной соли Шумковского месторождения составляют по категории А 56,5 млн. т и по категории В 103 млн. т.

Залежь каменной соли как к западу, так и к востоку постепенно выклинивается среди толщи ангидритов, содержащей прослойки доломитов, песчаников и глин (Грайфер и др., 1962; Золотова, 1961). В районе Шумковского месторождения установлены фациальные замещения залежи каменной соли песчаниками и алевролитами, слагающими косы протяжением от 10 до 40 км при ширине от 1 до 3 км (Оборин, 1963).

К северу от р. Чусовой и в бассейне р. Косьвы ледяно-пещерской залежи каменной соли соответствуют пачки ангидритовой породы с прослоями доломита и аргиллитов мощностью до 60—80 м (деревни Голубята, Кыз и др.).

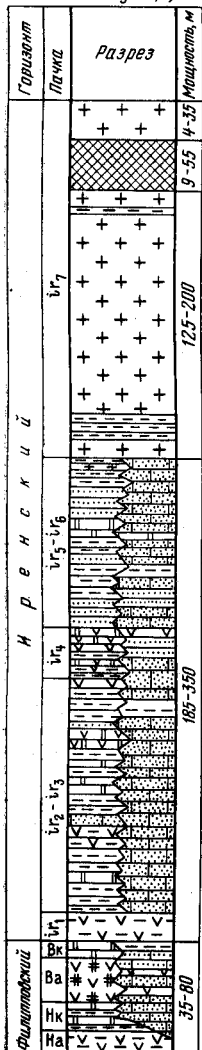
На площади Верхнекамского бассейна солепроявления в ледяно-пещерской пачке представлены засоленными глинами и песчаниками, ассоциирующими обычно с прослоями ангидритовой породы мощ-



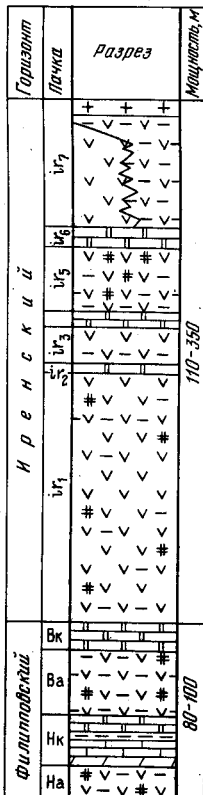
Рис. 149. Стратиграфо-литологические разрезы, характеризующие нижнепермские отложения соленых бассейнов Печорско-Камского Приуралья

- 1 — песчаники; 2 — алевролиты; 3 — аргиллиты, глины; 4 — известняки; 5 — доломиты; 6 — мергели; 7 — ангидриты; 8 — каменная соль; 9 — калийная соль

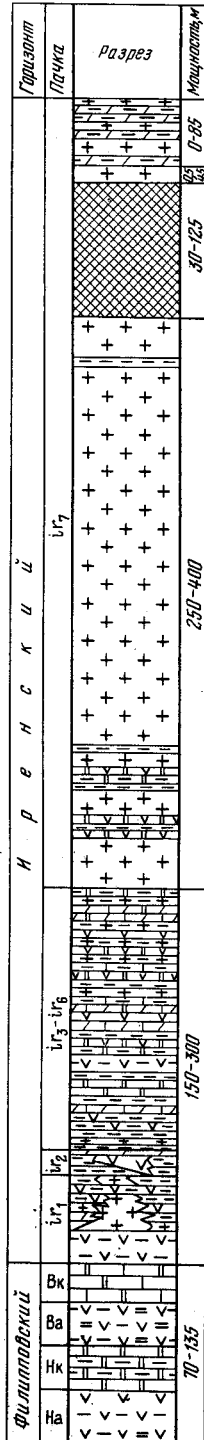
Верхнепечорский соленосный бассейн  
(по В. И. Богданкину, А. В. Иванову и др.)



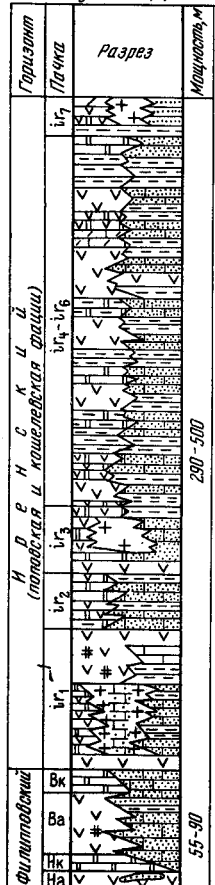
Колво-Вишерский участок  
(по Н. Г. Чочиаи)



Верхнекамский соленосный бассейн



Косвинско-Сылвенский бассейн  
(по В. К. Грайфери, Р. А. Зубеиц и др.)



- 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ностью до 25—30 м (скважины 1005, 99 и др.), а также залежами каменной соли мощностью более 26 м (скв. 33, глубина 768 г.).

Выше в разрезе иренского горизонта солепроявления установлены в шалашнинской пачке. Залежи каменной соли в этой пачке более постоянно прослеживаются и достигают наибольшей мощности в Косвинско-Чусовском районе, где площадь распространения их располагается западнее соленосной полосы, связанной с ледяно-пещерской пачкой (Грайфер и др., 1962). В разрезе скважины, пройденной около д. Кыж к югу от р. Косьвы, каменная соль слагает две залежи мощностью 45 и 20 м, разделенные пачкой ангидритовой породы мощностью около 20 м. В широтном направлении верхняя залежь прослежена на 5—6 км, а нижняя — на 2—2,5 км.

В меридиональном направлении залежи каменной соли распространяются, по-видимому, непрерывно на всем протяжении между речья Косьва—Чусовая. Так, каменная соль встречена в районе д. Голубята (20 км южнее д. Кыж), где мощность залежи 45 м. Еще южнее залежь каменной соли вскрыта рядом скважин на р. Чусовой. Каменная соль здесь слагает пластообразную залежь мощностью от нескольких метров на западе до 50—60 м в восточной части района. Соль содержит примесь глинистого и карбонатного материала и ангидрита; имеются прослой глины и глинистого доломита. В широтном направлении залежь соли прослежена на 6,5—7,0 км (Иванов и Левицкий, 1960). В Верхне-Чусовском районе в XVII—XVIII вв. существовал солеваренный завод, ликвидированный из-за низкого качества рассола и недостатка топлива.

В районе Шумковского месторождения каменная соль, по-видимому, шалашнинского возраста слагает пластовую линзу мощностью 8—9 м, приуроченную к глинисто-песчаниковой засоленной толще, слагающей кровлю ледяно-пещерской залежи каменной соли (Иванов, 1938, 1965).

На площади Верхнекамского бассейна каменная соль, приуроченная, по-видимому, к шалашнинской пачке, встречена несколькими скважинами. Пачки и слои ее имеют мощность от 1,5 до 12,3 м (скв. 178) и располагаются среди ангидритовой или доломит-ангидритовой породы на глубине 550 м и более.

Последний этап соленакопления связывается со временем формирования лунежской пачки, венчающей разрез иренского горизонта. Хотя в промежуточных пачках (елкинской, демидковской и тюйской) между лунежской и шалашнинской пачками на некоторых участках рассматриваемого пространства также отлагались соленосные осадки, но они не достигли значительной мощности и большого соленасыщения.

К лунежскому времени относится мощное соленакопление в Верхнекамском и Верхнепечорском соленосных бассейнах, а также залежь каменной соли на площади, лежащей в нижней части бассейна р. Косьвы и северо-западнее. В нескольких километрах южнее р. Косьвы каменная соль выклинивается, а в север-северо-западном направлении мощность залежи, наоборот, увеличивается, достигая на участке вблизи устья р. Косьвы нескольких десятков метров. Стратиграфически и пространственно эта залежь связывается с соленакоплениями Верхнекамского бассейна, в юго-западной и южной частях которого она и располагается.

Верхнекамский соленосный бассейн в современных границах имеет форму овала площадью 8,5—9,0 тыс. км<sup>2</sup>, вытянут в меридиональном направлении от района г. Чердыни на севере до бассейна р. Сосьвы на юге и расположен в основном на левобережье р. Камы. Толща калийных солей в пределах соленосного бассейна состоит из отдель-

ных пластов различной площади, наиболее мощные из них охватывают 2,8—3,1 тыс. км<sup>2</sup>.

С Верхнекамским соленосным бассейном связано крупнейшее в СССР и одно из крупнейших в мире месторождение калийных и магниевых солей, являющееся главнейшей сырьевой базой калийной промышленности Советского Союза.

Верхнекамское месторождение расположено в Соликамском крае, в одном из древнейших на Руси районов солеварения. В настоящее время этот край в значительной степени утратил свою роль в промышленном производстве пищевой выварочной соли и стал одним из центров химической промышленности Урала, развивающейся на базе неисчерпаемых запасов природных минеральных солей и другого химического сырья. Калийные соли на месторождении добываются с 1932 г. на Соликамском и двух Березниковских калийных комбинатах. Месторождение было открыто в 1925 г. скважиной, пробуренной на площади Соликамского солеваренного завода с целью поисков калийных солей. Работы были организованы Геологическим комитетом под руководством П. И. Преображенского (1925). Основанием к постановке их послужили данные о наличии калия в природных рассолах, используемых солеваренными заводами, находка сильвинита в керне одной из рассольных скважин и общие геологические поисковые предпосылки.

Глубокие горизонты Соликамской впадины Предуральяского прогиба, с которой связано Верхнекамское месторождение, были выявлены лишь в середине 60-х годов, когда здесь была пробурена первая опорная скважина, а позднее — ряд глубоких скважин с целью поисков нефтеносных структур. Эти скважины не достигли кристаллического фундамента. Наиболее древние отложения на забоях отдельных скважин представлены породами вендского комплекса, относимого к позднему протерозою или синию и располагающегося под толщей девонских, каменноугольных и пермских отложений мощностью до 2700—3100 м и более.

По геофизическим данным кристаллический фундамент карельского возраста располагается в Соликамской впадине на глубине от 3,7 км на западе до 6 км на востоке. Сводный стратиграфический разрез пермских отложений, вмещающих Верхнекамское месторождение, и соляной толщи представлен в табл. 52.

В основании соляной толщи располагается так называемая подстилающая каменная соль мощностью 250—400 м (см. рис. 149). В нижней части этого горизонта выделяются одна или 3—5 пачек глинисто-ангидрит-карбонатных засоленных и содержащих ангидрит и гипс пород мощностью 0,5—43,0 м, чередующихся с пачками каменной соли (2—38 м). В верхней части подстилающей каменной соли, на расстоянии 20—30 м от ее кровли всюду прослеживается маркирующая пачка мощностью 1,5—3 м галопелитов и ангидрит-карбонатной засоленной породы преимущественно хемогенного происхождения. Кроме того, имеются тонкие (мощностью до первых сантиметров) прослой галопелитов, суммарная мощность которых составляет не более 3—5% от общей мощности подстилающей каменной соли.

Содержание основных химических компонентов в подстилающей каменной соли по данным многочисленных средних проб из керна скважин следующее (в %): NaCl 94—97 (среднее 94,5); MgCl<sub>2</sub> 0,2—0,3; KCl — нет — следы; CaSO<sub>4</sub> 2,2—3,5 (среднее 2,5—3,0); нерастворимый остаток 0,5—3,5 (среднее 2,0—2,2).

Стратиграфически выше подстилающей каменной соли располагается толща калийных солей со средней мощностью, близкой к 75—

## Стратиграфический разрез района Верхнекамского месторождения калийных солей

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Пачка	Литология и название толщи, пачки	Мощность, м
Четвертичная	—	—	—	—	Аллювиальные, флювиогляциальные и другие рыхлые отложения	2—40
Неогеновая	—	—	—	—	Песчано-глинистая	0—35
Пермская	Верхний	Уфимский	Шешминский		Пестроцветная	50—200
			Соликамский		Терригенно-карбонатная	100—200
					Соляно-мергельная	40—150
					Переходная глинисто-соляная	10—25
	Нижний	Кунгурский	Иренский	I <sub>7</sub>	Покровная каменная соль	17—20
					Сильвинит-карналлитовая	30—123
					Сильвинитовая	10—40
					Подстилающая каменная соль	250—400
				I <sub>1</sub> —I <sub>6</sub>	Глинисто-карбонатная сульфатно-соленосная	150—260
				Филипповский	Доломит-ангидритовая	70—135
	Артинский	Саргинский (дьявь свита)		Глинисто-карбонатная	70—75	

80 м. Калийные соли представлены только хлоридами — сильвином и карналлитом при полном отсутствии сульфатов калия и магния. Иными словами, Верхнекамское месторождение относится к типу бессульфатных, образование которых по существующим теориям (А. Е. Рыковсков, 1932 г.; Ю. В. Морачевский и др., 1939 г.) происходило из метаморфизованной морской воды с резко пониженным содержанием сульфатного иона, который при испарении воды полностью связывался с ионом кальция в виде гипса и ангидрита.

Залежи калийных солей отличаются весьма простым минеральным составом. Кроме сильвина и карналлита из собственно галогенных ми-

нералов в них присутствуют только галит, гипс (незначительные проявления) и ангидрит. Как минералы-примеси терригенного и аутигенного происхождения в соленосных породах установлены кварц, гематит, гётит и другие окислы железа, кальцит, доломит, магнезит, пирит, полевые шпаты и продукты их разрушения и др. Соляные породы сложены галитом (каменной солью), сильвином, входящим вместе с галитом в состав сильвинита, и карналлитом, образующим вместе с галитом карналлитовую породу.

По минеральному составу толща калийных солей разделяется на два основных горизонта: нижний сильвинитовый и верхний сильвинит-карналлитовый, каждый из которых сложен серией пластов калийных солей, чередующихся с пластами каменной соли.

В сильвинитовом горизонте установлены четыре основных пласта сильвинита, чередующихся с пластами каменной соли. Нижний пласт сильвинита — Красный III — разделен слоями каменной соли на три отдельных пласта — Кр. IIIа, Кр. IIIб и Кр. IIIв. В пластах сильвинитового горизонта распространен сильвин, окрашенный в различные оттенки красного и розового цвета. Иногда встречается сильвин неокрашенный, прозрачный или мутный.

Пласты красного сильвинита, как правило, обладают ясной слоистостью, которая создается чередованием прослоев сильвинита и каменной соли, а также наличием тонких (0,5—1,0 см и более) прослоев соленосной глины. Последние обычно наблюдаются также в кровле пластов сильвинита. Средние мощности сильвинитовых пластов колеблются от 0,75 до 6,10 м. Средняя мощность сильвинитового горизонта на разведанной площади близка к 20 м при суммарной мощности пластов сильвинита 12 м. Кровля горизонта (пласта А) залегает на глубине от 85 до 400 м и более. Калиеносность горизонта (отношение суммарной мощности пластов сильвинита к общей мощности горизонта) в среднем близка к 50%.

В сильвинитовом горизонте наблюдаются переходы (в плане пластов) сильвинита в каменную соль (явление разубоживания). Это явление, впервые установленное в 1948 г. геологом М. С. Исаковой, позднее было освещено в работах В. Н. Дубининой и Я. Я. Яржемского (1953 г.), В. Н. Дубининой (1954) и других исследователей. Степень развития процесса разубоживания различна. В одних случаях каменная соль сменяет полностью или только частично отдельные пласты (чаще всего нижние — Кр. III, Кр. II), в других случаях каменной солью представлено несколько пластов или весь сильвинитовый горизонт, а местами также и вышележащие пласты (Б, В) сильвинит-карналлитового горизонта. В плане участки разубоживания имеют размеры от 0,5 до 15—20 км<sup>2</sup>.

Генезис этого явления, довольно широко распространенного не только на Верхнекамском месторождении, но и на ряде других месторождений калийных солей, рассматривается по-разному. Очевидно, на Верхнекамском месторождении зоны разубоживания (переходы красных сильвинитов в каменную соль) имеют сингенетическое (первично-седиментационное) или раннедиагенетическое происхождение.

В сильвинит-карналлитовом горизонте насчитывается девять основных пластов калийных солей, чередующихся с пластами каменной соли. Кроме того, некоторые из них (более мощные) содержат внутрипластовые слои и прослои каменной соли. Каждый из пластов калийных солей сложен на одних участках площади месторождения карналлитовой породой, на других — пестрым сильвинитом и, наконец, на третьих — обеими породами, проявляющимися в виде пропластков и слоев. На Верхнекамском месторождении в кровле сильвинит-карнал-



литового горизонта в сводовых частях некоторых соляных брахиантиклинальных складок развита сильвинитовая шляпа, имеющая гипергенное происхождение (рис. 150). Ее формирование связано с процессами гидрометаморфизации карналлитовой породы водами и рассолами, проникающими в соляную залежь из вмещающих пород (Иванов, Воронова, 1963).

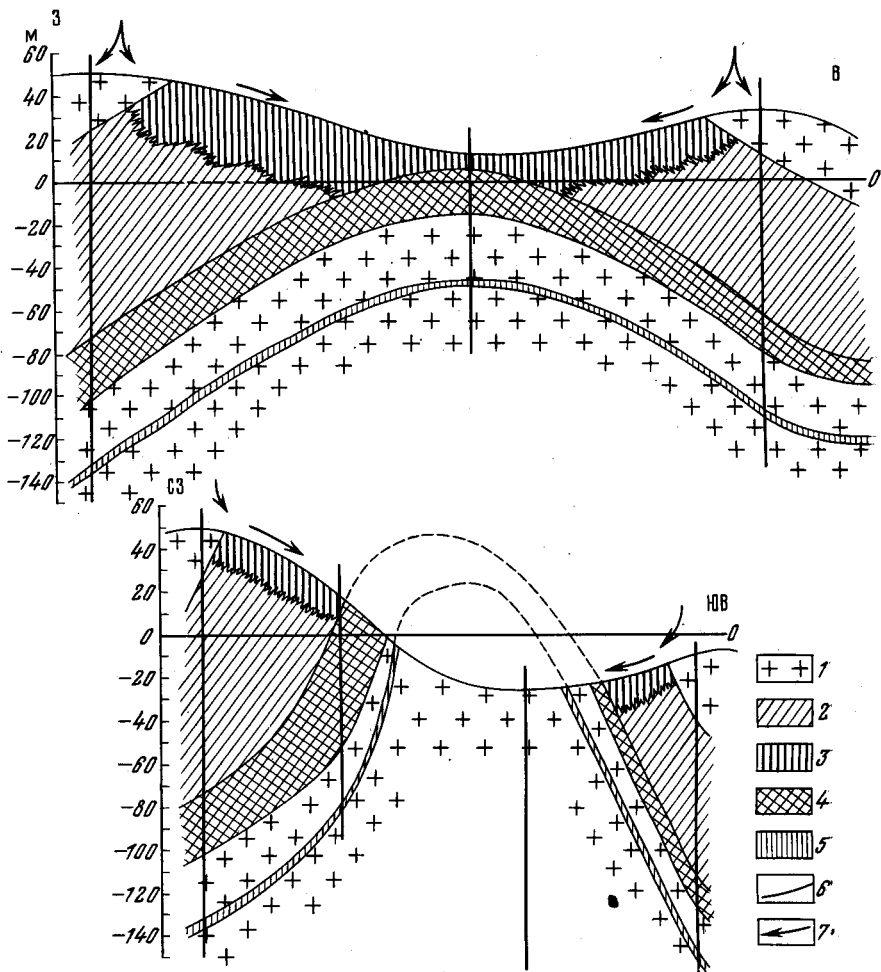


Рис. 150. Схематические геологические разрезы участков Верхнекамского месторождения с образованиями сильвинитовой шляпы. (Составил А. А. Иванов)  
 1 — каменная соль; 2 — карналлитовые породы; 3 — сильвинитовая шляпа; 4 — сильвинит; 5 — соленосная ангидрит-карбонатная маркирующая пачка; 6 — поверхность подземной эрозии соляной толщи (соляное зеркало); 7 — подземные водотоки активных рассолов в зоне соляного зеркала и образования сильвинитовой шляпы

Окраска карналлита преимущественно оранжево- и красно-бурая, реже бледно-желтая или белая. Иногда тон окраски изменяется в пределах небольшого штупа. Карналлитовая порода характеризуется крупнозернистой структурой и массивной текстурой. Очень часто она обладает брекчиевидным строением, что обусловлено тектоникой.

Пестрый сильвинит характеризуется крупнозернистой структурой, наличием молочно-белого сильвина, красящее вещество в котором образует только оболочки и каемки на его зернах. Текстура породы мас-

сивная. Зерна галита в пестром сильвините нередко окрашены в голубой или синий цвет.

Средняя мощность пластов калийных солей в сильвинит-карналлитовом горизонте колеблется от 0,75 до 8,1 м, что связано как с первичными условиями их формирования, так и с тектоническими раздвигами и утонениями пластов. Характерно, что мощности пластов при сложении их пестрым сильвинитом примерно в два раза меньше, чем мощности тех же пластов, сложенных карналлитовой породой.

Мощность сильвинит-карналлитового горизонта при карналлитовом составе составляет в среднем около 64 м, а при сильвинитовом — 42 м. Калиенность горизонта в среднем близка к 40—60%.

Генезис пестрого сильвинита рассматривается исследователями по-разному. Анализ большого фактического материала позволяет (Иванов, 1963) высказать предположение, что образование пестрых сильвинитов происходило в начальные стадии диагенеза, в фазу открытого бассейна и шло метасоматическим путем при воздействии на карналлитовую породу хлор-натриевого рассола, не насыщенного по калию и магнию и поэтому агрессивного по отношению к карналлиту. Воздействие такого рассола вызывало разложение карналлита при неполном его выщелачивании (в рассол переходил хлористый магний) и одновременную кристаллизацию сильвина из остаточного хлористого калия.

В табл. 53 и 54 приведены данные средневзвешенного состава соответственно сильвинитов и карналлитовой породы Верхнекамского месторождения по основным компонентам, вычисленные по многим тысячам химических анализов средних проб, взятых при опробовании керн скважин, пробуренных Соликамской разведочной партией Уральского геологического управления.

Приведенные цифры показывают, что состав калийных солей изменяется как по пластам, так и по участкам месторождения. Северная половина месторождения, охватывающая Соликамский район и площадь, лежащую севернее, отличается пониженным содержанием в ка-

Таблица 53

**Химический состав сильвинитов Верхнекамского месторождения (в вес. %)**

Пласт	Соликамский участок					Березниковский участок				
	KCl	MgCl <sub>2</sub>	NaCl	CaSO <sub>4</sub>	Нерастворимый остаток	KCl	MgCl <sub>2</sub>	NaCl	CaSO <sub>4</sub>	Нерастворимый остаток
К	20,9	0,2	76,7	1,0	0,9	21,6	0,2	74,7	1,4	1,1
И	30,6	0,2	67,0	0,9	1,3	29,0	0,4	66,4	1,8	2,1
З	23,6	0,2	69,1	1,5	5,6	27,0	0,2	68,6	1,4	1,9
Ж	31,0	1,2	65,2	1,3	1,4	27,9	0,9	66,9	2,0	1,8
Е	27,0	0,1	70,0	1,3	1,6	28,0	0,2	66,9	1,8	2,6
Д	21,3	0,2	72,2	2,0	3,8	20,8	0,5	71,0	2,3	4,1
Г	24,8	0,4	70,4	2,1	2,8	21,3	0,6	68,2	2,3	6,1
В	32,8	0,2	63,5	1,6	1,6	29,6	0,3	61,8	2,1	5,4
Б	38,7	0,3	57,9	1,7	1,3	36,8	0,6	54,5	1,5	6,3
А	29,1	0,3	65,8	2,4	1,4	42,9	0,4	51,6	1,6	2,6
Кр. I	25,3	0,2	71,4	1,9	1,3	39,6	0,3	54,4	1,3	4,6
Кр. II	22,7	0,2	73,2	2,3	1,2	34,3	0,2	59,8	1,8	2,8
Кр. IIIa	23,3	0,2	71,9	2,5	1,3	35,0	0,2	59,0	2,0	2,4
Кр. IIIб	19,7	0,2	77,2	1,7	1,1	24,2	0,2	69,2	2,2	2,9
Кр. IIIв	17,2	0,2	79,2	1,9	1,0	29,8	0,3	65,4	1,6	3,0

Химический состав карналлитовой породы Верхнекамского месторождения (в вес. %)

Пласт	Соликамский участок					Березниковский участок				
	KCl	MgCl <sub>2</sub>	NaCl	CaSO <sub>4</sub>	Нерастворимый остаток	KCl	MgCl <sub>2</sub>	NaCl	CaSO <sub>4</sub>	Нерастворимый остаток
К	14,7	14,6	52,9	1,1	1,8	14,5	15,9	50,4	1,0	1,3
И	14,2	15,1	53,4	1,1	2,0	15,0	17,4	46,4	1,3	2,5
З	13,6	14,5	53,6	1,1	1,9	16,0	18,8	44,3	1,4	2,1
Ж	14,1	15,7	49,7	1,0	1,4	14,8	17,1	46,9	1,3	1,8
Е	13,9	15,4	50,5	1,4	2,1	13,4	15,8	48,3	1,5	2,6
Д	13,4	14,6	51,1	1,5	2,3	13,4	15,9	48,6	1,6	3,5
Г	15,1	16,5	45,2	1,3	1,8	16,0	18,0	43,1	1,5	4,2
В	17,3	17,7	43,7	1,2	1,4	16,6	19,0	40,1	1,6	4,5
Б	20,2	17,5	41,6	1,2	1,7	20,6	18,8	33,1	0,8	3,1

лийных солях примеси карбонатно-глинистого материала (нерастворимого остатка). Так, в сильвинитовых пластах Кр. II и АБ содержание нерастворимого остатка составляет всего 1,5—2,0%. В южной части месторождения, охватывающей Березниковский район и площадь, лежащую южнее, содержание нерастворимого остатка в калийных солях повышается до 5—6%, достигая 10—15% и более на участках, прилегающих к юго-восточной границе месторождения. В то же время сильвиниты южной части месторождения отличаются более высоким содержанием хлористого калия по сравнению с сильвинитами северной части. Так, на севере в пласте Кр. II среднее содержание хлористого калия колеблется от 15 до 30%, а на юге составляет преимущественно 30—40%, достигая 40—50% и более. В сильвинитах пласта АБ распределение содержания хлористого калия по площади месторождения равномернее и составляет на большей части площади 30—40%, повышаясь до 40—50% и более на востоке Березниковского района.

Карналлитовое сырье (см. табл. 54) на обоих участках месторождения характеризуется близким химическим составом. Однако березниковское сырье отличается от соликамского несколько повышенным содержанием нерастворимого остатка.

Содержания редких и рассеянных элементов в калийных солях, по данным Соликамской разведочной партии, производившей опробование, следующие:

Бром		
сильвиниты		0,023—0,067%
карналлитовая порода		0,112—0,127%
отдельные пробы карналлита		0,18—0,19%
подстилающая каменная соль		0,015%
глинистые прослои		0,046—0,124%
природные рассолы		50—100 мг/л
Рубидий		
карналлитовая порода		0,003—0,012%
пласты В и Б		0,011—0,013%
карналлитовый электролит		до 0,04%
Литий		
покровная каменная соль		0,00001—0,0003%
карналлитовая порода		следы—0,0001%
сильвиниты		следы—0,0005%
подстилающая каменная соль		следы—0,0003%

Бор		
соляные породы . . . . .		следы—0,003%
нерастворимый остаток . . . . .		до 0,18%
Йод — природные рассолы . . . . .		следы—1 мг/л

Выше горизонтов калийных солей располагается горизонт покровной каменной соли мощностью 20—50 м. Эта соль отличается отчетливой слоистостью, имеет большей частью мелкозернистую структуру и послойно изменяющуюся окраску от мутно-белой и серой до оранжево- и желто-розовой различных оттенков. Средний химический состав соли (в вес. %): KCl следы; NaCl 94,2; MgCl<sub>2</sub> 0,2; CaSO<sub>4</sub> 2,8; нерастворимый остаток 1,8.

Покровная каменная соль венчает непрерывный разрез соляной толщи иренского горизонта. Однако соленакопление на площади Соликамской впадины на этом не закончилось. Выше покровной каменной соли залегает толща глинисто-мергельных, аргиллитовых и карбонатных пород соликамского горизонта уфимского яруса, содержащая на разных уровнях пластово-линзообразные залежи каменной соли. Нижняя пачка этой толщи, носящая название переходной, имеет мощность 10—25 м, и в ней прослеживаются 2—3 пласта каменной соли. Верхняя более мощная (от 40 до 150 м) часть разреза выделяется под названием соляно-мергельной толщи. Пачки и пласты каменной соли мощностью от долей метра до 15—20 м чередуются в ней со слоями и пачками глинисто-карбонатных пород мощностью до 20—30 м. Степень насыщения соляно-мергельной толщи составляет в среднем 60—65%.

В отдельных местах с каменной солью верхних слоев ассоциируют тонкие (2—3 см) прослои мирабилита (Копнин, 1962) и сильвинита (до 1,5—2,5 м).

Верхний горизонт соликамских отложений слагает терригенно-карбонатная толща, представленная плитчатыми известняками, доломитизированными известняками и мергелями, а также алевролитами и песчаниками, приуроченными к верхней части разреза. Мощность терригенно-карбонатной толщи 100—120 м.

На площади месторождения широко распространены пестроцветные отложения шешминского горизонта, представленные песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известняками и мергелями, содержащими иногда линзы и пачки конгломератов. Средняя седиментационная мощность этих отложений 100—120 м.

Местами на площади месторождения в древних русловых и озерных впадинах устанавливаются песчано-глинистые отложения неогена, рыхлые четвертичные отложения распространены повсеместно.

Если палеозойские отложения, выполняющие Соликамскую впадину, рассматривать в целом как единый структурный этаж на данном участке Предуральяского прогиба, то в пределах впадины можно выделить три основных структурных подэтажа: нижний, включающий комплекс отложений, подстилающих соляную толщу, начиная от кровли глинисто-карбонатной сульфатно-соленосной толщи и вплоть, вероятно, до верхнекаменноугольных отложений; средний, представленный соляной толщей, и верхний, охватывающий комплекс карбонатно-терригенных отложений, покрывающих соляную толщу, начиная от соляно-мергельной толщи до пестроцветов уфимского яруса (Иванов, 1965). Каждый структурный подэтаж обнаруживает свои особенности тектоники несмотря на то, что тесно связанные между собой подэтажи в целом испытали и отразили соответствующим образом воздействия тектонических процессов, которые развивались на Урале и в Предуралье. Ис-

ключительную роль в тектонике района Верхнекамского месторождения сыграла и в какой-то степени, возможно, играет толща соляных пород, пластические свойства которых вместе с компактностью сложения и низким удельным весом способствовали проявлению и развитию соляной тектоники, осложняющей условия залегания как самой соляной толщи, так и покрывающих ее отложений. Что же касается пород, подстилающих соляную толщу, то их условия залегания, характер и формы тектонических нарушений в них не связаны с движениями соляных масс и не обуславливались ими.

Нижний (подсоляной) структурный подэтаж характеризуется спокойными условиями залегания. Он образует пологие платформенного типа поднятия и впадины, углы падения крыльев которых измеряются лишь долями градусов и реже достигают  $1-2^\circ$ .

Мощная толща солей, слагающая средний структурный подэтаж, и отдельные ее горизонты находятся в сложных складчатых условиях залегания при значительном вертикальном размахе соляных структур брахиантиклинального и брахисинклинального характера. Этот размах достигает 400—460 м на площади Соликамской впадины и 250—300 м и более в пределах отдельных структур. Протяженность соляных структур колеблется от 5 до 20 км при ширине от 2,5 до 10 км и более. Однако углы падения крыльев структур обычно измеряются первыми единицами градусов, лишь иногда достигая  $6-8^\circ$ . При этом западные крылья, как правило, падают круче восточных.

Своды наиболее значительных соляных поднятий обычно срезаны подземной эрозией и захвачены карстовыми процессами. Здесь наблюдаются такие новообразования, как соляное зеркало, гипсовая шляпа, сильвинитовая шляпа и остаточные продукты выщелачивания калийных солей (см. рис. 150).

Внутриформационные складчатые структуры соляной толщи являются более напряженными. Соляные складки достигают высоты 30—60 м при ширине у основания до 600—700 м. Складки более высокого порядка имеют высоту от 3—7 до 5—10 м и ширину от 10—15 до 20 м. На фоне таких складок развивается складчатость более высоких порядков, размах которой изменяется от нескольких метров до долей метра и менее (Иванов, 1965).

В пластах карналлитовой породы наряду со складкообразовательными движениями широко проявились послойные перемещения вещества, которые благодаря хрупкости минерала карналлита и подвижности породы обусловили появление в карналлитовой породе брекчиевидной текстуры. Последнюю особенно подчеркивают включенные в породу куски и блоки каменной соли, соленосной глины и иногда пестрого сильвинита, которые являются частями сплошных слоев, разорванных и раздробленных при движениях более пластичной массы карналлитовой породы.

Положительные соляные структуры, прослеживающиеся на площади Верхнекамского месторождения, имеют меридиональное или близкое к нему генеральное простирание осей. На Дуринском участке, расположенном между Соликамским и Березниковским месторождениями, в соляном рельефе выявлена глубокая впадина сложного строения, ориентированная в широтном направлении. Генезис этой структуры однозначно еще не разрешен; очевидно, она имеет эрозионно-тектоническое происхождение. На соляную тектонику общерегионального характера здесь наложились процессы водной эрозии, происходившие в шешминское время и сопровождавшиеся привнесом терригенного материала с Уральской суши водным потоком, впадавшим в бассейн



в районе Дуринского участка. Местами эрозия и аккумуляция пестроцветных пород были столь значительными, что соляная толща оказалась размытой почти до кровли подстилающих пород, а мощность пестроцветных отложений достигла 480—500 м (рис. 151).

Кроме поверхностной эрозии, позднее развилась подземная эрозия, захватившая главным образом своды соляных структур.

По мнению геологов Соликамской геологоразведочной партии А. И. Белоликова, Б. И. Сапегина и В. В. Захваткина, эрозионные про-

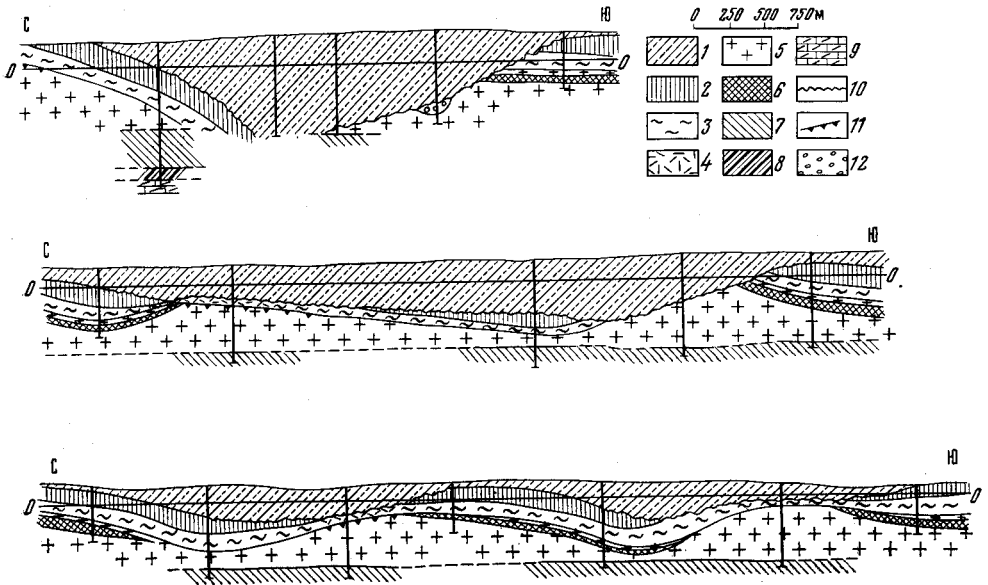


Рис. 151. Схематические геологические разрезы Дуринского участка (составил А. А. Иванов)

1 — шешминский горизонт — пестроцветная толща; 2—4 — соликамский горизонт: 2 — терригенно-карбонатная толща, 3 — соляно-мергельная толща, 4 — разрушенные, брекчированные и заглипсованные породы соляно-мергельной толщи; 5—7 — иренский горизонт: 5 — каменная соль, 6 — толща калийных солей, 7 — глинисто-карбонатная сульфатно-соленосная толща; 8 — филипповский горизонт; 9 — дивья свита саргинского горизонта; 10 — поверхность размыва; 11 — поверхность подземной эрозии (соляное зеркало); 12 — карстовая полость в каменной соли

цессы не участвовали в образовании Дуринской впадины и в моделировании ее соляных структур. Все это было обусловлено пликативной тектоникой, сопровождавшейся перемещением (выжиманием, течением) соляных масс и образованием разрывных дислокаций в надсоляных и соляных породах.

Тектоника верхнего (надсоляного) структурного подэтажа отчетливо отражает особенности тектоники соляной толщи. Основным соляным структурам отвечают соответствующие структуры в толще надсоляных пород. Но складчатые структуры в них менее сложны, повторяют соляные структуры лишь в общем крупном плане и не отражают особенности внутрисоляных пластических формаций.

На Верхнекамском месторождении за период с 1925 по 1969 г. пробурено более 600 скважин, которыми в значительной степени уточнены границы месторождения и с большей или меньшей детальностью освещена вся его площадь. К настоящему времени на месторождении детально разведаны восемь участков: Соликамский, Ново-Соликамский, Березниковский, Дурыманский, Балахонцевский, Быгельско-Троицкий, Талицкий и Палашерский. Запасы по ним утверждены в ГКЗ и пере-

даны промышленности. Кроме того, на месторождении предварительной разведкой выявлено семь новых участков, которые в ближайшие годы будут разведываться.

В выявленных границах месторождения геологические запасы природных калийных солей составляют 219 млрд. т, или 28 млрд. т  $K_2O$ . Но запасы сырья по промышленным категориям будут иные, так как по условиям кондиций в настоящее время считаются промышленными и разрабатываются только два пласта сильвинита — Кр. II и АБ — и один пласт карналлитовой породы — В. Калийные соли всех остальных пластов остаются в недрах Земли.

Балансовые запасы сильвинита, утвержденные ГКЗ, в пластах Кр. II и АБ на разведанных участках месторождения составляют на 1/I 1972 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> 11,8 млрд. т ( $K_2O$  2,37 млрд. т) и забалансовые — 13,8 млрд. т ( $K_2O$  2 млрд. т). Разведка месторождения продолжается, в связи с чем цифры запасов ежегодно изменяются и уточняются.

Балансовые запасы карналлитовой породы, утвержденные ГКЗ, на разведанных участках месторождения на 1/I 1972 г. составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 3,6 млрд. т (0,7 млрд. т  $MgCl_2$ ).

Запасы брома обеспечивают предприятие на сотни лет.

Геологические запасы каменной соли в соленосном бассейне Соликамской впадины достигают 3693 млрд. т.

Верхнепечорский соленосный бассейн почти полностью располагается на территории Коми АССР за пределами площади, освещаемой настоящим томом, поэтому мы не приводим здесь подробной его характеристики. По разрезу и составу соленосные отложения этого бассейна весьма близки к таковым Верхнекамского бассейна, но отличаются меньшей мощностью.

Верхнепечорское месторождение представлено толщей калийных солей мощностью от 9 до 55 м, располагающейся на горизонте подстилающей каменной соли мощностью 125—200 м. Толща не может быть так четко подразделена на два горизонта, как на Верхнекамском месторождении. Как в разрезе, так и по площади минеральный состав верхнепечорских калийных солей изменяется. На Юго-Восточном участке, в пределах освещенной бурением площади, главнейшее или исключительное развитие имеет сильвин, а на участке, лежащем севернее и северо-западнее, наоборот, преимущественную роль играет карналлит. Наконец, некоторые промежуточные скважины показали более или менее равное развитие обоих минералов.

Калийные соли Верхнепечорского месторождения значительно беднее калием по сравнению с верхнекамскими. Средневзвешенное содержание в них хлористого калия в кондиционных по мощности слоях и пачках лишь в редких случаях достигает 15—20% и более, составляя в остальных случаях обычно менее 10%. В то же время среднее содержание нерастворимого остатка высокое и колеблется в подавляющем большинстве слоев и пачек от 10 до 30%, в редких случаях снижаясь до 3—5%. Содержание сульфата кальция в солях большей частью около 4—6%.

Имеющиеся на сегодня данные поисковых работ не позволяют положительно оценить промышленные перспективы наиболее изученного Западного участка Верхнепечорского месторождения. Для решения этого вопроса необходима постановка поисковых работ на калий на более широкой площади с учетом особенностей геологического развития бассейна в целом и отдельных его частей, а также закономерностей процессов галогенеза, которые происходили в солеродном бассейне.

## СОЛЯНЫЕ ОЗЕРА ЗАУРАЛЬЯ

Соляные озера Зауралья сосредоточены в степных районах Челябинской и Курганской областей. Эти районы географически приурочены к так называемому соленосному поясу современных соляных месторождений и располагаются в крайней северо-западной части широкой полосы, охватывающей Ишимский, Прииртышский и Кулундинский бассейны минеральных (соляных) озер.

Озерные водоемы весьма разнообразны по степени минерализации и составу минеральных веществ. Наряду с озерами, обладающими высокоминерализованной рапой, из которой в определенное время года соли выпадают в твердый осадок, здесь имеются слабосоленые, солоноватые и, наконец, пресные озера. В соляных озерах в растворенном состоянии, в рапе, а в некоторых озерах и в виде залежей на дне содержатся хлористый натрий, сульфат натрия и сульфат магния; имеются озера с повышенным содержанием хлористого магния и других солей.

Районы распространения озер обладают типичным для Западно-Сибирской равнины плосковолнистым, почти нерасчлененным рельефом, слабо развитой речной сетью, лесостепным типом растительного покрова и континентальным климатом. Характерными элементами рельефа являются пологие округлые, овальные или неправильной формы бессточные котловины и впадины либо сухие, либо занятые озерами, находящимися в различной стадии усыхания. Озерные котловины своим происхождением обязаны, по-видимому, развеванию рыхлых песков. В других случаях они образуются в древних ложбинах стока поверхностных вод (Эпштейн, 1932).

Озера имеют самые разнообразные размеры и округлую или овальную форму. Акватории озер колеблются от десятков квадратных метров до 10—15 км<sup>2</sup>. Глубина соляных озер большей частью не превышает метра. Озера обычно имеют плоское ровное дно и пологие берега, постепенно сливающиеся с окружающей местностью.

Соляные озера Челябинской и Курганской областей относятся к континентальным. Солевой запас в них образовался путем сноса в бессточные впадины солей, выщелачиваемых подземными и поверхностными водами из третичных и четвертичных отложений в пределах водоносных площадей озер. С морскими бассейнами соляные озера этих областей ни в геологическом прошлом, ни в настоящем не были связаны.

Зауральские соленые озера известны уже более двух столетий. Первые сведения о них можно найти в труде П. Рычкова, относящемся к 1762 г. Позднее те или иные сведения о зауральских озерах приводились в работах И. Кома (1859), А. И. Дроздова (1881), М. О. Клера (1916, 1929), М. Дурденевской (1929), С. В. Эпштейна (1932) и др.

Степень промышленного использования озер очень невелика. Лишь в XVIII и в начале XIX в. на некоторых озерах производилась выварка соли из рапы или добывалась самосадочная поваренная соль. Использование некоторых озер возобновлялось в 1917—1921 гг. и в первые годы Великой Отечественной войны.

В годы Великой Отечественной войны (в 1942—1943 гг.) Уральским геологическим управлением было проведено рекогносцировочное (геологическое и химическое) обследование 361 озера (из них 57 соленых), по географическому положению тяготеющих к ж. д. Челябинск—Омск. Эти работы выполнялись геологами А. А. Шейко и В. Ф. Латыш.

Обследование большинства озер было произведено в зимнее время (ноябрь—февраль), чем объясняется незначительное содержание в пробах рапы сульфата натрия, выпавшего в твердый осадок в виде мирабилита (табл. 55).

На озерах Таузат-Куль, Солёный Кулат, Горьком (Убейском), Медвежьем, Дальнее Сорочье и Гашково в летнее время выпадает новосадка поваренной соли, мощность слоя которой колеблется от 8 до 20 см. Поваренная соль в прошлом столетии добывалась на оз. Медвежьем.

На озерах Горьком (Убейском), Шемели, Медвежьем, Солёный Невидим и Дальнее Сорочье в осенне-зимнее время выпадает мирабилит слоем от 1,5 до 15 см. На оз. Шемели садка мирабилита достигает 30—40 см. До 1943 г. мирабилит на этом озере добывался для нужд стекольных заводов Урала и частично использовался Челябинским фармацевтическим заводом. Качество мирабилита было высокое. Ориентировочные запасы мирабилита в новосадке составляют: на оз. Медвежьем 1170 тыс. т, на оз. Солёный Невидим 120 тыс. т, на оз. Дальнее Сорочье 97,5 тыс. т.

Имеющиеся данные свидетельствуют, что подавляющее большинство соляных озер Челябинской и Курганской областей имеет весьма ограниченное практическое значение. На них возможна организация небольших кустарных соледобывающих предприятий для снабжения поваренной солью жителей окрестных населенных пунктов и животноводческих совхозов и колхозов.

К более перспективным озерам относятся Шемели, Медвежье, Солёный Невидим, Дальнее Сорочье, Гашково и некоторые более мелкие, на которых возможна добыча как мирабилита, так и поваренной соли, но только в ограниченных количествах.

## ПРОЧЕЕ ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

### БАРИТ

Первая добыча барита на Урале была организована еще в 1913 г. Однако обследование и предварительная разведка месторождений начались позднее — в 1930—1933 гг. К настоящему времени учтено 55 месторождений и рудопроявлений баритовых руд, но только одно из них — Медведевское имеет промышленное значение.

По условиям образования все месторождения и рудопроявления делятся в основном на два типа: гидротермальный и выветривания.

К гидротермальному типу относятся:

а) небольшие линзовидные залежи и жилы барито-медноколчеданных и барито-полиметаллических руд колчеданного типа (месторождения Карабашской группы, Кузнечихинское и др.); нередко в них содержится повышенное количество благородных металлов — золота и серебра;

б) барито-кварцевые или баритовые жилы, содержащие иногда в незначительном количестве сульфиды железа и меди (Гогинское, Краснопольское, Муртазинское и др.);

в) гнезда и вкрапленность барита в сидеритовых и магнезитовых рудах (Бакальское и Саткинское месторождения);

г) жиллообразные залежи вкрапленного мелкопрожилкового и гнездообразного барита в кварц-карбонатных породах (первичные руды Медведевского месторождения).

Месторождения типа выветривания в основном образовались за счет и на месте месторождений гидротермального типа в результате химического выветривания их в мезозойское время.

## Характеристика соляных озер Челябинской и Курганской областей

Название озера	Площадь озера, га	Глубина рапы, см	Удельный вес рапы	Вероятный солевой состав рапы, г/л								Сухой остаток, г/л	Ориентировочные запасы солей в рапе, тыс. т	
				NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>	MgCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	Mg (HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			
<b>Челябинская область</b>														
Увельский район														
Таузат-Куль	1100	30	—	105,60	1,49	6,42	29,28	—	—	9,34	1,18	151,88	200,0	
Красноармейский район														
Соленый Кулат	55	20	—	108,50	3,36	17,78	60,50	—	—	9,03	0,60	197,40	12,0	
Горькое	—	—	—	45,49	—	7,82	34,27	16,42	—	—	—	111,41	20,0	
Октябрьский район														
Горькое (Круглое)	—	—	1,173	153,08	1,11	—	—	6,45	0,68	4,36	1,53	154,29	36,5	
Горькое (Убейское)	306	27	1,112	110,11	0,87	2,68	—	9,74	—	1,95	1,87	150,90	91,0	
Большое Соленое	—	—	1,091	87,57	0,82	4,41	25,86	—	—	9,11	0,88	119,10	25,0	
Соленое	—	—	1,099	109,08	1,51	20,45	—	—	2,45	7,08	0,86	116,32	11,5	
Большое Горькое	—	—	1,086	106,03	0,86	—	—	7,54	5,19	1,58	1,88	115,91	64,0	
<b>Курганская область</b>														
Шемели	98	до 120	—	101,36	—	—	30,24	—	0,19	11,57	—	154,16	82,0	
Медвежье	7770	80—95	1,136	137,14	—	5,01	20,06	—	—	26,85	0,51	186,16	2628,0	
Соленый Невидим	810	до 30	1,112	152,81	0,52	—	—	4,61	2,82	5,90	1,15	152,90	150,0	
Дальнее Сорочье	240	2—20	1,134	170,67	0,40	24,98	—	—	2,61	2,53	0,69	203,71	112,0	
Гашково	280	25	—	149,40	1,65	1,62	25,85	—	—	2,72	1,00	181,16	200,0	
Актабан	—	—	1,105	100,48	0,50	5,61	28,13	—	—	9,81	1,64	144,24	93,0	
Мироновское	—	—	1,116	110,98	2,25	4,69	34,91	—	—	7,40	1,14	164,56	40,7	



Медведевское месторождение барита, относящееся к типу выветривания, является пока единственным, имеющим промышленное значение. Оно расположено в 15 км к северо-западу от г. Златоуста и в 5 км к северо-востоку от ст. Баритная Южно-Уральской ж. д. Промышленная часть месторождения представляет собой залежь остаточного типа, возникшую при химическом выветривании баритсодержащих глинисто-карбонатных и кварц-карбонатных пород во время образования мезозойской коры выветривания. За счет разрушения залежи образовались элювиально-делювиальные россыпи барита, также имеющие промышленное значение.

Барит в россыпях находится в виде желваков, кусков и крупных агрегатов весом в десятки килограммов, реже в виде мелких кристаллов, рассеянных в песчанистой красно-бурой глине третичного возраста. Баритовая залежь прослежена на 3,4 км по простиранию и на 300 м по падению. Мощность ее 4—8,5 м близ поверхности и 16 м на глубине 80 м (в северной части). Верхние горизонты залежи (кора выветривания) представлены рыхлыми песчано-глинистыми образованиями, в которых присутствуют гётит, пирит, кварц и барит в виде линзочек, отдельных кристаллов и агрегатов весом до 500 кг. Руды месторождения легко обогащаются промывкой и флотацией. Концентрат содержит 80—90% сульфата бария.

Баритовые пески (сыпучка) встречаются часто в колчеданных залежах в зоне окисления многих месторождений главной меденосной полосы Урала (Тагильско-Магнитогорский прогиб). Однако промышленного значения они, как и отдельные баритовые и кварц-баритовые жилы, встречающиеся среди эффузивных и осадочно-эффузивных образований восточного склона Урала, не имеют. Также малоперспективны баритовые обособления, приуроченные к окисленным сидеритовым рудам Бакальского и магнезитам Саткинского районов.

Перспективным для выявления новых промышленных залежей барита представляется лишь Копанско-Медведевский район Южного Урала, где можно встретить руды гидротермального и остаточного типов, подобные рудам Медведевского месторождения.

## БОР

На Урале к настоящему времени известны многочисленные месторождения различных полезных ископаемых, в которых отмечается наличие борсодержащих минералов. Кроме того, известны самостоятельные боропроявления, общее количество которых достигает 145. Вместе с тем ни в одной из них содержание бора не достигает промышленных концентраций.

По генезису месторождения и проявления бора подразделяются на три группы: эндогенные, экзогенные и минерализованные воды. В группе эндогенных месторождений и проявлений в свою очередь выделяются пегматитовый, скарновый и гидротермальный генетические типы. Боропроявления, связанные с гранитными пегматитами, залегающими в метаморфических толщах нижнего палеозоя, обычно представлены небольшими скоплениями турмалина, реже дюмортьерита, родицита или аксинита. Более существенна борная минерализация, связанная с известковыми скарнами магнетитовых и медно-магнетитовых месторождений Среднего и Южного Урала. Борсодержащие минералы в них представлены датолитом, реже аксинитом, очень редко встречаются фроловит, калиборит, нифонтовит и др. Борная минерализация этого типа встречается во многих скарновых месторождениях Ивдельского, Краснотурьинского, Карпинского, Североуральского, Кушвинского, Тагильского и Ма-

гнитогорского районов Урала. Она сингенетична скарнам, образование которых связано с воздействием интрузивов габбровых формаций.

Наиболее существенные скопления датолита в скарнах наблюдаются в Вадимо-Александровском (Краснотурьинский район), Хахинском (Тагильский район) и Магнитогорском месторождениях. В Бакало-Саткинском районе во многих пунктах наблюдается борная минерализация, представленная ашаритом в магнезиальных скарнированных породах. Содержание  $B_2O_3$  в них колеблется от сотых долей до 1—2% и редко достигает 11%. Борная минерализация гидротермального типа проявляется в виде кварц-аксинитовых жил, встречающихся в различных по составу и возрасту породах, преимущественно в зонах поднятий. Генетически они связаны, по-видимому, с позднепалеозойской гранитовой формацией.

Боропроявления экзогенного типа связаны с галогенными формациями. В Приуралье они приурочены к месторождениям калийных и каменных солей кунгура, а на восточном склоне — к гипс-ангидритовым толщам среднего карбона (Монастырское месторождение и др.). Концентрация бора в тех и других низкая, представляющая лишь минералогический интерес.

Борная минерализация отмечается также в рассолах и нефтяных водах Приуралья и в горько-соленых озерах Зауралья.

Перспективы Урала на борное сырье, по-видимому, ограничены. Для поисков борсодержащего сырья не лишены некоторого интереса Атланский, Бакальский, Бердяушский, Краснотурьинский, Гороблагодатский и Ивдельский районы, геологическая обстановка в которых представляется в общем благоприятной для образования месторождений бора.

### СЕРНЫЙ КОЛЧЕДАН<sup>1</sup>

Серный колчедан известен на Урале с 1810 г., с начала разработки Калатинского месторождения. Промышленные месторождения серноколчеданных руд пространственно и генетически тесно связаны с меднорудными месторождениями колчеданной формации и составляют в последней особую пиритовую субформацию (пиритовый минеральный тип). Пирит, марказит и пирротин встречаются также в контактово-метасоматических месторождениях меди и железа, в кварц-сульфидных жилах и в некоторых осадочных образованиях, но не используются в качестве серного сырья.

Серноколчеданные месторождения, так же как и медные, встречаются на Урале главным образом в Тагильско-Магнитогорском прогибе. Они сформировались в начальные стадии развития Уральской геосинклинали, до начала общей инверсии в позднем палеозое. Наиболее продуктивными были ордовикско-раннедевонский и среднедевонско-раннетурнейский металлогенические этапы, давшие свыше 90% серноколчеданных месторождений.

Серный колчедан является главным компонентом разрабатываемых медноколчеданных руд, из которых он выделяется при технологической обработке (при флотации). Реже серный колчедан добывается раздельно из пиритных частей меднорудных тел или из самостоятельных серноколчеданных залежей. В пределах меднорудных полей локализация серноколчеданных руд обнаруживает некоторые закономерности. В частности, в рудных телах с высоким содержанием цинка серноколчеданные руды обычно не встречаются. В крупных меднорудных телах пониженные со-

<sup>1</sup> Раздел написан В. П. Первовым.

держания меди и развитие серноколчеданных руд наблюдаются преимущественно на нижних горизонтах рудных тел и вблизи контакта последних с кварц-серицитовыми сланцами. Серноколчеданные рудные тела полностью располагаются среди кварц-серицитовых сланцев или пород.

Пиритовые залежи, сопровождающие медные и цинково-медистые рудные тела, встречаются во всех меднорудных районах Урала. Наиболее крупные серноколчеданные залежи обнаружены в Красноуральском (Андреевское, Ясьвинское), Левихинском (Левиха X, Северная Карпушиха, Пьянка-Ломовка), Кировградском (Обновленный, Шайтанское), Полевском (Зюзельское) и Карабашском (Барнинское) районах.

Андреевское серноколчеданное месторождение является одним из наиболее крупных. Оно представляет собой мощную колчеданную линзу длиной около полукилометра, залегающую в широкой полосе кварц-серицитовых сланцев, которые прослеживаются к северу от Балакинского плагиогранитного массива. Рудное крутопадающее тело мощностью 35—65 м прослежено до глубины 350 м. Тонкими сланцевыми прослоями оно разделяется на две-три части и при выклинивании разветвляется. Руда состоит из пирита с незначительной примесью магнетита, гематита, халькопирита и содержит 46% серы и не более 0,3% меди. Для месторождения характерно низкое содержание фосфора, мышьяка, селена, теллура и золота. Рудовмещающие кварц-серицитовые сланцы не содержат хлорита, но обогащены гипсом. Медные руды встречаются западнее серноколчеданной линзы, по контакту сланцев с порфиритами.

В Левихинском районе серноколчеданные месторождения обладают меньшими размерами. Длина их по простиранию составляет 150—200 м, мощность 30—70 м, содержание серы 37—46%. Рудные тела также залегают в кварц-серицитовых сланцах.

Зюзельское месторождение отличается своеобразным строением. Пиритный состав имеет так называемая западная система рудных тел. Она состоит из пяти групп многочисленных, тесно сближенных между собой серноколчеданных линз, разделенных прослойками хлоритовых сланцев и залегающих согласно со сланцеватостью рудовмещающих хлорит-серицитовых сланцев. Размеры отдельных линз по падению и простиранию варьируют в пределах 10—100 м при мощности 3—42 м. Вся система рудных тел в виде столба шириной 60 м и длиной около 200 м выклинивается на глубине 400—450 м, причем на нижних горизонтах вместо пирита развивается пирротин. Характерной особенностью является высокое содержание кобальта в пирите, благодаря чему эксплуатация месторождения становится рентабельной.

Барнинское месторождение небольшое, состоит из трех крутопадающих жилообразных серноколчеданных рудных тел, залегающих в кварц-серицитовых сланцах с прослоями мраморов. Рудные тела протягиваются на 120—230 м по простиранию, имеют мощность 2,2—4,2 м и распространяются до глубины 150 м. Содержание меди в них повышается иногда до 0,8%.

Таким образом, серноколчеданные месторождения, имея много общего между собой в отношении морфологии и состава, характеризуются также индивидуальными особенностями. Что же касается серноколчеданных руд, встречающихся в меднорудных месторождениях, то распределение и состав их обнаруживают еще большее разнообразие. Кроме упомянутой выше вертикальной зональности, выражающейся в обогащении серным колчеданом многих меднорудных тел на нижних горизонтах, следует отметить и горизонтальную зональность. Серный колчедан развивается преимущественно по контакту меднорудного тела с кварц-серицитовыми сланцами (Новолевинское месторождение) или слагает пери-

феррическую часть меднорудной линзы (месторождение Пьянка-Ломовка) или центральную часть мощного рудного тела (Дегтярское месторождение).

Рудная база серосодержащего сырья на месторождениях колчеданного типа достаточно надежна. Имеются перспективы для увеличения запасов и развития добычи.

### ФОСФОРИТЫ

На Урале известно более 80 месторождений и проявлений фосфоритов, приуроченных к различным по возрасту образованиям и расположенных в разных структурно-фациальных зонах. Из них только два имеют промышленное значение — Ашинское, эксплуатирующееся, и Симское, разведанное предварительно. Оба относятся к месторождениям выветривания (остаточным), образовавшимся в мезозое в результате химического выветривания фосфатизированных карбонатных пород.

Ашинское месторождение расположено в 5 км к юго-востоку от г. Аши Челябинской области. Оно приурочено к толще фосфатизированных брекчиевидных артинских известняков, слагающих восточное приподнятое крыло синклинали, осложненной мелкой складчатостью. Синклинали складка протягивается в 1 км западнее крупного Ашинского разлома. Залежь фосфоритов, расположенная на неровной поверхности известняков, имеет мощность в среднем 7 м. Среднее содержание  $P_2O_5$  26,8%.

На Симском месторождении, находящемся также вблизи г. Аши, залежь образовалась за счет выветривания фосфатизированных доломитов артинского яруса. Среднее содержание  $P_2O_5$  15,5%.

Кроме этих месторождений небольшие пластовые залежи фосфоритов, относящиеся к артинским морским карбонатным образованиям, отмечаются на правом берегу р. Ай в 1,5 км ниже д. Абдулино, у пос. Куликовского в 1,6 км к юго-востоку от г. Аши, в 40 км к юго-востоку от г. Красноуфимска и в других пунктах.

Многочисленные фосфоритопроявления встречаются на западном склоне Урала в терригенных отложениях верхнего протерозоя — кембрия (висимская и козьвинская свиты), кембрия (ашинская свита), верхнего ордовика — нижнего силура (малобасегская свита), нижнего силура (безгодовская свита), в известняках девона. Фосфориты в породах козьвинской свиты отмечаются: у пос. Рассольного, по р. Малый Басег, у кордона Подпорожного, у пос. Дальний Тырым, в устье р. Серебрянки, по р. Кобыльей и в других местах. В осадках ашинской свиты фосфориты встречались по рекам Сыльице, Тыриму и Серебрянке, у пос. Серебрянки, у д. Вислухи. В малобасегской и безгодовской свитах фосфориты отмечались по речкам Малый и Большой Басег, у д. Безгодовой, у пос. Вильва и в других местах. Слабо фосфоритизированные известняки доманикового горизонта и фаменского яруса известны в бассейне р. Вильвы. Содержание  $P_2O_5$  в этих образованиях низкое и не имеет практического значения.

На восточном склоне Урала также развиты в основном морские осадочные фосфориты, связанные с прибрежно-морскими отложениями верхнего мела или палеогена.

Антоново-Липовское месторождение фосфоритов представляет некоторое исключение и по генезису относится к переотложенным. Фосфориты в небольших залежах месторождения достигли промышленных концентраций только благодаря размыву первичноморских осадочных фосфоритов предположительно эоценового возраста и переотложению их водами временных потоков. Это подтверждается распо-

ложением фосфоритов на размытой поверхности бурых и красных железняков алапаевского типа и наличием галь фосфорита в красноцветных нижнемиоценовых (аральских) осадках, перекрывающих фосфориты.

В отложениях верхнего мела, представленных кварц-глауконитовыми песками, песчаниками и опоками, встречаются слои с гаями и желваками фосфоритов. Содержание  $P_2O_5$  в них не превышает 18—20%. Эти слои имеют незначительную мощность и распространены главным образом в Махневском и Ивдельском районах. В Махневском районе в глауконитовых песчаниках зайковской свиты местами встречаются пластовые фосфориты афанитового сложения, содержащие 36,8%  $P_2O_5$ . Широко развиты палеогеновые фосфориты, связанные с морскими мелководными осадками марсятской, талицкой и серовской свит. Они прослеживаются на обширной территории восточного склона Урала, начиная от пос. Лозьвинская Пристань на севере до р. Миасс на юге.

Наиболее часто фосфориты встречаются в районе Марсятского марганцевого месторождения, в Верхотурском районе по берегам рек Боровой и Туры, в окрестностях пос. Верхней Синячихи и в бассейнах рек Исети и Синары. Содержание  $P_2O_5$  в этих рудопоявлениях колеблется от 10 до 23%. В связи с низким содержанием  $P_2O_5$  фосфориты указанных проявлений для промышленного освоения нерентабельны. Промышленный интерес могут представлять лишь фосфоритовые руды ашинского типа, поиски которых следует проводить в карбонатных толщах Урала.

### ИОДО-БРОМНЫЕ ВОДЫ

Иодо-бромная минерализация на Урале отмечается в некоторых подземных водах, соляных озерах и источниках. Промышленно-ценные иодо-бромные водоносные горизонты связаны с терригенными и карбонатно-терригенными отложениями девона и карбона Приуралья. Обычно они бывают приурочены к тем же горизонтам осадочных пород, что и месторождения нефти и газа.

Месторождения иодо-бромных вод в Приуралье имеют широкое распространение. Однако детально изучено только одно — эксплуатирующееся Краснокамское месторождение и его участок Оверятский. По остальным месторождениям, связанным с нефтеносными структурами — Шалашная, Куликова, Верхнечусовские Городки, Валежная, Северокамская, Лобановская, Полазнинская, запасы иодо-бромных вод учтены по категории  $S_2$ . Кроме того, в районе г. Перми эксплуатируется еще одно месторождение с неутвержденными запасами — Усть-Качка, иодо-бромные воды которого используются в бальнеологических целях.

Краснокамское месторождение. Здесь эксплуатируются воды хлоридно-натриево-кальциевого типа. Месторождение располагается на юго-восточном крыле Краснокамской нефтеносной структуры, в 6,5 км восточнее свода. Подземные иодо-бромные воды приурочены к толще песчаников и алевролитов угленосной свиты нижнего карбона (первый водоносный горизонт), к закарстованным доломитам франского яруса (второй водоносный горизонт) и к толще песчаников эйфельского яруса (третий водоносный горизонт).

Первый горизонт водообильный, характеризуется пластовым залеганием и отличается большим гидростатическим напором. Концентрация в водах брома изменяется в пределах 440—780 мг/л, содержание иода составляет 10—12 мг/л, имеются соли радия промышленной концентра-



ции. Во втором водоносном горизонте среднее содержание брома 750 мг/л. Третий горизонт также водообилен. Концентрация брома в подземных водах 780 мг/л. Минерализованные воды указанных горизонтов широко развиты в Приуралье и встречены на большей части известных нефтяных месторождений.

Непромышленные иодо-бромные воды встречаются также в более молодых ниже- и верхнепермских осадках.

Иодо-бромные воды соляных озер и источников, связанных с морскими осадками мелового возраста, распространены на восточном склоне Урала и в Зауралье. Ввиду низких содержаний брома они также относятся к числу малоперспективных. Содержание брома в источниках и подземных водах меловых морских осадков не превышает 35 мг/л, а иода—5 мг/л. Однако воды могут быть использованы для бальнеологических целей.

Воды соляных озер Зауралья относятся главным образом к сульфатному, карбонатно-хлоридному и смешанному типам. Иодо-бромная минерализация в них характеризуется низкими содержаниями брома (34—290 мг/л) и иода (0,12—12,1 мг/л), не имеющими практического значения.

Для увеличения запасов иодо-бромных вод наиболее перспективны водоносные горизонты, связанные с нефтеносными структурами Приуралья. При постановке специальных поисковых работ в пределах последних могут быть выявлены новые промышленные месторождения.

## АПАТИТ

Собственно апатитовых месторождений на Урале не установлено. Повышенные содержания и более или менее значительные концентрации его связаны с рудами магматических и контактово-метасоматических месторождений железа и меди. Среди них можно выделить: 1) апатиты, связанные с медно-железо-ванадиевыми рудами месторождений волковского типа; 2) апатиты, связанные с титаномагнетитами качканарского типа; 3) апатиты, связанные со скарновыми магнетитовыми и медно-магнетитовыми месторождениями.

По содержанию апатита наибольший практический интерес представляют руды месторождений волковского типа, генетически связанные с интрузиями ордовикско-раннедевонской габбровой формации.

Волковское месторождение, являющееся типичным для этой группы апатитсодержащих месторождений, приурочено к восточной части Баранчинского массива основных пород. Апатит на месторождении присутствует в габбро в виде вкрапленности наряду с основными рудными компонентами: титаномагнетитом, ильменитом, халькопиритом, борнитом, халькозином и ковеллином. Кондиционные руды, по данным К. Д. Тимохова, приурочены главным образом к неоднородному меланократовому габбро. Местами габбро сильно обогащено апатитом, вплоть до образования магнетит-apatитовой руды. Размеры магнетит-apatитовых шпиров по данным бурения колеблются от нескольких сантиметров до десятков метров. Содержание апатита в рудах 6—8%. Руды хорошо обогащаются флотацией и магнитной сепарацией с выделением медного, апатитового и железо-ванадиевого концентратов. Апатит в небольшом количестве содержит также руды Усольского, Ключевского, Медведевского и Баронского месторождений Волковской группы.

Из контактово-метасоматических месторождений наиболее интересными по содержанию апатита являются Лебяжинское, расположенное вблизи г. Нижнего Тагила, а также 1-й Северный рудник в Ивдельском районе Свердловской области.

На Лебяжинском месторождении среднее содержание фосфора различное — для руд восточной полосы оно равняется 0,5%, для руд западной полосы — 0,18%. На участках месторождения, наиболее богатых по содержанию апатита, где выделяются и преобладают апатит-магнетитовые руды, возможна селективная добыча и получение апатитового концентрата. Содержание апатита в руках месторождений железа качканарского типа незначительное.

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### ЦЕМЕНТНОЕ СЫРЬЕ

Начало цементной промышленности на Урале было положено в 1913 г. постройкой и пуском Невьянского цементного завода. В 1914 г. был построен Катав-Ивановский и в 1916 г. Сухоложский заводы.

Первые геологоразведочные работы по изучению сырьевой базы для цементной промышленности на Урале были начаты в 1912 г. Систематические геологопоисковые и разведочные работы на цементное сырье были начаты уже при Советской власти в 1925—1926 гг. Уральским отделением Геологического комитета. В период с 1925 по 1930 г. детально разведан ряд месторождений мергелей в районе Катав-Ивановского завода, Сухоложское и Невьянское месторождения известняков и глин. В период 1929—1940 гг. были разведаны месторождения Пашийский Гребешок, Верхне-Губахинское (Белая Гора), Гора Ладейная. В этот же период производилась доразведка сырьевых баз действующих Сухоложского и Катав-Ивановского цементных заводов и поиски месторождений цементного сырья в Миасском районе.

После Великой Отечественной войны поисково-разведочные работы на цементное сырье начинают проводиться в очень широких размерах, в результате чего количество разведанных месторождений цементного сырья увеличилось с 18 до 40. За это время в строй действующих крупные цементные заводы: Магнитогорский (1950 г.), Нижнетагильский (1953 г.), Новопашийский (1955 г.), Еманжелинский (1957 г.).

Большинство уральских цементных заводов работает на смеси известняков и глин, и только Катав-Ивановский цементный завод работает на мергелях-натуралах. В ряде случаев в качестве корректирующих добавок к шихте используются бокситы низких марок, трепелы, опоки, маршалиты, пиритные огарки, железная руда. При изготовлении шлакопортландцемента с успехом используются доменные шлаки. В небольшом количестве в цементном производстве применяется гипс.

Для обеспечения сырьем действующих цементных заводов разрабатывается 12 месторождений известняков, мергелей и глин (глинистых сланцев) с запасами по категориям А+В+С<sub>1</sub> соответственно (в тыс. т) 574 158, 55 258 и 189 944. В 1971 г. на этих месторождениях было добыто 7361 тыс. т известняков, 1751 тыс. т мергелей, 1690 тыс. т глин и глинистых сланцев.

Для обеспечения сырьем действующих цементных заводов разрабатывается восемь месторождений известняков и мергелей с общими запасами 723 млн. т и шесть месторождений глин с общими запасами 204 млн. т. В 1968 г. на этих месторождениях было добыто известняков 6916 тыс. т, мергелей 964 тыс. т и глин 1644 тыс. т.

Месторождения цементных известняков связаны с различными по возрасту и составу карбонатными толщами, получившими широкое развитие во всех уральских структурно-фациальных зонах. Размещение карбонатных отложений на Урале охарактеризовано в разделе «Известняки и доломиты». Здесь отметим лишь, что известняки, пригодные для использования в цементной промышленности, имеются во всех палеозойских и докембрийских карбонатных толщах Урала. Среди палеозойских карбонатных образований они имеют большее распространение, чем доломиты, мергели и другие разновидности пород этой группы. Известняки особенно широко распространены среди карбонатных отложений силурийского, девонского и каменноугольного возраста, которые как на восточном, так и на западном склонах Урала образуют мощные толщи, протягивающиеся на десятки и сотни километров по простиранию, занимаемая своими выходами обширные площади. Все наиболее крупные и разрабатываемые цементные месторождения Урала представлены известняками этих трех палеозойских систем.

На восточном склоне силуру-девонские карбонатные толщи представлены почти исключительно известняками, характеризующимися в основной массе однородным чистым составом. Среди них доломитизированные и окремненные разности встречаются редко и являются вторичными образованиями. В этой части Урала, особенно в зоне Тагильского мегасинклинория, сосредоточено много, иногда весьма крупных месторождений флюсовых и цементных известняков. Каменноугольные известняки часто окремненные.

Наиболее молодые из палеозойских карбонатных отложений — пермские, развиты они исключительно в районах Приуралья и характеризуются сложным литолого-фациальным составом. Известняки нормального состава среди них занимают подчиненное положение. Они представлены в основном рифогенными образованиями артинского яруса нижней перми и, как это видно по материалам разведанного Шарашинского месторождения цементного сырья в районе ст. Кишертъ, могут представлять также интерес для цементной промышленности.

Древние верхнепротерозойско-кембрийские карбонатные толщи в основном представлены доломитами, известняки играют подчиненную роль. Особого внимания здесь заслуживают мергели, в частности высоко- и низкокарбонатные мергели катавской свиты, используемые Катав-Ивановским заводом для производства цемента. Мощность мергелей там достигает нескольких сотен метров.

Месторождения второго компонента цементной шихты — глины — обычно подыскиваются вблизи месторождений основного компонента — известняка. Представлены они чаще рыхлыми песчано-глинистыми делювиальными отложениями водоразделов, иногда приурочиваются к отложениям долин, являясь делювиально-аллювиальными образованиями.

Уральская цементная промышленность также располагает значительными ресурсами опок и трепелов, широко развитых среди нижнезоценовых отложений в районах восточного склона Урала и Зауралья и используемых в качестве гидравлических добавок, а также обладает необходимыми запасами маршалита и гипса.

Для производства высокоглиноземистых цементов уральская цементная промышленность может рассчитывать на получение значительных количеств бокситов низких марок за счет разработки неглубоко залегающих небольших мезозойских месторождений боксита Каменского района, а также верхних горизонтов Известковского месторождения в Нижнетуринском районе и железистых бокситов Пашийско-Чусовского района.

Ниже приводится описание главнейших уральских месторождений цементного сырья, которые являются сырьевыми базами действующих цементных заводов.

### Сырьевая база Новопашийского цементного завода

Новопашийское месторождение известняков расположено в 3,5 км от ст. Пашия Свердловской ж. д. Месторождение сложено верхнедевонскими известняками фаменского яруса. Оно приурочено к северо-восточному крылу небольшой синклинали складки, вытянутой с север-северо-запада на юг-юго-восток. Падение пород от 20 до 50° на северо-восток.

Известняки являются довольно однородными. Среди них только местами содержатся прослойки доломитизированных, глинистых и окремненных известняков, а также доломитов.

Средний химический состав известняков (в вес. %): CaO 54,3; MgO 0,91; SiO<sub>2</sub> 1,16; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,21; SO<sub>3</sub> 0,09; п. п. п. 42,03.

Месторождение значительно закарстовано и в нижних горизонтах обводнено. Запасы цементных известняков приведены в табл. 56. Добыча в 1968 г. составила 1694 тыс. т.

Таблица 56

Запасы цементного сырья основных месторождений Урала по состоянию на 1/1 1972 г. (в тыс. т)

Месторождение	Вид сырья	По категориям А+В+С <sub>1</sub>		По категории С <sub>2</sub>
		Всего	В том числе по А+В	
Новопашийское	Известняки	104 337	40 723	759 262
Горбуновское	"	60 293	16 568	—
Валегин Бор I	Глины	262	135	—
Невьянское I	Известняки	53 311	17 692	14 320
Сухоложское I	"	23 242	22 307	—
Новосухоложское	Глины	23 481	5 900	—
Курийское	Опоки, трепелы	5 442	1 171	—
		4 753	987	—
Обухова Распашка	Мергели	34 308	21 596	—
Гора Груздовник	"	55 258	24 531	21 293
Шейнское	Глины, известняки	83 029	34 981	12 147
		191 395	79 599	—
Смеловское	Известняки	18 456	11 154	2 925
Приуральское	Глины	14 582	7 656	4 077
Приуральское	Маршалиты	2 368	1 874	—

Месторождение глин и глинистых сланцев расположено у ст. Пашия. Оно состоит из четырех участков глин и участка глинистых сланцев.

Продуктивная толща участков глин сложена делювиальными глинами мощностью от 0,8 до 8,3 м, в среднем по участкам около 3 м. Покрываются глины растительным слоем небольшой мощности. По химическому составу они довольно однородны и характеризуются в основном приемлемыми соотношениями силикатного и глиноземного модулей. Силикатный модуль 1,6—3,3, глиноземный —2,1—3,4.

Участок глинистых сланцев приурочен к верхним горизонтам нижнедевонских песчано-глинистых отложений и сложен аргиллитом с прослойками алевролитов и песчаников. Падение слоев юго-западное и северо-

восточное под углом 30—55°. Толща сланцев разведана в среднем на глубину 38 м. Мощность вскрышных пород 2,2 м. Химический состав глинистых сланцев сравнительно однороден и характеризуется следующим содержанием основных компонентов (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  60,2—67,1;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  16,1—19,9;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5,6—7,7;  $\text{CaO}$  0,8—4,9;  $\text{MgO}$  2,0—3,0;  $\text{SO}_3$  0,0—0,07;  $\text{R}_2\text{O}$  4,5—5,5. Модули: силикатный 2,11—2,98, глиноземный 2,21—2,89.

Запасы глин и глинистых сланцев на 1/1 1972г. составляют по категориям А+В+С<sub>1</sub> 58 504 тыс. т. В 1971 г. было добыто 449 тыс. т глинистых сланцев. Кроме того, в Пермской области подготовлено две резервные базы цементного сырья. Одна из них расположена в районе ст. Пашия Свердловской ж. д. и представлена Сысоевским месторождением известняков (запасы 14,2 млн. т), вторая расположена в районе ст. Кишерт и состоит из крупного Шарашинского месторождения (запасы 45,5 млн. т), сложенного артинскими известняками, и Кишертского месторождения глин (запасы 15,7 млн. т).

### *Сырьевая база Нижнетагильского цементного завода*

Горбуновское месторождение известняков расположено в 0,5 км к юго-западу от г. Нижний Тагил, в 1,5 км к северу от д. Горбуновой.

Месторождение приурочено к широкой полосе верхнесилурийских известняков, раздваивающейся севернее д. Горбуновой. Западная ее ветвь обрывается сиенитами горы Высокой, а восточная тянется на север до рудника Сапальского. Детальная разведка произведена на восточной полосе известняков шириной 250—400 м. На западной полосе шириной около 800 м произведена предварительная разведка. Известняки залегают среди туфогенных толщ и имеют северо-восточное падение под углом 60—80°. В составе их выделяются светло-серые, серые, темно-серые, пестроцветные, иногда вишнево-красные разности массивного и брекчиевидного сложения.

Известняки довольно чисты и однородны, но содержат прослойки туфогенных сланцев различной мощности и протяженности. В них содержится (в вес. %):  $\text{CaO}$  53,65;  $\text{MgO}$  0,41;  $\text{SiO}_2$  1,54;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0,8;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,64;  $\text{SO}_3$  0,16; п. п. п. 42,41. Месторождение закарстовано и обводнено. Уровень грунтовых вод находится на глубине 10—14 м. Ожидаемый приток воды в карьер определен в размере 30,5 л/сек.

Разведанные запасы известняков приведены в табл. 65. Добыча в 1971 г. составила 844 тыс. т.

Месторождение глин Валегин Бор I расположено на правом берегу р. Большая Кушва, в 3 км от цементного завода. Оно приурочено к борту долины и сложено делювиально-аллювиальными глинами четвертичного возраста. Полезной толщей являются красно-бурые глины, мощность которых составляет 5—6 м. Вскрыша представлена растительным слоем и бурыми суглинками и имеет мощность 1,0—1,5 м. Глины не обводнены.

Глины характеризуются довольно постоянным химическим составом и пригодны для использования в цементной промышленности. Химический состав их (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  51,64—62,0;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  11,36—21,68;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4,0—8,8;  $\text{CaO}$  1,96—7,08;  $\text{MgO}$  0,12—2,89;  $\text{SO}_3$  0,02—0,35; п. п. п. 6,69—13,40; Модули: силикатный 2,26, глиноземный 2,5. По суммарному составу на ситах 900 и 4900 отв/см<sup>2</sup>, не превышающему 15%, они удовлетворяют техническим условиям. Запасы глин приведены в табл. 56. В 1971 г. добыто 171 тыс. т.



Месторождение глин Валегин Бор II аналогично описанному и является резервной сырьевой базой (запасы 9,7 млн. т на балансе не числятся).

### ***Сырьевая база Невьянского цементного завода***

Невьянское I месторождение известняков расположено в 4—5 км к юго-западу от ст. Невьянск, на левом берегу р. Шуралки. Месторождение состоит из трех участков: Восточного, Западного и Шуралинского, расположенных на расстоянии 0,2—0,7 км от цементного завода. Разрабатывается Восточный участок.

Полезная толща на месторождении сложена верхнесилурийскими известняками, залегающими в виде двух меридионально вытянутых полос шириной от 180 до 600 м и прослеживающихся на протяжении нескольких километров. Полосы разобщены толщей хлорит-серицитовых сланцев мощностью 400—600 м. Известняки падают под углом 60—80°.

Месторождение закарстовано и обводнено. Карстовые воронки наблюдаются по всей разведанной площади и составляют 7—10% от разведанного объема известняков. Вскрышные породы представлены темно-бурыми суглинками и почвенно-растительным слоем мощностью до 10 м. Обводненные известняки залегают на глубине 10—12 м от поверхности земли. Ожидаемый приток воды в карьер 240 м<sup>3</sup>/ч. Известняки мраморизованные, светло-серые, серые и темно-серые, плотные, по составу однородные, чистые. Доломитизированные разности встречаются лишь иногда на Западном и Шуралинском участках, где они образуют тела неправильной формы. Доломитизация в большинстве случаев приурочена к закарстованным участкам.

Химический состав известняков (в вес. %): CaO 41,6—55,89; MgO 0,11—2,23; SiO<sub>2</sub> следы —2,22; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,01—1,97; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,02—0,46; TiO<sub>2</sub> следы —0,08; SO<sub>3</sub> следы —0,30; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> следы —0,17; п. п. п. 42,0—44,52.

Запасы известняков по месторождению приведены в табл. 65. Добыча в 1968 г. составила 523 тыс. т.

В качестве второго компонента в цементной шихте используются каолиновые глины Цемязаводского месторождения, разведанного для керамической промышленности.

### ***Сырьевая база Сухоложского цементного завода***

Сухоложское I месторождение известняков расположено в 3 км к северо-западу от ст. Кунара, на правом берегу р. Пышмы. Месторождение сложено темно-серыми тонкослоистыми органогенными известняками нижнекаменноугольного возраста. Простираение известняковой толщи 320—340°, падение на юго-запад под углом 30—50°. Кондиционные известняки слагают нижнюю часть толщи и характеризуются высоким содержанием CaO, но иногда содержат до 8% SiO<sub>2</sub> и до 3% MgO. Кремнистые известняки слагают верхнюю часть залежи и характеризуются частым чередованием кремнистых прослоев с чистыми.

По условиям залегания прослой кремнистых известняков не могут быть выделены при эксплуатации, поэтому завод ведет валовую разработку месторождения.

Месторождение разведывалось неоднократно начиная с 1928 г. Запасы известняков приведены в табл. 65. В 1968 г. добыто 30,2 тыс. т, в настоящее время карьер ликвидирован.

Аналогичный характер имеет Кунарское месторождение. Разведанные запасы известняков на 1/I 1972 г. составляют 146,4 млн. т. Добыча за 1971 г. равна 1015 тыс. т.

Новосухоложское месторождение глин расположено на правом берегу р. Пышмы в 2 км к югу от цементного завода. Месторождение представлено красновато-бурыми глинами четвертичного возраста, залегающими непосредственно под растительным слоем и переходящими книзу в желтовато-бурые глины. Глины по всей мощности содержат примесь мелкого песка и мелкие известковые журавчики. Мощность полезной толщи глин 2,95 м.

Химический состав глин отличается выдержанностью в пределах всего участка детальной разведки и характеризуется следующим содержанием (в вес. %)  $\text{SiO}_2$  60,92—66,77;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14,89—18,56;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4,68—7,17;  $\text{CaO}$  1,93—5,81;  $\text{MgO}$  1,05—3,30;  $\text{SO}_3$  0,03—0,39;  $\text{R}_2\text{O}$  0,88—2,32; п. п. п. 3,90—7,42. Модули: силикатный 2,78—3,0, глиноземный 2,50—2,88. По гранулометрическому составу глины характеризуются повышенными остатками на сите 900 отв/см<sup>2</sup> от 9,45 до 14,34%. Запасы глин приведены в табл. 65. Месторождение эксплуатируется. Годовая добыча в 1971 г. составила 155 тыс. т.

Курьинское месторождение опоки и трепела расположено в 4 км к северо-востоку от ст. Кунара. Месторождение состоит из двух участков — участка Березники и участка III—VI (Белая Глина).

Опоко-трепеловый горизонт нижнего эоцена, являющийся продуктивной толщей, залегает на глауконитовых песках и глинах верхнего мела, которые перекрывают горизонт нижнемеловых огнеупорных глин. Мощность опоко-трепелового горизонта на участке Березники в среднем составляет 21 м, а на участке III—VI 10 м, при колебании от 6,2 до 28,2 м. Вскрыша представлена песчано-глинистыми отложениями третичного и четвертичного возраста мощностью от 0,5 до 22,5 м.

Средний химический состав опоко-трепеловых пород выдержан и по участку Березники составляет (в вес. %):  $\text{SiO}_2$  79,51;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7,29;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3,34;  $\text{CaO}$  0,87;  $\text{MgO}$  0,92; п. п. п. 7,07;  $\text{H}_2\text{O}$  5,81. Гидравлическая активность пород от 274,1 до 437,2 мг, средняя 390 мг. Разведанные запасы приведены в табл. 62. Месторождение периодически эксплуатируется.

Кроме того, в Свердловской области имеется ряд резервных разведанных месторождений цементного сырья, расположенных в районе городов Карпинска, Первоуральска, Нижних Серег и Каменск-Уральского. К их числу относятся месторождения известняков и глин: Карпинское, Билимбаевское, Атигское, Переборо-Смолинское. Запасы по отдельным месторождениям известняков колеблются от 11,6 до 28,7 млн, т, глин — от 3 до 4,3 млн. т.

### **Сырьевая база Катав-Ивановского цементного завода**

Катав-Ивановская группа месторождений цементных мергелей состоит из нескольких обособленных месторождений, из них месторождения Обухова Распашка и Гора Груздовник являются наиболее крупными и детально разведанными. Запасы мергелей по ним приведены в табл. 65. Месторождения расположены в 36 км к югу от ст. Вязовая Южно-Уральской ж. д.

Геологическое строение месторождений однотипное. Все они приурочены к толще пестроцветных мергелей катавской свиты верхнего протерозоя — кембрия общей мощностью 350—400 м. По внешним признакам и вещественному составу свита разбита на пять отдельных толщ (I—V). Толщи I, II, III и IV представлены мергелями, разделенными по химическим и литологическим признакам на 12 пачек, из которых мергели 1, 3, 9 и 10-й пачек относятся к высококарбонатным.

Месторождение Обухова Распашка расположено в 5 км к юго-западу от Катав-Ивановского цементного завода. В пределах ме-

сторождения вскрыты все упомянутые выше толщи и пачки пород, из которых наибольший промышленный интерес представляет пачка 3, сложенная так называемыми «высокими» мергелями. Содержание окиси кальция (табл. 57) в этих мергелях выше 43,5%, и для производства

Т а б л и ц а 57

## Химический состав промышленных мергелей (в вес. %)

Марка сырья	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CaCO <sub>3</sub>	Модули	
							сили- катный	глино- земный
Мергели „высокие“	10,3—13,4	3,4—5,8	1,5—2,5	43,7—46,1	0,9—1,3	73,24— —87,00	1,63 2,00	2,05 3,20
Мергели „низкие“	14,2—27,7	4,9—9,8	1,9—3,7	30,1—42,3	1,2—1,4	69,22— —76,87	1,81 2,50	2,09 3,50

портландцемента они не требуют добавки известняков. К «высоким» относятся также мергели 9 и 10-й пачек. К «низким» мергелям относятся остальные пачки.

Вскрыша представлена почвенно-растительным слоем и делювиальными образованиями мощностью 0,2—2,0 м. В тектоническом отношении месторождение представляет собой антиклинальную складку, протягивающуюся почти в широтном направлении и осложненную в свою очередь складчатостью второго порядка и микроскладками. Падение крыльев пологое, не превышает 15—25°. Северное и южное крылья антиклинали сложены «низкими» глинистыми мергелями пачки 2, а в ее осевой части на поверхность выходят «высокие» мергели пачки 3.

Толща мергелей трещиновата и закарстована, причем поверхностный карст, связанный с зоной выветривания, составляет 22,7%, глубинный карст развит меньше и составляет 4—16%. В юго-восточной части месторождения наблюдается доломитизация мергелевой толщи, захватившая небольшие локализованные участки.

Месторождение эксплуатируется. В 1971 г. было добыто 234 тыс. т.

Месторождение Гора Груздовник расположено в 6—7 км от цементного завода. В пределах месторождения развиты четыре верхние пачки мергелей катавской свиты. Мощность мергелей 1-й пачки, слагающих возвышенные участки горы, в среднем составляет 100 м, 2-й пачки—40—65 м, 3-й пачки—35 м и 4-й пачки—10—15 м (рис. 152).

Мергели 1-й пачки по химическому составу близки к мергелям-натуралам. В них содержится (в вес. %): CaO 43,38; MgO 1,60; SO<sub>2</sub> 13,78; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4,17; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,83; SO<sub>3</sub> 0,004; п. п. п. 35,06. Модули: силикатный 2,30, глиноземный 2,28. Остальные пачки в основном относятся к низкокарбонатным мергелям. Запасы мергелей на месторождении значительные (см. табл. 56). В 1971 г. добыто 1517 тыс. т.

Месторождение Троицкая Каменоломня расположено в 16 км к север-северо-западу от г. Катав-Ивановска. Известняки разведывались в качестве добавки к «низким» мергелям месторождения Обухова Распашка.

Месторождение сложено известняками, относящимися к миньярской свите верхнего протерозоя—кембрия. Толща известняков неоднородна, отдельные слои ее доломитизированы. Падение известняков юго-западное под углом 15—20°.

Содержание окиси магния в известняках колеблется от следов до 21%, в том числе в кондиционных известняках не превышает 5,8%.

Запасы утверждены ГКЗ в 1958 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub>—35,4 млн. т.

### Сырьевая база Еманжелинского цементного завода

Шейнское (Еманжелинское) месторождение известняков и глин расположено в 10 км к северо-западу от ст. Еманжелинская Южно-Уральской ж. д. Оно приурочено к северной оконечности полосы известняков силуро-девонского возраста (S<sub>2</sub>—D<sub>1</sub>), прослеживающейся

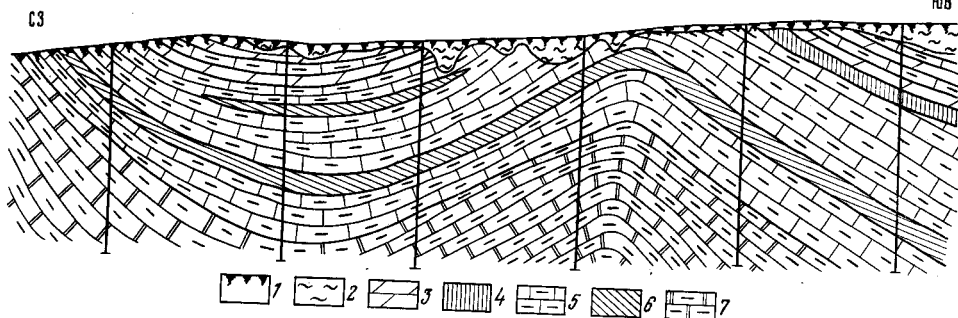


Рис. 152. Геологический разрез месторождения мергелей горы Груздовник. По Е. П. Велугиной

1 — почвенно-растительный слой; 2 — суглинки бурые; 3 — мергели зеленовато-серые, темно-серые, красно-бурые с прослоями известняка; 4 — мергели зеленовато-серые, с прослоями зеленых глинистых сланцев; 5 — мергели зеленовато-серые; 6 — мергели зеленовато-серые с пятнами и прослоями серо-бурых; 7 — мергели красно-бурые с прослоями серого и зеленовато-серого мергеля

по простиранию на протяжении 14 км при ширине до 3,0—3,5 км. Простираение известняков СЗ 290—330°, падение юго-западное под углом 50—85°. Известняки сильно закарстованы.

Вся территория месторождения делится на три участка известняков: Северный, Центральный и Южный, и участок глин. Наиболее благоприятен Южный участок, где известняки являются более чистыми и менее закарстованными.

В общей массе известняки по химическому составу являются исключительно чистыми, вполне пригодными для использования в цементной промышленности, и характеризуются следующим составом (в вес. %): CaO 48,7—55,89; MgO 0,2—2,38; SiO<sub>2</sub> 0,10—2,20, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,08—2,27; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,006—0,4. В доломитизированных известняках, встречающихся в виде неправильных участков, содержание MgO повышается до 8—10 и редко до 20%.

Глины, заполняющие карстовые полости в известняках, в большинстве случаев для производства цемента непригодны. Глины для цементной шихты залегают несколько восточнее Южного участка и относятся к отложениям мезозойского и третичного возраста. Они характеризуются невыдержанным составом как по мощности, так и по площади и содержат значительное количество грубообломочного материала.

Запасы известняков и глин приведены в табл. 65. В 1971 г. на месторождении добыто известняков 1842 тыс. т, глин 475 тыс. т.

### Сырьевая база Магнитогорского цементного завода

Сырьевой базой Магнитогорского шлако-портландцементного завода является Смеловское месторождение известняков, расположенное в 25 км к северо-западу от г. Магнитогорска, Приуральское месторожде-

ние глин и Приуральское месторождение маршалита, расположенные соответственно в 0,3 и 1,2 км от цементного завода.

Смеловское месторождение известняков сложено толщей карбонатных пород, представленных исключительно известняками, относящимися по возрасту к визейскому ярусу каменноугольной системы и приуроченными к северной оконечности Западной Магнитогорской синклинали. Простираение известняков ССЗ 305—325° с углом падения в основном от 10 до 20° на юго-запад. Известняки закарстованы, особенно интенсивно развит поверхностный карст.

По химическому составу известняки являются чистыми, и повышенная магнезиальность наблюдается только в отдельных небольших участках. Среднее содержание основных компонентов в известняках (в вес. %): CaO 54,22; MgO 1,29; SiO<sub>2</sub> 0,48; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,27; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,19; TiO<sub>2</sub> 0,07; MnO 0,3; SO<sub>3</sub> 0,01; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,02; п. п. п. 42,8.

Известняки месторождения представляют исключительно высококачественное сырье для цементного производства. Запасы их приведены в табл. 65. В 1971 г. добыто 893 тыс. т.

Приуральское месторождение глин сложено делювиальными коричневыми и бурыми глинами, залегающими под растительным слоем. Средняя мощность кондиционных глин 9,4 м.

По гранулометрическому и химическому составу глины довольно пестрые. Кроме того, они содержат включения мелких обломков разных пород. Соотношение компонентов в глинах отвечает модулям: силикатный 1,94—2,48 и глиноземный 1,82—3,28. Числящиеся на балансе запасы приведены в табл. 65. В 1971 г. добыча составила 317 тыс. т.

Приуральское месторождение маршалита расположено в 10—12 км к северо-западу от г. Магнитогорска. Маршалиты относятся к отложениям древней коры выветривания мезозойского возраста и являются продуктом разрушения кремнистых известняков. Маршалиты представлены мучнистой уплотненной кремнистой породой белого, розового, желтого и красного цвета, содержащей плитчатые и остроугольные обломки пористого кремнистого известняка размером от 2—4 до 10—15 см. Содержание обломков резко увеличивается с глубиной, достигая 50% от общей массы. Полная мощность толщи маршалитов не определена; средняя разведанная мощность составляет 10,5 м. Средняя мощность вскрыши 1,2 м. Химический состав технологической пробы маршалитов следующий (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 83,72; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,43; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,87; CaO 6,84; MgO 0,65; SO<sub>3</sub> 0,34; п. п. п. 5,02. По рядовым пробам содержание кремнезема в маршалитах колеблется от 81,2 до 94,1%.

Запасы маршалитов в качестве кремнеземистой, корректирующей добавки в цементную шихту приведены в табл. 65. С 1958 г. месторождение эксплуатировалось Магнитогорским цементным заводом.

Приведенные краткие данные о месторождениях цементного сырья Урала показывают, что карбонатные породы, пригодные для производства цемента, имеются по всей толще осадочных образований, начиная от древнейших верхнепротерозойских отложений до низов перми. Мощность карбонатных толщ в ряде случаев достигает сотен метров, а площади, занятые их выходами, измеряются десятками и сотнями километров. Все рассмотренные месторождения представляют собой лишь отдельные участки значительных площадей, занятых выходами карбонатных пород, поэтому приведенные при описании месторождений данные о запасах сырья не характеризуют действительные ресурсы Урала в этом отношении. Практически они неисчерпаемы, а цементное сырье является широко распространенным полезным ископаемым.



Поиски новых месторождений цементного сырья в связи с этим должны направляться и определяться главным образом не условиями природного размещения сырья, а условиями экономики производства и потребления.

Необходимо указать также на возможность использования в случае необходимости известняков ряда месторождений, разведанных и используемых в качестве флюсового сырья, которые по своему химическому составу являются вполне пригодными для цементного производства.

### ГИПСЫ И АНГИДРИТЫ

Изучение месторождений гипса и ангидрита на Урале было начато А. А. Штукенбергом в 1898 г. в связи с составлением 127-го листа общероссийской геологической карты России. Однако широкое их обследование и разработка развернулись только в период индустриализации страны.

Детальному изучению в первую очередь подверглись наиболее крупные и выгодные для постановки эксплуатационных работ месторождения. Работы проводились партиями Уральского геологического управления и бывшего Министерства промышленности строительных материалов.

Все промышленные месторождения и главная масса проявлений гипса на Урале принадлежат к осадочному типу. Только незначительная часть мелких, преимущественно непромышленных месторождений гипса относится к группе месторождений выветривания. Гипс в месторождениях осадочного типа является вторичным образованием, возникающим в результате гидратации ангидрита грунтовыми водами.

Основная масса известных и наиболее крупных месторождений гипса и ангидрита приурочена к мощной гипс-ангидритовой толще иренской свиты, относящейся к кунгурской галогенной формации внутриконтинентального моря. Гипс-ангидритовые продуктивные толщи располагаются в пределах Камско-Башкирского свода, относящегося к восточной краевой части Русской платформы, и частично в Уфимско-Соликамской впадине Предуральского прогиба.

Отложения кунгурского яруса протягиваются широкой полосой (40—60 км) вдоль западного склона Урала от Верхнепечорского Приуралья до Каспийского моря, часто образуя высокие скалистые обнажения. Наиболее полный разрез иренской свиты, наблюдаемый по побережью р. Сылвы, а также в нижнем течении рек Ирени, Шаквы и Бабки, представляется, по данным Г. С. Порфирьева, в следующем виде (снизу вверх):

1. Ледяно-пещерская пачка. Ангидриты темно-голубые и голубовато-серые, крепкие, мраморовидные, с линзами и прослоями (мощностью до 1,5 м) сильно загипсованных доломитов . . . . .	30—35 м
2. Неволинская пачка. Доломиты светло-серые и серые, глинистые, участками окремненные и загипсованные . . . . .	15—20 „
3. Шалашнинская пачка. Ангидриты голубовато-серые и серые, местами пятнистые, с включениями гипса и глин . . . . .	25—35 „
4. Елkinsкая пачка. Доломиты и доломитизированные известняки светло-серые, местами глинистые . . . . .	3,1 „
5. Демидковская пачка. Ангидриты светло-серые, пятнистые, местами превращенные в гипс . . . . .	25—30 „
6. Туйская пачка, представленная сахаровидными или светло-серыми мелкокристаллическими и кавернозными известняками . . . . .	12—15 „
7. Лунежская пачка. Гипсы белые и серые, пятнистые, с характерными включениями отдельных крупных прозрачных кристаллов гипса . . . . .	0,6—65 „

Таким образом, гипсы и ангидриты развиты в ледяно-пещерской, шалашнинской, демидковской и лунежской пачках. С демидковской пачкой связаны почти все месторождения строительных, а с вышележа-

щей лунежской — месторождения поделочных гипсов. Почти во всех случаях залежи гипса, выходящие на дневную поверхность или перекрытые карбонатными породами кунгурского яруса, на определенной глубине (обычно 60—70 м от поверхности) сменяются ангидритом. Эта смена происходит постепенно через переходную толщу мощностью от 3 до 5 м. В гипсовых толщах чрезвычайно интенсивно развиты проявления карста: провалы, воронки различных размеров, громадные пустоты и пещеры, к их числу относится и широкоизвестная ледяная Кунгурская пещера.

Накопление различных галогенных образований в позднекунгурское время происходило в условиях сильно засоленного лагунного бассейна или серии лагун. Причем в наиболее интенсивно прогибавшейся части Предуральского прогиба (районы Соликамска и Березников) образовались уникальные месторождения минеральных солей, а по восточному борту платформы увеличившаяся соленость бассейна привела к накоплению ангидритов. Бассейн дважды на короткое время сообщался с открытым морем, что фиксируется наличием двух выдержанных прослоев доломитов с морской фауной (неволинская и елкинская пачки).

Ергачинское месторождение, расположенное в 1 км к югу от ст. Ергач Свердловской ж. д., на северном склоне г. Хохловой, является типичным представителем гипс-ангидритовых месторождений нижнепермской галогенной формации. Месторождение разрабатывалось вначале кустарной артелью, а с 1928 г. и по настоящее время разрабатывается Ергачинским алебастровым заводом. Разведка его производилась в 1928, 1936—1937 гг. и дополнительно еще в 1953 г. Месторождение представлено горизонтально залегающей толщей гипсов мощностью от 7 до 25 м, сменяющихся постепенно через переходную толщу ангидритами.

На месторождении выделяются следующие разности гипса: сплошной средне- или тонкокристаллический, обычно белый сахаровидный, сетчатый (ядристый или конгломератовидный), тонкослоистый, волокнистый и гипс переходной зоны, подстилающий продуктивную толщу гипсов.

Химический состав сплошной тонко- или среднекристаллической разности гипса характеризуется следующими средними содержаниями компонентов (в вес. %): гидратная вода — 19,91; CaO 31,97; MgO 1,32; SO<sub>3</sub> 44,25; среднее содержание CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O составляет 94—95%. Наиболее часто эта разность гипса встречается в верхних частях разреза продуктивной толщи. Балансовые запасы гипсов приведены в табл. 58.

Почти рядом, через долину р. Бабки, в той же толще гипс-ангидритов размещается другое крупное месторождение гипсов — Гора Соколя (запасы 10,4 тыс. т по категориям А+В+С<sub>1</sub>).

Таблица 58

Запасы гипсов отдельных месторождений  
Урала на 1/1 1972 г. (в тыс. т)

Месторождение	По категориям А+В+С <sub>1</sub>		По категории С <sub>2</sub>
	Всего	В том числе по А+В	
Ергачинское	5 161	3 259	—
Монастырское	11 157	10 842	—
Каринское	18 631	11 000	—
Усть-Карабельское	2 038	498	177

Кроме этих месторождений с гипс-ангидритами нижнепермской галогенной формации связаны и другие крупные промышленные месторождения гипса Приуралья: Саркаевское, Бабкинское, Опокинское, Кишертское, Селищенское (Утесовское), Полазнинское, Чумкаское и др.

Иная обстановка характерна для образования галогенных осадков среднего карбона и связанных с ними месторождений гипса, располагающихся на восточном склоне Урала. Образование гипс-ангидритов происходило в условиях аридного климата в отшнурованных лагунах. Эти лагуны располагались в областях со спокойным тектоническим режимом и галогенез в них достиг только сульфатной стадии. К гипс-ангидритовым месторождениям, приуроченным к галогенным осадкам среднего карбона, на восточном склоне Урала принадлежат: Монастырское, Усть-Карабольское, Каринское и Мартышево Озеро.

Монастырское месторождение — самое северное и крупное из них — расположено в Синячихинском районе Свердловской области в 1 км на запад от пос. Монастырского, в 25 км на восток от ж.-д. ст. Синячиха. Месторождение разведано в 1958 г. Уральским геологическим управлением. Гипс-ангидритовая толща залегает в ядре опрокинутой на запад синклинали складки, протягивающейся в меридиональном направлении. Крылья складки сложены известняками, песчаниками полимиктового состава и углистыми аргиллитами с прослоями угля.

Гипс-ангидритовая толща прослежена на глубину до 360 м, причем верхняя часть ее до 80 м представлена гипсом, ниже постепенно переходящим в ангидрит, слои которого падают на восток под углом 60—65°. Толща включает маломощные прослои известняков и полимиктовых конгломератов. Истинная мощность толщи около 160 м. Гипс светло-серого и серого цвета, в верхней части грубо- и крупнозернистый, а в нижней — средне- и мелкозернистый. Выделяется чистый, почти мономинеральный гипс с содержанием  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  92—98% и засоренный гипс, в котором содержание  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  снижается до 84%.

Месторождение разведано в центральной части на протяжении 600 м по простиранию и 230—370 м в ширину.

Гипс залегает под покровом рыхлых отложений, имеющих мощность 6—50 м. Гипс Монастырского месторождения пригоден для получения строительного, формовочного и медицинского гипса первых сортов.

Балансовые запасы гипсов месторождения приведены в табл. 67.

Месторождение Мартышево Озеро расположено в окрестностях г. Магнитогорска, в 6 км к югу от ст. Магнитная Южно-Уральской ж. д. Гипсоносная толща приурочена к среднекаменноугольным отложениям, представленным внизу песчанистыми мергелями и известковистыми песчаниками мощностью около 250 м и выше мергелями. По данным В. И. Иванова, в сложении гипсоносной толщи кроме гипсов принимают участие мергели, песчаные мергели, известковистые песчаники и известковистые конгломераты. В этой толще выделяются две гипсоносные пачки, из которых верхняя залегает на глубине 40—63 м и имеет мощность 27—99 м, а нижняя располагается на глубине 125—137 м, мощность ее 17—20 м. Гипс слагает неправильные линзы, прослои и гнезда. Содержание его в породе колеблется от 15 до 95%.

Остальные два месторождения гипс-ангидритов расположены в Багарякском районе Челябинской области. Оба размещаются в Каменском синклинии и приурочены к красноцветной толще песчаников, мергелей и мергелистых известняков среднего карбона. Разведанные запасы гипсов Каринского и Усть-Карабольского месторождений приведены в табл. 67. Сырье Каринского месторождения пригодно для получения штукатурного гипса I и II сортов.

Перспективы прироста запасов гипса на Урале огромны, особенно по гипсоносным районам Приуралья (Кунгурскому). В Кунгурском районе в последние годы (1967—1969 гг.) выявлены новые перспективные для разведки месторождения гипса — Плехановское и Кочebaктинское, суммарные прогнозные запасы по которым оцениваются в 40 млн. т. Возможности прироста запасов гипса на восточном склоне Урала весьма ограничены.

### МРАМОРЫ

Уральские мраморы пользуются большой известностью в Советском Союзе. Зарождение мраморного дела на Урале относится к началу XVIII в., когда были открыты первые его месторождения. Долгое время добыча и обработка камня велась кустарным способом. В 1910—1914 гг. на Урале работали Мраморский, Уфалейский и Шишимский распиловочные заводы. Дальнейшее развитие мраморная промышленность получила в послереволюционный период в связи с электрификацией страны и резким повышением спроса на мраморные электроизоляционные изделия (плиты и др.). С этого времени начинается планомерное изучение месторождений мраморов, их детальная разведка и организация крупных эксплуатационных работ.

К настоящему времени известно более 172 месторождений, 12 из которых разведаны и суммарные запасы по ним составляют 39,8 млн. м<sup>3</sup>. Эксплуатируются восемь месторождений, общая добыча в 1971 г. составила 462 тыс. м<sup>3</sup>. Все разведанные месторождения расположены в пределах Свердловской и Челябинской областей. В Пермской области месторождения мраморов малоизвестны и не изучены.

Уральские мраморы и мраморизованные известняки связаны с различными по составу и возрасту карбонатными толщами, детальное описание которых по структурно-фациальным зонам палеозоя и докембрия приведено в разделе «Известняки и доломиты».

Мраморы и мраморизованные известняки относятся к регионально- и контактово-метаморфическим образованиям. Встречаются они как среди древних метаморфических толщ в центральной части Урала, так и среди более молодых образований на его восточном склоне. Особенно большое распространение мраморы получили в зоне Центрально-Уральского поднятия, Тагильско-Магнитогорского прогиба и Восточно-Уральского поднятия. В этих зонах размещены почти все известные, в том числе и промышленные месторождения мраморов Урала.

В Центрально-Уральском поднятии мраморы локализируются среди докембрийских осадочно-метаморфических толщ. По составу это преимущественно равномернозернистые доломитовые породы, охваченные метаморфизмом на всю мощность или на большую ее часть.

В пределах Башкирского мегантиклинория мраморы слагают большую часть доломитовых толщ саткинской и бакальской свит верхнего протерозоя. Особенно сильной перекристаллизации здесь подверглись доломиты верхнесаткинской подсвиты, слагающие толщи мощностью в несколько сотен метров.

Регионально-метаморфические мраморы представлены тонкозернистыми темно-серыми до черных породами массивного или яснослоистого сложения. В зоне выветривания сильно трещиноваты.

Контактово-метаморфические мраморы здесь также имеют некоторое распространение. Узкие полосы их шириной до 100—200 м прослеживаются на небольших расстояниях в экзоконтактовых зонах гранитных и габбровых интрузий докембрия, в частности вдоль гряды Шишимских гор. По внешнему виду это белые, светло-серые, голубовато-серые

породы преимущественно крупно- и среднезернистой структуры; местами минерализованы и легко поддаются выветриванию. Этими мраморами сложено Шишимское месторождение, разрабатываемое на мраморную крошку. Среди верхнепротерозойских мраморных толщ встречаются линзы зеленых офикальцитов, пригодных для мелких декоративных и художественных изделий.

В центральной подзоне поднятия карбонатные породы, имеющие ограниченное распространение, как правило, представлены мраморами и мраморизованными породами доломитового и реже кальцитового состава. Последние в виде отдельных прослоев и пачек встречаются на всем протяжении подзоны как среди верхнепротерозойских (уреньгинская, клыктанская, шатмагинская свиты), так и среди верхнепротерозойско-кембрийских (висимская, шокуринская, маньинская свиты) метаморфических толщ. Мраморы серые до белых, иногда розовые, пестрые (висимская свита), от мелко- до крупнозернистой структуры, местами слюдястые (шокуринская свита). На декоративный камень они почти не изучались. Доломитовые мраморы района г. Златоуста использовались на поделочный камень.

В зоне **Тагильско-Магнитогорского прогиба** значительная часть известняков представлена мраморизованными разностями или мраморами.

Распространение получили две группы мраморов. К первой группе, получившей распространение севернее широты г. Нижнего Тагила, относятся цветные декоративные мраморы. Характерной их особенностью являются пестрая пятнистая окраска, тонкозернистая структура и часто брекчиевидное сложение. Это сургучно-красные, красные, розовые, розовато-серые, желтоватые, зеленоватые и других оттенков породы. Большое разнообразие в окраске и оттенках придает пестроцветным мраморам красивый рисунок. Типичным представителем месторождений цветных мраморов является Нижнетагильское месторождение.

Ко второй, менее распространенной группе относятся темно-серые до белых мраморы от мелко- до крупнозернистой структуры. Они обычно встречаются в контактовых зонах интрузий, залегают среди осадочно-вулканогенных толщ силурийского возраста в виде отдельных линз и полос небольшой мощности и протяженности. Мраморы преимущественно светлой, реже темно-серой окраски, разнозернистые, на отдельных участках сильно трещиноваты и выветрелы. Наиболее известны здесь уфалейские мраморы, разрабатываемые на облицовочный и электротехнический камень и представленные мелкозернистыми полосчатыми разностями от светло-серой до темно-серой окраски.

В районе г. Верхнего Уфалей также распространены темно-серые до черных мелкозернистые полосчатые мраморы, с хорошо развитой тонкоплитчатой послышной отдельностью. Их добыча производилась на Каркодинском месторождении для художественных изделий.

В зоне **Восточно-Уральского поднятия**, а также **Восточно-Уральского прогиба** встречаются многочисленные месторождения мраморов, образовавшихся за счет карбонатных толщ раннесилурийского и раннекаменноугольного возраста. Мраморы преимущественно белой и светло-серой окраски, иногда с голубоватым, желтоватым и другими оттенками, разнозернистые, монолитные, по составу, как правило, однородные и чистые. Они характеризуются высокими декоративными свойствами и используются как облицовочный и поделочный материал, а отдельные разновидности также и для художественных и скульптурных целей. К числу наиболее крупных и ценных месторождений относятся Полевское, Мраморское, Фоминское, Коелгинское и Прохорово-Баландинское.

**Нижнетагильское месторождение** мраморов расположено у г. Нижнего Тагила. Нижнетагильский красный мрамор известен



давно. В конце прошлого века и в начале настоящего мрамор использовался кустарями и гранитной фабрикой в качестве поделочного камня. Выдающиеся декоративные качества цветного мрамора месторождения как архитектурного и облицовочного камня были оценены в 30-х годах, и с тех пор месторождение является основным источником добычи цветного и декоративного мрамора на Урале.

Месторождение представлено отдельными штокообразными залежами мраморов, залегающих среди сиенит-порфиров и порфиринов. В пределах месторождения имеется три залежи мраморов длиной от 220 до 500 м и шириной от 20 до 265 м. Простираение залежей 300—350°, па-

дение на северо-восток под углом 60—80°. Мраморы сильно закарстованы, причем глубина карста достигает 50—70 м (рис. 153).

Мраморная толща относится к позднесилурийскому возрасту. В ее составе встречаются различные по окраске и рисунку разновидности мраморов: сургучно-красные, красные, розовые, розовато-серые, серые, а также брекчиевидные и оруденелые. Форма окраски пятнистая. Мраморы относятся к тонкозернистым крепким породам, часто сильно трещиноватым. Характерной особенностью их являются

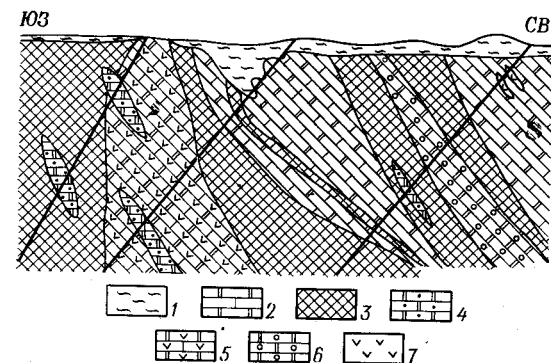


Рис. 153. Геологический разрез Нижнетагильского месторождения мрамора. По Г. Н. Ивашевскому  
1 — глины; 2 — мраморы серые и мраморизованные известняки; 3 — мраморы розовато-серые; 4 — мраморы сургучно-красные; 5 — мраморы бледно-красные; 6 — мраморы брекчиевидные; 7 — сиенит-порфиры

низкий выход блоков из горной массы (5—10%) и мелкие размеры блоков (преимущественно до 0,5 м<sup>3</sup>).

Запасы мраморов по месторождению приведены в табл. 59. В 1971 г. добыто 144,4 тыс. м<sup>3</sup> мраморов для использования в качестве мраморной крошки.

Таблица 59

Запасы мраморов главнейших месторождений  
Урала на 1/1 1972 г. (в тыс. м<sup>3</sup>)

Месторождение	По категориям А+В+С <sub>1</sub>		По категории С <sub>2</sub>
	Всего	В том числе по А+В	
Нижнетагильское	2 775	907	—
Мраморское	3 634	1 754	3 074
Полевское	5 378	950	—
Фоминское	169	114	—
Уфалейское	1 972	1 139	—
Прохорово-Баландинское	3 108	1 917	—
Коелгинское	19 033	8 836	18 418

Мраморское месторождение находится в 6 км к северо-западу от ст. Мраморская Южно-Уральской ж. д. и располагается в северной части большого мраморного массива, вытянутого в меридиональном направлении.

Мрамор крупнозернистый серого, участками белого цвета, весьма монолитный, что выгодно отличает его от мраморов других месторождений. Нередко добываемые монолиты имеют размеры до 20—30 м<sup>3</sup>. Достаточно высокие технические свойства мрамора в связи с большой монолитностью обеспечивают широкое применение его для архитектурно-строительных целей, в электротехнике, для изготовления умывальников и других хозяйственных изделий. Месторождение издавна разрабатывалось кустарными артелями, а также частично трестом «Русские самоцветы» и другими организациями. В настоящее время оно разрабатывается объединением «Уралмрамор». Запасы мраморов приведены в табл. 59. В 1971 г. было добыто 13 тыс. м<sup>3</sup> мрамора.

Полевское месторождение мрамора находится на западной окраине г. Полевского. Мрамор месторождения добывался еще в XVIII в. Месторождение детально разведано в 1955—1956 гг. на глубину 60 м. Оно располагается в пределах той же мраморной полосы силурийского возраста, что и описанное выше Мраморское месторождение. Полоса мраморов имеет северо-восточное простирание и крутое (под углом 70°) падение на юго-восток. Протягивается она более чем на 10 км, имея ширину 200—300 м.

По качественным показателям мрамор Полевского месторождения относится к лучшим сортам, известным на Урале. Мрамор мелкозернистый, плотный, белого, участками серого цвета, местами развит мрамор светлого розовато-кремового цвета, который и представляет наибольшую ценность, являясь превосходным статуарным материалом. В верхней части (до 10—12 м) мраморы сильно трещиноваты, в связи с чем блочность камня низкая. С глубиной трещиноватость уменьшается. Выход товарной продукции при добыче составляет: блоков 17,4%, бута 61,7% и щебня 12%.

В настоящее время месторождение разрабатывается объединением «Уралмрамор» на мраморную крошку и пудру. Запасы мраморов приведены в табл. 59. В 1971 г. было добыто 9 тыс. м<sup>3</sup> мрамора.

Фоминское месторождение расположено в 40 км на юго-восток от г. Свердловска, в 1,5 км от д. Фоминой. Месторождение славилось желтым и желто-бурым полосчатым мрамором. Мрамор имеет сахаровидную структуру, обладает значительной пористостью, что и обусловило проникновение по всей его массе железистых растворов, инфильтрация которых вызвала своеобразный рисунок мрамора в виде концентрических колец, полос, пятен. Интенсивно развитая окраска характерна, по-видимому, только для верхней зоны залежей. С глубиной окраска уменьшается, и на глубине 8—10 м встречаются участки мрамора белого цвета с синевато-серыми полосами. Как поделочный и облицовочный камень, мрамор является весьма качественным сырьем. Запасы мрамора приведены в табл. 59. Месторождение периодически эксплуатируется объединением «Уралмрамор». Выход блочного камня составляет 27%.

Уфалейское (Ниже-Шелеинское) месторождение расположено в 7—8 км на юго-восток от г. Верхнего Уфалея, в пределах полосы мраморизованных известняков лландоверийского возраста. На разведанной площади толща мраморов шириной от 200 до 350 м имеет простирание СЗ 325° и падение на северо-восток до 25° и подстилается согласно хлоритовыми сланцами. Поверхность мраморного массива чрезвычайно неровная, закарстованная.

Цвет мраморов от светло-серого до темно-серого с полосчатым распределением пигмента. Окраска богата полутонами и плавными переходами часто волнистого характера.

Уфалейские мраморы относятся к мелкозернистым плотным породам, обладающим хорошей механической прочностью и высокими электроизоляционными свойствами. Что касается блочности, то таковая вполне достаточна для изготовления различных плит и изделий, хотя особо крупных блоков в несколько кубометров эти мраморы не дают. Запасы мраморов приведены в табл. 59. В 1971 г. было добыто 7 тыс. м<sup>3</sup> мрамора (при выходе блочного камня 24%). Мрамор используется для производства декоративно-облицовочных изделий.

Прохорово-Баландинское месторождение является одним из наиболее известных и крупных уральских месторождений мраморов. Оно находится в 20 км к северу от г. Челябинска на берегу р. Миасса.

Толща карбонатных пород месторождения по возрасту относится к отложениям нижнего карбона, имеет северо-западное простирание с падением на северо-восток под углом 25° и мощность 500—600 м. Восточная часть полосы карбонатных пород представлена серыми, местами почти черными кристаллическими известняками, которые в западной части переходят в белые мелкозернистые мраморы. На востоке карбонатные породы контактируют с толщей вулканогенных пород, представленных роговообманковыми и плагиоклазовыми порфиритами, относимыми к верхнему силуру, на западе — с гранитами позднепалеозойского возраста. Необходимо отметить наличие достаточно глубокого карста.

Мрамор обладает очень высокими электроизоляционными свойствами и употребляется главным образом на изготовление распределительных щитов, а также в качестве облицовочного и поделочного камня. Блоки мрамора однородного белого или розоватого цвета представляют собой превосходный статуарный материал, высоко ценимый скульпторами.

Разработка месторождения начата в 1929 г. До глубины 50 м выявлены крупные запасы мраморов (см. табл. 59). В 1971 г. добыто 61 тыс. м<sup>3</sup> (при выходе блочного камня 17—20%).

Коелгинское месторождение находится в 65 км к юго-западу от г. Челябинска, на левом берегу р. Коелги. Массив мраморизованных известняков, к которому приурочено Коелгинское месторождение, расположен в экзоконтакте Кочкарской гранитной интрузии и является частью крупной полосы известняков нижнего карбона.

Мрамор месторождения мелкозернистый, белый, участками с пятнами грязно-белого, сероватого и желтоватого оттенков и имеет превосходную блочность.

Эксплуатация месторождения была начата в 1925 г. Разведочными работами, проведенными в 1963—1967 гг., месторождение прослежено до глубины 75 м, запасы приведены в табл. 59. В 1971 г. добыто 47 тыс. м<sup>3</sup> (при выходе блоков 30—35%).

Коелгинский мрамор используется для изготовления электрораспределительных щитов, столешниц и облицовки зданий. В качестве декоративного камня коелгинский мрамор пользуется широкой известностью.

Шишимское месторождение находится в 15 км к западу от г. Златоуста на левом берегу р. Ай и представляет собой штокообразную залежь среди метаморфических сланцев саткинской свиты верхнего протерозоя. Мраморы доломитового состава, крупнокристаллические, белые, монолитные, разработка их ведется на мраморную крошку. В 1971 г. добыто 208 тыс. м<sup>3</sup>. Разведанные запасы составляют 1179 тыс. м<sup>3</sup>.

Из приведенного краткого обзора видно, что Урал располагает огромными ресурсами разнообразных по структуре, расцветке и рисунку

мраморов, пригодных для различных целей. Однако по своему прямому назначению (в качестве электротехнического, облицовочного и поделочного камня) уральский мрамор используется в очень незначительных количествах и всего из четырех месторождений: Мраморского, Уфалейского, Прохорово-Баландинского и Коелгинского. В отдельных случаях прекрасный статуарный мрамор идет на мраморную крошку (Полевское месторождение), флюс или используется для выжига строительной извести.

Степень изученности большинства месторождений мрамора очень низкая, в связи с чем имеется возможность для увеличения прироста запасов этого вида полезного ископаемого.

### ПРОЧИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

За последнее двадцатилетие в Пермской, Свердловской, Челябинской и Курганской областях создана мощная сырьевая база, обеспечивающая сырьем действующие и проектируемые к строительству предприятия по производству кирпича, керамзита, строительных песков и строительного камня из высокопрочных изверженных пород.

О масштабах подготовленной для промышленного освоения сырьевой базы глин для изделий грубой керамики, строительного песка и камня изверженных пород можно судить по данным, приведенным в табл. 60.

Таблица 60

Запасы прочих строительных материалов на 1/1 1972 г. (в млн. т)

Полезное ископаемое, область	Количество месторождений		Запасы по категориям А+В+С <sub>1</sub>	
	учтенных балансом	эксплуатируемых	всего	по эксплуатируемым месторождениям
Глины кирпичные и керамзитовые (всего)	319	125	510,8	177,2
Пермская	91	37	138,2	42,2
Свердловская	97	41	191,5	72,1
Челябинская	53	19	100,6	28,2
Курганская	78	28	80,5	34,7
Песок строительный (всего)	92	34	972,9	363,7
Пермская	21	14	271,4	99,8
Свердловская	30	10	408,5	161,0
Челябинская	21	7	130,0	76,3
Курганская	20	3	91,0	26,6
Камень строительный (изверженные породы)	65	30	798,1	495,9
Пермская	2	1	14,0	12,8
Свердловская	30	11	405,9	283,6
Челябинская	32	18	375,6	199,5
Курганская	1	—	2,6	—

### СТРОИТЕЛЬНЫЙ КАМЕНЬ (ИЗВЕРЖЕННЫЕ ПОРОДЫ)

Месторождения строительного камня, пригодного для получения бута, щебня для бетона и дорожного строительства, на территории Урала приурочены к массивам изверженных пород — гранитов, сиенитов, порфиринов, габбро и др., широко развитых на восточном склоне Урала в пределах Свердловской и Челябинской областей. На западном склоне Урала в качестве строительного камня разрабатываются карбо-

натные породы, описание которых приводится в разделе «Известняки и доломиты». В Пермской и Курганской областях известно по одному месторождению камня изверженных пород, разведанных в районах, прилегающих к Горному Уралу.

Шарташское месторождение гранита расположено в районе г. Свердловска, на южном берегу оз. Шарташ, в пределах центральной части крупного Шарташского гранитного массива. Месторождение сложено крупно-, мелко- и среднезернистым биотитовым гранитом и разведано до глубины 52 м. Все разновидности гранита отличаются высокой механической прочностью, имеют временное сопротивление сжатию в воздушно-сухом состоянии от 1200 до 2297 кгс/см<sup>2</sup>, водопоглощение от 0,17 до 0,37% и объемный вес 2,56—2,7. В зоне, затронутой выветриванием, мощность которой не превышает 4 м, прочность камня несколько снижается (от 1000 до 1200 кгс/см<sup>2</sup>). По физико-механическим свойствам граниты пригодны для использования в качестве бута, щебня для бетона и дорожного строительства.

Разведанные запасы камня составляют 32,5 млн. м<sup>3</sup>. Месторождение эксплуатируется и является основным поставщиком строительного камня для г. Свердловска.

Исетское месторождение гранита расположено вблизи ж.-д. ст. Исеть, в юго-восточной части Верх-Исетской гранитной интрузии. Месторождение сложено серыми средне- и мелкозернистыми биотитовыми гранитами и разведано до глубины 82 м. Все разновидности гранитов имеют в воздушно-сухом состоянии предел прочности от 1326 до 2744 кгс/см<sup>2</sup> и в водонасыщенном — от 1146 до 1937 кгс/см<sup>2</sup>. После испытания на морозостойкость прочность камня остается высокой. По качеству граниты пригодны для бута и щебня всех назначений. Кроме того, благоприятная система трещин отдельности позволяет производить добычу блочного камня, выход которого равен 68%.

Запасы гранита составляют 48,3 млн. м<sup>3</sup>. Месторождение эксплуатируется карьерами различных министерств.

Месторождение порфиритов Петровская Скала расположено в Свердловской области, в 15 км от ж.-д. ст. Нижне-Туринский завод. Сложено плагиоклазовыми порфиритами именовской свиты нижнего силура. Вскрытая мощность покрова порфиритов равна 108 м. До глубины 0,5—2,5 м порфириты разрушены до щебнисто-обломочного материала. По физико-механическим свойствам порфириты неоднородны, величина сопротивления сжатию в воздушно-сухом состоянии изменяется от 880 до 2920 кгс/см<sup>2</sup>, в водонасыщенном — от 920 до 2330 кгс/см<sup>2</sup>; коэффициент размягчения от 0,72 до 0,96; механическая прочность после 50 циклов замораживания остается высокой. По качеству порфириты пригодны для бута, щебня в бетон и строительства дорог I и II категорий.

Запасы камня составляют 2,6 млн. м<sup>3</sup>. Месторождение не эксплуатируется.

Месторождение габбро Гора Змеевая находится в Свердловской области, в 7 км к юго-востоку от ж.-д. ст. Капралово. Габбро горы Змеевой является частью Ревдинского габбрового массива, залегающего в толще базальтовых порфиритов верхнего силура. Месторождение сложено амфиболизированным габбро темно-зеленого цвета, затронутым выветриванием до глубины 0,1—0,5 м. Разведано на глубину до 60 м. Качество камня характеризуется высокими показателями: водопоглощение изменяется от 0 до 0,5%, объемный вес — от 3 до 3,35 т/м<sup>3</sup>, сопротивление сжатию в воздушно-сухом состоянии от 1000 до 1671 кгс/см<sup>2</sup>; камень выдерживает 50-кратное испытание на морозоустойчивость без заметного снижения прочности. По физико-механическим



свойствам габбро пригодно для бута, щебня в бетон и дорожных покрытий и щебня для балласта. Месторождение разрабатывается карьером комбината «Ижевнеруд».

Запасы габбро составляют 12,5 млн. м<sup>3</sup>.

### ГЛИНЫ ГРУБОЙ КЕРАМИКИ

На балансе числится 319 месторождений глин грубой керамики, из них 302 разведано на кирпичное и кирпично-черепичное сырье и 17—на керамзитовое сырье. Разведанные запасы по сумме категорий А + В + С<sub>1</sub> составляют по месторождениям кирпичных и кирпично-черепичных глин 451,5 млн. м<sup>3</sup>, керамзитовых—59,3 млн. м<sup>3</sup>. Разрабатывается 121 месторождение кирпичных глин и четыре месторождения керамзитовых глин. Добыча глин для производства черепицы не производится. Более 60% всех месторождений составляют месторождения с разведанными запасами до 1 млн. м<sup>3</sup>, на базе которых работают преимущественно мелкие кирпичные заводы производительностью до 5—10 млн. штук кирпича в год.

Для производства изделий грубой керамики используются глины различного генезиса и возраста. Основным источником сырья являются четвертичные месторождения делювиального, аллювиально-делювиального, аллювиального и озерно-аллювиального типов. Распределение их по геоморфологическим зонам, отличающимся по геологическому строению и характеру рельефа, неравномерное.

Месторождения глин, связанные с делювиальными четвертичными и плиоценовыми отложениями, имеют преобладающее распространение на описываемой территории Урала. Делювиальные отложения верхнечетвертичного возраста развиты на склонах холмов, увалов и речных долин, перекрывая образования различного возраста и генезиса, в том числе аллювий надпойменных террас. В зависимости от формы рельефа, состава материнских пород и приуроченности к той или иной геоморфологической зоне они представлены разными по гранулометрическому составу и мощности осадками — от сильно щебенистых до тонких суглинков и глин. В горной и увалистых зонах восточного и западного склонов Урала делювиальные, элювиально-делювиальные и других типов четвертичные осадки имеют более грубый состав и часто большое количество обломочного материала вмещающих пород. Мощность их на склонах гор и увалов равна обычно 1—2 м, в шельфовой части — до 5 м и более. На пенеппене восточного склона Урала осадки более тонкие по составу, особенно на участках развития мезозойской коры выветривания, мезозойских и третичных отложений; их мощность до 1—3 м, а в долинах рек, на участках террас — до 5 м и более (рис. 154). В пределах Зауральской и Предуральной равнин делювиальные отложения представлены в основном однородными суглинками и глинами, иногда лёссовидными с карбонатными включениями.

Делювиальные отложения риско-вюрмского и плиоценового возраста распространены в эрозионно-тектонических депрессиях, межгорных впадинах, понижениях, в увалистых зонах восточного и западного склонов, а на пенеппене — в депрессиях и долинах древней речной системы. Для делювия риско-вюрмского возраста характерны значительная мощность, достигающая нередко 5 м и более, песчанистый состав глин и наличие карбонатных и железисто-марганцовистых включений в плиоценовых осадках. К этим отложениям приурочено большинство разведанных и эксплуатируемых месторождений кирпичного и керамзитового сырья — Горнощитское III, Петрокаменское, Таушинское и др.

Горнощитское III месторождение, расположенное в 3 км к северу от ст. Арамилы Свердловской ж. д., сложено бурыми и желтобурными делювиальными глинами средней мощностью 7,4 м. Глины по гранулометрическому составу неоднородны: содержание глинистой фракции (менее 0,06 мм) колеблется в широких пределах (42,4—93,9%), количество крупных включений до 7%. По данным ползуаводских испытаний глины пригодны для производства полнотелого и пустотелого кирпича марок 75—125 методом полусухого прессования. Месторождение эксплуатируется Уктусским заводом. Разведанные запасы 5,1 млн. м<sup>3</sup>.

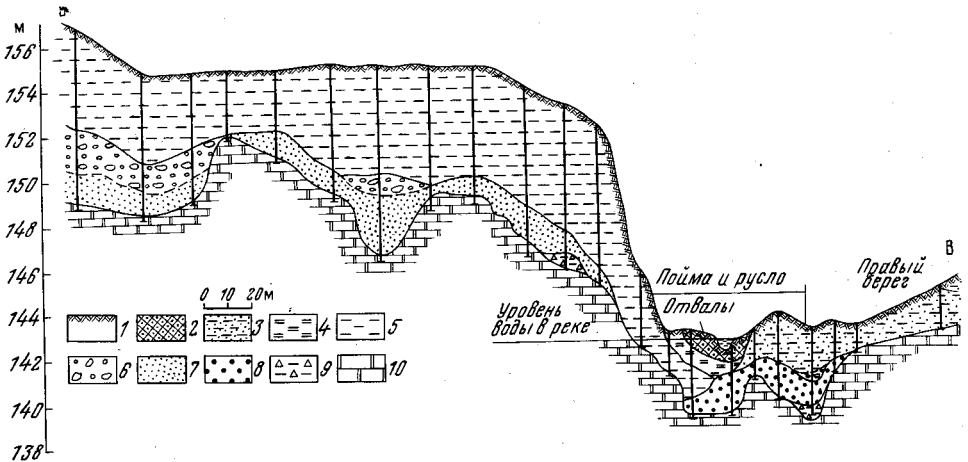


Рис. 154. Геологический разрез через долину р. Большая Талица. По С. А. Поносову  
1 — почвенный слой; 2 — отвалы старательских работ; 3 — глины песчаные; 4 — глины зеленые, иловатые; 5 — глины бурые, плотные; 6 — гравий и галечники полимиктовые; 7 — пески полимиктовые с галькой кварца, частью глинистые; 8 — гравийно-песчаная смесь; 9 — щебень с глиной; 10 — известняки

Петрокаменское месторождение расположено в Свердловской области в 4 км северо-восточнее с. Петрокаменского; сложено верхнечетвертичными делювиальными глинами бурой и коричневой окраски, близкими по гранулометрическому составу. Содержание в них песчаной фракции (1,0—0,5 мм) 18—23%, пылевой (0,05—0,005 мм) — 52—55%, глинистой (менее 0,005 мм) — 23—25%. Количество крупных включений (крупнее 0,5 мм) до 5—10%. Глины характеризуются средней пластичностью и средней чувствительностью к сушке. По лабораторным и ползуаводским испытаниям они пригодны для производства строительного кирпича марки «100» методом пластического формирования при естественной сушке. Запасы 538 тыс. м<sup>3</sup>.

Таушинское месторождение кирпичных глин расположено в Пермской области в 5 км к югу от г. Чернушка. Аллювиально-делювиальная пластообразная залежь глин залегает по склону поймы на аргиллитах и песчаниках шешминского горизонта уфимского яруса верхней перми и на аллювиальных отложениях четвертой террасы р. Быстрый Танып. Литологически продуктивная толща представлена двумя слоями запесоченных глин темно-бурой и коричневатобурой окраски, мощностью от 3,2 до 15,7 м, в среднем 7,7 м. Глины характеризуются умеренной пластичностью, повышенной чувствительностью к сушке (коэффициент 1,46—2,73) и для производства кирпича требуют введения отошающей добавки (10—20%). По данным ползуаводских испытаний глины пригодны для производства кирпича марки «125» и «200».

Утвержденные запасы глин составляют 8,6 млн. м<sup>3</sup>. На базе месторождения проектируется строительство кирпичного завода годовой производительностью 40 млн. штук кирпича.

Аллювиальные месторождения глин приурочены к современным и «мертвым» речным долинам и размещены главным образом в пределах Зауральской и Предуральской равнин. В Зауралье наиболее мощные толщи однородных по составу глин встречаются среди аллювиальных отложений исетской и камышловской надпойменных террас по рекам Сосьве, Исети и др. В Приуралье аллювиальные глины образуют мощные толщи и используются совместно с покрывающими их делювиальными суглинками. В других геоморфологических зонах Урала глинистый аллювий самостоятельного промышленного значения не имеет.

Серовское месторождение — наиболее характерное месторождение аллювиального типа, расположено в 7 км севернее г. Серова. Полезная толща его сложена верхнерйскими аллювиальными глинами исетской надпойменной террасы р. Сосьвы, залегающими в виде пластобразной залежи под делювиальными суглинками небольшой мощности. В состав полезной толщи входят бурые, светло-серые и темно-серые пластичные глины средней мощностью 10,8 м. По гранулометрическому составу разновидности глин отличаются мало. Содержание в глинах фракции 1,0—0,5 мм составляет 14—22%, фракции 0,05—0,005 мм — 40—54% и фракции менее 0,005 мм — 31,36%. Химический состав (в вес. %): SiO<sub>2</sub> 43,2—64,0; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7,7—17,7; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7,1—13,0; R<sub>2</sub>O 1,8—2,7; п. п. п. 5,1—9,3. Глины характеризуются высокой пластичностью и высокой чувствительностью к сушке и обжигу. По данным лабораторных и полужаводских испытаний они пригодны без добавок для производства керамзитового заполнителя марки «300». Запасы 4,4 млн. м<sup>3</sup>.

Озерно-аллювиальные месторождения кирпичных и керамзитовых глин залегают среди нижнечетвертичных и плиоценовых отложений «мертвых» речных долинах Зауралья. В других геоморфологических зонах они имеют небольшое распространение и приурочены к меридиональным эрозионно-структурным депрессиям. Как нижнечетвертичные, так и плиоценовые отложения образуют мощные толщи пластичных и песчаных глин, на отдельных участках мергелистых с содержанием железисто-марганцовистых включений. К озерно-аллювиальным отложениям приурочены месторождения: Суховязовское, расположенное на окраине г. Верхнего Уфалея, в пределах древней долины р. Суховязя; Богдановичское — в 3 км севернее ст. Богданович Свердловской ж. д., на левом берегу р. Кунара и ряд других.

Суховязовское месторождение сложено нижнечетвертичными озерно-аллювиальными глинами мощностью 11—14 м, представленными темно-коричневыми и светло-желтыми пластичными и песчаными разностями с прослоями песка. Глины среднепластичные, содержание в них фракции более 0,5 мм составляет от 1,1 до 7,0%, фракции 1,0—0,5 мм — 14,5—45,0%, фракции 0,05—0,005 мм — 37,0—69,4%, фракции менее 0,005 мм — 11,3—32,7%. Глины пригодны для производства полного кирпича марки «125». Запасы глин 5,3 млн. м<sup>3</sup>. Месторождение эксплуатируется Уфалейским кирпичным заводом.

Богдановичское месторождение нижнечетвертичных глин характеризуется сложным строением. Разрез его представлен темно-бурыми, желто-бурыми и серыми пластичными глинами, в разной степени запесоченными, с прослоями песка и включениями гальки кварца, обломков известняков и других пород. Мощность глин до 3,85 м. Проведенными полужаводскими испытаниями глины признаны пригодными для производства керамзита и строительного кирпича марки «100» при условии их отощения. Разведанные запасы 4,5 млн. м<sup>3</sup>.

Из других генетических типов представляют интерес месторождения, связанные с полигенетическими лёссовидными суглинками, широко развитыми в районе Зауралья на междуречьях. Полигенетические суглинки чаще всего используются совместно с подстилающими их третичными глинами.

В последние годы большое внимание привлекают месторождения, связанные с мезозойской корой выветривания вулканогенных пород основного и среднего состава, которая широко развита на восточном склоне Урала, особенно в пределах пенеппена. Элювиальные глины здесь на отдельных участках имеют однородный выдержанный состав и пригодны для использования в чистом виде; мощность их достигает 10—15 м и более.

На Урале создана крупная сырьевая база кирпичного и керамзитового сырья, позволяющая в значительной мере удовлетворить потребность промышленности строительных материалов. Имеются практически неограниченные перспективы для ее расширения.

### ПЕСКИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

По числу месторождений строительных песков, осваивающихся промышленностью, на первом месте стоят Пермская и Челябинская области, в которых введено в эксплуатацию 50% разведанных месторождений (см. табл. 69). Пески и песчано-гравийные отложения подавляющего числа уральских месторождений пригодны для штукатурных, кладочных растворов и бетонов только после обогащения — отмучивания глинистых примесей.

Месторождения строительных песков и гравийно-песчаных смесей на территории Урала и примыкающих к нему частях Зауралья и Приуралья относятся к аллювиальному, озерно-аллювиальному и озерному генетическим типам.

Месторождения аллювиального типа приурочены к отложениям современных и «мертвых» речных долин. Песчаный аллювий, за редким исключением, характеризуется слабой сортировкой материала и изменчивым гранулометрическим составом на небольших расстояниях. По минеральному составу пески преимущественно полевошпат-кварцевые. Месторождения имеют линейную протяженность и линзообразную, близкую к пластовой, форму залежей.

Современные речные долины в пределах восточного и западного склонов Урала имеют преимущественно широтное направление, пересекая с запада на восток разные геоморфологические зоны. В верхних течениях рек, в условиях горного и увалистого рельефа речные террасы развиты слабо и проявляются в виде редких площадок; песчаные залежи на них маломощны и сложены несортированным глинисто-песчано-галечным материалом, часто содержащим щебень местных пород. В зоне пенеппена восточного склона Урала речные террасы в рельефе выражены более отчетливо; почти повсюду имеются Исетская и Камышловская надпойменные террасы. Мощность песчаных залежей 2—3 м. Запасы песков разведанных месторождений, за небольшим исключением (по р. Урал, долина которого приурочена к меридиональной депрессии), небольшие и низкого качества.

В среднем течении рек, в зоне цокольной равнины, и особенно в зоне аккумулятивной равнины Зауралья террасы развиты хорошо. Мощность песчаных и гравийно-песчаных отложений 10—15 м. Подавляющая часть промышленных месторождений аллювиального типа расположена в пределах цокольной и западной частей аккумулятивной равнины (Переваловское, Федоровско-Сычевское и др.).

Ниже по течению рек, восточнее г. Камышлова, в условиях аккумулятивной равнины, в отложениях хорошо выраженных террас начинают преобладать глинистые и алевроитистые осадки, пески становятся более глинистыми и преимущественно мелкозернистыми. В этой части равнины почти нет бетонных песков.

Переваловское месторождение песков и песчано-гравийной смеси с запасами 139,0 млн. м<sup>3</sup> находится в Махневском районе Свердловской области. Залежь аллювиальных верхнерисских и нижневюрмских песков и песчано-гравийной смеси приурочена к первой, второй, третьей террасам и пойме р. Тагила. Залегают она на морских осадках верхнего мела (аргиллитах, кварц-глауконитовых песчаниках). Преобладающее значение в составе продуктивной толщи принадлежит гравийно-песчаной смеси; собственно пески залегают в виде разобщенных линз и гнезд. Мощность песчано-гравийных отложений изменяется от 1 до 16,5 м при мощности вскрыши от 2 до 4,32 м. Содержание гравия в целом по полезной толще колеблется от 0 до 47% и по отдельным участкам изменяется от 9 до 18,2%; содержание глинистых и пылеватых примесей в среднем равно 5,7%. Песок и песчаная часть смеси пригодны без обогащения для строительных растворов и после обогащения — для бетонов. Гравийная часть смеси пригодна для бетонов низких марок. Месторождение эксплуатируется трестом «Уралнеруд».

Федоровско-Сычевское месторождение находится в Челябинской области, в районе ж.-д. ст. Баландино. Песчаная залежь приурочена к аллювиальным отложениям второй и третьей надпойменных террас р. Миасс. Для месторождения характерна резкая изменчивость литологического состава и мощности песчаных отложений вкrest простирания террас. В основании аллювия залегают неравномернозернистые пески с гравием и галькой или гравий с песком и щебнем. Выше лежат средне- и крупнозернистые пески слабо гравелистые, иногда с маломощными прослоями глины. На песчано-гравийных отложениях лежит слой мелкозернистых песков сильно глинистых, постепенно переходящих в супеси и суглинки. Часто песчано-гравийные отложения перекрываются только слоем чернозема. Мощность песков и песчано-гравийных отложений колеблется от 3—4 м в пределах второй террасы и 5—6 м на третьей террасе. Подстилаются аллювиальные отложения эоценовыми опоковидными глинами, диатомитами, глауконитовыми песками, иногда элювием песчаников и известняков. По составу пески месторождения в основном кварцевые, глинистые и гравелистые, пригодны для бетона и дорожного строительства после обогащения. Запасы песков 14,0 млн м<sup>3</sup>, возможен их прирост. Месторождение эксплуатируется Челябинсталлургстроем.

На территории Предуральской равнины крупные месторождения строительных песков и гравийно-песчаных смесей размещены в долинах рек Камы, Чусовой и др. (Соликамское, Закамское) и приурочены к пойме и надпойменным террасам. Мощность песчаных толщ до 10—15 м.

Соликамское месторождение строительных песков и песчано-гравийной смеси расположено в районе ж.-д. ст. Соликамск. Пластобразная залежь аллювиальных песков, сменяющихся по разрезу песчано-гравийными отложениями, залегают на первой надпойменной террасе р. Камы. Мощность песчаной залежи от 5,9 до 17,9 м, мощность песчано-гравийных отложений в среднем 3 м. По составу пески кварцкремнистые, мелко- и среднезернистые, с неравномерным содержанием глинистых примесей (от 0,6 до 26,7%). Песчано-гравийная смесь содержит от 10 до 57,8% гравия и от 0,1 до 2,8% глинистых примесей. Пески месторождения пригодны без обогащения для строительных растворов



и после обогащения для обычного бетона, газобетона и силикатного кирпича марки «150». Гравий смеси, состоящий из зерен кварца, крем-

ня и яшмы, пригоден в качестве крупного заполнителя в бетон.

Запасы песков и песчано-гравийной смеси 58,5 млн. м<sup>3</sup>, в том числе смеси 7,2 млн. м<sup>3</sup>. На разведанных запасах с 1969 г. намечено строительство песчано-гравийного карьера для снабжения строек Соликамско-Березниковского района песками различного назначения.

Закамское месторождение строительных песков с запасами 10,8 млн. м<sup>3</sup> расположено в районе г. Перми. Пластообразная залежь песков приурочена к аллювиальным отложениям второй надпойменной террасы р. Камы. Верхний горизонт залежи мощностью 6—8 м сложен мелкозернистыми кварцкремнистыми песками, ниже залегают среднезернистые пески того же состава мощностью 4—6 м. Среди песков встречаются маломощные прослои и линзы глин. Подстилающими породами являются песчано-гравийные отложения, содержащие до 50% гравия. Пески обоих горизонтов пригодны для производства силикатного кирпича марки «100». Месторождение эксплуатируется Закамским заводом силикатного кирпича.

Месторождения озерно-аллювиального типа размещены в зонах цокольной и аккумулятивной равнин Зауралья и приурочены к осадкам верхнеплиоценового и нижнечетвертичного возраста, выполняющим «мертвые» речные долины. Древние речные долины широко развиты в западной части аккумулятивной равнины, где они имеют в основном субмеридиональное простирание и образуют глубокие врезы в палеогеновых отложениях. Среди озерно-аллювиальных отложений встречаются мелко- и разнозернистые пески и гравийно-песчаные смеси мощностью до 10 м. Песчаные залежи перекрываются толщей более молодых глинистых осадков и на участках неглубокого залегания представляют практический интерес. С отложениями озерно-аллювиального типа в

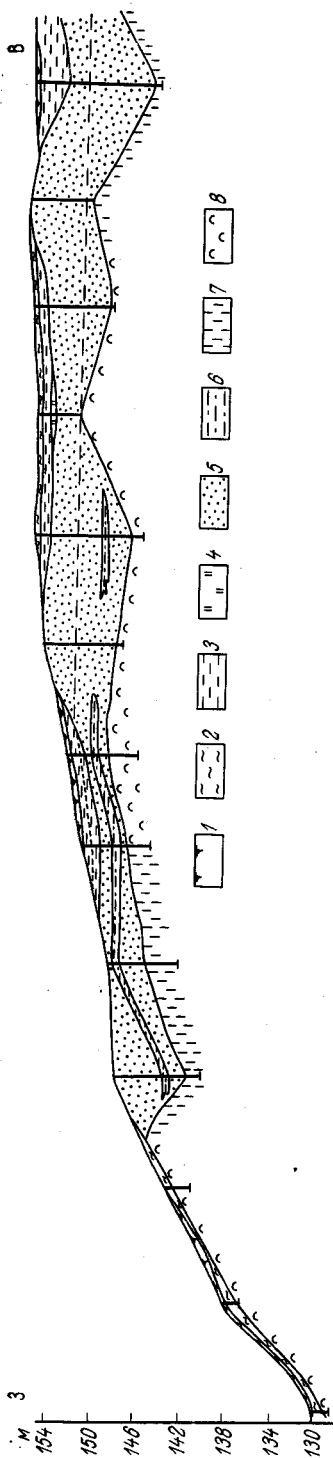


Рис. 155. Геологический разрез Никоновского месторождения песка. По В. В. Вележеву  
1 — растительный слой; 2 — суглинки бурые; 3 — глины бурые, плотные; 4 — супеси желто-бурые; 5 — пески разнозернистые, желтовато-серые с включениями гравия и гальки, глинистые; 6 — глины желтовато-серые; 7 — глины опоквидные; 8 — опок

Зауралье связано Никоновское и ряд других промышленных месторождений.

Никоновское месторождение строительных песков с запасами 3,8 млн. м<sup>3</sup> расположено в 12 км от ж.-д. ст. Строитель. Песчаная залежь приурочена к аллювиальным отложениям минделя, залегающим на серых опоконидных глинах палеогена (рис. 155). Пески кварцевые, разнозернистые с включением гравия и линзовидных прослоев глины мощностью от 0,1 до 1,5 м. Мощность продуктивной толщи колеблется от 1,1 до 11,4 м, в среднем 4,6 м. Пески перекрываются коричневыми глинами и суглинками средней мощностью 1,5 м. Пески после обогащения пригодны для обычных бетонов марок от «100» до «300» и для строительных растворов. Месторождение эксплуатируется трестом «Татгилстрой». Имеются перспективы для увеличения разведанных запасов.

**Месторождения озерного типа** известны на восточном склоне Урала и в Зауралье. Расположены они по берегам современных рек и на участках сохранившихся от размыва древних озерных ванн. Месторождения в основном мелкие и сложены глинистыми песками. Практическое значение имеют только месторождения, связанные с древними озерными отложениями Зауралья и характеризующиеся выдержанным составом и большой мощностью (до 5—10 м) песчаных толщ.

Перспективными для поисков месторождений строительных песков являются районы Зауралья и Приуралья. В Зауралье благоприятными площадями для выявления новых месторождений песков представляются участки в переходной зоне от Урала к Зауралью, особенно в крайней западной части аккумулятивной равнины. Здесь перспективны нижнечетвертичные аллювиальные и озерно-аллювиальные отложения, выполняющие «мертвые» речные долины, и аллювиальные отложения средне- и верхнечетвертичного возраста, слагающие исетскую и камышловскую надпойменные террасы современных крупных рек (Исети, Пышмы, Тагила, Миасса и др.).

В Приуралье перспективными являются аллювиальные отложения современных крупных рек (Камы, Чусовой и др.).

## ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

В течение более 300 лет Урал является одним из главных поставщиков сырья для отечественной ювелирно-гранильной промышленности. На базе исключительного разнообразия и значительных запасов камне-самоцветного сырья здесь сложилась и развилась камнерезная промышленность, вырабатывающая высокохудожественные изделия. Большой опыт уральских мастеров-умельцев переходил из поколения в поколение начиная со времен основания Екатеринбургской гранильной фабрики (1765 г.). В настоящее время обработкой камня на Урале заняты Свердловская ювелирно-гранильная фабрика, завод «Русские самоцветы», предприятия объединения «Уралмрамор», «Уральский камнераз» и др., оснащенные новейшей техникой и имеющие кадры замечательных камнерезов. Несмотря на большое количество месторождений драгоценного и цветного камня, эксплуатировавшихся до революции и в первые годы Советской власти, сведения геологического характера и данные добычи по ним весьма отрывочны и порой малодостоверны. В настоящее время детально разведаны лишь три месторождения драгоценного камня и несколько десятков месторождений цветного камня (мраморы, граниты и др.).

Классификация драгоценных и цветных камней была разработана академиком А. Е. Ферсманом, который весь каменный материал, используемый камнеобрабатывающей промышленностью, разделяет на две большие группы:

А — ограночный материал (драгоценные камни-самоцветы);

Б — поделочный материал (цветные камни).

Соответственно каждая группа по ценности камня подразделена на три порядка.

В основу классификации цветных камней в строительной промышленности заложена их обрабатываемость. Лабораторией физико-механических исследований горных пород в институте ИГЕМ АН СССР разработана классификация облицовочного камня по его долговечности.

### ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ

Драгоценные камни Урала в основном сосредоточены в жильных образованиях, связанных с гранитной магмой, и в россыпях. Месторождения их располагаются в субмеридиональном направлении в пределах восточного склона Урала, приурочиваясь к определенным жильным полям. Наибольшую известность на Среднем Урале приобрели жильные поля района Алабашки, Мурзинки и Адуя, получившие в литературе название Мурзинской самоцветной полосы. Южнее последней располагается район изумрудных копей, а в пределах Южного Урала — Ильменский заповедник и Кочкарский район со своими знаменитыми россыпями самоцветов.

#### *Мурзинская самоцветная полоса*

В геологическом строении самоцветной полосы принимают участие гранитоиды Мурзинской интрузии, инъекционные гнейсы мурзинской свиты и метаморфические сланцы невянской свиты. Комплекс интрузивных и метаморфических горных пород образует ядро и западное крыло крупного Мурзинского антиклинория. Мурзинская интрузия представляет собой крутопадающую на восток межформационную залежь субмеридионального простирания и зонального строения, возраст интрузии послекарбоновый.

Известные месторождения ограночных камней на территории самоцветной полосы распределены неравномерно, группируясь в ряд самостоятельных жильных полей. Самым северным является Алабашкинское поле с месторождениями топазов, аквамаринов, турмалинов, гранатов, дымчатого кварца и полевого шпата в знаменитых коях «Мокруша», «Тысячница», «Мыльница» и др. Жильные поля Мурзинки в отличие от Алабашкинского содержат мало топазов, но много турмалинов темных тонов и аметистов, реже аквамаринов. Южнее находятся копь Тальян с знаменитыми кроваво-красными аметистами и Сизиковское поле с большим количеством (более 100) кварц-аметистовых жил с известными копиями «Ватиха», «Островной», «Каменный Ров», «Бык» и др. В коях района д. Южаковой развита цитриновая, турмалиновая, аметистовая, аквамариновая и реже гранатовая и топазовая самоцветная минерализация. По соседству с копиями д. Южаковой расположены рубеллитовые и корундовые копи Сарапулки и Корнилова Лога. Не меньшей славой пользовались полихромные турмалины Липовки и копей «Мора». Южнее расположены россыпи темных сапфиров и неоднородно окрашенных фиолетово-красных рубинов у д. Колташи. Адуйские копи с дымчатым кварцем, аквамаринами и аметистами составляют обособленную южную группу Мурзинской самоцветной полосы, отличаясь полным отсутствием в них топазов и турмалинов.

Месторождение аметистов «Ватиха» расположено в 5 км восточнее с. Мурзинки и в 14 км на юго-запад от пос. Нейво-Шайтанка Свердловской области.

Еще в 1740 г. Гмелин писал о разработке более 100 копей аметистов на правом берегу р. Амбарки. Добыча аметистов достигла расцвета в период 1780—1785 гг. В 1925—1934 гг. здесь работала кустарно-промысловая артель «Самоцвет». С 1954 по 1958 г. месторождение разведывалось Алапаевской партией Уральского геологического управления, а с 1958 по 1961 г. аметисты добывались горнопромышленным предприятием «Уральские самоцветы».

Кварц-аметистовые жилы месторождения и района приурочены к тектоническим зонам среди гранитов. Эти зоны представлены большим количеством сближенных трещин, имеющих мощность от 1 мм до 10 см и более. Длина таких зон колеблется от 100 до нескольких километров. Для большинства отдельных трещин и в целом для зон разломов, состоящих из большого количества трещин, характерны следующие азимуты простираний:

1. Простирание  $54^\circ$  и крутой угол падения  $72-85^\circ$  (трещины типа «Ватихи», «Каменного Рва» и др.).
2. Простирание  $35^\circ$  и пологий угол падения  $46-65^\circ$  (жилы типа «Косой»).
3. Простирание  $210-230^\circ$  и крутой угол падения  $70-80^\circ$  (жилы типа «Бык», «Тальян» и др.).

Вдоль большинства открытых трещин развиваются «зеленчуки» — сильно измененные под воздействием динамометаморфизма граниты. Мощность зон измененных пород колеблется от долей миллиметра до 10—20 см, реже более. Макроскопически «зеленчуки» представлены сланцевидными породами с шелковистым блеском и занозистым изломом. Минеральный состав их: серицит, кварц двух генераций, альбит, карбонат, хлорит. Чем интенсивнее развиты «зеленчуки» и изменены граниты, тем благоприятнее среда для образования аметистов.

Мурзинские аметисты имеют, как правило, неравномерную фиолетовую окраску, различную по интенсивности и оттенкам. Окрашена обычно только головка кристалла.

Аметистовые тела по форме делятся на следующие две группы:

1. Кварц-аметистовые жилы линейно-вытянутые, образовавшиеся за счет заполнения трещин, по стенкам которых развиты «зеленчуки» с щетками длинностолбчатого горного хрусталя. В рыхлой массе часто присутствуют красивые кристаллы аметистов, прикрепленные ножками к корочкам «зеленчуков». По простиранию и падению жилы расширяются до 5—10 см или переходят в проводник мощностью до 2 мм в местах пережима. Длина жил достигает 250 м.

2. Аметистовые столбы, образовавшиеся в местах пересечения двух кварц-аметистовых жил, имеющих разные углы простирания и падения. Здесь аметисты развиваются как в полостях трещин, так и в зонах кварц-серицитовых пород и дезинтегрированных обеленных гранитов. На полостях открытых трещин развиты щетки горного хрусталя и аметистов. Величина полостей «занорышей» колеблется от нескольких кубических сантиметров до нескольких кубических метров и более. На месторождении наиболее изученными являются свиты кварц-аметистовых жил: «Ватиха», «Тихониха», «Раздериha», «Логоуха» и «Косая».

Несмотря на то что кварц-аметистовые жилы «Ватихи» до горизонта 30 м отработаны (в особенности на участках максимальной аметистовосности «Золотой погребок» и «Херувимы»), месторождение имеет большие перспективы в отношении прироста запасов кристаллосырья. Месторождение разведано до горизонта 60 м; подсчет запасов аметистово-

го ограночного камня произведен до горизонта 75 м и составил 257,6 кг. В одной из скважин с глубины 120 м поднят керн с кристаллами аметиста.

В настоящее время производятся поисково-добычные работы на аметист на «Тальяне» у с. Мурзинки и на Сарапульском проявлении аметистов, где встречено большое количество кристаллосырья, но аметист слабоокрашенный. В 1964 г. в районе Чуксы на Южном Урале выявлено три кварцевые аметистоносные жилы с небольшими скоплениями кристаллов аметиста.

Топазовая копь «Мокруша» расположена между деревнями Верхняя и Нижняя Алабашка Пригородного района Свердловской области.

Первые геологические исследования района относятся ко второй половине XVIII и началу XIX в. В 1912—1916 и 1920—1921 гг. копь изучалась А. Е. Ферсманом. Копь «Мокрушу» начали разрабатывать с 1876 г. В 1921—1922 гг. она разрабатывалась открытым способом кустарной артелью под руководством Г. Г. Китаева.

Копь «Мокруша» расположена в самой северной части Мурзинской самоцветной полосы и приурочена к западному экзоконтакту интрузии гранитоидов. Разведкой 1964—1967 гг. на месторождении вскрыто и прослежено четыре крупных и несколько мелких пегматитовых жил, из которых в двух встречены промысленные скопления самоцветов.

Жила 1, являющаяся основным источником добычи самоцветов на «Мокруше», представляет собой пластовое тело, смятое в сложную антиклинальную складку, восточное крыло которой имеет пологое падение, а западное—крутое; в целом тело имеет южное склонение. Длина жилы более 200 м, прослежена на глубину до 20 м; мощность ее значительно изменяется как по простиранию, так и по падению, сужаясь до 10—20 см в пережимах и расширяясь до 5—7 м в местах раздувов; средняя мощность не более 1,5—2,0 м.

Жила 4 прослежена более чем на 100 м по простиранию и на глубину до 15 м; мощность ее 1,5—2,0 м.

Топазы и другие самоцветы в жилах месторождения приурочены к «занорышам». В процессе разведки выявлено 56 занорышей, из которых 48 имели самоцветную «начинку». Из всех вскрытых занорышей большая часть представляет собой небольшие полости (0,006—0,01 м<sup>3</sup>), остальные имеют объем до 1,2—2,2 м<sup>3</sup>.

Мелкие занорыши имеют обычно неправильную, щелеобразную форму, нередко осложнены вздутиями и пережимами. Более крупные занорыши по форме близки к камерам, верхним частям которых свойственны округлые очертания. Как правило, все вскрытые полости почти нацело заполнены плотной пластичной глиной. Часто в неоднородных по составу глинах встречаются хорошо образованные кристаллы самоцветов.

Кристаллообразование происходило на боковых стенках и в свободной части занорышей.

Большой научный интерес представляют замечательные штуфы, отобранные из занорышей. На небольшом штуфе можно видеть прекрасные кристаллы микролина, клевеландита, мориона, турмалина, лепидолита (рис. 156, 157), изумительные голубые кристаллы и водяно-прозрачные друзы топаза (рис. 158). Лепидолит в виде больших псевдогексогональных пластинчатых кристаллов в ассоциации с шаровидными агрегатами кристаллов клевеландита образует неповторимые по красоте розетки (рис. 159).

В распределении занорышей в пределах пегматитовой жилы отмечаются некоторые закономерности:



1) занорыши с самоцветной минерализацией наблюдаются только в хорошо дифференцированных пегматитовых жилах;

2) минерализованные занорыши встречаются, как правило, в зоне развития крупнозернистых и блочных пегматитов;

3) в околозанорышевом пространстве интенсивно развит процесс альбитизации полевых шпатов; внутри полости встречаются друзы кристаллов альбита столбчатой формы и шаровидные друзы клевеландита;

4) занорыши приурочены к зоне мусковитизации и лепидолитизации пегматитов; обычно при появлении кристаллов лепидолита или мусковита в крупнозернистых и блоковых пегматитах здесь следует ожидать занорыши с самоцветной минерализацией;

5) топазоносные занорыши (и околозанорышевое пространство) почти не содержат турмалина, а в аквамариноносных занорышах наблюдается большое количество турмалина (шерла).

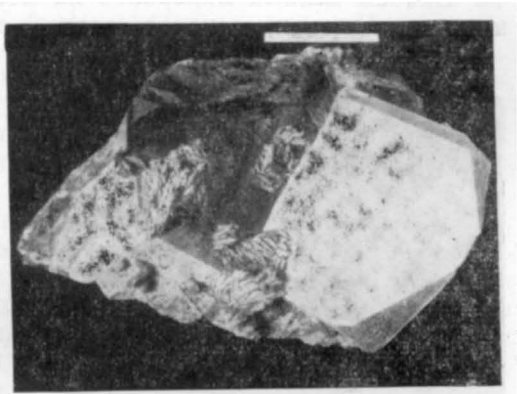


Рис. 156. Штуф из занорыша. Жила 1, копь «Мокруша»



Рис. 157. Штуф из занорыша. Жила 1, копь «Мокруша»

На месторождении по категориям  $C_1 + C_2$  подсчитаны запасы топазов в размере 5172,7 кг, аквамаринов — 146,9 кг, марионов и дымчатого кварца — 50 597 кг.

Липовское месторождение турмалинов по геологическим особенностям и минеральному составу занимает особое место в гранито-гнейсовом комплексе Мурзинской самоцветной полосы. Открыто оно вблизи д. Липовки Свердловской области в 1900 г. и получило широкую известность благодаря наличию прекрасных полихромных турмалинов и уникальных розовых бериллов-воробьевитов. Месторождение

детально разведано в 1934—1935 гг. горными выработками и буровыми скважинами (И. И. Бок).

Пегматитовая жила залегает среди змеевиков, имеет линзовидную форму и зональное строение. Внешнюю зону жилы составляет плагиоклазовый письменный гранит, среднюю — крупнозернистый пегматоид, состоящий из агрегата микроклина, лепидолита, мусковита, кварца и черного турмалина. В этой же зоне встречаются прекрасные кристаллы полихромного турмалина, известны почти все его разновидности, выделенные по цвету, кроме бурого дравита. Часто встречаются кристаллы полихромного турмалина зональной и пятнистой окраски. Многоцветные турмалины наблюдались обычно включенными в каолинизированный

полевой шпат и лепидолит. Последний составляет главную ценность месторождения и находится в виде крупнозернистых, скорлуповатых, листоватых, мелкозернистых, реже плотных скоплений, пригодных для поделок.

Запасы ценных минералов на месторождении крайне ограничены, но при комплексном использовании всего минерального сырья Липовское месторождение **может быть** уникальным промышленным объектом.

### *Район Ильменских и Вишневых гор*

На восточном склоне Южного Урала комплекс щелочных пород, слагающий Ильменские и Вишневые горы, прослеживается на расстояние более 60 км. Государственный минералогический заповедник занимает здесь территорию в 30 100 га.

По геологическому строению Ильменские и Вишневые горы представляют собой крупную асимметричную антиклиналь, сложенную метаморфическими слан-

цами предположительно девонского возраста и прорываемую разнообразным комплексом глубинных изверженных пород. Главное место в комплексе занимают щелочные нефелиновые сиениты — миаскиты, щелочные сиениты, различные породы семейства гранитов и многочисленные жильные пегматиты сложного и исключительно разнообразного минерального состава.

В истории русской геологической науки Ильменские и Вишневые горы сыграли важную роль, так как здесь впервые были открыты и изучены многие новые минералы и горные породы, не имевшие аналогов в других месторождениях мира. Первые открытия топазов, аквамаринов и других драгоценных камней, а также новых минералов — ильменита, канкринита, вишневита, ишкулита и многих других связаны с исследованием Ильменских и Вишневых гор.

Заповедник покрыт сетью старинных горных выработок (копей), представляющих естественный минералогический музей большого научного значения. В Ильменских и Вишневых горах обнаружено свыше 145 минералов, более 30 из которых здесь найдены впервые на земном шаре. Как ограночный и поделочный материал Екатеринбургская гранильная

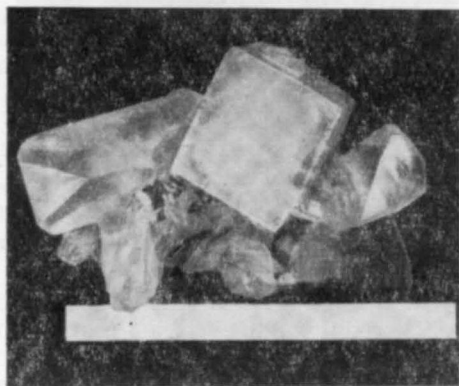


Рис. 158. Друза топазов. Жила 1, копь «Мокруша»



Рис. 159. Псевдогексагональные пластинчатые кристаллы лепидолита. Жила 1, копь «Мокруша»

фабрика в прошлом столетии добывала здесь амазонит, вишневит, топаз, фенакит и циркон. Для коллекционных целей в больших количествах добывались прекрасные штуфы и отдельные кристаллы многих минералов.

Представляет интерес Увильдинская полоса щелочных пород, занимающая среднее положение между массивами миаскитов Ильменских и Вишневых гор. Здесь также имеют распространение скопления амазонита, циркона, корунда, топазов, лепидолитов и других уникальных минералов.

Кроме вышеуказанных драгоценных камней за пределами описываемых районов известны специфические только для Урала драгоценные камни II порядка — демантоиды (ярко-зеленая разновидность известково-железистых гранатов). По силе светопреломления демантоид стоит выше всех самоцветов, даже выше алмаза. Демантоиды были известны давно, но добыча их велась в небольшом количестве попутно при разработках платины. Только после Всемирной Парижской выставки (1899 г.) спрос на демантоиды сильно возрос; они стали излюбленным камнем на мировом рынке. В 1958 г. стоимость камня весом 1—2 карата расценивалась на международном рынке в 100 долларов. Высокая цена за демантоиды обусловлена их красотой и редкостью камней на мировом рынке, так как в мире известно всего два месторождения демантоидов, расположенные на Урале: россыпи на речках Полдневская Бобровка (Полевской район) и Тагильская Бобровка (Пригородный район).

Бобровское (Нижнетагильское) месторождение демантоидов впервые описано в 1855 г. Нилом Норденшельдом. В 1949 г. была произведена разведка россыпей демантоидов по речкам Малая и Большая Бобровка. В 1960 г. на левом берегу речки Малая Бобровка открыто коренное залегание демантоидов. Месторождение расположено в Пригородном районе Свердловской области, в 35 км к юго-западу от г. Нижнего Тагила.

Месторождение приурочено к зоне разлома в дунитах, слагающих центральную часть Нижнетагильского массива ультраосновных и основных пород. Зона разлома вскрыта в 200 м на север от речки Малая Бобровка. Она представлена большим количеством параллельно расположенных сближенных трещин. По длине зона не превышает 100 м, а по мощности 3 м. Мощность отдельных трещин в зоне колеблется от 1 мм до 15 см. Дуниты в зоне разлома имеют плитчатое строение и вдоль трещин серпентинизированы. Зона серпентинизации не превышает 2—3 см. Открытые трещины заполнены бурой глиной или белым серпофитом, имеющим грубоволокнистое строение.

Демантоиды образуют вкрапленники в виде одиночных зерен или цепочек вдоль волокон серпофита. Одиночные зерна в серпофите развиваются в крупные, прозрачные, яркоокрашенные демантоиды. Такие зерна имеют шаровидную или эллипсоидную форму и различного тона зеленую окраску. Иногда демантоиды зональны, причем в одном зерне наблюдается до восьми зон, имеющих различную по интенсивности зеленую окраску. Интенсивность окраски зерен зависит от количества примеси хрома. Демантоиды имеют золотисто-зеленый, яблочно-зеленый и изумрудно-зеленый цвет. Поверхность зерен чаще всего матовая (демантоид «в рубашке») или зеркальная, и тогда демантоид похож на кабашон, готовый для вставки в оправу. Такие зерна изумительно красивы. Размеры зерен демантоидов достигают 0,1—5,0 мм, весом же 4 г и более встречаются очень редко. За период добычи с 1900 по 1914 г. было найдено два уникальных камня весом 7 и 12 золотников (29,8 и 50,5 г). В год добывалось до 100 кг демантоидов.



Месторождение Бобровка Полдневская расположено в 15 км на юго-запад от ст. Полдневая Полевского района Свердловской области и представлено двумя небольшими коренными выходами демантоидов, которые усиленно добывались в 1900—1912 гг. и полностью выработаны.

### ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

**Малахит** по праву занимает первое место среди декоративных камней. По классификации А. Е. Ферсмана малахит относится к поделочным камням первого порядка. Он легко поддается распиливанию и принимает безукоризненную зеркальную полировку. В отполированном виде малахит обладает неповторимо причудливым рисунком во всевозможных тонах и оттенках бархатисто-зеленого цвета, от густо-зеленого до светло-зеленого, с резкими и постепенными переходами от одного к другому. Наиболее ценной является «бирюзовая» его разновидность. Малахит встречается в виде почковидных натечных форм и радиально-волокнистых агрегатов, имеет концентрически-зональное и ленточное строение; реже встречается особенно красивый радиально-лучистый шелковистый сорт темно-изумрудного цвета. Ни одно месторождение мира в прошлом не могло сравниться с богатством уральских месторождений малахита прекрасного качества, добываемого в крупных глыбах. Во многих музеях Европы до сего времени демонстрируются прекрасные образцы малахита с Гумешевского и Меднорудянского месторождений.

Промышленность, изготавливающая художественные изделия из малахита, была сосредоточена в основном на Урале, откуда изделия в виде ваз, столов и мелких поделок отправлялись как на внутренний, так и на внешний рынок и приобретали всемирную известность. Расцвет малахитовой промышленности на Урале начался после больших находок в 1836 г. В конце 90-х годов прошлого столетия добыча стала падать; в настоящее время она возможна только на Высокогорском и Меднорудянском месторождениях.

Меднорудянское месторождение известно с 1814 г., разрабатывалось до 1918 г., в настоящее время находится на мокрой консервации. Проявления малахита связаны с известняками и медистыми глинами, содержащими включения лампадитов. Месторождение разрабатывалось подземным способом до глубины 325 м большим количеством беспорядочно разбросанных шахт (более 30). Добыча руды проводилась бессистемно, с расчетом выемки наиболее богатых участков, в силу чего в верхних горизонтах и между очистными блоками осталось большое количество неотработанных руд.

Попутно с добычей медной руды производилась и добыча малахита. По запасам малахита, пригодности его для изделий и облицовки, а также по красоте узора и чистоте окраски зеленых тонов месторождение является единственным в мире.

Меднорудянский малахит использовался для облицовки колонн Исаакиевского собора, малахитового зала и столов Эрмитажа и для других крупных изделий. Отходы малахита представляют прекрасное сырье для получения ценной краски. Добычу малахитового сырья можно возобновить за счет организации открытых горных работ на площади распространения богатых окисленных руд весьма перспективного на поделочный малахит Меднорудянского месторождения.

Высокогорское месторождение. В железных рудах разрабатываемого месторождения малахит является наиболее распространенным вторичным медным минералом; его находки здесь давно привлекали внимание геологов и работников камнерезного дела. В результа-

те поисковых работ на малахит в районе горы Высокой в 1963 г. на площади юго-восточного борта Главного карьера Высокогорского железного рудника выявлена зона развития малахитовой минерализации. Малахит в основном встречается в вадах, очень редко в лампадитах, на контактах окисленных магнетитовых руд с известняками, известняков с порфиритами и на закарстованной поверхности известняков, непосредственно прилегающих к медно-железородным образованиям, горы Высокой. Наиболее крупные скопления поделочного малахита встречаются главным образом с глубины 30 м и более. В прежнее время на руднике ежегодно попутно с добычей железных руд извлекался малахит в землистой и натечной формах в количестве до 500 кг и более. Отдельные сплошные куски малахита, пригодного для поделочных целей, достигали—50 кг и более. Площадь перспективного участка с развитием малахитовой минерализации около 0,3 км<sup>2</sup>. Ориентировочно на этой площади предполагаются запасы малахита в количестве 10—15 т. Содержание малахита в рудной массе составляет 1—5 кг на 1 м<sup>3</sup>.

Агат занимает видное место среди поделочных и технических камней и представляет собой микроволокнистую разновидность кварца; по классификации А. Е. Ферсмана относится к ограночным камням третьего порядка. Однотонные халцедоны без видимой рисунчатости или полосчатости, серого или бледно-голубого цвета, обладающие высокой механической прочностью, вязкостью и химической чистотой, служат ценным сырьем для изготовления различных деталей в точной механике и приборостроении. Полосчатые и цветные разновидности агата (сердолик, оникс, сардоникс, сардер, хризопраз, плазма и др.) являются одним из важнейших видов сырья для ювелирной промышленности. Многорисунчатые агаты применяются также для мозаичных наборов, которыми украшают поверхности столов, шкатулок и т. д. Наибольшей известностью пользуются Шайтанское и Магнитогорское месторождения.

Шайтанское месторождение известно с 1791 г. и расположено в Режевском районе Свердловской области, в окрестностях с. Октябрьского. Агат-переливт периодически добывался в виде различной величины глыб, ежегодно выпахиваемых в большом количестве на полях северо-восточнее д. Медвежки. Впервые разведочные работы на месторождении проведены в 1961 г. Уральским геологическим управлением под руководством А. В. Глазкова. Месторождение приурочено к северо-западной окраине Адуйского гранитного массива. Вскрыты и прослежены две кварцевые жилы, расположенные на одной линии. Азимут простирания жил 40°, падение на северо-запад под углом 70—85°. Жила 1 мощностью от 0,5 до 2,5 м прослежена на 85 м и сложена молочного-белым (до светло-серого) мелко- и среднезернистым кварцем и переливтом. Переливты залегают висячем и лежачем боках кварцевых жил и прослеживаются по простиранию на 35 м. Мощность слоя переливтов колеблется от 0,65 до 1,1 м. Среди жильного кварца отмечаются прожилки переливтов мощностью от 0,5 до 10 см.

Жила 2 находится в 100 м к юго-западу от первой. Длина ее 115 м, мощность колеблется от 0,1 до 1,5 м. Переливты приурочены в основном к висячему боку жилы и прослежены на 50 м по простиранию. Мощность слоя колеблется от 0,4 до 0,7 м. Кроме того, переливты образуют прожилки среди кварца мощностью от 0,5 до 5 см. Выход сырья из горной массы по первой жиле не превышает 26,7%, по второй достигает 90%. Размер монолитов не более 20×20×20 см.

Рисунок переливтов сложный, характеризуется сочетанием прямолинейных, иногда изогнутых струистых полос в различной степени окрашенных в красноватые, желтоватые, светло-зеленоватые, серые и



светло-серые тона. Полосы имеют различную степень просвечиваемости; участками эти полосы принимают плейчатый, гофрированный вид; иногда встречаются рисунки сложной построенных брекчий. Полоски переливов имеют ширину от долей миллиметра до 10 мм. Полоски окрашены неравномерно, почти незаметно для глаза сменяются цветовые оттенки от центра слоя к периферии и от одного края полоски к другому. Сложный рисунок, различные тона окраски, различная просвечиваемость полос и участков переливов — все это придает исключительную красоту уральскому агату-переливту. Из переливта изготовляют различные шкатулки, броши и другие ювелирные изделия, пользующиеся большим спросом.

Запасы поделочного камня составляют по категории С<sub>1</sub> 125,5 т. Развалы переливов встречаются на обширной территории между селами Черемисское и Шайтанка (с. Октябрьское), где возможно находжение агатов в коренном залегании.

Магнитогорское месторождение расположено на восточном склоне Южного Урала, в 7 км юго-западнее г. Магнитогорска. Вблизи западной границы проходит линия ж. д. Магнитогорск—Сибай. Месторождение открыто в 1964 г.

В геологическом строении района принимают участие отложения палеозоя, представленные вулканогенными и вулканогенно-осадочными и осадочными толщами среднего и верхнего карбона, слагающими Магнитогорский мегасинклинорий. Агаты приурочены к нижней подтолще вулканогенной толщи кизильской свиты и пространственно тяготеют к приконтактовым зонам висячего бока обеленных, сильно выветрелых черных риолит-дацитовых даек, залегающих среди толщи миндалекаменных лав порфиров трахилипаритового состава и прослеживающихся в широтном направлении. Мощность зон колеблется от 2 до 6 м, длина по простиранию до 400 м. Прослежены на глубину до 7 м.

Агатоносная зона сложена продуктами химического выветривания лав порфиров и порфиров риолит-дацитового состава, представляющих собой рыхлую глинистую массу светло-серого цвета. Округлые миндалины агата расположены в этой массе в виде прослоев мощностью от нескольких сантиметров до 50—60 см; расстояние между прослоями колеблется от 10—20 см до 1 м. В разрезе миндалин имеют зональное строение: поверхностный слой составляет окремненная яшмовидная лава; далее к центру миндалин залегает слой халцедона светло-серой окраски, иногда с концентрическим полосчатым рисунком (рис. 160); центральная часть миндалин выполнена серым или молочным кварцем с пустотками в середине миндалин, по стенкам которых развивается кристаллический кварц иногда фиолетовой окраски (аметист). Встречаются миндалины, выполненные полностью халцедоном, как рисунчатые, так и однотонные (рис. 161).

Наибольшее количество агата наблюдается в центральной части залежи. По мере удаления от центра залежи содержание агатов и размер миндалин уменьшаются.

Хорошими декоративными свойствами обладают агаты из ореола рассеяния над агатоносной зоной. Здесь встречаются различные по расцветкам обломки и миндалины агатов: желтые, оранжевые, коричневые и бурые разности с полосчатым концентрическим рисунком. Среднее содержание агатов (на одном из участков) составляет 22,7 кг/м<sup>3</sup>. Выход кондиционных агатов из агата-сырца составляет 11,8%. Размер миндалин в поперечнике достигает 20 см и более, обычно не превышает 10—12 см. Запасы агата-сырца составляют 653 т.

**Родонит (орлец)** является одним из наиболее ценных русских поделочных камней, который используется как замечательный декоративный

и частично как ограночный материал. Цвет родонита розовый, вишневый или малиновый, иногда с переходом в буроватые оттенки. Особый колорит камню придают черные дендритовидные и бесформенные прожилки марганца.

Родонит известен в России с середины XVIII в. Из русских уникальных изделий из родонита известны саркофаг царицы Марии Александровны весом 11,5 т, поразительной красоты чаши, вазы и другие изделия, экспонирующиеся в Эрмитаже. Насколько родонит красив в изделиях, можно судить по стоимости сделанной из него вазы, которая была выставлена на Венской выставке в 1863 г. и оценена в 150.000

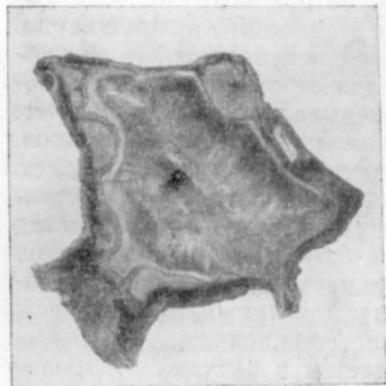


Рис. 160. Миндалина агата в разрезе. Магнитогорское месторождение

Рис. 161. Тонкополосчатый агат в «рубашке» из окремнелых риолит-дацитовых лав. Магнитогорское месторождение

руб. Хорошо сочетается родонит со сталью в колоннах станции метро «Маяковская» в Москве. Весьма ценятся мелкие поделки из родонита: коробочки, пепельницы, вставки, броши и другие изделия.

На Урале известно несколько рудопроявлений, в которых родонит встречался в том или ином количестве, но единственным промышленным является пока Мало-Седельниковское месторождение.

Мало-Седельниковское месторождение находится в 21 км к юго-юго-востоку от г. Свердловска, в 0,5 км к югу от д. Мало-Седельниковой; известно более 150 лет и периодически эксплуатируется на поделочный родонит.

Месторождение представлено тремя родонитовыми залежами; последние приурочены к линзо- и штокообразным телам кварцитов, залегающим среди пород сланцевой толщи. Родонитовые залежи имеют линзовидную форму; простирание их СВ 40°, падение на северо-запад под углом 60—80°, с резким склонением к юго-западу под углом 50°. Размеры тел в плане 20×3, 10×2 и 3×1 м. Залежи расположены параллельно друг другу на расстоянии не более 1 м.

Родонит ярко-красного, мясо-красного до вишневого цвета, участками похож на рубин. Местами наблюдается слабая полосчатость. В родоните иногда присутствуют бустамит, гранат и жилки кварца. По структуре встречаются разности от тонко- до крупнозернистых. Местами в родоните наблюдаются трещины, частью заполненные черными марганцевыми окислами. Отдельные блоки родонита достигают размера 0,5—1,5 м<sup>3</sup>. В 1913 г. был добыт монолит весом 25 т.

Запасы родонита на 1/1 1972 г. составляют 1201,6 т. Месторождение является лучшим в Советском Союзе и представляет большую промышленную ценность.

**Граниты.** На Урале разведано и оценено до 25 месторождений гранитоидов, часть из них описана в разделе «Прочие строительные материалы». Наиболее декоративны розовые граниты горы Тарки, Головыринского и Бердяшского месторождений. Головыринское месторождение, как наиболее изученное и перспективное, эксплуатируется производственным объединением «Уралмрамор».

Головыринское месторождение розовых гранитов расположено в Белоярском районе Свердловской области в 3 км к западу от д. Головыриной и в 12 км от ж.-д. ст. Марамзино. Месторождение приурочено к северной части Сосновской гранитной интрузии, слагающей Головыринскую антиклиналь в пределах Коневского антиклинория. В районе месторождения в 1968—1969 гг. произведена крупномасштабная геологическая съемка. Добыча гранита для строительных целей велась еще до революции. Месторождение разведывалось в 1960—1961 гг.

Розовые граниты залегают в виде дайки среди серых гранитоидов. Ширина дайки колеблется от 50 до 300 м; длина ее составляет 1100 м. По минеральному составу и структуре граниты однородны и представлены биотитовыми среднезернистыми разностями розового цвета. Выход блоков составляет 56% при среднем объеме 0,54 дм<sup>3</sup>. Размер блоков колеблется от 0,2 до 1 м<sup>3</sup> и более. Запасы по категориям А<sub>2</sub>+В+С<sub>1</sub> составляют 1792 тыс. м<sup>3</sup> блочного камня. Запасы могут быть увеличены за счет новых даек, выявленных в районе месторождения.

**Габбро** отличаются разнообразием расцветки и рисунка. Наиболее эффектны в изделиях декоративные камни Первоуральского, Баженовского и Леневого месторождений.

Первоуральское месторождение расположено в Первоуральском районе, в 12 км к югу от г. Первоуральска и в 3 км южнее одноименной станции Свердловской ж. д. Известно с конца прошлого столетия как железорудное месторождение. Разведано детально и в настоящее время разрабатывается на титаномагнетитовые руды.

Месторождение расположено в южной части пироксенит-горнблендитовой полосы Ревдинского габбро-перидотитового комплекса и приурочено к крупной шширообразной залежи горнблендитов, среди которых имеют распространение тела декоративных такситовых габбро- и габбро-пегматитов. Тела этих пород вскрыты на площади 6 км<sup>2</sup>.

Соотношение выхода блоков габбро и горнблендитов в забоях карьера таково: крупные блоки размером от 1,5 до 5 м<sup>3</sup>—20—30%; средние блоки размером 1,0—1,5 м<sup>3</sup>—20—30%; мелкие блоки размером до 1 м<sup>3</sup>—30—40%.

Такситовые габбро представляют собой неравномерно-, мелко-, средне- и крупнозернистые массивные породы, состоящие из кристаллов черно-зеленой роговой обманки, которые погружены в мелкозернистую массу полевого шпата, окрашенного в белый, зеленовато-белый, желто-зеленый, зеленовато-розово-желтый и разной интенсивности розовые цвета. Габбро хорошо принимают полировку и в полированных изделиях весьма эффектны.

Первоуральские габбро являются прекрасным облицовочным и поделочным камнем высокого художественного значения. Запасы камня неограниченны.

**Змеевики (серпентиниты).** Месторождения змеевиков в Свердловской и Челябинской областях довольно многочисленны. Для поделочных и облицовочных целей изучены и заслуживают внимания месторождения Шабровское, Баженовское и Чусовское.

Шабровское месторождение расположено в 25 км на юг от г. Свердловска и в 6 км на юго-восток от ст. Арамиль Свердловской ж. д. Известно с 80-х годов прошлого столетия; разрабатывалось кустарным способом. Змеевики использовались для всевозможных мелких поделок, а также нашли применение как облицовочный материал во внутренних отделочных работах (станция «Прспект Мира» Московского метрополитена им. В. И. Ленина и др.).

Свежие слабо оталькованные и карбонатизированные змеевики представляют собой плотные, массивные, местами грубо рассланцованные, с неровным раковистым изломом породы. Расцветка их черно-зеленая, темно-зеленая, серо-зеленая, зеленовато-серая, реже яблочно-зеленая и желтовато-зеленая. Отдельные разности иногда имеют приятный пятнистый, перистый и причудливый сетчатый рисунок, особенно эффектно выделяющийся на полированной поверхности изделий. Змеевики хорошо шлифуются и полируются, принимая зеркальный блеск. Яблочно-зеленые и желтовато-зеленые разности хорошо просвечивают в краях.

В 1963 г. обследованы линзы «Старая» и «Новая», а также площадь змеевиков, прилегающая с севера к линзе «Старая» и с юга к линзе «Новая». Оставшиеся запасы змеевиков составляют 18 300 м<sup>3</sup>. Выход блоков размером 40 см и более в поперечнике составляет 13%, или 2380 м<sup>3</sup>.

Декоративные змеевики Шабровского месторождения могут быть рекомендованы для массового использования в отечественной каменной промышленности.

Баженовское месторождение (оно же крупнейшее месторождение хризотил-асбеста) расположено в 90 км к северо-востоку от г. Свердловска. Залежи хризотил-асбеста и вмещающих серпентинитов (змеевиков) систематически разрабатываются с 1889 г. В последние годы залежи разведаны на глубину до 1000 м; разработка их ведется крупными карьерами с применением современной мощной техники.

Весьма характерной особенностью змеевиков месторождения является наличие в них порфирированных зерен бастита размером от едва видимых зерен до индивидумов в 10—12 мм, имеющих яркий золотисто-бронзовый отлив. Распределение бастита в породе неравномерное: встречаются участки, где он представлен единичными зёрнами, местами количество его достигает 15—20%.

Не портят качества и прочности камня участки змеевиков с параллельными жилками асбеста мощностью около 1 мм, придающие породе красивую полосчатую расцветку (белые полосы на общем зеленом фоне). Наблюдающийся в обычных змеевиках серпифит (благородный серпентин) благодаря своей плотности, вязкости и разнообразной расцветке (зелёной разных оттенков, белой, голубой, желтой и бурой) с успехом может применяться как поделочный и декоративный камень. По цвету змеевики весьма разнообразны. Можно наблюдать все переходы в окраске змеевиков от светло-зеленого и желтовато-зеленого до зеленого, темно-зеленого, серовато-зеленого или почти черного цвета.

По минеральному составу змеевики в основном хризотилитовые, частично смешанные антигорит-хризотилитовые.

Только в одном карьере 7—4 Центрального участка месторождения эксплуатационными работами и разведочными скважинами выявлено два тела неасбестоносных змеевиков с запасами около 500 тыс. м<sup>3</sup> ценного поделочного и декоративного камня. Возможно получение монолитов объемом до 1 м<sup>3</sup> и более.



Добыча монолитов змеевиков в карьере 7—4 не требует никаких дополнительных затрат и может осуществляться попутно с эксплуатацией залежей асбеста.

Кроме Центрального участка поделочные змеевики вскрыты при отработке залежей хризотил-асбеста на участках: Окуневском, Рефтинском и «Трудовой отдых». По качеству и расцветке змеевики этих участков мало чем отличаются от змеевиков хорошо разведанного и изученного Центрального участка.

**Листвениты.** Красивый поделочный камень, который после малахита и нефрита по праву можно отнести к числу замечательных зеленых камней. В старину эти породы называли зеленым мрамором благодаря причудливой и красивой зеленой расцветке, напоминающей сочную зелень лиственных растений. В 1835 г. из невьянского лиственита была сделана прекрасная ваза в виде чаши высотой 70 см, а в 1843 г. архитектором А. П. Брюлловым из этого же лиственита были выбраны для пьедесталов Государственного Эрмитажа зелено-желтые, яркие своей весенней зеленью разновидности камня с красивым структурным рисунком; замечательная ваза из лиственита Березовского месторождения находится в Уральском геологическом музее в г. Свердловске.

Месторождения крупноблочного декоративного лиственита на Урале довольно многочисленны и возможности добычи его здесь значительные. В сочетании с другими цветными камнями листвениты вполне могут найти себе широкое применение во внутренней архитектуре сооружений и для памятников искусства.

Березовское, наиболее известное месторождение лиственитов расположено вблизи г. Березовска, северо-восточнее г. Свердловска. Здесь листвениты как околосильные изменения боковых пород золото-содержащих кварцевых жил распространены на значительной площади. Мощность зон ярко-зеленых декоративных лиственитов не превышает 2—3 м.

Декоративные листвениты распространены на площади Пышминско-Ключевского полиметаллического рудного поля (севернее г. Свердловска), где монолиты камня можно извлекать попутно с полиметаллическими рудами; на Невьянском (Шуралинском) месторождении, в 1,5 км на северо-восток от д. Шурала, на берегу Невьянского пруда, и на Благодатных рудниках, близ ст. Монетная Свердловской ж. д.

**Кварциты** широко распространены на территории Челябинской области. Крупнейшее месторождение цветных и слюдястых кварцитов находится на хребте Таганай, но имеются и другие месторождения, из которых можно получить очень красивый и исключительно прочный декоративный камень.

Таганайское месторождение расположено в 8 км к северу от г. Златоуста. На горе Таганай имеются каменные реки, которые состоят из крупных и мелких глыб кварцитов, покрывающих склоны горы.

Окраска кварцитов весьма разнообразна. Встречаются кварциты желтые и пятнистые с причудливыми рисунками. Особого внимания заслуживают слюдястые разновидности кварцитов — авантюрины. В полированном виде в определенной плоскости в авантюрине множеством искорок мерцают мелкие чешуйки золотистой или серебристой слюдки, что придает исключительную красоту камню, особенно при солнечном или ярком искусственном освещении.

В осыпях отдельные монолитные глыбы в размере достигают 5 м<sup>3</sup> и более. Запасы кварцитов неисчерпаемы, сырье может добываться непосредственно из осыпей, так как кварциты практически не выветриваются.



Аналогичные породы широко распространены на горе Малый Таганай. Из таганайского авантюрина в 60-х годах XIX в. изготовлена огромная эллипсоидальной формы чаша, хранящаяся в Эрмитаже. А. Е. Ферсман считал таганайские авантюрины лучшими даже по сравнению с испанскими.

**Яшмы.** Кто не знает этого удивительного по красоте и разнообразию рисунка поделочного уральского камня? Целая гамма красок поражает нас в многообразии изделий из яшм в Государственном Эрмитаже и Русском музее в Ленинграде, в Уральском геологическом музее в Свердловске и многих других.

Из многочисленных месторождений Свердловской области наибольший интерес представляют пестроцветные яшмы недавно разведанного Глинского месторождения, расположенного в Режевском районе, в 0,4 км западнее с. Глинское. В десяти разведанных линзовидных залежах месторождения наиболее распространены яшмы, имеющие причудливую струйчато-полосчатую текстуру и меняющуюся расцветку от светло-зеленой до темно-зеленой с облачными переходами; нередко яшмы представлены эффектными пейзажными и брекчиевидными разноцветными. Имеют распространение фарфоровидные серовато-белые, светло-белые и светло-желтовато-зеленовато-серые яшмы с приятным мягким «облачным» акварельным рисунком (залежи 2 и Главная). Реже наблюдаются темно-серые и черно-серые яшмы с сизоватым и слабым струйчатым рисунком (залежь 10). Запасы по залежам составляют на 1/1 1971 г. по категориям  $C_1 + C_2$  2009 м<sup>3</sup> блочного камня. Выход монолитов размером 15×15×20 см и более (до 50 см), а также монолитов размером 10×10×10 см и более (до 15×15×20 см) составляет 4,3% от объема вынутой горной массы.

Глинские яшмы получают несомненный спрос для всевозможных художественных поделок, сувениров, а крупноблочные высокодекоративные яшмы могут найти спрос для изготовления крупнообъемных художественных изделий (вазы, чаши и др.), а также для внутренней облицовки сооружений в композиции с другими декоративными камнями.

**Офикальцит** представляет собой прекрасные поделочные разноцветные серпентинитового мрамора с мягким рисунком зеленых тонов. На Урале имеется три месторождения офикальцитов: Медведевское, Черешковское и Бердяушское; из них наиболее детально изучено Черешковское.

Черешковское месторождение расположено в 9 км к юго-востоку от г. Сатки на правом берегу р. Большая Сатка Челябинской области и известно в XIX в. Месторождение приурочено к юго-восточному крылу Чернореченской антиклинали, осложняющей Саткинскую антиклиналь. Залежь офикальцита контролируется висячим боком пластовой интрузии габбро-диабазов и имеет пластообразную форму. Длина залежи 250 м, ширина от 25 до 45 м и средняя мощность 1,73 м. Залегание тела офикальцита пологое под углом 10—18°. Офикальцит имеет полосчатую зеленовато-серую расцветку, обусловленную чередованием полос серпентинита и кальцита. Интенсивность расцветки пород неодинакова, наиболее интенсивно они окрашены вблизи контакта с диабазами. В зависимости от распила камень приобретает полосчатый или облачный рисунок; он легко пилится и полируется. Применяется для изготовления черешков столовых приборов (ножей, вилок), рукояток холодного оружия, ваз, художественных изделий, сувениров и как облицовочный камень. Выход блоков размером 15×15 см составляет 18,5%, блоков размером 20×20 см—11—12%. Наибольшие по размеру блоки наблюдаются в центральной части залежи. Запасы блочного камня по категории  $C_1$  5730 т.

**Мраморы, мраморизованные известняки.** Кроме месторождений, описанных в разделе «Мрамор», высокими декоративными качествами обладают смоляно-черные и шоколадные мраморизованные известняки Чеславского и Порожского месторождений, мраморизованные многоцветные известняки и доломиты месторождений Вавилон и Борок, мраморизованные известняки Ново-Ивановского месторождения, цветные мраморы в районе г. Нижнего Тагила и пос. Ис и многие другие месторождения.

Порожское и Чеславское месторождения расположены к северо-западу от ст. Бердяуш на правом берегу р. Большая Сатка Кусинского района Челябинской области. Месторождения находятся в 1,5 км одно от другого и являются, по-видимому, крыльями одной антиклинальной складки в пределах Сулейнской моноклинали Башкирского мегантиклинория. Известняки Порожского месторождения в виде скальных обнажений высотой до 30—35 м прослеживаются вдоль берега реки на расстоянии 200 м. Известняки тонко- и мелкозернистые, массивные, частично мраморизованные. Наблюдаются три разновидности: 1) известняки коричневые с различными оттенками (от светло-коричневого до шоколадного); 2) известняки темно-серые с тонкополосчатым рисунком; 3) известняки полосчатые (полоски шириной от нескольких миллиметров до 3—4 см), окрашены в зеленоватые тона и в сочетании с светло-коричневым общим тоном придают камню красивый внешний вид. На месторождении можно получать блоки объемом от 0,5 до 1, редко до 2 м<sup>3</sup>. Ориентировочный выход блоков 25%. Запасы большие. Известняки легко обрабатываются, хорошо принимают полировку.

Чеславское месторождение известно давно и частично разрабатывалось в 20-х годах текущего столетия. Известняки обнажаются на берегу в виде скальных выходов, местами обрываются прямо в воду. Высота обнажений 6—7 м, прослеживаются они на расстоянии до 250 м. Породы тонкозернистые, плотные, окрашены в основном в коричневый цвет различных оттенков (от светло-коричневого до темно-коричневого). В виде прослоев присутствуют темно-серые до черных и полосчатые различные известняков, мощность прослоев не превышает 0,5 м. Основное количество блоков объемом 0,5 м<sup>3</sup>. Среди черных разновидностей развиты микротрещины, которые значительно понижают качество камня, однако, поскольку известняки хорошо принимают полировку, их можно с успехом использовать для изготовления мелких камнерезных изделий.

Месторождение Вавилон находится на южном склоне горы Вавилон, в 8 км восточнее пос. Бисер Чусовского района Пермской области. Впервые месторождение изучено в 1953 г. Г. И. Енцовым, а в 1959 г. разведано. Месторождение расположено в пределах Кваркушко-Басегского антиклинория, сложено толщей мраморизованных известняков и доломитов, развитых в виде полосы протяженностью немногим более 600 м. Мощность ее колеблется от 25 до 125 м. Цвет мраморизованных известняков и доломитов белый, светло-серый, серый, темно-серый, бледно-розовый, розовый, желтоватый, темно-вишневый и бурый. Чередование светлых и темно-розовых концентрических окружностей, иногда неправильной формы, на общем розовом фоне придает известнякам красивый и своеобразный рисунок различных оттенков и цветных переходов. Известняки и доломиты месторождения с успехом могут быть применены при производстве деталей внутренней облицовки, изготовлении художественных изделий, а светлые разновидности и для внешней облицовки. Выход блоков на месторождении равен 10%, с глубиной возможно увеличение блочности. Запасы блочного камня по категориям С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> оцениваются в 438 тыс. т.

В стадии разведки находится Ново-Ивановское месторождение мрамора, расположенное в 5 км на восток от г. Полевского Свердловской области. Известняки и мраморы имеют белый, серый, темно-серый цвет и полосчатую текстуру. Здесь же на контакте с серпентинитами встречено маломощное тело голубого мрамора.

**Гипс.** В пределах Камско-Башкирского поднятия восточной окраины Русской платформы расположено большое количество месторождений поделочного гипса белой, голубой, розовой и черной окрасок различной интенсивности и с равномерной или пятнистой расцветкой. На многих из этих месторождений встречаются и волокнистые плотные разновидности гипса — селенит. Гипс с давних времен применялся для различных поделок; из него изготовлялись всевозможные изделия, которые распространены по всему Советскому Союзу и идут на экспорт. Гипсовые месторождения, эксплуатируемые в качестве поделочного камня, расположены в основном в Кунгурском и Ординском районах Пермской области; лучшим из них является Федоровское.

Федоровское месторождение расположено в 0,5 км северо-западнее д. Федоровки Пермской области, в 55 км к юго-западу от г. Кунгура. Геологоразведочные работы на месторождении проводились с перерывами с 1933 г.; в 1961 г. произведена его детальная разведка. На площади месторождения распространены пермские отложения (кунгурский ярус) — песчаники, гипсы и ангидриты. Розовый селенит, залегающий среди известковистых песчаников, образует 2—3 слоя, которые с небольшими перерывами прослеживаются на расстоянии до 100—200 м. Мощность слоев колеблется от 3 до 16 см.

Гипсовая толща месторождения представлена двумя частями: верхней (большой по мощности), сложенной белым и светло-серым гипсом, и нижней, представленной серым и темно-серым гипсом. Поделочный гипс имеет снежно-белую окраску и скрыто- и мелкокристаллическое строение, иногда с редкими тонкими трещинами, залеченными доломитом и мергелем. Эта разность встречается в виде «головок», представляющих сферондальные отдельности размером от 5 до 20 см, реже до 50—70 см в поперечнике.

Качество гипса ухудшается с удалением от дневной поверхности и в глубь массива. Гипсы, слагающие месторождение, образуют пластообразную залежь, вытянутую вдоль берегового склона р. Ирени. Толща слабо закарстована. Запасы селенита на разведанном участке составляют по категории  $C_1$  13 916 т, а гипса — 148 300 т. Месторождение крупное, перспективы неограниченны.

# ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УРАЛА

---

## *Рельеф, климат, гидрографическая сеть*

Инженерно-геологические условия Урала отражают сложность и многообразие его геологической истории и строения. Наибольшее влияние на формирование инженерно-геологических условий оказали новейшие геологические процессы, приведшие к образованию современного облика Урала — его рельефа, распределению скалистых и рыхлых грунтов, строению гидрографической сети, а также климат.

Рельеф для Урала является главнейшим фактором, определяющим основные черты инженерно-геологических условий его отдельных частей. Геоморфологическим различием трех зон Урала — Приуралья, Горного Урала и Зауралья — обуславливаются соответствующие резкие отличия этих зон в инженерно-геологическом отношении.

Почти равнинные и равнинные районы Приуралья и Зауралья, обладающие простым геологическим строением, являются в большинстве однообразными и благоприятными для инженерной подготовки. Условия Горного Урала значительно сложнее и разнообразнее. Общей приподнятостью этой части Урала объясняется сильная расчлененность рельефа. На положительных формах последнего обнажены протерозойские и палеозойские изверженные, осадочные и метаморфические породы, на склонах и у подножья возвышенностей накапливается делювий, а в межгорных долинах — аллювиальные отложения. Горный Урал по характеру рельефа также неодинаков. В широтном направлении в нем выделяются водораздельная, наиболее гористая часть и области остаточных гор западного и восточного склонов, обладающие холмисто-увалистым рельефом. Наконец, существенные различия отмечаются между Северным, Средним и Южным Уралом. В пределах Среднего Урала рельеф сравнительно сnivelирован, тогда как некоторые районы Северного и Южного Урала являются типично горными. Различное геологическое строение, сложность гидрогеологии, а также расчлененность рельефа предопределили разнообразие инженерно-геологических условий в горной части Урала.

Климат, в частности температура воздуха и количество атмосферных осадков, также известным образом отражаются на инженерно-геологической обстановке. Холодные, к тому же иногда малоснежные зимы вызывают глубокое промерзание грунтов (рис. 162).

Атмосферные осадки и интенсивность испарения в совокупности с характером рельефа и водопроницаемостью горных пород влияют на формирование ресурсов подземных вод, их режим, процессы заболачивания и т. д.

В распределении осадков наблюдается меридиональная зональность, обусловленная наличием Уральского горного сооружения на пути ветров, приносящих влагу с Атлантики. Поэтому в Приуралье выпадает в год осадков на 200—250 мм больше, чем в Зауралье (соответственно 550—600 и 300—350 мм). Наибольшее количество осадков выпадает

в высокогорных южных и северных частях хребта, а наименьшее — в степях Южного Зауралья.

Гидрографическая сеть. Большинство рек Урала принадлежит к бассейнам Оби, Волги и Урала. Из них наиболее крупной на восточном склоне Урала является р. Тобол с притоками Исетью, Турой и Тавдой. На западном склоне Урала основной речной артерией является р. Кама с ее левыми притоками Вишерой, Косью, Чусовой, Белой, Уфой и др. Единственной крупной рекой Южного Урала является Урал с притоком Сакмарой. О режиме рек трудно дать реальное, истинное представление, так как он нарушен зарегулированием их многочисленными плотинами. В связи с искусственной перестройкой режима рек изменяется и направление их геологической деятельности.

Что касается строения речных долин, наличия террас, их происхождения, возраста и размеров, то эти вопросы с достаточной полнотой рассмотрены в соответствующих разделах первой части настоящего тома. Здесь уместно отметить, что реки Урала имеют до 5—6 террас, представляющих, как правило, горизонтальные и слабонаклонные площадки, очень простые при инженерном освоении. Этим, в известной степени, объясняется массовая застройка речных долин, чему способствует также и состав грунтов, слагающих аккумулятивные террасы — преобладание среди них супесчаных, песчаных и песчано-гравийных отложений.

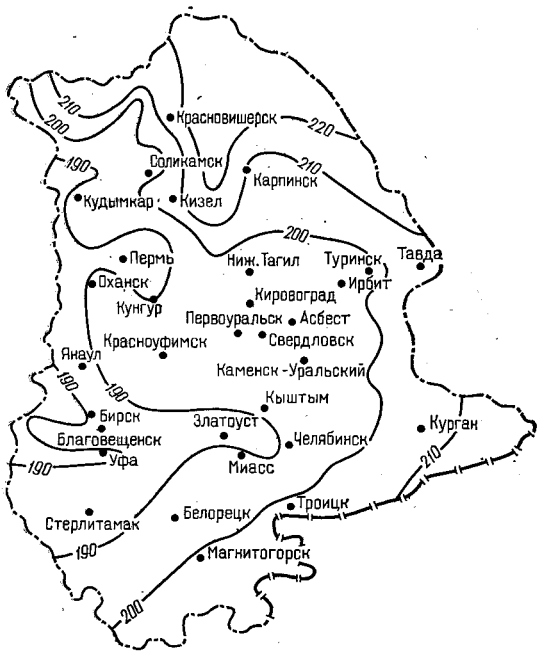


Рис. 162. Региональная карта средних многолетних глубин сезонного промерзания суглинистых грунтов Урала

### Физико-геологические явления

Из физико-геологических явлений большое распространение на Урале получили заболоченность, карст и в меньшей степени оползни и овраги.

Болота. По данным Н. Я. Кац (1946), в пределах Уральской области (включая и территорию Башкирской АССР) общая площадь заболоченности составляет 984,4 км<sup>2</sup>, причем торфяные болота составляют в среднем только 1,5% от общей площади. Однако в Северном и Приполярном Зауралье, где для формирования болот особенно благоприятны геологические, орографические и климатические предпосылки, заболоченность, по М. М. Сторожевой (1960 г.), достигает 50—70%. Следствием болотообразовательного процесса является формирование торфяных залежей, мощность которых по данным разных авторов колеблется от 0,5 до 7—8 м. Но практика зондировки болот при изысканиях трасс автомобильных и железных дорог показывает, что даже в преде-



лах Среднего Урала мощность торфяного слоя достигает 13—15 м (Таватуйское болото).

Своеобразное физико-геологическое явление, связанное с процессом формирования болот, описано И. И. Красновым (1943) и названо им «болотной солифлюкцией». Сущность этого явления, наблюдавшегося автором в бассейнах рек Печоры и Камы, заключается в скольжении и оползании торфяных масс по направлению уклона поверхности болота. Таким образом, это явление свойственно только болотам, имеющим уклон поверхности. Особенно интенсивно болотная солифлюкция наблюдается весной, когда верхние слои слабо разложившегося торфа оттаивают и скользят по поверхности сезонной мерзлоты под силой тяжести самого торфа и талых вод.

**Карст.** Процессы карстообразования получили широкое развитие на Урале вследствие сочетания ряда факторов, благоприятствующих возникновению карста: большой распространенности горных пород, склонных к растворению и выщелачиванию, неоднократно повторявшимся и длительным континентальным режимам на значительной площади, а также высоким гипсометрическим положениям большей части Урала относительно регионального базиса эрозии.

Карсту на Урале посвящена обширная литература, которая, однако, свидетельствует о том, что изучение карста все еще ведется односторонне — с географических, чисто познавательных позиций. Из новейшей публикации о карсте Урала особого внимания заслуживает работа А. Г. Чижишева (1964), содержащая обоснованное районирование карста Среднего Урала и первую попытку оценить его народнохозяйственное значение.

Карстовые явления были глубоко проанализированы в процессе изыскания створов плотин на реках Каме и Белой и связанных с ними проектных решений, но данные по ним, за исключением исследований А. Г. Лыкошина (1959 г.), не опубликованы. Работа упомянутого исследователя представляет особый интерес, поскольку на опыте постройки Павловской плотины (р. Уфа) в закарстованных известняках с применением цементных завес доказана возможность создания водохранилищ в условиях интенсивного развития карста.

В связи с этим заслуживают внимания исследования П. И. Яковенко, в которых на основе математического анализа намечаются пути прогнозирования возможных провалов различных сооружений и коммуникаций в районах развития карста.

**Оползни.** Эти явления на Урале весьма ограничены. Для широкого их развития нет естественноисторических предпосылок — морских побережий, глубоких долин рек (за исключением р. Камы), а также мощных рыхлых отложений. Поэтому оползни чаще всего наблюдаются при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, когда в их разрезе существенное место занимают рыхлые и тонкослоистые породы (аргиллиты, алевролиты и др.), неустойчивые в откосах карьеров. К числу таких месторождений относятся буроугольные, приуроченные к депрессиям в палеозойском фундаменте (Челябинской, Богословской, Волчанской), выполненным мезозойскими осадками. Опыт эксплуатации этих месторождений показывает, что оползни, различные по объему оползающих горных пород (от нескольких тысяч до 11 млн. м<sup>3</sup>), могут быть сведены к трем основным типам:

I тип обусловлен оползанием покровных суглинков, когда мощность их превышает 5—10 м.

II тип возникает в лежачем боку тонкоплитчатых и тонкосланцеватых пород с падением пластов в сторону бортов карьера.

III тип является результатом экскавации и переэкскавации отвальных рыхлых пород в случаях применения на разрезах бестранспортной схемы вскрышных работ, при которой породы нижних вскрышных уступов переваливаются в выработанное пространство. При этом связные, структурные породы (суглинки и глины) утрачивают присущую им природную структуру, за счет чего резко снижается (примерно в два раза) коэффициент внутреннего трения пород. В таком же соотношении уменьшается и угол естественного откоса пород в отвалах, в особенности испытывавших неоднократную перевалку (переэкскавацию).

**Овраги.** Этот вид физико-геологических явлений в малой степени проявляется в Приуралье, чему благоприятствуют холмисто-увалистый рельеф и наличие рыхлого покрова, но равномерное выпадение атмосферных осадков (отсутствие ливней) ограничивает масштаб эрозионной деятельности.

Еще меньшее развитие овраги получили в Зауралье, где они приурочены только к узким прибрежным полосам рек. Для формирования оврагов здесь еще меньше предпосылок благодаря незначительному поверхностному стоку (за счет равнинности рельефа) и малому количеству атмосферных осадков.

В горной части Урала овраги возникают только по берегам рек, там, где кора выветривания достигает значительной мощности (более 10 м).

### *Районирование территории Урала для инженерно-геологических целей*

Инженерно-геологическое районирование построено по унифицированной схеме, принятой в октябре 1962 г. на совещании по проблемам инженерно-геологического картирования и районирования (Г. А. Голодковская, 1963 г.), с выделением следующих таксономических единиц: регионов — по структурно-тектоническому принципу, областей — по геоморфологическому и районов — по литолого-генетическому (формационному). В соответствии с этой схемой в пределах Урала выделяется три региона (с запада на восток, рис. 163): Приуралье (А), Горный (или горно-складчатый) Урал (Б) и Зауралье (В). В соответствии с геоморфологическим районированием Урала, разработанным А. П. Сиговым, В. С. Шубом и др., в пределах первого региона выделяются две инженерно-геологические области: денудационная равнина Приуралья (А<sub>I</sub>) и приподнятая денудационная равнина Уфимского плато (А<sub>II</sub>). Во втором регионе выделяются области: остаточные горы западного склона Урала (Б<sub>I</sub>), остаточные горы осевой части Среднего Урала (Б<sub>II</sub>), остаточные горы восточного склона Урала (Б<sub>III</sub>) и пенеплен восточного склона Урала (Б<sub>IV</sub>). Геоморфологическое строение третьего региона (В) при оценке его с инженерно-геологических позиций является однообразным, что исключает необходимость выделения здесь областей.

В пределах большинства областей выделяются районы, отличающиеся друг от друга составом и инженерно-геологическими свойствами слагающих их комплексов горных пород. Такое, более дробное инженерно-геологическое районирование территории Урала дается в монографии «Гидрогеология СССР», том XIV.

### *Инженерно-геологические условия регионов*

**Приуралье.** Для территории этого региона характерна слабая дислоцированность пород, представленных морской карбонатной, морской карбонатно-обломочной, континентальной пестроцветно-обломочной и лагунно-соленосной формациями преимущественно пермского и в мень-



(2—3 м) на водоразделах, а максимальную (10—15 м) в подошве склонов.

Коры выветривания развиты слабо, имеют небольшую мощность (несколько метров), что объясняется широким распространением в субстрате карбонатных пород.

Широкое распространение получил карст, для развития которого имелись и сохранились в настоящее время благоприятные предпосылки. Такими предпосылками являются: обилие атмосферных осадков при слабом испарении, что способствует формированию подземного стока; широкая распространенность горных пород, склонных к растворению и выщелачиванию; дренированность территории сравнительно глубоко врезанными речными долинами, обеспечивающая разгрузку подземного стока.

Влияние карста как древнего, так и современного, на инженерное освоение территории различно. Например, инженерная подготовка в пределах Куликовского карстового района (нижняя часть бассейна р. Чусовой) требует крупных затрат на планировку карстового рельефа. Размер воронок достигает там 50—60 м в поперечнике и 20 м глубины при плотности до 20—25 воронок на 1 км<sup>2</sup> площади. В таких случаях для выбора площадок под отдельные, наиболее ответственные сооружения необходимо в комплексе инженерно-геологических исследований производить геофизические работы в первую очередь методами электроразведки, дающими возможность дешевыми средствами фиксировать в плане и разрезе наиболее крупные карстовые полости. Напротив, в Красноуфимском карстовом районе (около г. Красноуфимска), где проявления карста в форме мелких воронок выражены слабо, инженерная подготовка по методике и объемам работ ничем практически не отличается от подготовки в районах, не подверженных карстообразованию.

Грунтовые воды (трещинные и в рыхлых осадках) на территории области залегают на различных глубинах. На водоразделах и склонах они находятся на глубинах, превышающих 10 м. Исключение составляют заболоченные площади, где глубина залегания грунтовых вод измеряется сантиметрами и не превышает 0,5—1,0 м. В долинах рек глубина залегания грунтовых вод зависит от порядка террас, их высоты, строения, состава пород и т. д. Обычно на пойме грунтовые воды находятся близко от поверхности (0,5—3,0 м), на первой надпойменной террасе — ниже (3—5 м) и т. д.

По степени минерализации среди грунтовых вод преобладают пресные, в частности пресными являются грунтовые воды аллювиальных отложений долин рек. Повышенная сульфатная минерализация (1,5—2,1 г/л) отмечается в грунтовых водах, циркулирующих по гипсоносным породам. В этих случаях грунтовые воды могут отличаться сульфатной агрессивностью по отношению к бетонным конструкциям. Кроме того, в районах с развитой химической промышленностью встречаются загрязненные воды, обладающие общекислотной агрессивностью.

В грунтовых водах соленосных районов наблюдается высокая хлоридная минерализация, иногда достигающая концентрации рассолов.

Рассматриваемую область по орографическим и инженерно-геологическим условиям в целом можно считать благоприятной для наземного строительства и коммуникаций. Исключением являются пойменные террасы рек, где близость к поверхности земли грунтовых вод требует применения водоотлива при проходке котлованов. Инженерная подготовка территории иногда значительно усложняется в карстовых районах.

Вторая инженерно-геологическая область (Ап), соответствующая территориально приподнятому пене плену Уфимского плато, занимает в пределах региона ограниченную площадь. Она сложена преимущественно пермскими осадочными толщами, которые местами перекрываются морскими меловыми и континентальными мезо-кайнозойскими отложениями. Преобладающими в толще пермских отложений являются карбонатные формации. Причем по характеру примесей чаще всего встречаются глинистые разновидности — переходные к мергелям и терригенным осадкам, реже кремнистые и, как исключение, доломитизированные. Подчиненное положение занимают породы терригенной формации: песчаники, глинистые сланцы и конгломераты, на которых наблюдаются маломощные коры выветривания.

Карстовые процессы вследствие ограниченного развития в разрезе гипсоносных и соленосных пород развиты слабо и не оказывают существенного влияния на инженерное освоение территории. Рыхлый покров здесь также относительно однообразен и представлен преимущественно связными глинистыми и суглинистыми разновидностями, являющимися элювием карбонатных и терригенных формаций. В меньшей степени развиты делювиальные породы и исключительно локально, по долинам рек, аллювиальные.

Грунтовые воды благодаря значительному эрозионному врезу рек залегают глубоко — за пределами закладки оснований фундаментов зданий и сооружений.

С точки зрения инженерного освоения территории, область является простой из-за холмистого рельефа, обеспечивающего поверхностный сток. При застройке площадок наземными сооружениями объем земляных работ во время проведения планировки обычно невелик. Единственным исключением являются каньонобразные участки речных долин, которые малодоступны для возведения там сооружений промышленного и гражданского назначения. И, наоборот, такие участки долин при определенном геологическом строении могут служить идеальными створами для плотин и мостовых переходов.

**Горный Урал.** Регион охватывает орографически выраженную часть Уральского складчатого сооружения. В литературе эту часть Урала иногда именуют территорией «открытого Урала», в которой палеозойские структуры — Западно-Уральская зона складчатости, Центрально-Уральское поднятие, Тагильско-Магнитогорский прогиб, Восточно-Уральское поднятие и Восточно-Уральский прогиб, будучи приподняты над западными и восточными частями Уральского складчатого сооружения, обнажаются на поверхности. Восточной границей региона является граница сплошного распространения осадочных морских и континентальных мезо-кайнозойских пород, покрывающих в области Зауралья палеозойские уральские структуры чехлом значительной мощности.

Территория региона носит типичные черты областей геосинклинального развития. Она сложена весьма разнообразными комплексами пород докембрийского и палеозойского возраста интрузивного, осадочно-вулканогенного, осадочного, метаморфического происхождения. Породы сложены в складки иногда напряженного характера, часто наблюдаются древние и молодые тектонические нарушения.

Геологическому строению соответствует и характер водоносности. Для этой территории характерно наличие главным образом одного горизонта трещинных, трещинно-карстовых и трещинно-жильных вод в экзогенной зоне. Наблюдается частая мозаичная смена условий водоносности на коротких расстояниях. Подземные воды находятся в условиях



интенсивного водообмена. Процессы континентального соленакопления не выражены, и подземные воды минерализованы слабо.

Регион весьма разнообразен по инженерно-геологическим условиям. Главнейшим фактором, определяющим основные различия условий, является меридиональная зональность в строении рельефа. Это служит основанием выделения в горной части Урала для инженерно-геологических целей четырех областей, соответствующих (с некоторой унификацией) четырем областям геоморфологического районирования Урала (А. П. Сигов, В. С. Шуб и др.).

Область остаточных гор западного склона Урала (Б<sub>1</sub>) территориально соответствует Западно-Уральской зоне складчатости, сложенной по преимуществу карбонатными и терригенными осадочными породами палеозойского возраста и в меньшей части на востоке метаморфизованными породами нижнего палеозоя и верхнего протерозоя.

Рыхлый покров представлен четвертичными отложениями различного генезиса, но с преобладанием делювиальных и элювиальных тяжелосуглинистых пылеватых и глинистых отложений, содержащих, как правило, грубообломочный материал. Пятнами фиксируются песчанистые и супесчанистые породы, представляющие элювий кварцевых и полимиктовых песчаников. В долинах рек развиты аллювиальные отложения, имеющие разнообразный гранулометрический состав. Мощностью четвертичных отложений колеблется в широких пределах — от 0 м (на высоких гребнях, где коренные породы выходят на дневную поверхность) до 15—20 м (у подножья склонов и в долинах рек).

Грунтовые воды на территории области залегают обычно на больших глубинах благодаря сильно расчлененному рельефу и дренирующему действию рек, отличающихся глубоким эрозионным врезом. Как правило, воды безнапорные, встречающиеся локальные напоры не превышают 1—3 м. Наряду с грунтовыми водами в делювиальных отложениях часто встречается верховодка, залегающая в виде мелких линз на глубине 1,5—3,0 м, которая легко выходит за пределы фундаментов зданий неглубокими закрытыми дренажами. Минерализация верховодки невысокая (100—250 мг/л). Воды области не агрессивны по отношению к бетону и металлу.

В области отмечается сильное развитие карста. Карст развит в бассейне р. Средняя Вишера и особенно в Кизеловско-Язьвинском карстовом подрайоне. В Кизеловском каменноугольном бассейне средняя плотность воронок составляет 20—30 на 1 км<sup>2</sup>. Размещены карстовые воронки чаще всего на склонах водоразделов, около линий тектонических разломов и контактов пород угленосной толщи с визейскими известняками (в последнем случае терригенные породы угленосной толщи играют роль водоупорного экрана, около которого происходит накопление подземных вод, циркулирующих по известняковым коллекторам). Максимальный размер карстовых воронок (до 50 м в поперечнике, глубиной до 18 м) наблюдается в речных долинах. Встречаются также и карстовые котловины еще больших размеров. Довольно распространено явление перехода русловых потоков на подземное течение протяженностью до 7 км (речки Самовольная, Молмыс, Каменная Вогулка и др.).

Подземный карст, выраженный крупными полостями, кавернами и порами, вскрыт бурением на глубинах 150—970 м ниже современного ложа рек Косьвы, Усьвы, Кизела. Этот карст перемещен в процессе отрицательных тектонических движений. Наиболее закарстованы известняки серпуховского и окского подъярусов карбона. Напротив, карст в карбонатных породах девона развит слабо.

Поверхностный карст области в сочетании с горным рельефом и многочисленными выходами скальных пород в значительной степени ос-

ложняет инженерное освоение территории. Большое значение имеет подземный карст при производстве горных работ. В частности, сильная обводненность горных выработок Кизеловского каменноугольного бассейна обусловлена исключительно карстовыми водами. Имели место случаи мощных прорывов карстовых вод в горные выработки.

Область приподнятых горных массивов и остаточных гор осевой части Среднего Урала (БII) занимает центральную, осевую, наиболее орографически выраженную часть Урала. В структурном отношении области соответствуют: в северной части — Центрально-Уральское поднятие, сложенное метаморфизованными породами протерозоя и нижнего палеозоя, западная подзона Тагильского мегасинклиория, сложенная ниже- и среднепалеозойскими вулканитами и цепью массивов Платиноносного пояса; в южной части — Башкирский и Уралтауский мегантиклинории.

Область характеризуется довольно резко расчлененным рельефом, за исключением Среднего Урала, где отмечается его сглаженность. Горные хребты чередуются с глубокими эрозионными депрессиями. На гребнях гор весьма часты скалистые останцы, склоны сплошь покрыты делювием — в верхней части глыбовым, ниже щебенисто-глинистым. Делювиальные отложения склонов с их изменчивым гранулометрическим составом служат хорошими коллекторами для формирования верховодки. Для осушения строительных площадок обычно применяются неглубокие закрытые дренажи.

Инженерное освоение области является самым сложным и трудоемким на Урале.

Область остаточных гор восточного склона Урала (БIII) протягивается сравнительно узкой полосой, прилегающей с востока к приподнятым горным массивам. В мезозое и кайнозое эта область была тектонически сравнительно стабильной, что выразилось в небольшом перепаде относительных отметок, широкой сохранностью древних кор выветривания. В структурном отношении область остаточных гор восточного склона соответствует западным частям Тагильско-Магнитогорского прогиба и западным подзонам Восточно-Уральского поднятия.

Мелкосопочный характер рельефа области обусловлен различной сопротивляемостью пород разрушению. Как правило, массивы основных и ультраосновных пород, а также основные эффузивы образуют положительные формы рельефа, граниты и гнейсы, сланцы и другие осадочные породы — отрицательные формы.

В районах городов Карпинска, Волчанска и пос. Мостового в палеозойском ложе отмечаются мезозойские депрессии, выполненные континентальными отложениями.

Четвертичные отложения мощностью до 10—15 м представлены суглинками, щебенистым делювием, элювием. Геологические и гидрогеологические условия, за редким исключением, благоприятны для застройки и коммуникаций. Наиболее существенные осложнения при инженерно-геологической подготовке участков, так же как и в следующей области (БIV), встречаются при наличии выветрелых на большую глубину кислых магматических пород и зон разломов, а также древних русел.

Область пенеплена восточного склона Урала (БIV) характеризуется сильной сивелированностью рельефа в результате длительной тектонической стабильности в мезозойское и кайнозойское время. Очень широко развиты древние коры выветривания. Водораздельные части покрыты почти сплошным чехлом мезо-кайнозойских осадков мощностью до 30—40 м. В структурно-тектоническом отноше-

нии область соответствует восточной части Восточно-Уральского поднятия и Восточно-Уральскому прогибу.

Инженерное освоение территории области простое и нетрудоемкое вследствие почти равнинного рельефа и достаточно мощного рыхлого покрова. В отдельных случаях возможны притоки воды в котлованы из песчаных отложений, вызывающие необходимость применения водоотлива и даже закрепления мелкозернистых песков.

**Зауралье (В<sub>1</sub>)**, представляющее собой аккумулятивную равнину, характеризуется сплошным развитием покровных морских и континентальных отложений мезо-кайнозойского возраста значительной мощности, залегающих горизонтально. Покровные породы представлены глинами, опоками, лёссовидными суглинками.

Инженерное освоение территории данного региона простое вследствие равнинного характера местности и однообразного строения на значительных площадях. Вместе с тем равнинный характер осложняет водоотвод с территорий стройплощадок и от транспортных коммуникаций.

### *Горнотехническая характеристика горных пород*

Характеристику уральских горных пород в качестве оснований под здания и сооружения как строительных материалов, а также среды, в которой проводятся горные работы, целесообразно дать по трем естественным группам: породы скальные, полускальные и рыхлые.

Скальные породы разнообразного происхождения — магматические, осадочные, метаморфические — повсеместно распространены на территории Горного Урала.

Из пород магматических по степени распространения, а также масовости применения в строительстве наибольшее значение получили весьма разнообразные гранитоиды. Все гранитоиды, в особенности мелко- и среднезернистые разновидности, относятся к прочным породам. Это видно из результатов испытаний среднезернистых гранитов Шарташского месторождения около г. Свердловска и гранитоидов Смоленского месторождения около г. Челябинска (табл. 61).

Гранитоиды отличаются не только высокой механической прочностью, но и устойчивостью в отношении выветривания, о чем свидетельствует их морозостойкость.

Еще более прочными являются породы габбровой и перидотитовой формаций, для иллюстрации свойств которых приведены данные испытаний проб пироксенита и габбро из месторождений района г. Качканара, перидотитов и диоритов из района г. Асбеста (табл. 62).

Чрезвычайно прочными, с пределом прочности на сжатие до 4000 гкс/см<sup>2</sup> и более, являются меланократовые разновидности габбро мелкокристаллической структуры, в частности оливинового габбро. Высокой прочностью обладают также разнообразные эффузивные породы, в частности широко распространенные на восточном склоне порфиры базальтового и андезитово-базальтового составов, а также их туфы.

Нижне- и среднепалеозойские известняки и доломиты по всем важнейшим физико-техническим показателям отличаются от магматических пород. Примером могут служить показатели испытаний визейских известняков Архиповского (район г. Чусового) и Синарского (район г. Каменск-Уральского) месторождений (табл. 63).

Приведенные данные характеризуют чистые по составу известняки. Механическая прочность доломитизированных и кремнистых известняков, а также доломитов значительно выше. Известняки нижнего и среднего палеозоя отличаются высокой морозостойкостью, известняки целой

Таблица 61

## Физико-механические свойства гранитов

Вид испытания	Ед. изм.	Шарташское месторождение				Смолинское месторождение			
		Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений	Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений
Объемный вес	г/см <sup>3</sup>	2,52	2,71	2,62	154	2,57	2,79	2,69	300
Удельный вес	г/см <sup>3</sup>	2,65	2,72	2,69	49	2,62	2,80	2,70	93
Пористость	%	0,76	5,20	3,00	49	0,10	5,50	1,72	93
Водопоглощение	%	0,17	0,88	0,38	278	0,11	1,24	0,30	284
Предел прочности на сжатие в сухом состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	814	2322	1660	301	646	2345	1808	302
То же, в водонасыщенном состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	680	2122	1340	284	953	2392	1487	293
То же, после 50 циклов замораживания	кгс/см <sup>2</sup>	720	1778	1236	117	1169	1835	1350	42
Коэффициент размягчения		0,52	0,95	0,78	211	0,54	0,98	0,79	261
Коэффициент морозостойкости		0,61	1,00	0,90	61	0,71	0,98	0,90	36
Истирание в барабане Деваля	%	2,88	8,20	3,70	26	1,80	10,20	4,75	32
Сопротивление удару на копке Пэджа	Число ударов	5	11	8	16	7	13	10	39
Коэффициент крепости		—	—	14—17	—	—	—	14—18	—
Категория по трудности разработки		—	—	IX—X	—	—	—	VIII—X	—

группы месторождений из области остаточных гор западного склона Урала выдержали 200 циклов замораживания.

Высокими показателями прочности обладают кварцевые и аркозовые песчаники, меньшими — полимиктовые и низкими — песчаники с глинистым цементом.

Из метаморфических пород скального типа большим распространением в Горном Урале пользуются серпентиниты, в особенности на территории остаточных гор восточного склона Урала и его пенеплена. Щебень серпентинитов широко используется в дорожном строительстве, в частности отходы обогащения асбеста применяются в качестве балласта на железнодорожных путях, а также для приготовления асфальтобетона. О физико-механических и горнотехнических свойствах этих пород можно судить по данным испытаний серпентинитов Баженовского месторождения асбеста (табл. 64).

Физико-механические свойства серпентинитов, являющихся продуктами метаморфизма перидотитов, колеблются в широких пределах и зависят от структурно-текстурных признаков и вещественного состава, в частности от характера сланцеватости, количества реликтовых минералов, степени метаморфизма и т. д.

Опыт отработки глубоких горизонтов (до 100—200 м) Баженовского месторождения асбеста показывает, что массивные и слабо рассланцованные серпентиниты, а также перидотиты, диориты и габбро отличаются исключительной устойчивостью в бортах выработок — они выдерживают откосы с прямыми углами и даже с обратными. Наоборот, сильно трещиноватые серпентиниты, встречающиеся в других месторождениях Урала (медный рудник в районе г. Свердловска, около ст. Анатолий-

Физико-механические свойства интрузивных пород ультрабазового—основного состава

Вид испытания	Ед. изм.	Пироксенит				Габбро				Перидотит				Дворит			
		Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений	Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений	Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений	Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений
Объемный вес	г/см <sup>3</sup>	3,16	3,54	3,34	103	2,80	3,28	3,16	75	2,62	3,0	2,79	941	2,63	2,89	2,68	379
Удельный вес	г/см <sup>3</sup>	3,30	3,55	3,42	9	2,90	3,44	3,26	7	2,75	3,12	2,85	38	2,69	2,96	2,79	18
Пористость	%	0,76	3,60	2,30	103	0,84	4,52	3,00	75	1,00	4,70	2,23	38	0,40	4,80	3,00	18
Водопоглощение	%	0,01	0,25	0,08	103	0,01	0,39	0,07	60	0,02	0,77	2,22	559	0,05	0,35	0,18	211
Предел прочности на сжатие в сухом состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	1006	3299	2258	45	1455	4104	2825	30	1431	3687	2431	306	1648	4000	3060	90
То же, в водонасыщенном состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	1025	3071	1876	44	1076	3580	2606	32	1077	3547	2120	306	1364	4277	2830	76
То же, после 50 циклов замораживания	кгс/см <sup>2</sup>	1032	2818	1924	41	1406	3162	2633	32	—	—	—	—	—	—	—	—
То же, после 100—150 циклов замораживания	кгс/см <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	1650	2883	2087	35	1827	3354	2790	34
Коэффициент размягчения		0,68	0,99	0,85	32	0,83	0,99	0,93	24	0,70	0,96	0,87	300	0,71	0,98	0,92	70
Коэффициент морозостойкости		0,77	0,98	0,87	37	0,81	1,00	0,91	29	0,72	0,99	0,86	32	0,76	0,97	0,92	30
Износ в барабане Деваля	%	2,76	4,26	3,49	6	2,30	4,74	3,31	6	2,90	13,0	5,24	64	3,0	6,90	3,20	32
Сопротивление срезу	кгс/см <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	219	243	230	6
Сопротивление растяжению	кгс/см <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	126	138	131	6
Сопротивление удару на коп-ре Пэджа	Число ударов	10	32	20	18	8	29	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—
Коэффициент крепости		—	—	20	—	—	—	20	—	—	—	20	—	—	—	20	—
Категория по трудности разработки		—	—	IX—X	—	—	—	IX—X	—	—	—	IX—X	—	—	—	IX—X	—



Таблица 63

## Физико-механические свойства известняков

Вид испытания	Ед. изм.	Архиповское месторождение				Синарское месторождение			
		Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений	Минимальные	Максимальные	Средние	Число определений
Объемный вес	г/см <sup>3</sup>	2,61	2,75	2,67	168	2,64	2,70	2,67	80
Удельный вес	г/см <sup>3</sup>	2,68	2,86	2,71	112	2,69	2,71	2,70	80
Пористость	%	0,75	15,10	1,48	112	0,37	2,95	1,07	80
Водопоглощение	%	0,16	3,44	0,76	168	0,01	2,50	0,59	209
Предел прочности на сжатие в сухом состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	340	2503	1873	168	345	2152	1262	162
То же, в водонасыщенном состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	260	1849	1681	168	404	2024	1193	162
То же, после 25 циклов замораживания	кгс/см <sup>2</sup>	230	1681	1167	168	648	1040	900	20
Коэффициент размягчения		0,70	0,99	0,90	168	0,62	0,93	0,79	162
Коэффициент морозостойкости		0,60	0,92	0,70	168	0,83	0,98	0,92	20
Истирание в барабане Девала	%	3,00	7,40	5,00	54	2,80	8,00	4,94	185
Сопротивление удару на копре Пэджа	Число ударов	4	9	7	22	—	—	—	—
Коэффициент крепости		—	—	8—10	—	—	—	7—8	—
Категория по трудности разработки		—	—	VI—VIII	—	—	—	VII—VIII	—

Таблица 64

## Физико-механические свойства серпентинитов

Вид испытания	Ед. изм.	Массивный серпентинит				Слаборассланцованный серпентинит			
		Минимальный	Максимальный	Средние	Число определений	Минимальный	Максимальный	Средние	Число определений
Объемный вес	г/см <sup>3</sup>	2,42	2,72	2,54	874	2,52	2,64	2,57	123
Удельный вес	г/см <sup>3</sup>	2,59	2,76	2,64	28	2,64	2,73	2,67	6
Пористость	%	1,20	5,20	3,80	28	1,40	5,50	4,00	6
Водопоглощение	%	0,06	2,98	0,98	522	0,43	1,70	0,98	74
Предел прочности на сжатие в сухом состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	967	2812	1584	191	888	2863	1300	20
То же, в водонасыщенном состоянии	кгс/см <sup>2</sup>	793	2373	1280	158	518	1964	1000	20
Степень морозостойкости	Количество циклов	50	150	100	52	35	100	50	4
Сопротивление срезу	кгс/см <sup>2</sup>	172	194	180	6	86	117	92	6
Сопротивление растяжению	кгс/см <sup>2</sup>	109	122	115	6	50	86	68	6
Истирание в барабане Девала	%	3,0	11,3	7,50	80	7,20	11,0	9,2	20
Коэффициент крепости		—	—	12—15	—	—	—	10—13	—
Категория по трудности разработки		—	—	VII—VIII	—	—	—	VI—VII	—

ская, в районе Нижней Салды и др.), выдерживают откосы с максимальными углами 50—60°.

Из других пород метаморфического комплекса на Урале заслуживают внимания кварциты и мраморы. В строительном деле кварциты почти не применяются из-за их чрезмерной прочности (сопротивление сжатию в них достигает 2000—4000 кгс/см<sup>2</sup>) и высокой твердости.

Мраморы обладают достаточной прочностью (сопротивление сжатию у них колеблется в пределах 500—2000 кгс/см<sup>2</sup>) и одновременно незначительной твердостью, дающей возможность легко их обрабатывать. Эти особенности мраморов в сочетании в ряде случаев с высокими декоративными качествами придают им большую ценность как материалам для отделки монументальных зданий и сооружений. На Урале известно более 40 месторождений мраморов. Всесоюзной известностью пользуются Тагильское месторождение (мрамор сургучно-красный, розовый, сиреневый с причудливым жилковато-пятнистым рисунком), Прохоровско-Баландинское (порода белая с желтоватыми прожилками и белая с оттенком слоновой кости), Коелгинское (мрамор белый с мелкими буроватыми пятнами). Менее известны, но обладают высокими художественно-декоративными качествами мраморы месторождений Фоминского (желтовато-полосчатый), Уфалейского (серый и полосчато-черный), Режевского (красный брекчиевидный) и Каркодинского (практически черный с более светлыми полосами).

Полускальные породы обладают малой механической прочностью и иногда незначительной твердостью. Это известняки пермского возраста, гнейсы и метаморфические сланцы, в частности хлоритовые, тальковые и серицитовые, песчаники и алевролиты мезозойского возраста, глинистые сланцы и филлиты всех возрастов, меловые и палеогеновые опоки, сильно рассланцованные серпентиниты, все значительно выветрившиеся магматические породы.

Большинство известняков и песчаников пермского возраста не выдерживают испытаний на замораживание и образцы иногда разрушаются (например, глинистые известняки) после 3—4 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Другие породы полускального типа не подвергались систематическому изучению как инженерно-геологические объекты главным образом потому, что они являются совершенно непригодными в качестве каменных строительных материалов. При производстве подземных горных работ в этих породах обнаруживается склонность к пучению, вызывающему деформацию крепи. В открытых горных выработках наблюдаются оползни.

Рыхлые породы, независимо от их происхождения, разделяются на две группы — несвязные и связные. Несвязные породы в свою очередь подразделяются на грубообломочные — галечник, гравий и щебень, и зернистые — пески, переотложенная дресва.

Грубообломочные породы в инженерно-геологическом отношении практически не изучены. Методика определения несущей способности для них не разработана. Обычно при решении строительных вопросов ограничиваются определением гранулометрического состава и прочности обломков и задаются допускаемые нагрузки в пределах 3—6 кгс/см<sup>2</sup>.

Зернистые породы представлены песками различной крупности. Наиболее распространены тонкозернистые (с преобладающей фракцией 0,25—0,05 мм) и в меньшей степени мелкозернистые (с фракцией 0,50—0,25 мм). В частности, палеогеновые, неогеновые, древнечетвертичные и современные пески Западно-Сибирской низменности представлены тонкозернистыми разновидностями, состоящими из кварца. Широко распространенные в областях Зауралья и пенеплена восточного склона Ура-

ла олигоценые кварцевые мелкозернистые пески имеют пористость 36—45%. Коэффициент фильтрации их—1,7—7,2 м/сут. Пески отличаются малой сжимаемостью, и даже близость грунтовых вод не изменяет их несущую способность. Допускаемые нагрузки на сухие олигоценые пески с большим запасом прочности могут быть приняты в 2—3 кгс/см<sup>2</sup>.

Среди рыхлых покровных пород преобладают связные породы. Наиболее широко распространены на территории Зауралья связные пластичные породы, гранулометрический состав которых колеблется от пылеватых суглинков до жирных глин. К ним относятся лёссовидные суглинки четвертичного возраста проблематичного происхождения, неогеновые глины, палеогеновые опоковидные глины, а также эоценовые и олигоценые глины (табл. 65). Следует отметить способность опоковидных глин к набуханию, в результате чего при их неравномерном смачивании возможны деформации зданий, возведенных на этих породах.

Солонцы и солончаки, встречающиеся в Зауралье пятнами среди суглинков и глин, непригодны в качестве материала для дорожного полотна и насыпи, а также в качестве оснований под здания.

Супесчаные породы в Зауралье распространены незначительно, в частности они в комплексе с песчаными слагают аллювий Тобола, Исети и других рек. Супесчаные грунты и легкие суглинки являются очень хорошими основаниями для дорог, зданий и сооружений. Наоборот, чистые, так называемые «боровые» пески являются подвижными и нуждаются в закреплении.

На территории Приуралья и Горного Урала широко развиты суглинистые, пылевато-суглинистые и щебенисто-глинистые образования делювиального происхождения. Для характеристики этих пород приводятся результаты испытаний проб, отобранных с площадок г. Кудымкара (табл. 66).

Проведенные дополнительные испытания под нагрузками показали значительную осадку делювиальных отложений. Модуль осадки при различных нагрузках имел следующие значения:

при нагрузке 1 кгс/см <sup>2</sup>	— от 8 до 29 мм/м
» 2 »	— от 19 до 48 »
» 3 »	— от 27 до 64 »
» 4 »	— от 34 до 77 »

Учитывая высокий модуль осадки делювиальных пород пылевато-суглинистого состава, допускаемые нагрузки на них, в соответствии с требованиями строительных норм и правил, не должны превышать 1,8 кгс/см<sup>2</sup>. Там, где суглинки содержат грубообломочный материал, что нередко наблюдается на территории Горного Урала, допускаемые нагрузки должны быть повышены до 2—3 кгс/см<sup>2</sup>.

Самыми распространенными среди связных пород в пределах Приуралья и Горного Урала являются элювиальные образования. Работами Л. И. Корженко (1963) и В. Б. Швеца (1964) установлено, что характер и степень изменения физико-механических свойств элювия зависят главным образом от вещественного состава материнских пород и степени их выветривания. Из всех элювиальных пород самыми неблагоприятными в качестве оснований под сооружения являются продукты выветривания метаморфических сланцев (табл. 67).

Обращает внимание значительный разброс всех характеристик для элювиальных образований, сформировавшихся на одной и той же материнской породе, что объясняется различной степенью выветривания исходных пород. Наряду с этим самыми низкими модулями деформации, а следовательно, и минимальной несущей способностью отличаются элювиальные образования, сформировавшиеся на серицит-хлоритовых и тальк-хлоритовых сланцах. Эти же породы (элювий) отличаются так-

## Гранулометрический состав и физико-механические свойства связных пластичных пород

Порода	Гранулометрический состав, % фракций						Коэффициент пористости	Природная влажность, %
	1,0—0,5 мм	0,5—0,25 мм	0,25—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	Мельче 0,005 мм		
Лёссовидные породы	—	—	17,86—58,50	6,00—13,00	9,60—20,00	19,00—57,50	0,656—1,042	9,60—36,37
Опоковидные глины палеогена	0,00—5,19	0,10—2,19	14,20—38,50	7,30—38,30	6,40—41,10	20,00—43,10	1,100—2,23	37,40—80,60
Эоценовые глины	—	—	6,10—10,00	15,90—22,90	8,70—16,40	50,70—69,30	0,71—1,18	—
Олигоценые глины	—	—	13,90—38,30	17,40—32,70	11,80—21,10	30,90—44,00	0,53—0,93	—
Неогеновые глины	0,00—8,00	0,28—2,95	11,09—16,25	10,88—13,23	14,00—16,00	57,92—69,37	0,773—0,853	27,16—31,05

Продолжение табл. 65

Порода	Пластичность (% влажности)			Коэффициент сжатия „а“ (при нагрузке 2—3 кгс/см <sup>2</sup> )	Коэффициент внутреннего трения	Угол внутреннего трения	Сцепление, кгс/см <sup>2</sup>	Допускаемые нагрузки, кгс/см <sup>2</sup>	Категория по трудности разработки
	Предел текучести, %	Предел раскатывания, %	Число пластичности						
Лёссовидные породы	22—49	15—29	7—32	0,020—0,076	0,30—0,50	16°40'—26°30'	0,10—0,36	1,5—2,5	II—III
Опоковидные глины палеогена	53—110	28—66	21—60	0,001—0,034	0,295—0,420	16°30'—24°30'	0,42—0,62	1,0—2,5	II—III
Эоценовые глины	65—66	29—31	35—36	0,051—0,054	0,188—0,281	10°40'—15°45'	0,31—0,34	1,5—2,5	II—III
Олигоценые глины	27—44	14—24	11—20	0,009—0,042	0,469	28°10'	0,21	2—3	II—III
Неогеновые глины	52—64	26—28	26—36	0,011—0,040	0,310—0,345	17°10'—19°03'	0,44—0,66	1,0—2,5	II—III

Таблица 66

**Физико-механические свойства делювиальных пород  
Приуралья**

Гранулометрический состав, % фракции	Песок 0,5—0,05 мм	6,00—31,00
	Пыль 0,05—0,005 мм	54,00—73,00
	Глина мельче 0,005 мм	10,00—27,00
Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	При естественной структуре и влажности	1,86—2,05
	В сухом состоянии	1,41—1,70
Природная влажность, %		23,35—31,54
Пористость, %		37,00—48,40
Коэффициент пористости		0,583—0,937
Пластичность (% влажности)	Предел текучести	31—58
	Предел раскатывания	15—27
	Число пластичности	16—31
Угол внутреннего трения		15°45'—18°47'
Сцепление, кгс/см <sup>2</sup>		0,21—0,38
Коэффициент уплотнения, см <sup>2</sup> /кг (при нагрузке 1—3 кгс/см <sup>2</sup> )		0,017—0,037
Допускаемые нагрузки, кгс/см <sup>2</sup>		1,0—1,8
Категории по трудности разработки		II—III

же отзывчивостью к морозному пучению, что неоднократно приводило к деформации зданий, фундаменты которых заложены в пределах зоны сезонного промерзания. Массовый характер процессов пучинообразования наблюдается на автомобильных дорогах и уличных проездах, особенно в городах Свердловске и Нижнем Тагиле, где элювий хлоритовых, тальк-хлоритовых и тальковых сланцев довольно распространен.

Элювиальные породы вообще подвержены процессам выветривания. Это отражается в резком снижении их несущей способности в случаях, когда при незаконченном нулевом цикле строительных работ кот-



Таблица 67

## Физико-механические свойства элювиальных образований

Порода	Природная влажность, %	Объемный вес при естественной структуре, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости	Пластичность (% влажности)			Полевой модуль деформации, кгс/см <sup>3</sup>	Компрессионный модуль деформации, кгс/см <sup>2</sup>
				Предел текучести	Предел раскатывания	Число пластичности		
Элювий серицит-хлоритовых сланцев	37	1,68	1,28	58	44	14	140	60
То же	33	1,85	1,00	62	39	23	100	30
Элювий тальк-хлоритовых сланцев	25	2,10	0,70	41	26	15	108	36
То же	28	1,81	0,94	50	47	3	187	62
Элювий амфиболитовых сланцев	26	1,94	0,88	44	31	13	200	57
То же	39	1,66	1,30	51	27	24	190	67
" "	23	1,98	0,64	35	27	8	192	47
" "	35	1,74	1,16	49	32	17	170	50
Элювий порфиритов	27	2,03	0,74	35	25	10	194	60
То же	26	1,96	0,84	45	31	14	220	75
" "	32	1,82	1,00	56	38	18	400	120

лованы оставались открытыми на зиму. Следствием этого являются многочисленные случаи деформации зданий, в частности в г. Свердловске. Общая нестабильность свойств элювия в совокупности с изменчивой мощностью влечет неравномерную осадку зданий и их деформацию, как это имело место после сооружения пятиэтажного жилого дома в пос. Уралмашзавода (г. Свердловск), в панелях первых этажей которого после шести месяцев эксплуатации появились трещины. Наблюдения показали, что трещины возникли в результате неравномерной осадки фундамента (максимальная — 40 мм в правой части здания и минимальная — 12 мм в левой) из-за различной толщины сжимаемого глинистого элювия (рис. 164).

В последнее время появились работы, отмечающие просадочность элювиальных грунтов. Так, Л. И. Корженко (1963) наблюдала это явление у глинистого элювия, сформировавшегося на туфах порфиритов, что безусловно связано с повышенной пористостью материнских пород, способствовавшей интенсивному выносу продуктов выветривания.

Просадочности глинистых, суглинистых, супесчаных и песчаных сапролитов гранитоидов и габбро-амфиболитов посвящены исследования В. Г. Глебова и Ю. В. Сырокомского, проведенные в 1969 г. Правда, нельзя полностью согласиться с Ю. В. Сырокомским в вопросе объяснения механизма просадки: он все сводит к разрушению структурных связей в процессе замачивания грунта (компрессионные испытания производятся с замачиванием образца грунта), растворению и выщелачиванию минеральных частиц скелета. По нашему мнению, основной причиной просадочности в случаях, описанных В. Г. Глебовым и Ю. В. Сырокомским, служит процесс выщелачивания легкорастворимых продуктов выветривания гранитоидов — щелочных и щелочноземельных карбонатов.

Инженерно-геологические изыскания на площадках с аллювиальными образованиями очень сложны и трудоемки. Наиболее объективную характеристику сапролитам, являющимся разновидностью элювия, дают полевые испытания опытными нагрузками. Проведенная серия опытов в этом направлении показывает большую и одновременно неравномерную сжимаемость пород под нагрузкой (табл. 68).

Допускаемые нагрузки на элювий, сформировавшийся на метаморфических сланцах, необходимо принимать в пределах 1—2,5 кгс/см<sup>2</sup>. Для элювия других пород, в частности габбро, он может быть повышен до 3—5 кгс/см<sup>2</sup> в зависимости от содержания грубых обломков и степени

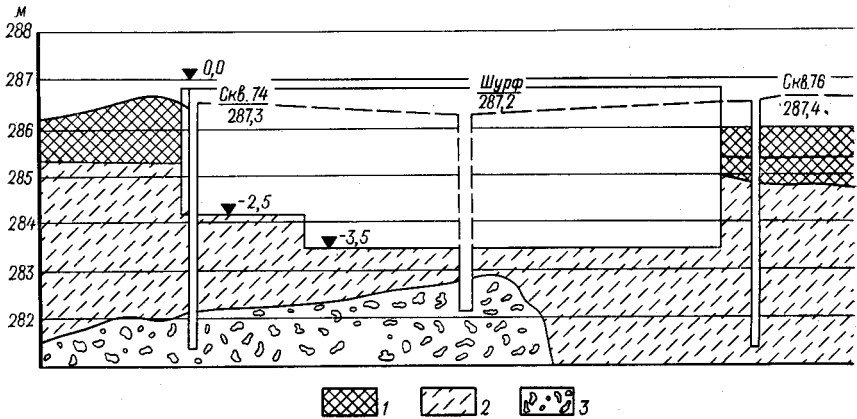


Рис. 164. Продольный инженерно-геологический разрез грунтов основания  
1 — наносы; 2 — глинистые сапролиты; 3 — щебень амфиболитовых сланцев

их выветривания. При правильной оценке специфики элювия, он может служить надежным основанием под различные здания и сооружения.

При возведении земляного полотна на автомобильных и железных дорогах из тонкообломочного элювия хлоритовых, серицитовых и тальковых сланцев необходимо проектировать противопучинные мероприятия.

Таблица 68

Результаты полевых испытаний сапролитов опытными нагрузками

Показатели	Ед. изм.	Номера опытных установок						
		1	2	3	4	5	6	7
Глубина испытаний	м	2,5	2,5	2,5	2,5	3,7	3,7	3,5
Уровень грунтовых вод	м	6,0	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Мощность обжимаемого слоя	м	5,3	4,3	3,15	3,15	6,2	4,3	5,2
Предел пропорциональности	кгс/см <sup>2</sup>	3,5	3,0	3,5	1,0	3,0	3,0	3,0
Осадка при пределе пропорциональности	мм	18,0	13,6	17,5	7,8	12,2	16,1	12,7
Полная нагрузка	кгс/см <sup>2</sup>	5,0	4,0	4,5	3,0	4,0	4,0	4,0
Осадка при полной нагрузке	мм	162	43	47	158	22,7	38,1	36,1
Продолжительность испытания до предела пропорциональности	ч	169	151	170	48	150	142	147

тия, независимо от глубины залегания грунтовых вод. Между прочим, грунтовые воды в районах развития элювия залегают, как правило, на больших глубинах, что объясняется удовлетворительной фильтрующей способностью горных пород коренной основы. В отрицательных элементах микрорельефа, где к тому же наблюдается мощная толща глинистого и тяжелосуглинистого элювия, отмечается верховодка на глубинах 1—3 м.

До сих пор остается совершенно неизученной несущая способность гранитной дресвы и грубообломочного элювия. Методика исследования этих пород как оснований под здания и сооружения не разработана. Допускаемые нагрузки на эти породы назначаются по строительным нормам в пределах 3—5 кгс/см<sup>2</sup> в зависимости от их вещественного состава, прочности обломков, степени выветривания и т. д.

До последнего времени инженерно-геологические исследования носили, к сожалению, односторонний характер и сводились преимущественно к изучению рыхлых горных пород как оснований под различные здания и сооружения. В значительно меньших масштабах изучались коренные горные породы (скальные) с целью оценки их в качестве каменных строительных материалов. Практически не проводились работы по инженерно-геологической оценке горных пород как среды, в которой происходит формирование и локализация рудных и нерудных полезных ископаемых. В таком же состоянии находилось изучение горных пород как среды, в которой производятся горные работы.

В настоящее время положение резко изменилось в связи с решением Симпозиума по физико-механическим свойствам горных пород верхней части земной коры (1965, стр. 158), в котором записано: «Становится все более очевидным, что при обработке геологических наблюдений, при геохимических исследованиях и при интерпретации геофизических полей, а также для целей бурения глубоких скважин необходимо всестороннее знание физических и, в первую очередь, механических свойств горных пород, слагающих земную кору».

Отражением этого решения является издание сборника статей, посвященных физико-механическим свойствам горных пород верхней части земной коры (1968 г.). В духе решения Симпозиума опубликована работа В. И. Старостина (1968 г.) регионального плана, дающая представление о физико-механических свойствах вулканогенных пород Южного Урала.

Но пока все эти работы единичны и носят частный характер. Поэтому важнейшей и неотложной задачей изучения инженерно-геологических условий Урала является планомерное и систематическое проведение инженерно-геологических работ в комплексе с геологической, гидрогеологической съемкой и разведкой месторождений полезных ископаемых, что обеспечит применение единой методики исследований и повысит достоверность и качество фактических материалов.

**СПИСОК**  
месторождений и рудопроявлений к схеме размещения месторождений  
полезных ископаемых (черные металлы)

№ на схеме	Индекс клетке на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на карте	Индекс клетке на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
		<b>Железо</b>		36	A-1	Золотушинское	Эксплуатируется
1	A-1	Ахтыльская аномалия		37	A-1	Покровское	
2	A-1	Верхне-Лозьвинское		38	A-1	Участок гор Большой и Малой Брусковой	
3	A-1	Северное Второе	Разведывается	39	B-1	Кочковское	
4	A-1	Витимское		40	B-1	Бурнимское	
5	A-2	Пещерное	Эксплуатируется	41	B-1	Кормильцевское	
6	A-2	Суходойское		42	B-1	Алексеевское	
7	A-2	Северное	Отработано	43	B-2	Марсятское	
8	A-1	Первое		44	B-1	Устьевское	
8	A-1	Северное	Разведывается	45	B-2	Вадимо-Александровское	Эксплуатируется
9	A-1	Третье аном. VIII, IX		46	B-2	Ауэрбаховское (Ольховское)	"
9	A-1	Северное	"	47	B-2	Северо-Песчанское, Ново-Песчанское	"
10	A-1	Третье аном. I; II, IV, V, VI; аном. III; VII, X		48	B-2	Воронцовское	"
10	A-1	Ново-Бобровская аномалия		49	B-2	Гаревское	Отработано
11	A-1	Верхне-Чувальское		50	B-2	Серовское	
12	A-1	Нижне-Чувальское		51	B-1	Конжаковский Камень	
13	A-1	Юбрьшинское		52	B-1	Серебрянское	
14	A-1	Шудинское		53	B-1	Вознесенское	
15	A-1	Верхне-Золотихинское		54	B-1	Лобвинский участок	
16	A-1	Акчимское		55	B-1	Косьвинский Камень	
17	A-1	Пелинское		56	B-1	Васильевский участок	
18	A-1	Кутимское (Александровское)		57	B-1	Казанский участок	
19	A-1	Сурьинское		58	B-1	Спасский (Озерный) участок	
20	A-1	Заявка № 21 (Железный Ключ)		59	B-1	Борухинский	
21	A-1	Цепельское		60	B-2	Романовская аномалия	
22	A-1	Воскресенское		61	B-1	Осамское	
23	A-1	Высотинское		62	B-1	Троицкое	
24	A-1	Белореченское		63	B-1	Басегское	
25	A-2	Орьинское		64	B-1	Нижнеустьинское	
26	A-2	Семеновское		65	B-1	Магдалинский рудник	
27	A-2	Надымовское		66	B-1	Гусевогорское	Эксплуатируется
28	A-2	Алексеевское		67	B-1	Качканарское	
29	A-2	Александровское	Эксплуатируется	68	B-1	Елкинское	Разведано
30	A-2	Талинское	"	69	B-1	Левотанчихинское	
31	A-2	Самское	"	70	B-1	Андреевское	
32	A-2	Новомасловское	Разведано	71	B-1	Вильвенское	
33	A-2	Масловское	Отработано	72	B-1	Пономаревское	
34	A-2	Сосьвинское					
35	A-1	Баяновское	"				

Продолжение прилож. 1

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на карте	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
73	Б-1	Зыковское		115	Б-1	Березовское	
74	Б-1	Дальне-Сергинское		116	Б-1	Егорово-Каменское	
75	Б-1	Ново-Успенское		117	Б-1	Висимское	
76	Б-1	Куртымское		118	Б-1	Спорное	
77	Б-1	Лотаринское				(Лиственное)	
78	Б-1	Троицкое (Ново-Троицкое)		119	Б-2	Журавлевское	
79	Б-2	Истокское		120	Б-2	Редка (Редкинская аномалия)	
80	Б-2	Большереченское	Разведано	121	Б-2	Ивановское	
81	Б-2	Чернопийское		122	Б-2	Мокроусовское	
82	Б-2	Северо-Комбаинхинское	Разведывается	123	Б-2	Маюровское (Корниловское, Южаковское, Кайгородское)	
83	Б-2	Комбаинхинское	"			Синячихинское	
84	Б-2	Восточно-Комбаинхинское	"	124	Б-2	(участок Ближне-Заводской)	
85	Б-2	Мугайское				Алапаевское	Эксплуатируется
86	Б-1	Ольховская магнитная аномалия		125	Б-2	(участки Средние Ямы и Толоконский)	
87	Б-1	Елизаветинское				Зырянское	Законсервировано
88	Б-1	Ермаковское (Шуваловское)		126	Б-2	(участки Промежуточный, Северный, Шайтан, Бугорки, Тягун)	
89	Б-1	Луковское				Таборский рудник	
90	Б-1	Александровское		127	Б-2	Тотниковское	
91	Б-1	Пермяковское		128	Б-2	Размазинское	
92	Б-1	Кыновское		129	Б-2	Троицкое	
93	Б-1	Сергиевское (Шелкан)		130	Б-2	Адуйское	
94	Б-1	Гороблагодатское	Эксплуатируется	131	Б-2	Афонихинское	
95	Б-1	Аномалия А-66-55 (Южно-Трактовая)	"	132	Б-1	Тарасовское	
96	Б-1	Валуевское (Малоблагодатское)	"	133	Б-2	Березовогорское	
97	Б-2	Осокино-Александровское	"	134	Б-2	Крутихинское	
98	Б-1	Гора Голая		135	Б-2	Верхне-Заводское	
99	Б-1	Синегорское		136	Б-2	Сиверское	
100	Б-1	Мало-Лайская магнитная аномалия		137	Б-2	Костинский рудник	
101	Б-1	Северо-Баронское		138	Б-2	Первоуральское	Эксплуатируется
102	Б-1	Баронское		139	Б-2	Белогорское (Четаевское)	
103	Б-2	Хахинское		140	Б-1	Ильмовское (Дальнее)	
104	Б-2	Марфинское		141	Б-1	Зимовочное	
105	Б-1	Естонинское	Эксплуатируется	142	Б-1	Пузанское	
106	Б-2	Выйское (Пога-ные Ямы)	"	143	Б-1	Каменский участок	
107	Б-2	Лебяжинское	"	144	Б-2	Лука-Ивановское	
108	Б-1	Елизаровское	Отработано	145	Б-2	Листвяноложское	
109	Б-1	Каменское I	Разведано	146	Б-2	Кашинское	
110	Б-1	Семеновское		147	Б-2	Троицкое	
111	Б-1	Высокогорское	Эксплуатируется	148	Б-2	Тамакульское	
112	Б-1	Березовское		149	Б-2	Ревдельское	
113	Б-2	Подложное		150	Б-1	Средне-Шунутское	
114	Б-2	Крюковское		151	Б-1		



№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
152	Б-2	Ближне-Шунутское		196	В-1	Рудничное, Канатная Дорожка	Эксплуатируется
153	Б-2	Дальне-Шунутское		197	В-1	Ново-Бакальское	"
154	Б-2	Щучьинское		198	В-1	Буландихинское	"
155	Б-2	Смолинское		199	В-1	Шиханское	"
156	Б-2	Исетский рудник		200	В-1	Восточное	"
157	Б-2	Закаменный рудник		201	В-1	Имени ОГПУ	"
158	Б-2	Багарьякские I, IV V рудники		202	В-1	Петлинское	"
159	Б-2	Игишский рудник		203	В-1	Шуйдинское I	
160	Б-2	Жуковский		204	В-1	Семибратское	
161	Б-2	Сипово-Новиковский		205	В-2	Круглогорское	Разведывается
162	Б-2	Сырянно-Октябрьское		206	В-2	Пудовое	
163	Б-2	Первомайское		207	В-2	Маскайкинское	
164	Б-2	Синаро-Теченское		208	В-2	Ширяевское I	
165	Б-2	Гора Пугачева		209	В-2	Темирское	
166	В-1	Суроямское	Разведывается	210	В-2	Коелгинское	
167	В-2	Куртинское		211	В-1	Канакай	
168	В-2	Кульмаковское		212	В-2	Бирюковское	
169	В-2	Ближний и Дальний рудники		213	В-2	Сокольниковское	
170	В-2	Куватальское		214	В-2	Степнинское	
171	В-2	Галичское (Лысогорское)		215	В-2	Иманчаловское	
172	В-1	Магнитное		216	В-2	Таругинское	
173	В-2	Радостное		217	В-1	Нагайбакское	
174	В-2	Уфимское		218	В-1	Остроленское	
175	В-2	Салтыковское		219	В-1	Алексеевское	
176	В-2	Таскинское		220	В-1	Мосовское	
177	В-2	Теченское	Разведывается	221	В-1	Гора Малый Куйбас	Подготавливается к эксплуатации
178	В-2	Окуневское		222	В-1	Гора Малый Куйбас	
179	В-1	Ахтенское	Эксплуатируется	223	В-1	Димитровское	
180	В-1	Верхне-Навышенское		224	В-1	Березовая гора (Березки)	
181	В-1	Захезинское		225	В-1	Магнитогорское	Эксплуатируется
182	В-1	Кусинское	"	226	В-2	Тогузакское	
183	В-1	Чернореченское		227	В-2	Кулевчинское	
184	В-1	Медведевское	Разведано	228	В-2	Карталы-Аятское	
185	В-1	Копанское	"	229	В-2	Трикольское	
186	В-1	Буланихинское	"	230	В-2	Ромашинское	
187	В-1	Маткальское	"	231	В-1	Сара-Тубе	
188	В-2	Аджитаровское	"	232	В-1	Субутакское	
189	В-2	Архангельское		233	В-1	Куйсакское	
190	В-2	Березовское		234	В-2	Красный Яр	
191	В-2	Глубоченское	Разведывается	235	В-1	Уралец	
192	В-1	Ленинское	Отработано	236	В-1	Кара-Булакское	
193	В-1	Северо-Западный склон г. Иркутскан	Эксплуатируется	237	В-1	Микубай-Мартыновский участок	
194	В-1	Гаевское	"	238	В-1	Микубайское I-е и 2-е	
195	В-1	Юго-Восточный склон г. Иркутскан	"	239	В-1	Греховское	
				240	В-1	Михайловское	
				241	В-1	Чекинский участок	
				242	В-1	Июльское	
				243	В-1	Мало-Караганский	
				244	В-1	Участок "Старые выработки"	

Продолжение прилож. 1

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	
245	В-2	Брединский участок (Попереченское)	Эксплуатируется	38	Б-2	Светлогорское	Развед�ется	
				39	Б-2	Ревдинское		"
246	В-2	Северо-Брединское		40	Б-2	Козловское, Самохваловское		"
247	В-2	Скубинское		41	Б-2	Первомайское, Барсучьи Ямы, Заячье	"	
248	В-2	Озеро 8-ая верста		42	Б-2	Каменноозерское		
249	В-2	Четвертая ферма Хромиты		43	Б-2	Каркодинское I		
				44	Б-2	Северо-Песчанское, Средне-Песчанское, Южно-Песчанское		
1	Б-2	Второй Устейский рудник		45	Б-2	Яблочный Крон		
2	Б-2	Первый Устейский рудник		46	Б-2	Белая Яма		
3	Б-2	Кольский рудник		47	Б-2	Уфалейское		
4	Б-1	Главное Саратовское		48	Б-2	Волчьегорское I		
				49	В-2	Горькореченское		
5	Б-1	Южно-Саратовское		50	В-2	Тургойское I		
				51	В-2	Тургойское 3		
6	Б-1	Тесовское		52	В-2	Чебаркульское		
7	Б-2	Кутузовское I		53	В-2	Запиваловское (Лабутинская Яма)		
8	Б-2	Крапивненское						
9	Б-1	Ашкинское						
10	Б-2	Улитка		54	В-2	Казбаевское		
11	Б-2	Анатолевское		55	В-2	Уйское 21		
12	Б-2	Чернобровское		56	В-2	Уйское 23		
13	Б-2	Подкорытовское, Вершина р. Алапихи		57	В-2	Уйское 7		
				58	В-2	Уйское 6		
14	Б-2	Рудник Поденный III		59	В-1	Куликовское 7		
				60	В-1	Куликовское I		
15	Б-2	Рудник Поденный II		61	В-1	Фершампенуазское		
				62	В-2	Успенское 2		
16	Б-2	Мало-Каменское		63	В-2	Успенское 1		
17	Б-2	Рудник Поденный I		64	В-2	Татищевское		
				65	В-1	Черниговское		
18	Б-2	Вкрапленное		66	В-2	Верблюжьегорское 23		
19	Б-2	Норское 2-ое						
20	Б-2	Гладкий Камень		67	В-2	Верблюжьегорское 24		
21	Б-2	Курмановское						
22	Б-2	Приозерное		68	В-2	Верблюжьегорское 7, 8, 10, 17, 18		
23	Б-2	Леневское						
24	Б-2	Сверчковское						
25	Б-2	Быстрый Ключ	69	В-1	Кацбахское			
26	Б-2	Трудовое	70	В-1	Аманбайское (заявки 8, 5, 7)			
27	Б-2	Костоусовское						
28	Б-2	Первое Студеновское	71	В-1	Аманбайское (заявка 11)			
29	Б-2	Красногорское	72	В-2	Владимир			
30	Б-2	Шитовское	73	В-2	Варшавское 30			
31	Б-2	Рудник „Новое дело“	74	В-2	Варшавское восточное			
					Раиса			
32	Б-2	Серафимовское	75	В-2	Гогинское 1			
33	Б-2	Петуховское	76	В-2	Гогинское 2			
34	Б-2	Теребейниковское	77	В-2	Каменный Лог			
35	Б-2	Качкинское I	78	В-2	Скала			
36	Б-2	Качкинское 3	79	В-2	Наследническое			
37	Б-2	Гологорское	80	В-2				

Продолжение прилож. 1

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
		<b>Марганец</b>		16	Б-2	Марсятское	Законсервировано Разведано
1	А-2	Северо-Сосвинское		17	Б-2	Колинское	
2	А-2	Бурмантовское		18	Б-1	Казанское	
3	А-2	Собянино-Шипичный		19	Б-2	Липовское	
4	А-2	Тыньинское	Законсервировано	20	Б-2	Сапальское	
5	А-2	Лозьвинское	"	21	Б-2	Александровское	
6	А-2	Юркинское	Разведано	22	Б-2	Черемшанское	
7	А-2	Полуночное	"	23	Б-2	Кургановское	
8	А-2	Березовское	Законсервировано	24	Б-2	Барановское	
9	А-2	Ново-Березовское	"	25	Б-2	Горнощитское	
10	А-2	Южно-Березовское	Разведано	26	Б-2	Бородулинское	
11	А-2	Ивдельское	Законсервировано	27	Б-2	Мало-Седельниковское	
12	А-2	Южно-Ивдельское	"	28	Б-2	Афанасьевское	
13	А-2	Екатерининское	Разведано	29	Б-2	Клевакинское	
14	А-2	Глухаринское	"	30	Б-2	Полдневское	
15	А-2	Вишерское	"	31	В-2	Змеиногорское	
				32	В-2	Коелгинское	
				33	В-1	Требитатское (Гумбейское)	
				34	В-1	Жилкобаевское II	
				35	В-1	Наваринское I	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**СПИСОК**  
месторождений и рудопроявлений к схеме размещения месторождений  
неметаллических полезных ископаемых

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
<b>I. ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ</b>							
<b>Каменный и бурый уголь</b>							
1	А-2	Усть-Маньинское		10	Б-1	Костано-Лытвинское	Разведано
2	А-2	Масловское	Недоразведано	11	Б-1	Урсинско-Луньевская синклиналь	Эксплуатируется
3	Б-2	Чаповское	Разведано по категории С <sub>1</sub>	12	Б-1	Кедрово-Анюшинское	Разведано
4	Б-2	Атюское	Разведано	13	Б-1	Коспашско-Полуденная синклиналь	Эксплуатируется
5	Б-2	Григорьевское	Разведано до категории С <sub>1</sub>	14	Б-1	Белоспойское (Белоспойская синклиналь)	"
6	Б-2	Волчанское	Эксплуатируется	15	Б-1	Главная Кизеловская антиклиналь	Эксплуатируется
7	Б-1	Богословское	"	16	Б-1	Косьвинская синклиналь	"
8	Б-1	Веселовское	"	17	Б-1	Громовская синклиналь	"
9	Б-1	Чаньвинское	Разведано				

Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
18	Б-1	Шумихинская синклиналь	Подготавливается к эксплуатации	55	В-1	Кизильское (Ильяское)	
				56	В-2	Брединское	Эксплуатировалось в 1942—1959 гг.
19	Б-1	Мальцевская синклиналь	"				
20	Б-1	Усть-Баскаковская антиклиналь	Эксплуатируется				
21	Б-1	Бруснянская синклиналь	Разведано			<b>Торф</b>	
22	Б-1	Гремячинское (Гремячинская синклиналь)	Эксплуатируется	1	А-1	Больше-Камское	Разведано
23	Б-1	Косореченское	Разведано	2	А-1	Губдорское	"
24	Б-1	Багульское	"	3	Б-1	Итковское	"
25	Б-1	Всесвятское	"	4	Б-2	Кошайское	"
26	Б-1	Скальнинское (Скальное)	Эксплуатируется	5	Б-2	Куминское	"
27	Б-1	Мостовское	"	6	Б-2	Шемейское I	"
28	Б-2	Махневское	Разведано	7	Б-2	Касылманское	"
29	Б-1	Журавлинское	"	8	Б-1	Усьвинское	"
30	Б-1	Обманковское	Разведано	9	Б-2	Басыновское	Эксплуатируется
31	Б-1	Кыновское	"	10	Б-2	Кокшаровское	"
32	Б-2	Еловское	Разведано	11	Б-2	Казачье	Разведано
33	Б-2	Алапаевское	"	12	Б-2	Лисье-Кумбаевское	"
34	Б-2	Подосининское	Выработано	13	Б-2	Инда	"
35	Б-2	Егоршинское	Эксплуатируется	14	Б-2	Турьянский	"
36	Б-2	Буланашское	"	15	Б-1	Пльвун	"
37	Б-2	Черемшанское	Разведано	16	Б-1	Палькинское	Эксплуатируется
38	Б-2	Дальне-Буланашское	"	17	Б-2	Морчуговское	Подготавливается к эксплуатации
39	Б-2	Северо-Елкинский участок	Разведано	18	Б-2	Горбуновское	Эксплуатируется
40	Б-2	Ирбитско-Вершинское	"	19	Б-2	Ольховское	"
41	Б-2	Сухоложское	"	20	Б-2	Кедровское	"
42	Б-2	Полдневское	Частично разведано	21	Б-2	Мало-Рефтинское	"
43	Б-2	Каменское	"	22	Б-2	Лосинское	"
44	В-2	Сугоякский угленосный район	Разведано	23	Б-2	Черновское	"
45	В-2	Козыревский угленосный район	Эксплуатируется	24	Б-2	Чисто-Шадринское	Разведано
46	В-2	Копейский угленосный район	"	25	Б-2	Островское	Эксплуатируется
47	В-2	Камышинский угленосный район	"	26	Б-2	Медное	Эксплуатируется
48	В-2	Коркинский угленосный район	"	27	Б-2	Сулимовское	"
49	В-2	Еманжелинский угленосный район	"	28	Б-2	Кокшарихинское	Разведано
50	В-2	Кичигинский угленосный район	"	29	Б-2	Беловый Рям	"
51	В-2	Чесменское	"	30	Б-2	Терсутское	"
52	В-2	Редутовское	"	31	Б-2	Мазулинское	Эксплуатируется
53	В-2	Бородинское	"	32	Б-2	Шумихинское	Разведано
54	В-2	Полтавское	"	33	В-2	Сосновское	"
				34	В-2	Батурина	"
				35	В-2	Согра	"
						Булатовское	"
						Колошниковское	Эксплуатируется

Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
36	В-2	Круглое	Разведано	36	Б-1	Тулвинское	Разведывается
37	В-2	Халитовское	"	37	Б-1	Батырбайское	Эксплуатируется
<b>Нефть</b>				38	Б-1	Аспинское	Разведывается
1	Б-1	Касибское	Разведывается	39	Б-1	Уинское	"
2	Б-1	Тукачевское	"	40	Б-1	Чайкинское	"
3	Б-1	Верхнепожвинское	"	41	Б-1	Таныпское	Эксплуатируется
4	Б-1	Майкорское	"	42	Б-1	Гожанское	"
5	Б-1	Чермозское	"	43	Б-1	Быркинское	"
6	Б-1	Истокское	"	44	Б-1	Красноярское	"
7	Б-1	Ольховское	Эксплуатируется	45	Б-1	Дубовогорское	Разведывается
8	Б-1	Верхне-Добрянское	Разведывается	46	Б-1	Степановское	"
9	Б-1	Кухтымское	Эксплуатируется	47	Б-1	Дороховское	"
10	Б-1	Васильевское	"	48	Б-1	Гондыревское	"
11	Б-1	Кузьминское	"	49	Б-1	Куединское	Эксплуатируется
12	Б-1	Ярино-Каменно-ложское	"	50	Б-1	Этышское	Разведывается
13	Б-1	Полазнинское	"	51	Б-1	Павловское	Эксплуатируется
14	Б-1	Верхнечусовское	"	52	Б-2	Богдановичское	"
15	Б-1	Северокамское	Эксплуатируется	53	В-2	Сугоякское	"
16	Б-1	Краснокамское	"	54	В-2	Коркинское	"
17	Б-1	Очерское	Законсервировано	55	В-2	Деревня отряда Алабуга	"
18	Б-1	Лобановское	Эксплуатируется	<b>Природный газ</b>			
19	Б-1	Козубаевское	"	1	Б-1	Кардонское	"
20	Б-1	Обливское	Разведывается	2	Б-1	Сосновское	"
21	Б-1	Елкинское	"	<b>II. ГОРНОРУДНОЕ СЫРЬЕ</b>			
22	Б-1	Кукуштанское	"	<b>Мусковит</b>			
23	Б-1	Ожгинское	Подготавливается к эксплуатации	1	Б-2	Нижне-Салдинское (Пряничниково)	"
24	Б-1	Лазуковское	Разведывается	2	Б-1	Полдневое	"
25	Б-1	Кыласовское	Эксплуатируется	3	Б-1	Окункуль-Шумихинское	"
26	Б-1	Троельжанское	"	4	В-2	Вишневогорское	"
27	Б-1	Ергачинское	Подготавливается к эксплуатации	5	В-2	Слюдяногорское	На консервации
28	Б-1	Ножовское	Разведывается	6	В-2	Острогорское	"
29	Б-1	Осинское	Эксплуатируется	7	В-2	Теплогорское	"
30	Б-1	Рассветовское	Разведывается	8	В-2	Беркутинское	"
31	Б-1	Маячное	"	9	В-2	Арашукульское	"
32	Б-1	Лужковское	"	10	В-1	Уральское	"
33	Б-1	Мазунинское	Подготавливается к эксплуатации	11	В-1	Златоустовское	"
34	Б-1	Веслянское	Разведывается	12	В-2	Ильменское	"
35	Б-1	Брусанское	"	13	В-1	Еланчинское	"
				14	В-2	Ольгинское	"
						Мариновское	"
				<b>Вермикулит</b>			
				1	Б-2	Семь Ключей	"
				2	Б-2	Булдымское	Отработано
				3	В-2	Потанинское	Разведывается
				4	В-2	Ильменская Копь № 66	"
				5	В-1	Субутакское	"



Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	
<b>Асбест</b>								
1	A-1	Вижайское	Разведуеться	10	B-1	Урал-Дача	Разведано	
2	A-1	Мойвинское		11	B-1	Большая Поляна		"
3	A-1	Кривское II		12	B-2	Поляков Лог		"
4	B-2	Устейское		13	B-2	Запываловское		"
5	B-1	Сарановское		14	B-2	Медведевское		"
6	B-2	Горбуновское		15	B-2	Фамбуловское, Чашковское	На консервации	
7	B-2	Усть-Леневское		16	B-2	Красная Поляна		
8	B-2	Красноуральское						
9	B-2	Луковское						
10	B-2	Мурзинское						
11	B-2	Маслянский Бор						
12	B-2	Паньшинское						
13	B-2	Лесное	Разведано					
14	B-2	Алапаевское	"	1	B-2	Косулинское		
15	B-2	Режевское	"	2	B-2	Мало-Бруснянское		
16	B-2	Быстринское		3	B-2	Сосновское		
17	B-2	Первомайское		4	B-2	Абрамовское		
18	B-2	Белореченское		5	B-2	Высоко-Ключевское		
19	B-2	Починок		6	B-2	Черкаскульское		
20	B-2	Баженовское	Эксплуатируется	7	B-2	Тюбукское		
21	B-2	Сысертское	"	8	B-2	Мало-Каслинское		
22	B-2	Терсутское	Разведуеться	9	B-2	Сликиш		
23	B-2	Мочаловское	Эксплуатируется	10	B-2	Карабашское		
24	B-2	Катайское	Разведано	11	B-1	Таганайское		
25	B-2	Южно-Калмацкое	"	12	B-2	Михайловское		
26	B-2	Полдневско-Сысертское	"	13	B-2	Светлинское		
27	B-2	Копанское		14	B-2	Борисовское		
28	B-2	Черемшанское						
29	B-2	Семь Ключей						
30	B-2	Сайминское						
31	B-2	Увильдинское						
32	B-2	Таловское, горы Карымки						
<b>Графит</b>								
33	B-2	Савелькульское		1	B-2	Мурзинское	Разведано	
34	B-2	Кочневское		2	B-2	Шайтанское		
35	B-1	Кирибинское		3	B-2	Кособродское	На консервации	
36	B-1	Абдул-Касимовское		4	B-2	Боевское		
				5	B-2	г. Мохнатая		
				6	B-2	Полуостров Мендаркин		
				7	B-2	Малый Буянчик		
				8	B-2	Каслинское I		
				9	B-2	Северо-Сугоякское		
				10	B-2	Кыштымское	Эксплуатируется	
				11	B-2	Тайгинское		
				12	B-1	Златоустовское		
				13	B-1	Таганай		
				14	B-2	Полтавское		
				15	B-2	Брединское		
				16	B-2	Мариновское		
<b>Тальк и тальковый камень</b>								
1	B-2	Верхне-Салдинское		7	B-2	Малый Буянчик		
2	B-2	Каменское I		8	B-2	Каслинское I		
3	B-2	Режевское		9	B-2	Северо-Сугоякское		
4	B-2	Шабровское	Эксплуатируется	10	B-2	Кыштымское	Эксплуатируется	
5	B-2	Мраморское	Разведано	11	B-2	Тайгинское		
6	B-2	Сысертское	"	12	B-1	Златоустовское		
7	B-2	Куйсаринское II	"	13	B-1	Таганай		
8	B-2	Куйгустинское	"	14	B-2	Полтавское		
9	B-2	Сыростанское	Эксплуатируется	15	B-2	Брединское		
				16	B-2	Мариновское		

Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	
<b>Магнетит</b>				<b>Каолин</b>				
1	В-1	Долгая Поляна	Эксплуатируется	1	Б-2	Цемзаводское	Эксплуатируется	
2	В-1	Ельничное (Еловое болото)		2	Б-2	Ключевское		
3	В-1	Пермьянское		3	Б-2	Уктусское		
4	В-1	Степное		4	Б-2	Косулинское		
5	В-1	Волчьегорское	Разведывается	5	Б-2	Колоткинское	Разведано	
6	В-1	Березовское (Березовский мост)		6	Б-2	Гумшевское		
7	В-1	Никольское	Разведано	7	Б-2	Ивановское	Эксплуатируется	
8	В-1	Серебряный Ключ	Эксплуатируется	8	Б-2	Сысертское		
9	В-1	Гологорское		9	В-2	Кыштымское		
10	В-1	Паленихинское	Разведывается	10	В-2	Чебаркульское	Разведано	
11	В-1	Мельничное		11	В-2	Полетаевское		
12	В-1	Карагайское		12	В-2	У хутора Котли		
13	В-1	Ветлужское		13	В-2	Михайловское		
14	В-1	Веселовское	Разведывается	14	В-2	Журавлиный Лог	Разведано	
15	В-1	Верхневеселовское (Междуреченское)		15	В-1	Еленинское		
16	В-1	Семибратское	Разведывается	16	В-1	Чекмакульское	Разведано	
17	В-1	Бакальское (Верхне-Буландинский рудник 2)		<b>Драгоценные и полудрагоценные камни</b>				
18	В-1	Тяжелый рудник	Разведано	1	Б-2	Телянский Ключ (россыпь)	Разведано	
19	В-1	Ивановский рудник (Большая Яма)		2	Б-2	Без названия (россыпь)		
20	В-1	Золотая Яма № 2	3	Б-1	Бобровское (россыпь)			
21	В-1	Катав-Ивановское	4	Б-2	Мыльница			
22	Б-2	Усть-Сысертское	5	Б-2	Мокруша (копи 126—132)			
			6	Б-2	Копи 139, 140 (Большая и Малая Тележница)			
			7	Б-2	Группа копей „Гора Тальян“ (копи 90—97)			
			8	Б-2	„Холчиха“ (копи 52—56, 59)			
			9	Б-2	Месторождение речки Кривой, копи 64, 65, 66			
			10	Б-2	Буженинов Лог (копи 79—85)			
			11	Б-2	„Ватиха“			
			12	Б-2	„Деревеньки“ — Мерениха (группа копей)			
			13	Б-2	„Бык“ (группа копей 33—36)			
			14	Б-2	Копь Успенского и Ново-Шайтанское			
			15	Б-2	„Министерская Яма“			
			16	Б-2	Копь 113 (Гора Тальян)			
<b>Абразивное сырье</b>								
1	Б-2	Кособродское	Выработано					
2	Б-2	Осиновское						
3	Б-2	Глубочинское						
4	Б-2	Полдневское						
5	Б-2	Синарское						
6	В-2	Борзовское						
7	В-2	Никольское						
8	В-2	Теченское						
9	В-2	Иртяшское II						
10	В-2	Кызылташское		Разведано				
11	В-2	Иссылское		Эксплуатируется				
12	В-1	Туй-Тюбинское						
13	В-2	Селянкинское						
14	В-2	Ильменское						
<b>Кварц</b>								
1	Б-2	Гора Хрустальная	Разведано					

Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	
17	Б-2	Липовская копь	Разведуются	13	Б-2	Шайтанское	Эксплуатируется	
18	Б-2	Таганский Лес				(Медвежское)		Разведано
19	Б-2	По р. Положихе, у д. Колташихи (россыпь)			14	Б-1	Захаровское	
					15	Б-1	Павловское	Эксплуатируется
20	Б-2	Шайтанская Копь (россыпь)			16	Б-1	(Совхозные Ямы)	
21	Б-2	Копи Мора и Желтые Ямы			17	Б-1	Федоровское (Орловское)	"
22	Б-2	Адуйское II, копь 39			18	Б-1	Ясылское	
		(Окутинские Ямы)			19	Б-1	Заводская лесосека	Эксплуатируется
23	Б-2	Адуйское			20	Б-1	Яковлевское	
24	Б-2	Адуйский участок			21	Б-2	Чураковское	"
25	Б-2	Изумрудные копи			22	Б-2	Александровское	
26	Б-2	Сысертское			23	Б-2	Мостовское	Разведано
27	Б-2	Полдневское (Бобровское)			24	Б-2	Благодатный рудник	
28	Б-2	Иткульское (II Кыштымское)			25	Б-2	Баженовское	"
29	Б-2	Игишанское			26	Б-2	Пышминское	
30	В-2	Глубостровское			27	Б-2	Ключевское	"
31	В-1	Ахматовская копь			29	Б-2	Березовское	
32	В-2	Ильменская копь № 27 (копь Стрижева)			30	Б-2	Черемшанское (Гагарское)	"
					31	Б-2	Баженовское	
33	В-2	Ильменская копь № 35 (копь Романовского)			32	Б-2	Макаровский участок	Разведано
34	В-2	Ильменские копи			33	Б-2	Кургановское	
35	В-2	По реке Каменке (россыпь)			34	Б-2	Шабровское	Эксплуатируется
36	В-2	Андреево-Юльевское			35	Б-2	Мало-Седельниковское	
37	В-2	Каменское I			36	Б-2	Бородулинское II	Эксплуатируется
38	В-2	По р. Санарке (россыпь)			37	Б-2	Косулинское	
					38	Б-2	Каменское	Эксплуатируется
					39	Б-2	Мраморское	
					40	Б-2	Гумешевское	"
					41	В-1	У пос. Колчедан	
					42	В-1	Ключевское	"
					43	В-1	Гора Тараташ	
					44	В-2	Гора Таганай (Таганайское)	"
					45	В-1	Медведевское (Шишимское)	
					46	В-1	Карасинское	Эксплуатируется
					47	В-2	Черешковское	
					48	В-2	Саткинское	"
					49	В-1	Сыростанское	
					50	В-2	Медведевское	"
				51	В-1	На р. Верхняя Иремель		
				52	В-1	Большой Бикиляр	"	
						Бабарькинский и Нагайбакский участки		
						Солодянский и Наваринский участки		
<b>Подделочные камни</b>								
1	А-2	Ивдельское	Выработано					
2	Б-1	Баронское						
3	Б-2	Лялинский участок						
4	Б-2	Карелинский участок						Эксплуатируется
5	Б-1	Грабен						
6	Б-1	Высокогорское						
7	Б-1	Меднорудянокое						
8	Б-1	Коровинско-Решетниковское						
9	Б-1	Гора Соловьева						
10	Б-2	Лиственит						
11	Б-2	Невьянское						
12	Б-2	(Свинья Горка) Глинское						

Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
53	В-1	Требинский участок				<b>Доломиты</b>	
54	В-1	Магнитогорское		1	Б-1	Пашийский	
55	В-1	Гумбейский участок		2	Б-1	Гребешок	
				3	Б-1	Пихтовая Гора	Разведано
				4	Б-2	Белый Камень	"
				5	Б-2	Зыряновское	"
				6	Б-1	Таборское	"
				7	Б-1	Сухореченское	"
				8	В-1	Краснофимское (гора Казачья)	"
				9	В-1	Бердяушское	"
				10	В-1	Карагайское	"
				11	В-1	Широкодольное	"
				12	В-2	Лисьегорское	"
				13	В-2	Гулинское	"
						Шабановское	"
<b>III. НЕРУДНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>							
<b>Известняки флюсовые</b>							
1	А-1	Колонгинское	Разведано				
2	А-1	Петропавловское	Эксплуатируется				
3	А-2	Самское	"				
4	Б-2	Богословское	"				
5	Б-2	Северо-Воронцовское	Разведано				
6	Б-1	Пашийский Гребешок	Эксплуатируется	1	А-1	Губдорское	Эксплуатируется
7	Б-1	Белый Камень	"	2	Б-2	Фроловское	Разведано
8	Б-1	Савотькинское	"	3	Б-1	Белокаменское	"
9	Б-1	Южно-Бандейское	Разведано	4	Б-2	Осиновское	"
10	Б-1	Северо-Лебяжинское	Эксплуатируется	5	Б-2	Басьяновское	Эксплуатируется
11	Б-1	Черемуховое Стойло	Разведано	6	Б-2	Мугайское	"
12	Б-1	Высокогорское	Эксплуатируется	7	Б-2	Мысовское	Разведано
13	Б-1	Гальянское	Разведано	8	Б-2	Корнинское (Тимошинское)	"
14	Б-2	Шайтанское	Эксплуатируется	9	Б-1	Сединское	"
15	Б-1	Кишертское	Разведано	10	Б-2	Колоткинское	Эксплуатируется
16	Б-1	Шарашинское	Эксплуатируется	11	Б-2	Кодинское (северный участок)	Разведано
17	Б-2	Призаводское	"	12	Б-2	Позорихинское	"
18	Б-1	Билимбаевское	"	13	Б-2	Первомайское	Разведано
19	Б-2	Палкинское	Разведано	14	Б-2	Одинское	"
20	Б-1	Дружининское	Эксплуатируется	15	В-2	Лазаревское	Эксплуатируется
21	Б-1	Гора Орлова	Разведано	16	В-2	Мало-Каслинское	"
22	Б-2	Черемшанское	"	17	В-2	Кыштымское	Эксплуатируется
23	Б-2	Тюленевское	"	18	В-2	Кременкульское	Разведано
24	Б-2	Багарякское	Эксплуатируется	19	В-2	Заварухинское	"
25	В-2	Сугомакское	Разведано	20	В-2	Гридинское	"
26	В-2	Ново-Соймоновское	"	21	В-2	Фатеевское	Разведано
27	В-2	Барнинское	"	22	В-2	Вознесенское	"
28	В-1	Ново-Пристанское	"	23	В-2	Еманжелинское	Эксплуатируется
29	В-1	Ашинское (Чапаевское)	"	24	В-2	Нехорошевское	Разведано
30	В-2	Тургоякское	Эксплуатируется	25	В-2	Кичигинское	Эксплуатируется
31	В-2	Атляинское	Разведано	26	В-2	Гальяминское	"
32	В-2	Таяндинское	"	27	В-2	Нижне-Увельское	"
33	В-1	Агаповское	Эксплуатируется	28	В-2	Бускульское	Разведано
34	В-2	Сухореченское	Разведано				
						<b>Формовочные пески</b>	





№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
12	Б-2	У д. Костылево		5	Б-1	Самосадкинское	Разведано
13	Б-2	Около устья р. Боровой		6	Б-1	Крутоложское	
14	Б-1	У кордона Подпорожного		7	Б-1	Божьяковское	Разведано
15	Б-1	Кырминское		8	Б-1	р. Кама (между реками Кононовка, Еретинка)	
16	Б-2	У д. Мугай		9	Б-1	р. Кама (против о-ва Тюремный)	
17	Б-1	У лесоучастка Серебрянка		<b>СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>			
18	Б-1	У пос. Бутон		<b>Цементное сырье</b>			
19	Б-2	У д. Колесово		1	Б-1	Карпинское	Разведано
20	Б-2	По р. Путишне		2	Б-2	Карпинское II	"
21	Б-2	Второй Чехомовский рудник		3	Б-1	Сысоевское	"
22	Б-2	На правом берегу р. Чернушки		4	Б-1	Новонашийское	Эксплуатируется
23	Б-2	У д. Сарафаново		5	Б-1	Горбуновское	"
24	Б-2	Антоново-Липовское	Разведано	6	Б-2	Валегин Бор I	"
25	Б-2	Троицко-Байновский рудник		7	Б-2	Невьянское I	"
26	Б-1	Бобровское		8	Б-2	Невьянское II	Разведано
27	Б-2	Кассаргульский опорный профиль		9	Б-1	Кишертское (Низовский участок)	"
28	В-1	Суроямское		10	Б-2	Сухоложское I	"
29	В-2	Миасское		11	Б-2	Курьинское	"
30	В-1	Кукашкинское		12	Б-2	Новосухоложское	Эксплуатируется
31	В-1	Симское	Разведано	13	Б-2	Кунарское	"
32	В-1	Ашинское	Эксплуатируется	14	Б-2	Атигское	Разведано
<b>Известняки для химической промышленности</b>				15	Б-2	Переборо-Смолинское	"
		Всеволодо-Вильвенская группа месторождений		16	Б-2	Бродовское	"
1	Б-1	Шавринская Гора	Эксплуатируется	17	В-1	Троицкая Каменоломня	"
2	Б-1	Северная Гора	Разведано	18	В-1	Гора Груздовник	"
3	Б-1	Южно-Морозовская Гора	"	19	В-1	Обухова Распашка	Эксплуатируется
		Северо-Морозовская гора	"	20	В-1	Гора Солоцкая	Разведано
4	Б-1	Южно-Шавринская Гора	"	21	В-1	Гора Веселовка	"
5	Б-1	Гора Старая и Новая и долина р. Сурьи	"	22	В-2	Шеинское (Еманжелинское)	Эксплуатируется
6	Б-1	Гора Переломная	"	23	В-1	Смеловское	"
7	Б-1	Пашийский	"	24	В-1	Приуральское	"
8	Б-1	Гребешок	"	25	В-2	Сухореченское	Разведано
9	Б-1	Сысоевское	"	<b>Облицовочные камни</b>			
<b>Волконсконт</b>				1	Б-1	Нижнетагильское	Эксплуатируется
1	Б-1	Ежовское		2	Б-2	Аятское	"
2	Б-1	Подволошинское		3	Б-2	Исетское	Эксплуатируется
3	Б-1	Пихтовское		4	Б-2	Сибирское	"
4	Б-1	Седловское		5	Б-2	Мраморское	"
				6	Б-2	Черновское	Разведано
				7	Б-2	Чусовское (Горы Мастеровые)	"
				8	Б-2	Фоминское	"
				9	Б-2	Головыринское	"

Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
10	Б-2	Полевское	Эксплуатируется	34	В-2	Анбашское (Кыштымский каменный карьер)	Эксплуатируется
11	В-2	Уфалейское	"	35	В-2	Бижелякское	"
12	В-2	Прохорово-Баладинское	"	36	В-2	Аргаюшское	"
13	В-2	Шишимское (Медведевское)	Разведано	37	В-2	Есаульское	Разведано
14	В-2	Коеалгинское	Эксплуатируется	38	В-2	Западно-Челябинское	"
				39	В-2	Прохорово-Баладинское	"
				40	В-2	Челябинское (Казанцевский участок)	Эксплуатируется
<b>Строительные камни</b>							
1	Б-2	Волчанское (участок Заячья Гора)	Эксплуатируется	41	В-2	Кременкульское	"
2	Б-2	Петропавловское	Разведано	42	В-2	Митрофановское	"
3	Б-1	Луньевское II	Эксплуатируется	43	В-1	Биянковское	"
4	Б-1	Рассольное	Разведано	44	В-2	Хребетское	"
5	Б-1	Усвинское	"	45	В-2	Сыростанское	"
6	Б-1	Заготовкинское	"	46	В-2	Миасское	"
7	Б-1	Утесовское	Эксплуатируется	47	В-2	Смоленское	"
8	Б-1	Ломовское	"	48	В-2	Синеглазовское	"
9	Б-1	Качканарское	Разведано	49	В-2	Синеглазовское	Разведано
10	Б-1	Петровская Скала	"	50	В-2	Тимофеевское	Эксплуатируется
11	Б-2	Меркушинское	"	51	В-2	Каменно-Балластный карьер	"
12	Б-2	Красноуральское	Разведано	52	В-1	Гора Железнодорожная	Разведано
13	Б-1	Южно-Чусовское	Эксплуатируется	53	В-1	Среднеуральское	Эксплуатируется
14	Б-1	Гора Гулящая	Разведано	54	В-1	Гора Березовая	Разведано
15	Б-1	Гора Малая Гулящая	"	55	В-1	Гумбейское	Эксплуатируется
16	Б-1	Гора Заячья (Зайгора)	Эксплуатируется	56	В-1	Запасненское	Разведано
17	Б-2	Валегин Бор	"	57	В-1	Джабыкское	Эксплуатируется
18	Б-1	Камайское	Разведано	58	В-1	Запасненское II	"
19	Б-2	Режевское II	"				
20	Б-2	Боярское	"				
21	Б-2	Баженовское	Эксплуатируется				
22	Б-2	Исетское	"				
23	Б-2	Северское	"				
24	Б-2	Шарташское	"				
25	Б-2	Гора Змеява	"	1	Б-1	Соликамское	Разведано
26	Б-2	Гагарское	Разведано	2	Б-1	Березниковское II (Чашкинское)	"
27	Б-2	Курманское	Эксплуатируется	3	Б-1	Заячья Гора	Эксплуатируется
28	Б-1	Чадское	"	4	Б-1	Орлинское	Разведано
29	Б-1	Больше-Сарсинское	Разведано	5	Б-2	Колинское	"
30	Б-1	Пудлинговское	Эксплуатируется	6	Б-1	Остаповское	Разведано
31	Б-1	Шурышовка	Разведано	7	Б-2	Карпунинское	"
32	Б-2	Усмановское	"	8	Б-1	По р. Большой Именной	"
33	Б-2	Першинское	"	9	Б-1	Чусовское (Колинское II)	"
				10	Б-1	Чусовское (Колинское I)	"
				11	Б-1	Качкинское	"

**Пески и гравий строительные**

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
12	Б-1	Закамское	Эксплуатируется	53	В-2	Бобровское	Эксплуатируется
13	Б-1	Зеленихинское	"	54	В-1	Верхне-Уральское	Разведано
14	Б-1	Нижне-Курьинское	"	55	В-1	Супряжское I	Эксплуатируется
15	Б-1	Заюргимское	"	56	В-1	Супряжское II	Разведано
16	Б-1	Пролетарское	"	57	В-1	Супряжское III	"
17	Б-1	Пермское	"	58	В-1	Заводской пруд	Эксплуатируется
18	Б-1	Хмелевское	Разведано				
19	Б-1	Ильинское	"	59	В-1	Агаповское II	"
20	Б-2	Мысовское	"	60	В-1	Агаповское	"
21	Б-2	Ялуниинское	"				
22	Б-2	Вогульское	Эксплуатируется				
23	Б-2	Никоновское	"				
24	Б-2	Переваловское	"				
25	Б-2	Трифоновское II	Разведано				
26	Б-2	Меркушинское III	Эксплуатируется	1	А-2	Ивдельское	Разведано
27	Б-2	Еланское	"	2	Б-1	Севердуральское	Эксплуатируется
28	Б-2	Кокшаровское	Разведано	3	Б-1	Карпинское (Госпитальное)	"
29	Б-2	Каменское	Эксплуатируется	4	Б-2	Краснотурьинское	"
30	Б-2	Кремлевское	Разведано	5	Б-2	Серовское (участок Еловка)	Разведано
31	Б-2	Колчеданское	"	6	Б-2	Серовское	"
32	Б-2	Черноскутовское	Эксплуатируется	7	Б-1	Соликамское	"
33	Б-2	Воронинское	"	8	Б-1	Под камнем	"
34	Б-2	Ушаковское	Разведано до категории С <sub>1</sub>	9	Б-1	Сухановское I	"
35	Б-2	Ильинское	Разведано	10	Б-1	Сухановское II	"
36	Б-2	Банный Лог	"	11	Б-1	Сервинское	Эксплуатируется
37	Б-2	Долматовское	"	12	Б-1	Всеволодовиль-венское	Разведано
38	Б-2	Чусовское	Разведано до категории С <sub>1</sub>	13	Б-1	Александровское	Эксплуатируется
39	Б-2	Каменское	Разведано	14	Б-1	В районе шахты Рудничная	Разведано
40	Б-2	Шадринское	"	15	Б-1	Северо-Семеновское	"
41	В-2	Муслюмовское	"	16	Б-2	Гаринское	Эксплуатируется
42	В-2	Просветское	Разведано до категории С <sub>1</sub>	17	Б-2	Сосьвинское	"
43	В-2	Рябковское	Эксплуатируется	18	Б-2	Ново-Лялинское	Разведано
44	В-2	Аргояшское	Разведано	19	Б-2	Верхотурское	Эксплуатируется
45	В-2	Косулинское	Разведано до категории С <sub>1</sub>	20	Б-1	Качканарское	Разведано
46	В-2	Косулинское II	Разведано	21	Б-1	Нижне-Турьинское	"
47	В-2	Чумлякское	"	22	Б-1	Шицинское	Эксплуатируется
48	В-2	Смолино-Синеглазовское	Эксплуатируется	23	Б-1	Юратское	"
49	В-2	Красносельское	Разведано	24	Б-1	Усть-Гаревское	"
50	В-2	Половинкинское	Эксплуатируется	25	Б-1	Добрянское	"
51	В-2	Лебедевское	Разведано	26	Б-2	Кушайское	"
52	В-2	Солодянское	Эксплуатируется	27	Б-1	Гороблагодатское	Разведано
				28	Б-1	Каменское	Эксплуатируется
				29	Б-1	Чусовское I	Разведано

**Глины грубой керамики  
(кирпичные, керамзитовые)**

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
30	Б-1	Чусовское II	Эксплуатируется	68	Б-2	Балтымский участок „Клиника“	Эксплуатируется
31	Б-1	Краснокамское	„	69	Б-2	Шувакиш	„
32	Б-1	Бекрятское	„	70	Б-1	Чапаевское	Эксплуатируется
33	Б-1	Балмашевское	„				
34	Б-1	Южно-Комарихинское	Разведано	71	Б-1	Ефимовское	„
				72	Б-2	Богдановичское	Разведано
35	Б-1	Лядовское	Эксплуатируется	73	Б-2	Камышловское	„
				74	Б-1	Верхне-Иргинское	Эксплуатируется
36	Б-1	Костаревское	Разведано				
37	Б-1	Скакуны	Эксплуатируется	75	Б-1	Ачитское	Разведано
				76	Б-1	Гора Долгая	„
38	Б-1	Нытвенское	Разведано	77	Б-1	Месторождение в районе лесоучастка № 1	„
39	Б-1	Копыловское	Эксплуатируется				
40	Б-1	Межсавинское	Разведано	78	Б-1	Красноуфимское	Эксплуатируется
41	Б-1	Оханское	Эксплуатируется				
42	Б-1	Карыинское	Разведано	79	Б-1	Азигуловское	Разведано
43	Б-2	Верхне-Салдинское II	„	80	Б-1	Атиское	Разведывается
				81	Б-1	Ревдинское	Эксплуатируется
44	Б-2	Верхне-Салдинское I	Разведано	82	Б-2	Ревдинская Дегтярка	Разведано
45	Б-2	Салдинское	Эксплуатируется	83	Б-2	Горнощитское I	Эксплуатируется
46	Б-2	Мысовское	Разведано	84	Б-2	Горнощитское II	„
47	Б-2	Туринское I	Эксплуатируется	85	Б-2	Горнощитское III	„
				86	Б-2	Косулинское	„
48	Б-2	Тавдинское	Разведано	87	Б-1	Трегубовское	„
49	Б-2	Шайтанское	Разведано	88	Б-1	Льнозаводское	„
50	Б-2	Петрокамское	Эксплуатируется	89	Б-1	Таушинское	Разведано
				90	Б-2	Каменск-Уральское	„
51	Б-2	Алапаевское	Разведано	91	Б-2	Катайское	„
52	Б-1	Верхнекарнауховское	Эксплуатируется	92	Б-2	Ильинское	Эксплуатируется
53	Б-2	Невьянское	„				
54	Б-1	Кунгурское	Разведано	93	Б-2	Долматовское I	Разведано
55	Б-1	Кишертское	„	94	Б-2	Канашиное	Эксплуатируется
56	Б-2	Верхне-Тагильское	„				
				95	Б-2	Шадринское	„
57	Б-2	Режевское	„	96	Б-2	Барневское	Разведано
58	Б-2	Незевское	Эксплуатируется	97	Б-2	Мехонинское	Эксплуатируется
59	Б-2	Мостовское	Разведано	98	Б-2	Зырянское	„
60	Б-2	Егоршинское	Эксплуатируется	99	Б-2	Чашинское	Разведано
				100	Б-2	Белозерское II	„
61	Б-2	Талый Ключ	„	101	Б-2	Нижнедеревенское	„
62	Б-1	Беляевское	„	102	Б-1	Нязепетровское I	„
63	Б-1	Суксунское	„	103	Б-2	Суховязовское	„
64	Б-2	Нижне-Рефтинское	„	104	Б-2	Каслинское (Новый участок)	Эксплуатируется
65	Б-2	Пышминское	„	105	Б-2	Кыштымское	„
66	Б-2	Тугульское	„	106	Б-2	Муслимовское	Разведано
67	Б-2	Балтымское, участок „Козловка“	Разведано	107	Б-2	Бродокалмакское	„
				108	Б-2	Гагановское	Эксплуатируется

№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
109	В-2	Мишкинское	Разведано	148	В-2	Полтавское	Эксплуатируется
110	В-2	Юргамышское II	"				"
111	В-2	Введенское	Эксплуатируется	149	В-1	Кизильское	"
112	В-2	Галкинское	Разведано	150	В-2	Брединское	"
113	В-2	Курганское II	Эксплуатируется			<b>Пески стекольные</b>	
114	В-2	Глинское	Разведано	1	Б-2	Волчанское	Разведано
115	В-2	Рябковское	"	2	Б-2	Путичное	Выработано
116	В-2	Курганское I	Эксплуатируется	3	Б-2	Южно-Ирбитское	Разведано
117	В-2	Калташевское	Разведано	4	Б-2	Ерзовское	"
118	В-2	Бабушкинское	Эксплуатируется	5	Б-1	Опалихинское (Суксунское)	"
119	В-2	Миасское I	"	6	Б-2	Пироговское	Разведано
120	В-2	Пивкинское	Разведано	7	В-2	Курганское	"
121	В-2	Козинское	Эксплуатируется	8	В-2	Сугоякское	"
				9	В-2	Алакульское	"
122	В-1	Чернореченское I	Разведано	10	В-2	Пивкинское	"
123	В-2	Миасское II	Эксплуатируется	11	В-2	Кинельское	"
124	В-2	Миасское III	"			<b>Гипс и ангидрит</b>	
125	В-2	Полетаевское I	Разведано	1	А-1	с. Б. Кикус	
126	В-2	Тимофеевское I	Эксплуатируется	2	А-1	д. Бурилово	
127	В-2	Тимофеевское II	"	3	А-1	д. Таловоль	
128	В-2	Смолино-Синеглазовское	"	4	Б-1	Шестковское	
				5	Б-1	р. Кама	
129	В-2	Альменевское II	Разведано	6	Б-1	Селищенское (Утесовское)	Разведано
130	В-2	Жуковское	Эксплуатируется	7	Б-1	Опокинское	"
131	В-2	Куртамышское 2	"	8	Б-1	Чусовское I	"
132	В-2	Глядянское 2	Эксплуатируется	9	Б-1	Полазнинское	Разведано
				10	Б-1	Высокие горы	"
133	В-2	Еткульское	"				
134	В-2	Еманжелинское, участок 1	"	11	Б-1	Чумкаское	Разведано
135	В-2	Еманжелинское, участок 2	Разведано	12	Б-1	Сыльинское	"
136	В-1	Усть-Катавское	Эксплуатируется	13	Б-2	Монастырское	Разведано
				14	Б-1	Кыласовское	"
137	В-2	Октябрьское	"	15	Б-1	Казаевское (Саркаевское)	Эксплуатируется
138	В-2	Кочкарское	"	16	Б-1	Гора Соколя	"
139	В-2	Увельское	"	17	Б-1	Дейковское	Разведано
140	В-2	Уйское	"	18	Б-1	Бабкинское	Эксплуатируется
141	В-2	Троицкое (участок Пятилетки)	Разведано	19	Б-1	Кунгурское	Разведано
142	В-2	Троицкое (участок Мыс)	"	20	Б-1	Ергачинское	Эксплуатируется
				21	Б-1	Кишертское	Разведано
143	В-2	Лебедевское I	"	22	Б-1	Веселковское	"
144	В-2	Лебедевское II	"	23	Б-1	Федоровское	"
145	В-1	Верхнеуральское	Эксплуатируется	24	Б-1	Гора Яковлевская	Разведано
				25	Б-1	Пещера	"
146	В-1	Супрянское	"	26	Б-1	Байбулдинское	"
147	В-1	Лисьегорское	Разведано	27	Б-2	Кабинское	"
				28	Б-2	Каринское	Разведано
				29	Б-2	Усть-Карабольское	"
				30	В-1	Дубовая	"
				31	В-1	Мартышечье озеро	"



Продолжение прилож. 2

№ на схеме	Индекс клртки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание	№ на схеме	Индекс клетки на схеме	Наименование месторождений и рудопроявлений	Примечание
<b>Минеральные пигменты</b>							
1	Б-2	Ауэрбаховское	Разведано	16	В-2	Кобзаевское III	
2	Б-2	Дмитриевский участок		17	В-1	Бакальское	
3	Б-2	Алапаевское		18	В-1	Сахаринское	
4	Б-2	Невьянское	Разведано	<b>Глауконит</b>			
5	Б-2	Уктусское					
6	Б-2	Елизаветинское					
7	Б-2	Богдановичское					
8	Б-2	Верхне-Макаровское		1	Б-2	Каквинское	
9	Б-2	Шмотьев Лог		2	Б-2	Красноярский уч-к	
10	В-1	Тундушское		3	Б-2	Лобвинское	
11	В-2	Пепелинское		4	Б-2	Салтановское	
12	В-2	Аджетаровское	5	Б-2	Караульское		
13	В-2	Соседка	6	Б-2	Белореченское		
14	В-2	Кобзаевское I	7	Б-2	Мугайско-Тагильское		
15	В-2	Кобзаевское II	Разведано	8	Б-2	Каринское	
			"				

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрикосов И. Х. Нефтегазоносность Пермской области. М., Гостоптехиздат, 1963.
- Абрикосов И. Х. Нефтяные месторождения Пермской области.— В кн.: Геология нефти, т. 2, кн. 1. М., «Недра», 1968.
- Андреев Ю. К. Щелочно-амфиболовая минерализация в некоторых змеевиковых массивах Урала. М., Изд-во АН СССР, 1959. (Тр. ИГЕМ, вып. 39).
- Андреев Ю. К. Генетические типы месторождений щелочных амфибол-асбестов и основные принципы их прогноза и поисков.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 6. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Архангельский А. Д., Копченова Е. В. К познанию химического состава железных руд СССР. М.—Л., ОНТИ, 1935. (Тр. Научно-исслед. ин-та геологии и минералогии, вып. 11).
- Аршинов В. В., Меренков Б. Я. Красноуральское месторождение хризотил-асбеста на Среднем Урале. М., Гостехиздат, 1930. (Тр. Ин-та прикл. минер., вып. 45).
- Бай-Балаев Ф. Ф. Бурый уголь на Среднем Урале. М.—Л., 1936.
- Бай-Балаев Ф. Ф. Копь «Артем» Егоршинского месторождения.— «Разведка недр», 1937, № 12.
- Бай-Балаев Ф. Ф. Каменное каменноугольное месторождение. М.—Л.—Новосибирск, ОНТИ НКТП, Гос. научно-техническое горно-геолого-нефтяное изд-во, 1938. (Тр. Глав. геол.-разв. упр., вып. 284).
- Белов В. В., Золоев К. К., Спаский А. А. Крупномасштабное картирование гипербазитовых комплексов и основные принципы поисков асбеста на примере уральских месторождений.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 6. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Бетехтин А. Г. Промышленные марганцевые руды СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946.
- Булыкин Л. Д. Основные черты геологии перидотитовой формации Урала.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1969. (Тр. Второго Уральского петрограф. совещ., т. 2).
- Булыкин Л. Д., Золоев К. К. Формации ультраосновных пород Урала и принципы их выделения.— В сб.: Геологические формации. Л., ВСЕГЕИ, 1968.
- Васильев П. В. Палеогеографические условия формирования угленосных отложений нижнего карбона западного склона Урала. М.—Л., Углетехиздат, 1950.
- Варлаков А. С. К вопросу о дедоломитизации и образовании магнетитов.— «Докл. АН СССР», т. 134, № 2, 1960.
- Варлаков А. С. Метаморфизм глинистых сланцев на контактах с габбро-диабазами в районе Бакальских железорудных месторождений.— В кн.: Вопросы магматизма, метаморфизма и рудообразования. М., Госгеолтехиздат, 1963.
- Вахромеев С. А., Зимин И. А. и др. Уральское месторождение хромита. М.—Л., ОНТИ, 1936. (Тр. ВИМС, вып. 85).
- Винниковский С. А., Рыбаков В. Н. О перспективах газоносности Пермской области.— «Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений», 1968, № 6.
- Водорезов Г. И., Розман Х. С. О девонских отложениях Кемпирсайского района в связи с вопросом о возрасте ультрабазитов Южного Урала. М., Госгеолтехиздат, 1956. (Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Южного Урала, вып. 1).
- Гарань М. И. Магнетит.— В кн.: Минеральные ресурсы Урала. Свердловск, Уральское изд-во (Уралгиз), 1934.
- Гарань М. И. Месторождения кристаллического магнетита Саткинского района (Южный Урал).— В кн.: Минералогия Урала, т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1954.
- Гарань М. И. Геологическое строение и полезные ископаемые Бакало-Саткинского района.— В сб.: Вопросы развития Бакальской рудной базы. Свердловск, 1957.
- Гедройц Н. А., Софроницкий П. А. О нефтеносности Кизеловского района. М.—Л., 1941. (Тр. НГРИ, нов. сер., вып. 15).

- Горский И. И. Детальная геологическая съемка окрестностей Каменского завода. М.—Л., Геол. изд-во Главного геол.-развед. управления, 1931. (Тр. Гл. геол.-разв. упр., вып. 47).
- Горский И. И. Геологический очерк Кизеловского района.— В сб.: Угленосные отложения западного склона Урала. Изд. ВГРО. М.—Л., 1932.
- Горский И. И. Древнекимерийские тектонические движения на Урале и их значение в формировании структуры Урала и его угольных месторождений. «Изв. АН СССР», сер. геол., № 4, 1948.
- Городецкая Н. С. Строение угленосной толщи Кизеловского бассейна. Бюлл. МОИП, отд. геол., № 3, 1948.
- Грайфер Б. И., Романов П. И., Залкинд И. Э. Стратиграфия и литофация кунгурского яруса Пермского Прикамья. Пермская система. М., Гостоптехиздат, 1962. (Тр. Совещ. по уточн. унифицир. стратигр. схем палеозоя Волго-Уральской нефтегазоносной провинции).
- Гумеров Л. Г., Матафонов В. А. Магнитогорское месторождение агатов.— В кн.: Геология и полезные ископаемые Урала, ч. II. Свердловск, 1969. (Мат-лы ко II уральской конфер. молодых геологов и геофизиков).
- Давыденко Ю. А. Метасоматическая зональность на Бакальском рудном поле (Южный Урал). Зап. Восточно-Сиб. отд. Всес. минер. об-ва, вып. 4, 1962.
- Дроздов А. И. Материалы об уральских минеральных водах. Анализ воды Сорочьих озер Челябинского уезда Оренбургской губернии. Зап. Уральск. о-ва любителей естествознания, т. 3, вып. 2, 1881.
- Дубинина В. Н. К минералогии и петрографии Верхнекамского месторождения. 1954. (Тр. Всес. науч.-исслед. ин-та галургии, вып. 29).
- Дурденевская М. Круглые озера и «степные блюдца», болота и «степные» озера Челябинского округа.— «Землеведение», 1929, т. 31, вып. 1—2.
- Дыбков В. Ф., Трапезникова М. М., Чемякин В. И. Баженовское месторождение.— В кн.: Месторождения хризотил-асбеста СССР. М., «Недра», 1967.
- Жиркевич В. Н. Вермикулиты коры выветривания Урала.— В кн.: Коры выветривания Урала. Саратов, Изд-во Саратов. ун-та, 1969.
- Заварицкий А. Н. Результаты исследований магнетитовых месторождений в Саткинском районе в 1918 г.— «Горное дело», 1920, № 2—3.
- Заварицкий А. Н. Гора Магнитная и ее месторождения железных руд. Тр. Геол. ком., нов. сер., вып. 122, 1922.
- Заварицкий А. Н. О железных рудах Бакальских месторождений на Южном Урале.— «Вестник Геол. ком.», 1925, № 4.
- Заварицкий А. Н. К вопросу о происхождении железных руд Бакала. М., Изд-во АН СССР, 1939. (Тр. ИГН, вып. 13, сер. рудн. м-ний).
- Звездин В. Г., Марков Н. Н., Трофимова Л. И. Уточнение геологического строения залежей нефти яснополянского надгоризонта Павловского месторождения в связи с переоценкой запасов, вып. 2. Пермь, 1966.
- Золоев К. К. Геологические условия размещения асбестоносных полей Урала.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 6. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Золоев К. К. Алапаевская группа месторождений.— В кн.: Месторождения хризотил-асбеста СССР. М., «Недра», 1967.
- Золоев К. К. Режевское месторождение.— В кн.: Месторождения хризотил-асбеста СССР. М., «Недра», 1967.
- Золоев К. К. Основные геологические критерии для обоснования плотности сети геологоразведочных выработок на месторождениях асбеста, связанных с гипербазитами.— В кн.: Химическое и горнорудное сырье Казахстана. Алма-Ата, «Наука», 1968.
- Золоев К. К., Булыкин Л. Д. Ультраосновные породы Урала и их металлогения.— «Докл. АН СССР», т. 178, № 3, 1968.
- Золоев К. К., Корнилов В. А., Лука Д. Г. Новые данные о геологическом строении и промышленных перспективах Красноуральского асбестоносного района.— «Разведка и охрана недр», 1967, № 8.
- Золотова В. П. Верхний горизонт кунгурского яруса Пермского Прикамья. Пермь, 1961. (Уч. зап. Пермского ун-та, т. 18, вып. 2).
- Иванов А. А. Шумковское месторождение каменной соли на Урале. Зап. Всеросс. минерал. об-ва, ч. 8, № 2, 1938.
- Иванов А. А. О пестрых силвинитах Верхнекамского месторождения калийных солей. Л., 1963. (Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 99).
- Иванов А. А. Пермские соленосные бассейны Печоро-Камского Предуралья. Изд-во СО АН СССР, 1965.
- Иванов А. А., Воронова М. Л. О силвинитовой шляпе Верхнекамского месторождения. Л., 1963. (Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 99).
- Иванов А. А., Левицкий Ю. Ф. Геология галогенных отложений (формаций) СССР. М., Госгеолтехиздат, 1960. (Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 35).
- Иванов В. Н., Штестов И. Н. Пермское Приуралье.— В кн.: Гидрогеология Волго-Уральской нефтеносной области. М., «Недра», 1967.

- Карасик М. А. О некоторых особенностях Магнитогорского рудного поля и перспективах его расширения. Свердловск, 1959. (Тр. Горно-геол. ин-та УФАН, вып. 40).
- Карпинский А. П. Сообщение о борзовитовой породе в Кыштымском горном округе на Урале. Тр. Санкт-Петерб. об-ва естествоисп., т. 5, вып. 2, 1874.
- Кац Н. Я. Болота и торфяники. М., Учпедгиз, 1946.
- Клер М. О. Краткий предварительный отчет обследования озер Челябинского уезда. «Уральский техник», 1916, № 4—5, Екатеринбург.
- Клер М. О. Геологические и гидрогеологические условия курортов Урала.— В кн.: Курорты Урала, вып. 1. Свердловск, 1929.
- Клубов В. А., Нечитайло С. К., Петропавловский В. В. и др. Геологические закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений Волго-Уральской области. М., «Недра», 1968. (Тр. ВНИГНИ, вып. 67).
- Ком И. Горько-соляные и соляные озера Челябинского уезда Оренбургской губернии.— «Горный журнал», 1859, т. 3.
- Копнин В. И. О солёности пород верхнего кунгура в районе Верхнекамского месторождения солей.— Докл. АН СССР, т. 144, № 5, 1962.
- Корженко Л. И. Основания и фундаменты в условиях Урала. Свердловск, Свердловгиз, 1963.
- Коржинский Д. С. Петрология Турьинских скарных месторождений меди. М., Изд-во АН СССР, 1948. (Тр. ИГН АН СССР, вып. 68).
- Краснов И. И. О болотной солифлюкции и трансгрессии болот на Среднем и Северном Урале и прилегающих равнинах.— «Изв. Всес. географ. об-ва», т. 75, вып. 1, 1943.
- Крашенинников Г. Ф. Условия накопления угленосных формаций СССР. М., Изд-во МГУ, 1957.
- Крашенинников И. М. Материалы по лимнологии Челябинского уезда Оренбургской губернии.— «Землеведение», 1906, кн. 1—2.
- Либрович Л. С. Геологическое строение Кизило-Уртадынского района на Южном Урале. Л.—М., 1936. (Тр. ЦНИГРИ, вып. 81).
- Лидер В. А. Геология Северо-Сосьвинского буроугольного бассейна. М., «Недра», 1964. (Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Урала, вып. 11).
- Лидер В. А., Новиков Е. И. Северо-Сосьвинский буроугольный бассейн. Описание месторождений.— В кн.: Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР, т. 4. М., «Недра», 1967.
- Малахов А. Е. Основные вопросы геологии Бакала.— В кн.: Вопросы развития бакальской рудной базы. Свердловск, 1957.
- Малахов А. Е., Пуркина Т. А., Телегин Б. А. О хромитонности ультрабазитовых массивов Среднего Урала.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1969. (Тр. Второго Уральск. петрограф. совещ., т. 2).
- Малахов И. А. Петрохимия ультрабазитов Урала. Свердловск, 1966. (Тр. Ин-та геологии УФАН, вып. 79).
- Малышев И. И., Пантелеев П. Г., Пэк А. В. Титаномagnetитовые месторождения Урала. Л., Изд-во АН СССР, 1934.
- Марков Н. Н., Жильцова Н. С., Звездин В. Г. Новое крупное месторождение на юге Пермской области. Пермь, 1966. (Тр. Пермского фил. «Гипровостокнефть», вып. 2).
- Мельник И. М. Основные черты строения и формирования Камско-Кинельской впадины в Пермской области в связи с перспективами нефтегазоносности.— «Геология нефти и газа», 1963, № 2.
- Мельник И. М., Проворов В. М. Прогнозная оценка нефтегазоносности Пермской области в связи с направлением дальнейших геологоразведочных работ. Пермь, 1966. (Тр. Камского фил. ВНИГНИ, вып. 57).
- Миропольский Л. М. К изучению Бакальских железорудных месторождений на Урале.— «Изв. АН СССР», № 4, 1932.
- Миропольский Л. М. Сидероплезит и пистомезит в качестве первичных железных руд на Бакале (Южный Урал).— «Докл. АН СССР», № 7, 1933.
- Мирчинк М. Ф., Хачатрян Р. О. Главнейшие соотношения структуры поверхности фундамента и осадочного чехла в Волго-Уральской нефтегазоносной области.— В кн.: Тектоническое развитие и современная структура нефтегазоносных областей Восточно-Европейской (Русской) платформы. М., «Наука», 1965.
- Мирчинк М. Ф. и др. Тектоника и зоны нефтегазонакопления Камско-Кинельской системы прогибов. М., «Наука», 1965.
- Морозевич И. А. Гора Магнитная и ее ближайшие окрестности. Тр. Геол. ком., т. 18, № 1, 1901.
- Наливкин В. Д., Розанов Л. Н., Фотиади Э. Э. и др. Волго-Уральская нефтеносная область. Тектоника. Л., Гостоптехиздат, 1956. (Тр. ВНИГРИ, нов. сер., вып. 100).
- Оборин А. А. Фации терригенных кос в кунгурских галогенных отложениях Предуральского прогиба в районе Шумковского месторождения солей.— «Докл. АН СССР», т. 151, № 3, 1963.

Овчинников Л. Н. Контактво-метасоматические месторождения Среднего и Северного Урала. Свердловск, 1960. (Тр. Горно-геол. ин-та Уральск. фил. АН СССР, 1939).

Овчинников Л. Н. Обзор данных по абсолютному возрасту геологических образований Урала.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).

Ощепков Б. К. Корреляция и нефтегазоносность продуктивных пластов среднего карбона Пермской области, Удмуртии и северной части Башкирии. Пермь, 1967. (Тр. Камского фил. ВНИГНИ, вып. 65).

Павлов Н. В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов. М., Изд-во АН СССР, 1949. (Тр. ИГН, вып. 103, сер. рудных м-ний, № 13).

Павлов Н. В., Кравченко Г. Г., Чупрынина И. И. Хромиты Кемпирсайского плутона. М., «Наука», 1968.

Петренко А. А. Восточно-Уральский пояс нижнекарбонového угленакопления. Тр. Лаборатор. геологии угля АН СССР, вып. 1. М.—Л., 1953.

Пинчук О. И. О связи седиментации с тектоникой в Челябинском буроугольном бассейне.— «Сов. геология», 1947, № 22.

Преображенский П. И. Открытие калийных солей в районе г. Соликамска.— «Вестник Геол. ком.», 1925, № 1.

Пронин А. А. О генетических условиях образования и возрасте палеозойских ультраосновных пород Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).

Пьянков Н. А. Нефти и газы новых месторождений Прикамья. Пермь, 1967. (Тр. Камского фил. ВНИГНИ, вып. 65).

Розанов Л. Н. и др. Тектоника и нефтегазоносность востока Русской платформы. М., «Недра», 1965.

Рыбаков В. Н., Благинных Л. Л. Закономерности размещения нефтяных месторождений терригенных отложений нижнего карбона Пермской области.— «Нефтегазовая геология и геофизика», 1968, № 9.

Сергиевский В. М. Магматизм и развитие тектонических структур Урала. М., Госгеолтехиздат, 1960. (Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Урала, вып. 2).

Сигов А. П. Геоморфология Урала.— В кн.: Геология СССР, т. 12, ч. 1, кн. 2. М., «Недра», 1969.

Сидоренков А. И. О локализации и генезисе магнетитового оруденения в Саткинском районе.— В кн.: Геология и полезные ископаемые Урала. Свердловск, 1966. (Тр. Свердл. горн. ин-та, вып. 48).

Силина Е. Н., Курбежекова А. Н. Пермские отложения на восточном склоне Урала.— «Докл. АН СССР», т. 146, № 4, 1962.

Смирнов Г. Е. Материалы по палеогеографии Урала. Визейский век. Свердловск, 1957. (Тр. ГГИ УФАИ, вып. 29).

Смолин П. П. К вопросу о генезисе саткинских магнетитов.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).

Соболев И. Д. Тектоника и магматизм Урала. Свердловск, Изд-во Уральск. фил. АН СССР, 1961 (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).

Соболев И. Д. Тектоника и магматизм Урала.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).

Соболев И. Д. Тектоника.— В кн.: Геология СССР, т. 12, ч. 1, кн. 2. М., «Недра», 1969.

Соколов Г. А. Хромиты Урала, их состав, условия кристаллизации и закономерности распространения. М., Изд-во АН СССР, 1948. (Тр. ИГН АН СССР, вып. 97).

Соколов Г. А. Условия возникновения и локализации скрытых рудных тел в контактово-метасоматических железорудных месторождениях.— В кн.: Вопросы изучения и методы поисков скрытого оруденения. М., Госгеолтехиздат, 1963.

Соловьев Ю. С., Золотов К. К., Круцко Н. С. Особенности геологического строения и перспективы глубоких горизонтов Баженовского месторождения хризотил-асбеста. Свердловск, 1959. (Информ. бюлл. Уральского геол. упр., № 1).

Струве Н. В. Магматизм и история развития Магнитогорского краевого прогиба. Л., 1959. (ВСЕГЕИ, Информ. сб. № 16).

Сутурин А. Н. и др. Геохимические критерии оценки хромитоносности гипербазитов Восточного Саяна. Иркутск, 1969. (Ежегодн. Ин-та геохимии СО АН СССР за 1968 г.).

Сухаревич П. М., Ощепков Б. К. Строение и нефтеносность башкирского яруса Пермской области. Пермь, 1966. (Тр. Камского фил. ВНИГНИ, вып. 57).

Татаринов П. М. Генетические типы месторождений хризотил-асбеста.— В кн.: Месторождения хризотил-асбеста СССР. М., «Недра», 1967.



- Тимесков В. А. Минералогия карбонатных руд и вмещающих их карбонатных пород Бакальского железорудного месторождения на южном Урале. Казань, 1963. (Изд. Казанск. гос. ун-та).
- Трофимук А. А. Урало-Поволжье — новая нефтяная база СССР. М., Гостоптехиздат, 1957.
- Тужикова В. И. Анохинская тектоническая депрессия — новый пункт распространения юрских и триасовых отложений в Зауралье. — «Докл. АН СССР», т. 120, № 2, 1958.
- Ушаков Н. А. Краткая характеристика руд и основные черты генезиса Бакальских железорудных месторождений. — В кн.: За недра Урала. Свердловск, 1934.
- Ферштатер Г. Б. Основные черты интрузивного комплекса Магнитогорского рудного поля. — В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).
- Ферштатер Г. Б. Магнитогорская габбро-гранитная интрузия. Свердловск, Ин-т геол. Уральск. фил. АН СССР, 1966.
- Фоминых В. Г. Визейские титаноносные габбро-диабазы на Южном Урале. — В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).
- Фролова Т. И., Рудник Г. Б. Магматизм северной части Магнитогорского синклинали. М., Госгеолтехиздат, 1961. (Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Урала, вып. 8).
- Хмара А. Я., Байраков В. В. Генетическая классификация месторождений и проявлений антофиллит-асбеста. — «Докл. АН СССР», сер. геол., т. 172, № 1, 1967.
- Хоментовский А. С. Новейшие движения земной коры в пределах некоторых соляных структур Южного Предуралья. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 28 (4), 1953.
- Чикишев А. Г. Карст Среднего Урала и его народнохозяйственное значение. — В кн.: Карст и его народнохозяйственное значение. Тр. МОИП, т. 12. М., «Наука», 1964.
- Шаронов Л. В. Закономерности размещения и формирования нефтяных месторождений в нижнем карбоне Пермской области. Пермь, 1967. (Тр. Камского фил. ВНИГНИ, вып. 65).
- Швец В. Б. Элювиальные грунты как основания сооружений. М., Госстройиздат, 1964.
- Штейнберг Д. С. Основные проблемы магматизма и метаморфизма Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).
- Штейнберг Д. С. Основные черты петрологии и металлогении интрузивных формаций Урала. В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск, 1963. (Тр. Первого Уральск. петрограф. совещ., т. 1).
- Штейнберг Д. С. Базальтоидный магматизм Урала. Свердловск, 1969. (Тр. Второго Уральск. петрограф. совещ., т. 3).
- Штейнберг Д. С. и др. Проблемы петрологии ультрабазитов Урала. Свердловск, 1969. (Тр. Второго Уральск. петрограф. совещ., т. 2).
- Штрейс Н. А. Стратиграфия и тектоника Зеленокаменной полосы Среднего Урала. — В кн.: Тектоника СССР, т. 3. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Эпштейн С. В. Геологические исследования в Челябинско-Троицком районе восточного склона Урала. Тр. Всес. геологоразв. объедин., вып. 187, 1932.
- Яницкий А. Л., Сергеев О. П. Бакальские железорудные месторождения и их генезис. М., Изд-во АН СССР, 1962. (Тр. ИГЕМ АН СССР, вып. 73).
- Яншин А. Л. Геологическая история Орского Урала в третичном периоде. — «Изв. АН СССР», сер. геол., № 4, 1948.
- Яхимович В. Л. Кайнозой Башкирского Предуралья. Изд. Баш. фил. АН СССР. Уфа, 1958.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие. <i>К. К. Золоев</i>	7
Основные черты металлогении Урала и перспективы развития его минерально-сырьевой базы. <i>А. В. Пуркин, П. В. Нечаев, П. С. Прямоногов</i>	8
<b>Горючие полезные ископаемые</b>	29
Уголь и горючие сланцы	29
Закономерности угленакопления на Урале. <i>Б. Ф. Тарханеев</i>	29
Кизеловский каменноугольный бассейн. <i>И. В. Пахомов</i>	54
Егоршино-Каменский угленосный бассейн. <i>Б. Ф. Тарханеев</i>	73
Полтаво-Брединский угленосный район. <i>Р. Б. Тарханеев</i>	89
Северо-Сосьвинский бурогольный бассейн. <i>В. А. Лидер</i>	90
Серовский бурогольный район. <i>В. А. Лушников</i>	96
Булаш-Елкинский каменноугольный район. <i>В. А. Лушников</i>	103
Челябинский бурогольный бассейн. <i>В. Д. Боякова</i>	112
Торф. <i>Б. Ф. Тарханеев</i>	125
Нефть и природный газ. <i>П. А. Софроницкий, В. Н. Рыбаков</i>	129
<b>Металлические полезные ископаемые</b>	183
<b>Железо</b>	183
Эпохи образования железорудных месторождений. <i>М. И. Алешин</i>	183
Генетические типы месторождений железа. <i>М. И. Алешин</i>	188
Геологическая позиция и основные закономерности размещения месторождений железных руд Урала. <i>М. И. Алешин</i>	190
Позднемагматические месторождения. <i>М. И. Алешин</i>	202
Скарновые (контактово-метасоматические) месторождения. <i>К. Е. Кожевников, К. К. Золоев</i>	213
Месторождения Тагильско-Магнитогорского прогиба	216
Серовско-Ивдельский железорудный район. <i>Н. Н. Кусков</i>	216
Северная группа месторождений Гороблагодатско-Покровской зоны. <i>Н. Н. Кусков</i>	218
Месторождения Ауэрбаховской зоны	229
Суходойский рудный узел. <i>А. И. Усенко</i>	229
Масловская группа месторождений. <i>Н. Н. Кусков</i>	234
Ауэрбаховско-Песчанская группа месторождений. <i>А. И. Усенко</i>	239
Тагило-Кушвинский железорудный район. <i>Б. М. Алешин</i>	256
Кушвинская группа месторождений. <i>А. К. Семерун, Б. М. Алешин, Ю. П. Сорокин</i>	260
Нижнетагильская группа месторождений. <i>Ю. Н. Глазов, А. А. Пуркин, Б. М. Алешин, Е. И. Клевцов</i>	273
Миасский железорудный район. <i>В. В. Рябков, Н. К. Рябова</i>	286
Магнитогорский железорудный район. <i>В. К. Головченко, Г. Б. Ферштатер</i>	296
Месторождения Восточно-Уральского поднятия	311
Пийский железорудный район. <i>Г. С. Новопашии</i>	312
Месторождения Восточно-Уральского прогиба	324
Теченский железорудный район. <i>И. А. Болмасов</i>	324
Гидротермальные месторождения. <i>К. Е. Кожевников</i>	333
Месторождения осадочные и выветривания	336
Месторождения сидеритов и бурых железняков Бакальской группы. <i>О. П. Сергеев</i>	336
Месторождения бурых железняков алапаевского типа. <i>В. М. Груздева</i>	353
Серовское месторождение хромистых бобово-конгломератовых железных и охристых железо-никелевых руд. <i>К. Е. Кожевников</i>	363

	Стр.
Осадочные месторождения других районов. <i>К. Е. Кожевников</i>	366
Марганец. <i>С. Д. Рабинович, К. Е. Кожевников, И. С. Шадрин</i>	372
Хромиты. <i>И. А. Малахов, Т. А. Шилова, Б. А. Телегин</i>	387
<b>Неметаллические полезные ископаемые</b>	411
Условия образования и закономерности размещения месторождений главнейших неметаллических полезных ископаемых Урала. <i>К. К. Золоев</i>	411
Горнорудное сырье. Карбонатные породы	424
Слюда-мусковит. <i>Г. Ф. Кулешов</i>	424
Слюда-вермикулит. <i>Г. В. Баландин, Г. Ф. Кулешов</i>	429
Асбест. <i>К. К. Золоев</i>	433
Тальк и тальковый камень. <i>Р. Б. Тарханеев, А. В. Ломаев</i>	458
Графит. <i>Е. Ф. Рыжков, С. Ш. Аронский</i>	464
Известняки и доломиты. <i>Е. Ф. Рыжков, В. В. Белов</i>	468
Магnezит. <i>К. К. Золоев, Р. Б. Тарханеев, М. И. Гарань</i>	483
Формовочные стекольные пески. <i>А. В. Ломаев, Е. Ф. Рыжков</i>	499
Каолины и огнеупорные глины. <i>Е. Ф. Рыжков</i>	506
Прочее горнорудное сырье. <i>Е. Ф. Рыжков</i>	514
Химическое сырье	522
Минеральные соли. <i>А. А. Иванов</i>	522
Прочее химическое сырье. <i>А. В. Ломаев</i>	538
Строительные материалы	546
Цементное сырье. <i>Е. Ф. Рыжков, В. В. Белов</i>	546
Гипсы и ангидриты. <i>А. В. Ломаев, А. А. Спаский</i>	555
Мраморы. <i>Е. Ф. Рыжков, В. В. Белов</i>	558
Прочие строительные материалы. <i>Е. Ф. Рыжков, Т. Б. Пигулевская</i>	563
Драгоценные и поделочные камни. <i>Л. Г. Гумеров, Ю. С. Соловьев</i>	571
<b>Инженерно-геологическая характеристика Урала.</b> <i>Ф. А. Асинкритов</i>	588
Приложения. Схемы размещения полезных ископаемых Северного, Среднего и северо-восточной части Южного Урала (черные металлы, горючие и неметаллические полезные ископаемые) масштаба 1:1 000 000.	608
Список литературы	626

Министерство геологии СССР

Министерство геологии РСФСР  
Уральское территориальное геологическое управление

ГЕОЛОГИЯ СССР

Том XII

Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области

Часть I

Полезные ископаемые

Редактор издательства *Т. В. Колошина*

Технические редакторы *Л. Д. Агапонова, Л. П. Лаврентьева*

Корректоры *С. С. Борисова, Т. В. Чирикова*

Сдано в набор 19/XII 1972 г.

Подписано в печать 18/VII 1973 г.

T-10449.

Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага № 1 и офсетная.

Печ. л. 42,7 с прилож.

Усл. п. л. 59,78.

Уч.-изд. л. 61,51.

Тираж 2000 экз.

Заказ № 1078/11436-4.

Цена 6 р. 78 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.  
Ленинградская картографическая фабрика объединения «Аэрогеология»



2

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР  
УРАЛЬСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

# СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

СЕВЕРНОГО, СРЕДНЕГО  
и северо-восточной части ЮЖНОГО

## УРАЛА

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Масштаб 1:1 000 000

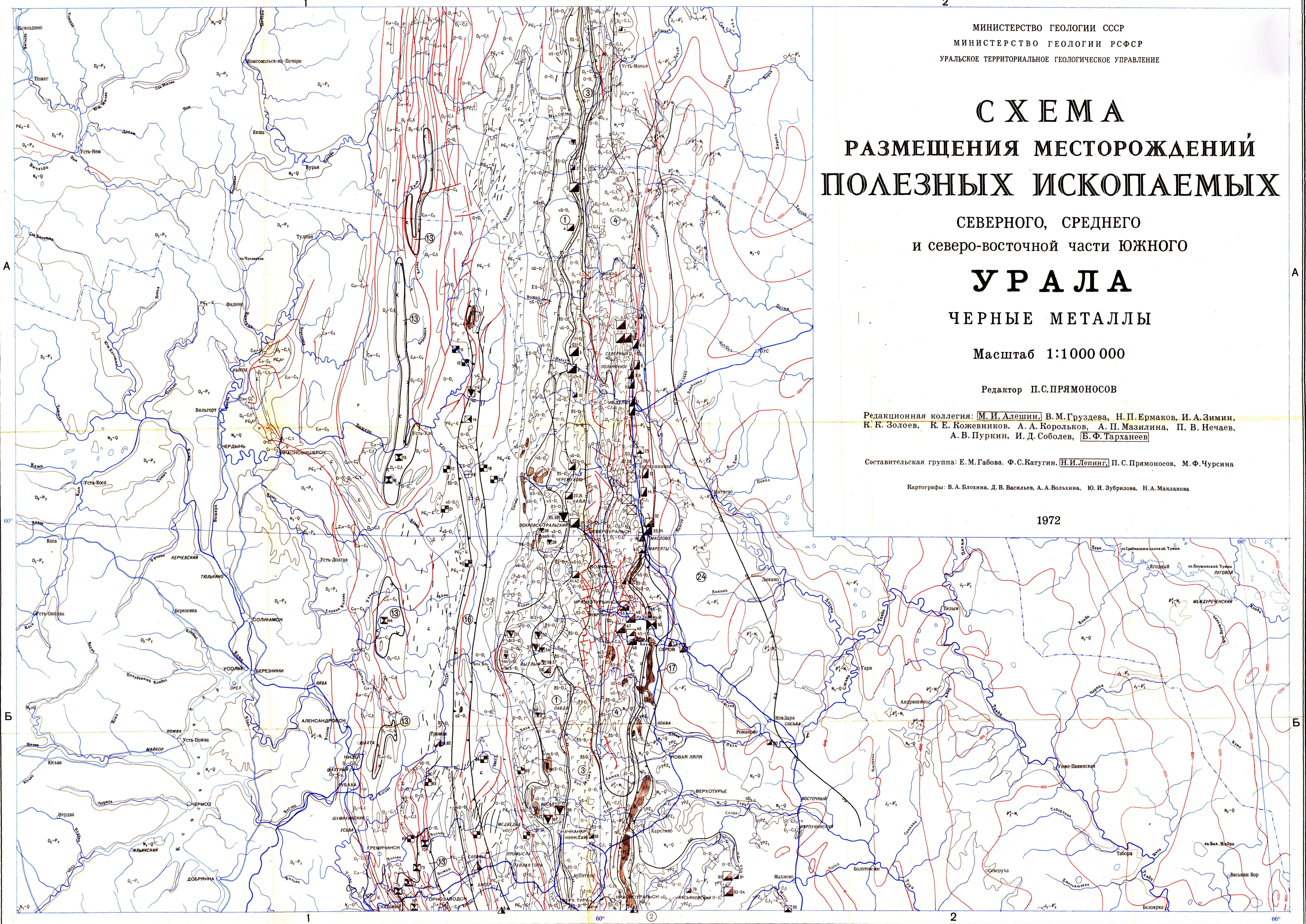
Редактор П.С.ПРЯМОНОСОВ

Редакционная коллегия: М.И.Алешин, В.М.Груздева, Н.П.Ермаков, И.А.Зимин,  
К.К.Золов, К.Е.Кожеников, А.А.Корольков, А.П.Мазиллина, П.В.Нечаев,  
А.В.Пуркин, И.Д.Соболев, Б.Ф.Тарханеев

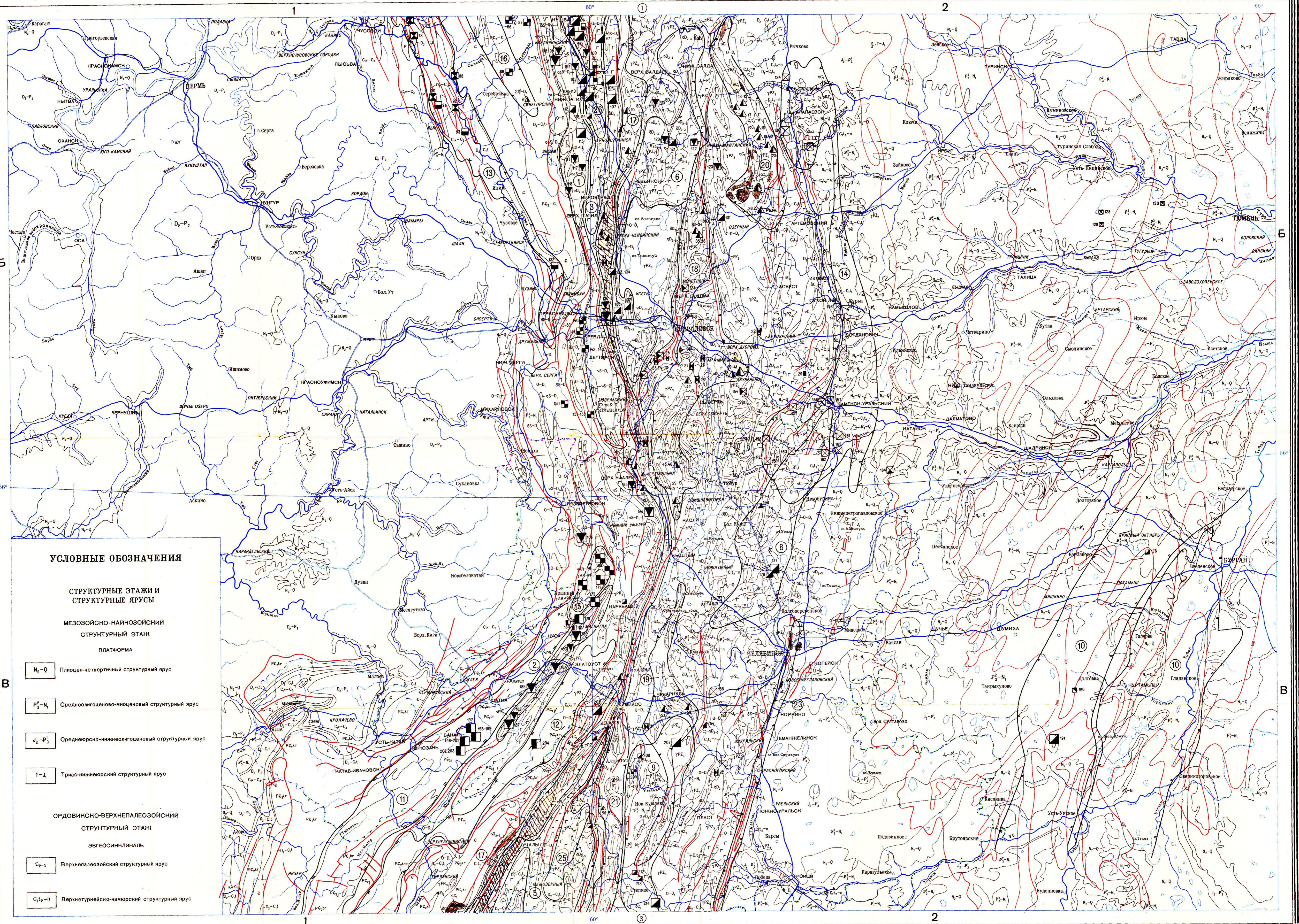
Составительская группа: Е.М.Габова, Ф.С.Катугин, Н.И.Лепинг, П.С.Прямоносков, М.Ф.Чурсина

Картографы: В.А.Блохина, Д.В.Васильев, А.А.Вольхина, Ю.И.Зубрилова, Н.А.Махлакова

1972







**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

**СТРУКТУРНЫЕ ЭТАЖИ И СТРУКТУРНЫЕ ЯРУСЫ**

**МЕЗОЗОЙСКО-НАЙНОЗОЙСКИЙ**

**СТРУКТУРНЫЙ ЭТАН**

**ПЛАТФОРМА**

- N<sub>2</sub>-Q Плиоцен-четвертичный структурный ярус
- P<sub>2</sub><sup>2</sup>-N<sub>1</sub> Среднеолигоценно-миоценовый структурный ярус
- J<sub>2</sub>-P<sub>2</sub><sup>1</sup> Среднеюрско-нижнеолигеновый структурный ярус
- T-J<sub>1</sub> Триас-нижнеюрский структурный ярус

**ОРДОВИНСКО-ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИЙ**

**СТРУКТУРНЫЙ ЭТАН**

**ЗВГЕОСИНКЛИНАЛЬ**

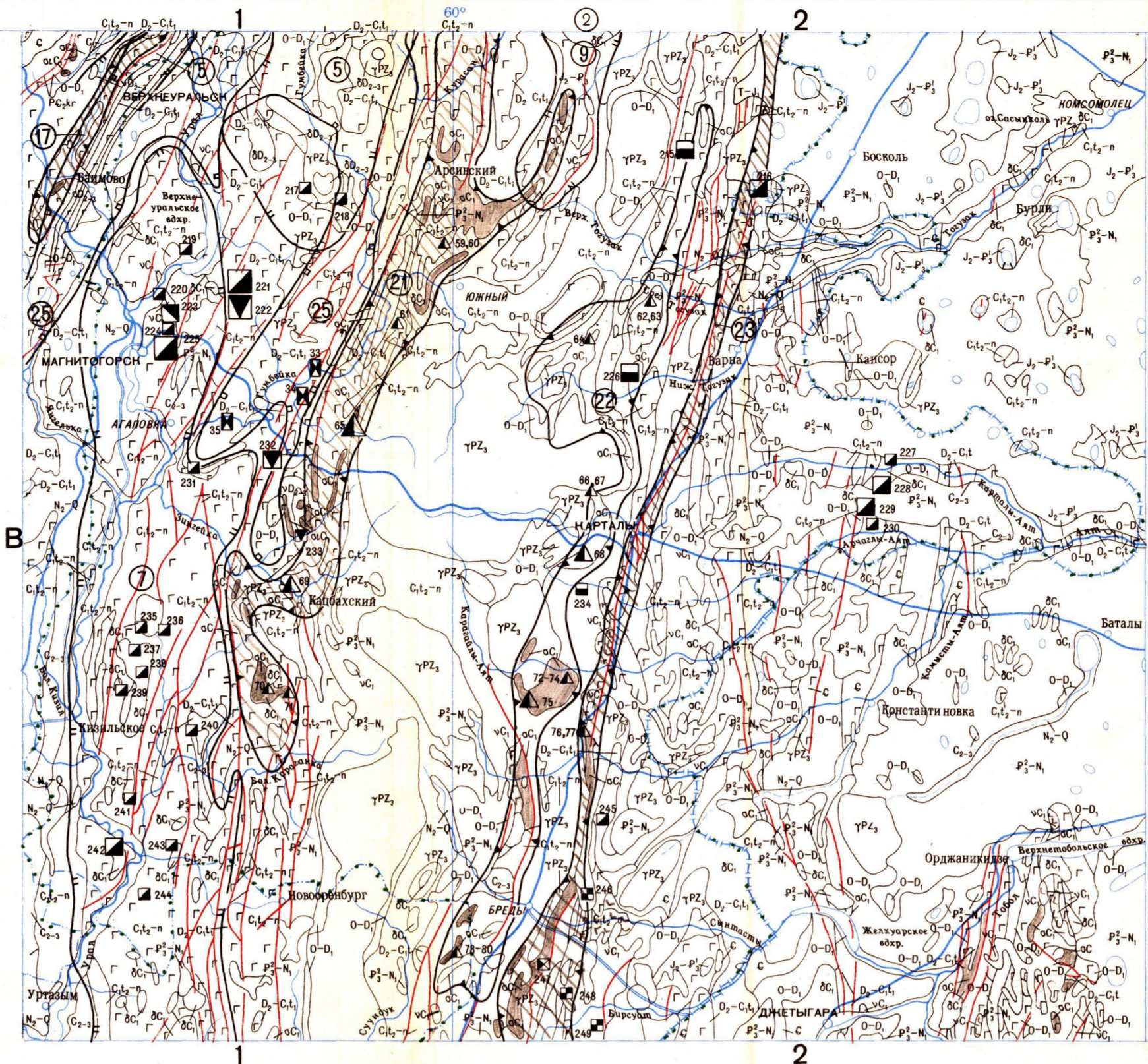
- C<sub>2</sub>-3 Верхнепалеозойский структурный ярус
- C<sub>1</sub>t<sub>2</sub>-n Верхнетурнейско-наморский структурный ярус



$D_2-C_1t$	Среднедевонско-нижнетурнейский структурный ярус	ПОЗДНЕДЕОНЕМБРИЙСКО-НЕМБРИЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАН	
$O-D_1$	Ордовикско-нижнедевонский структурный ярус	ГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ В ЦЕЛОМ	
МИОГЕОСИНКЛИНАЛЬ		$Pc_2-C$	Позднедеонембрийско-нембрийский структурный этап, не расчлененный на структурные ярусы
$P$	Пермский структурный ярус	$C$	Нембрийский структурный ярус
$C_{IV}-C_2$	Визейско-верхнекарбовонский структурный ярус	$Pc_3kr$	Наратауский структурный ярус
$D_2-C_1t$	Среднедевонско-турнейский структурный ярус	$Pc_2j$	Юрматинский структурный ярус
$O-D_1$	Ордовикско-нижнедевонский структурный ярус	$Pc_2br$	Бурянский структурный ярус
ПЛАТФОРМА		РАННЕДЕОНЕМБРИЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАН	
$D_2-P_2$	Среднедевонско-верхнепермский структурный ярус	$Pc_1t$	Тараташский структурный ярус

**ВУЛКАНОГЕННЫЕ ПОРОДЫ**  
 Нерасчлененные вулканогенные породы базальтоидной группы

**ПРОЧИЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**  
 Разрывные нарушения  
 Изогипсы поверхности досреднеюрского фундамента Зауралья



ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ	ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (рудные формации)	ФОРМА ЗНАКА	
ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ	Собственно-магматический	Титаномагнетитовый	▲	
	Нонтактово-метасоматический	Скарново-магнетитовый	▣	
	Гидротермальный	Мушкетовит-гематитовый (Нутимский тип)	▣	
	Спорный	Сидеритовый	■	
	Осадочные	Осадочный континентальный	Лимонит-сидеритовый	■
			Оолитовых красных железняков (Пашийский тип)	▣
Оолитовых бурых железняков (Аятский тип)			▣	
ХРОМИТЫ	Собственно-магматический	Хромистых бурых железняков (Халиловский тип)	▣	
		Оолитовых бурых железняков (Лисаковский тип)	▣	
		Бурожелезняковый (Алапаевский тип)	▣	
МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ	Метаморфогенный	Легированных бурых железняков (Елизаветинский тип)	▣	
		Бурожелезняковый	▣	
	Скарново-метасоматический	Железистых кварцитов	▣	
		Магнетит-гематитовый	▣	
ХРОМИТЫ	Собственно-магматический	Нонтактово-метасоматический	■	
		Гидротермальный	Гаусманит-родохрозитовый	■
		Осадочный морской	Нарбонатно-марганцевый	▣
ХРОМИТЫ	Собственно-магматический	Метаморфогенный	▣	
		Высохромистый	▲	
ХРОМИТЫ	Собственно-магматический	Низкохромистый железистый	▲	
		Месторождения промышленные	▣	
		Месторождения непромышленные	▣	
		Рудоуправления	▣	

ИНТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

ИНТРУЗИВНЫЕ ФОРМАЦИИ	АССОЦИАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД	Не расчлененные по возрасту	ВОЗРАСТ									
			Поздне-палеозойские	Раннекаменноугольные	Средне-поздне-девонские	Силурийско-ранне-девонские	Ордовикские	Нембрийские	Поздне-протерозойские	Архейско-ранне-протерозойские		
ГРАНИТОИДНАЯ	Граниты, гранодиориты, кварцевые диориты, нефелиновые сиениты и др.		$\gamma PZ_3$							$\gamma C$	$\gamma PR_3$	$\gamma AR-PR_1$
ГАББРОИДНАЯ	Габбро, габбро-диориты, габбро-диабазы, габбро-амфиболиты			$\nu C_1$	$\nu D_{2-3}$	$\nu S-D_1$	$\nu O$			$\nu C$	$\nu PR_3$	$\nu AR-PR_1$
	Диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, плагиограниты, граносиениты, сиениты, сиенито-диориты			$\delta C_1$	$\delta D_{2-3}$	$\delta S-D_1$	$\delta O$					
	Дайки габбро-диабазов, диабазов и габбро	/										
ДУНИТ-ГАРЦБУРГОВАЯ	Дуниты, перидотиты, аподунитовые и апоперидотитовые серпентиниты			$\alpha C_1$	$\alpha D_{2-3}$	$\alpha S-D_1$	$\alpha O$					
ДУНИТ-ПИРОКСЕНИТОВАЯ	Дуниты			$\alpha \alpha C_1$	$\alpha \alpha D_{2-3}$	$\alpha \alpha S-D_1$						
	Пироксениты			$\alpha C_1$	$\alpha D_{2-3}$	$\alpha S-D_1$						
ПИРОКСЕНИТ-ПЕРИДОТИТОВАЯ	Перидотиты, пироксениты					$\Sigma S-D_1$						

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

ГРАНИЦЫ ОСНОВНЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ЗОН		ГРАНИЦЫ ОСНОВНЫХ ХРОМИТОВЫХ ЗОН	
$\backslash /$	Границы зон с титано-магнетитовым оруденением	$\backslash /$	Границы зон с магнетитовым оруденением типа железистых кварцитов
①	Чистолско-Ревдинская	15	Тараташская
②	Нусинско-Ноланская		
$\backslash /$	Границы зон с скарново-магнетитовым оруденением	$\backslash /$	Границы зон с хромитовым оруденением
③	Гороблагодатско-Покровская	16	Саранская
④	Ауэрбаховская	17	Серовско-Миасская
⑤	Нруглогорско-Остреленская	18	Салдинско-Первомайская
⑥	Петронаменская	19	Чебаркульская
⑦	Магнитогорская	21	Алапаевская
⑧	Теченская	21	Нулковско-Нацбахская
⑨	Степнино-Маскаянская	22	Успенско-Могутовская
⑩	Нурганская (Валерьяновская)	23	Наследниково-Наменодольская
$\backslash /$	Границы зон с сидеритовым оруденением банальского типа		
11	Банальская	$\backslash /$	Границы зон с нарбонатно-марганцевым оруденением
12	Семибратская	24	Северо-Уральская
$\backslash /$	Границы зон с гематитовым оруденением пашийского типа	$\backslash /$	Границы зон с кремнисто-марганцевым оруденением
13	Пашийская	25	Южно-Уральская
$\backslash /$	Границы зон с гидрогетитовым оруденением алапаевского типа	$\backslash /$	Границы зон с марганцевым оруденением осадочного и гидротермального типов
14	Алапаевско-Наменская	26	Нижне-Тагильская



МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР  
УРАЛЬСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

# СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

СЕВЕРНОГО, СРЕДНЕГО  
и северо-восточной части ЮЖНОГО

# УРАЛА

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Масштаб 1:1 000 000

Редактор П. С. ПРЯМОНОСОВ

Редакционная коллегия: Г. В. Баландин, Н. П. Ермаков, К. К. Золотов, А. А. Корольков,  
П. В. Нечаев, Т. Б. Пигулевская, А. В. Пуркин, Е. Ф. Рыжков, И. Д. Соболев,  
П. А. Софроницкий, Б. Ф. Тарханев, Р. Б. Тарханев

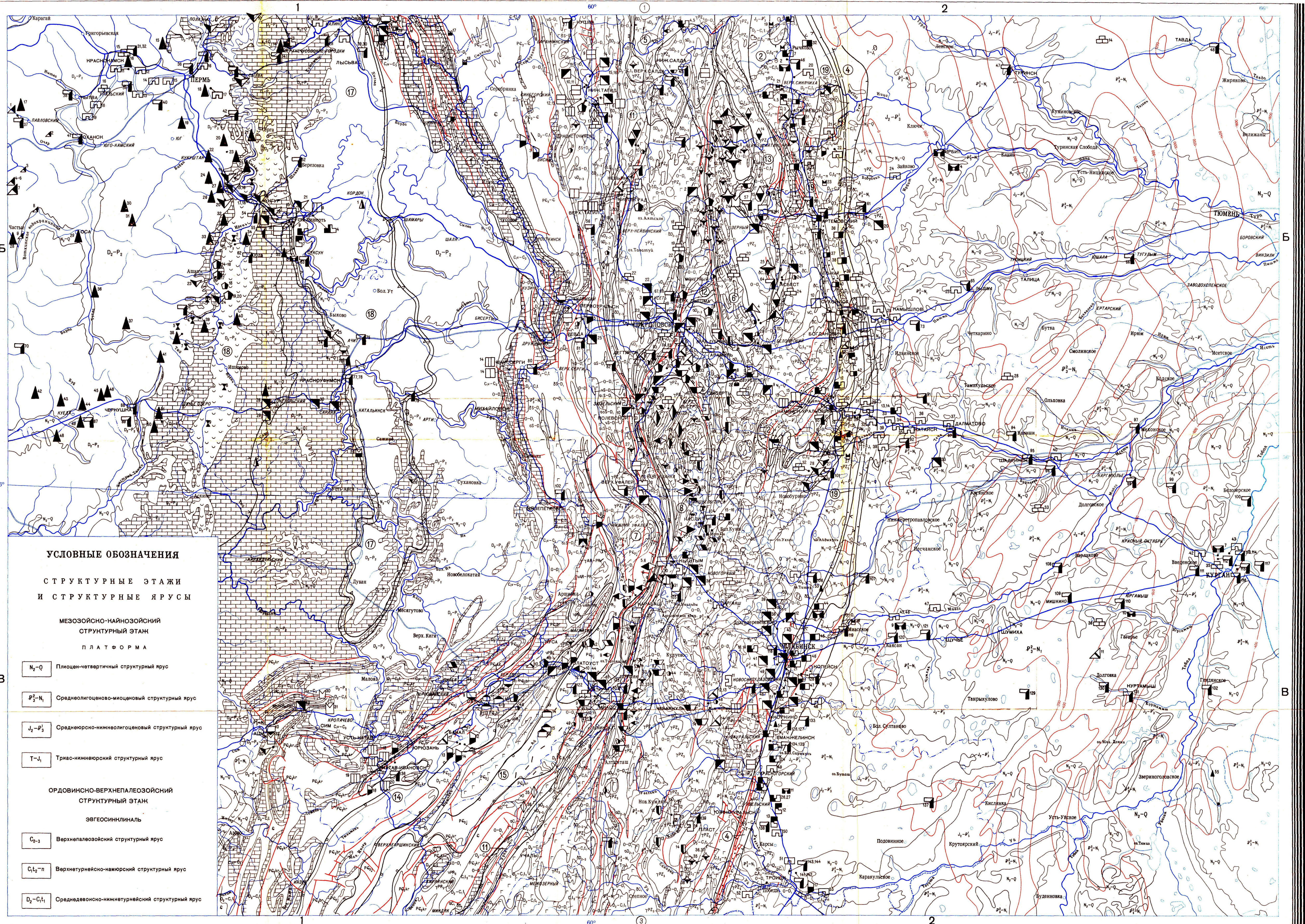
Составительская группа: Е. М. Габова, Ф. С. Катугин, Н. И. Лепинг, П. С. Прямоносков, М. Ф. Чурсина

Картографы: В. А. Блохина, Д. В. Васильев, А. А. Волхина, Ю. И. Зубрилова, Н. А. Маклакова

1972









0-D <sub>1</sub>	Ордовикско-нижнедевонский структурный ярус	ПОЗДНЕОДОНЕМБРИЙСКО-ОДОНЕМБРИЙСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ ЭТАП	
МИОГЕОСИНКЛИНАЛЬ		ГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ В ЦЕЛОМ	
P	Пермский структурный ярус	PC <sub>2</sub> -C	Позднеокембриско-кембрийский структурный этап, не расчлененный на структурные ярусы
C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub>	Визейско-верхнекарбонный структурный ярус	C	Нембрийский структурный ярус
D <sub>2</sub> -C <sub>1</sub>	Среднедевонско-турнейский структурный ярус	PC <sub>2</sub> kr	Наратауский структурный ярус
0-D <sub>1</sub>	Ордовикско-нижнедевонский структурный ярус	PC <sub>2</sub> j	Юрматинский структурный ярус
ПЛАТФОРМА		PC <sub>2</sub> br	Бурзянский структурный ярус
D <sub>2</sub> -P <sub>2</sub>	Среднедевонско-верхнепермский структурный ярус	PC <sub>1</sub> t	Таратауский структурный ярус

ВУЛКАНОГЕННЫЕ ПОРОДЫ

Нерасчлененные вулканогенные породы базальтоидной группы



ОСАДОЧНЫЕ И МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

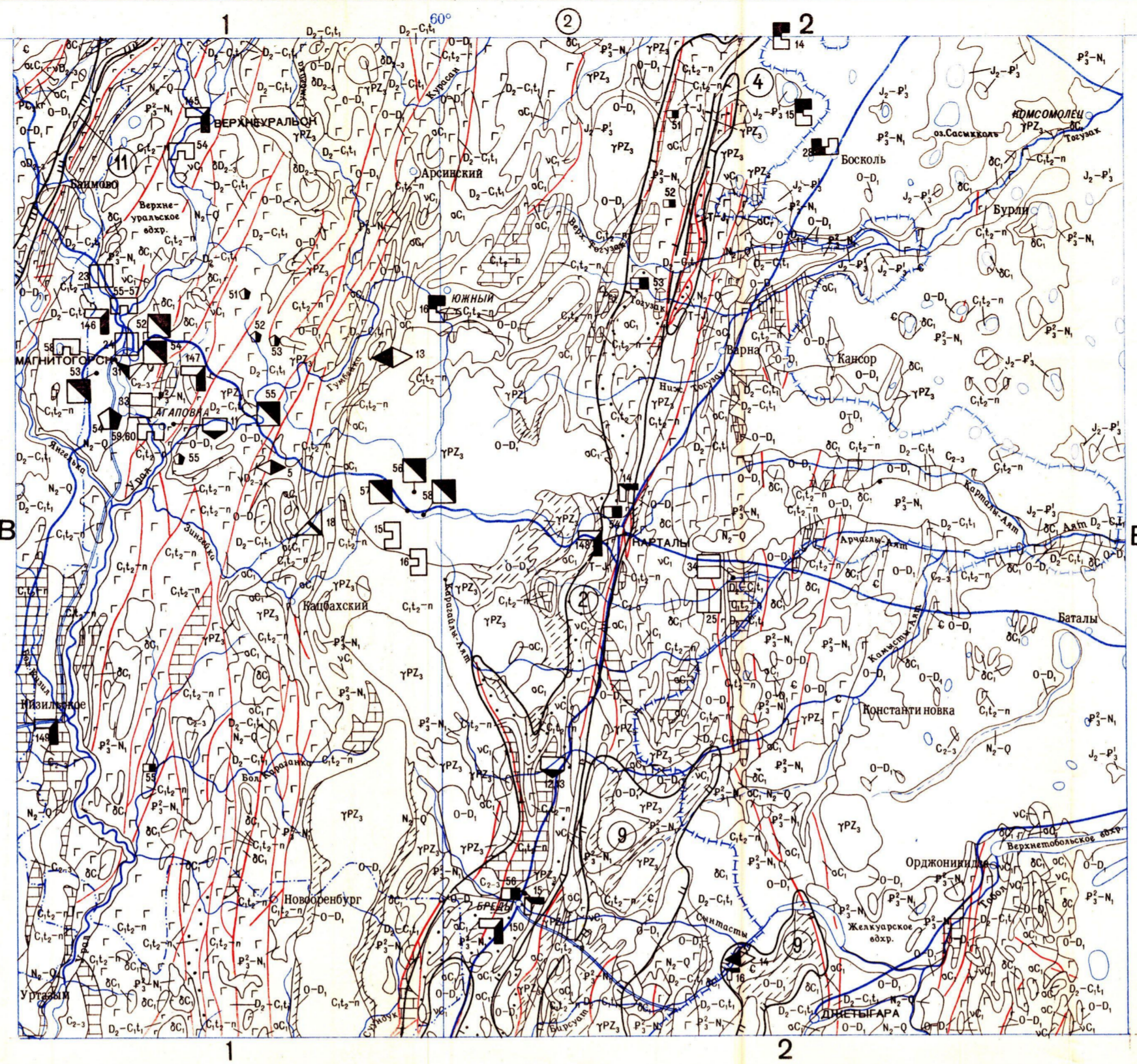
Нарбонатные отложения	Галогенные отложения
Углистые отложения	Гнейсы, мигматиты, амфиболиты и кристаллические сланцы

ПРОЧИЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Разрывные нарушения	Изогипсы поверхности досреднеюрского фундамента Зауралья
---------------------	--

ИНТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

ИНТРУЗИВНЫЕ ФОРМАЦИИ	АССОЦИАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД	Не расчлененные по возрасту	ВОЗРАСТ								
			Поздне-палеозойские	Раннекаменноугольные	Средне-поздне-девонские	Силурийско-ранне-девонские	Ордовикские	Нембрийские	Поздне-протерозойские	Архейско-ранне-протерозойские	
ГРАНИТОИДНАЯ	Граниты, гранодиориты, кварцевые диориты, нефелиновые сиениты и др.	γPZ <sub>3</sub>							γC	γPR <sub>3</sub>	γAR-PR <sub>1</sub>
ГАББРОИДНАЯ	Габбро, габбро-диориты, габбро-диабазы, габбро-амфиболиты		αC <sub>1</sub>	αD <sub>2-3</sub>	αS-D <sub>1</sub>	αD	αC	αPR <sub>1</sub>	αAR-PR <sub>1</sub>		
	Диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, плаггио-граниты, граносиениты, сиениты, сиенито-диориты		δC <sub>1</sub>	δD <sub>2-3</sub>	δS-D <sub>1</sub>	δD					
ДАЙКИ-ГАББРОИДНАЯ	Дайки габбро-диабазов, диабазов и габбро	/									
ДУНИТ-ГАРЦБУРГИТОВАЯ	Дуниты, перидотиты, аподунитовые и алоперидотитовые серпентиниты		αC <sub>1</sub>	αD <sub>2-3</sub>	αS-D <sub>1</sub>	αD					
ДУНИТ-ПИРОКСЕНИТОВАЯ	Дуниты				αS-D <sub>1</sub>						
	Пироксениты		αC <sub>1</sub>	αD <sub>2-3</sub>	αS-D <sub>1</sub>						
ПИРОКСЕНИТ-ПЕРИДОТИТОВАЯ	Перидотиты, пироксениты				αS-D <sub>1</sub>						



МЕТАЛЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

- 1/1 Углистые зоны
  - 1 Низеловско-Чусовская
  - 2 Восточно-Уральская
  - 3 Волчанско-Богословская
  - 4 Булашско-Челябинская
- 1/2 Зоны гнейсово-мигматитовых комплексов с мусковитовой, антофиллит-асбестовой, кианитовой и графитовой минерализацией
  - 5 Верхотурско-Салдинская
  - 6 Западно-Мурзинская
  - 7 Уфалейская
  - 8 Сысертская
  - 9 Мариновская
- 1/3 Асбестоносные зоны с хризотил-асбестовой минерализацией
  - 10 Салатинская
  - 11 Серовско-Миссоная (Часовая)
  - 12 Салдинско-Первомайская
  - 13 Алапаевско-Асбестовская
- 1/4 Магнетитоносные зоны
  - 14 Саткинская
  - 15 Златоустовская
- 1/5 Соленосные зоны
  - 16 Верхнепермско-Верхнекамская
  - 17 Соликамская
- 1/6 Гилсоносные зоны
  - 18 Приуральская
  - 19 Монастырско-Нарабельская

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ВИДЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ	ФОРМА ЗНАКА
Наменный уголь	Осадочный	■
Бурый уголь	Осадочный	■
Торф	Осадочный	■
Нефть	Осадочный	▲
Природный газ	Осадочный	▲
Мусковит	Пегматитовый	▲
Вермикулит	Выветривания	▲
Хризотил-асбест	Гидротермальный	▲
Антофиллит-асбест	Метаморфогенный	▲
Тремолит- и актинолит-асбест	Гидротермальный	▲
Тальк и тальковый камень	Гидротермальный	▲
Кианит, андалузит	Метаморфогенный	▲
Графит	Метаморфогенный	▲
Магнезит	Осадочный, Выветривания	▲
Абразивное сырье: корунд, наждак, гранат, кремнь	Метаморфогенный, Гидротермальный, Пегматитовый, Осадочный	▲
Нварц	Гидротермальный	▲
Наолит	Выветривания	▲
Драгоценные и полудрагоценные камни	Пегматитовый, Гидротермальный, Осадочный, Контактново-метасоматический	▲
Подольские камни	Гидротермальный, Осадочный	▲
Известняки флюсовые	Выветривания, Метаморфогенный	▲
Доломит	Осадочный	▲
Формовочные пески	Осадочный, Выветривания	▲
Огнеупорные глины	Осадочный, Выветривания	▲
Нварцит	Метаморфогенный	▲
Неразмешиваемые пегматиты и аляскиты	Магматический, Пегматитовый	▲
Налийные соли	Осадочный	▲
Наменная соль	Осадочный	▲
Сера самородная	Осадочный	▲
Фосфорит:		
а) Месторождения морские геосинклинальные	Осадочный	▲
б) Месторождения морские платформенные	Осадочный	▲
в) Месторождения остаточные	Выветривания	▲
Апатит	Магматический	▲
Известняки для химической промышленности	Осадочный	▲
Волконскоит	Осадочный	▲
Цементное сырье:		
а) известняки и мергели	Осадочный	▲
б) глины	Осадочный	▲
Облицовочные камни	Магматический, Метаморфогенный	▲
Строительные камни	Магматический, Осадочный	▲
Пески и гравий строительные	Осадочный	▲
Глины грубой керамики (кирпичные, керамзитовые)	Осадочный	▲
Пески стеновые	Осадочный	▲
Гипс и ангидрит	Осадочный	▲
Минеральные пигменты	Осадочный, Выветривания	▲
Глауконит	Осадочный	▲

- ▲ Месторождения промышленные
- ▲ Месторождения непромышленные
- ▲ Рудопроявления



