

TOM
XVIII

ГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ
XVIII

ЯКУТСКАЯ
АССР

ПОЛЕЗНЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ



МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР



ГЕОЛОГИЯ
СССР



*Главный редактор
Е. А. Козловский*

МОСКВА «НЕДРА»
1979

<http://jurassic.ru/>

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР
ЯКУТСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ГЕОЛОГИЯ СССР



ТОМ XVIII

ЯКУТСКАЯ АССР

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Редактор *Ю. В. Архипов*
Соредактор *И. М. Фрумкин*

МОСКВА «НЕДРА»
1979

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
«ГЕОЛОГИИ СССР»**

АССОВСКИЙ А. Н.

БЕЛОУСОВ В. В.

БЕЛЯВСКИЙ Н. А.

БОРОВИКОВ Л. И.

ГАРЬКОВЕЦ В. Г.

ЕСЕНОВ Ш. Е.

ЗУБАРЕВ Б. М.

КОЗЛОВСКИЙ Е. А.

(главный редактор)

КУЗНЕЦОВ Ю. А.

МАГАКЬЯН И. Г.

МАЛИНОВСКИЙ Ф. М.

(зам. главного

редактора)

МАРКОВСКИЙ А. П.

МЕННЕР В. В.

МИРЛИН Г. А.

МУРАТОВ М. В.

НАЛИВКИН Д. В.

ОРВИКУ К. К.

ПЕЙВЕ А. В.

(зам. главного

редактора)

СЕМЕНЕНКО Н. П.

СЕМЕНОВИЧ В. В.

СИДОРЕНКО А. В.

СМИРНОВ В. И.

ТРОФИМУК А. А.

ШАТАЛОВ Е. Т.

ЩЕГЛОВ А. Д.

ЯНШИН А. Л.

ЯРМОЛЮК В. А.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ТОМА XVIII

АРГУНОВ М. С.

АРХИПОВ Ю. В.

БИЛАНЕНКО В. А.

БОРОДЯНСКИЙ А. Ш.

ВОРОНА И. Д.

ЕСИПОВ А. В.

ПАНТЕЛЕЕВ Д. Н.

ФРУМКИН И. М.



**ПОЛЕЗНЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ**



Геология СССР. Гл. ред. Е. А. Козловский. Т. XVIII. Якутская АССР. Полезные ископаемые. Ред. тома Ю. В. Архипов. М., «Недра», 1979, 411 с. (Якутское территориальное геол. управление).

В книге обобщен обширный материал по полезным ископаемым Якутской АССР. Рассмотрены основные закономерности размещения месторождений, выделены и охарактеризованы главные минерагенические эпохи. Приведено описание нефтегазоносных провинций и областей, месторождений природного газа и оценены перспективы нефтегазоносности. Описаны важнейшие эпохи угленакопления и сланцевые бассейны. Включены описания месторождений и типичных проявлений железных, медных, свинцово-цинковых, оловянных, вольфрамовых и других руд. Охарактеризованы важнейшие районы и месторождения химического и горнорудного сырья, даны сведения о разведанных объектах строительных материалов. Приведены сведения о мерзлотно-гидрогеологических условиях месторождений полезных ископаемых.

Для геологов, занимающихся изучением полезных ископаемых, закономерностей их размещения, может быть использована при планировании поисковых работ.

Табл. 30, ил. 76, список лит. — 125 назв.

ПРЕДИСЛОВИЕ

На территории Якутской автономной республики площадью 3103,2 тыс. км², что составляет одну седьмую часть территории Советского Союза, обнаружены разнообразные эндогенные, метаморфогенные и экзогенные месторождения минерального сырья: нефти и природного газа, ископаемых углей (от бурых до каменных коксующихся марок) и горючих сланцев, железа, марганца, свинца, цинка, меди, олова, вольфрама, молибдена, сурьмы, ртути, слюды-флогопита, апатитов и многих других полезных ископаемых.

Уже первые исследователи высказывали предположения о минеральных богатствах далеких и суровых якутских земель. В материалах экспедиций И. Г. Гмелина, П. Ф. Анжу, Ф. П. Врангеля, М. М. Геденштрома и других первопроходцев XVIII—XIX вв. встречаются упоминания о случайных, редких находках железняков, каменных углей, серебряно-свинцовых руд, горного хрусталя. Из описаний этих экспедиций стало известно о существовании в XVIII в. железоделательного завода на базе местных руд в окрестностях г. Якутска и серебряно-свинцовых рудников в Западном Верхоянье.

После установления Советской власти были начаты планомерные геологические исследования, которые привели к открытию оловорудных месторождений в Западном Верхоянье, бассейне р. Яны, месторождений железных руд в Южной Якутии и каменных углей в Ленском угольном бассейне. Геологические исследования в пределах республики расширились после создания в 1957 г. Якутского территориального геологического управления. Геологи Якутского ордена Ленина геологического управления в короткие сроки внесли огромный вклад в изучение геологии и металлогении регионов Якутии, открытие и изучение рудных районов, узлов и месторождений. В результате была создана минерально-сырьевая база для развивающейся горнодобывающей промышленности республики.

В томах XVIII, XXX, XLII «Геологии СССР» приведены описания геологического строения Южной, Западной и Восточной Якутии. Настоящий том посвящен характеристике полезных ископаемых всей территории Якутской АССР. Месторождения полезных ископаемых сосредоточены на огромных площадях Сибирской платформы и Верхояно-Колымской складчатой области. Вместе с тем, в отдельных рудных районах и узлах наблюдается концентрация комплексов полезных ископаемых, что создает благоприятные геолого-экономические условия их освоения.

Степень изученности геологического строения и закономерностей размещения полезных ископаемых на территории Якутии, по сравнению с другими регионами нашей страны, еще недостаточна, при этом она меняется в разных районах и по видам минерального сырья. Наиболее изучены районы Алданского щита, площади распространения кимберлитового магматизма и отдельные рудные узлы Восточной Якутии. На описываемой территории главное внимание уделялось изучению тех полезных ископаемых, которые могут быть эффективно освоены в геолого-эко-

номических условиях Якутии. Многие виды полезных ископаемых выявлены и изучены в процессе геологического картирования, ограниченного комплекса поисковых работ, что и определило схематичность знаний вещественного состава, происхождения и закономерностей их размещения.

Геологические предпосылки на территории Якутской АССР позволяют рассчитывать на обнаружение не только новых месторождений, но и новых рудных узлов и новых формационных типов оруденения.

Наиболее важное значение в ближайшие годы на территории Якутской АССР будут иметь месторождения олова, сурьмы, полиметаллов, железа, апатитов, каменных углей и природного газа. На базе этих месторождений созданы или планируется создание горнодобывающих предприятий. Перед геологами Якутского территориального геологического управления поставлена важная задача прироста запасов полезных ископаемых в экономически освоенных районах и выявление новых перспективных типов минерального сырья. Геологические предпосылки позволяют рассчитывать на успешное решение поставленных задач.

В составлении тома принял участие большой коллектив геологов Якутского территориального геологического управления, а также Института геологии ЯФ СО АН СССР и других организаций. Большинство авторов являлись непосредственными исполнителями геологоразведочных работ и исследователями месторождений. Основная работа по составлению и подготовке к печати настоящего тома выполнена в Центральной комплексной тематической экспедиции Якутского территориального геологического управления. Научное редактирование всего текста тома осуществил Ю. В. Архипов, разделы тома, посвященные Южной Якутии, — И. М. Фрумкин.

В подготовке тома к изданию участвовали М. Г. Дорошенко, Л. Л. Катюжан, С. С. Келле, Н. М. Кондрашова, Н. В. Раздьяконова, Т. Н. Соловарова и Ю. Н. Хлопкин.

Авторы и редколлегия тома надеются, что представленные в книге материалы достаточно полно характеризуют богатства недр Якутии и помогут выявлению новых месторождений и повышению эффективности геологоразведочных работ, дальнейшему изучению закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых, структур рудных полей и вещественного состава рудных формаций.

ВВЕДЕНИЕ

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Первые сведения об орографии, геологическом строении и полезных ископаемых Якутской АССР можно найти в материалах экспедиций Российской Академии Наук в XVIII—XIX вв. под руководством русского академика И. Г. Гмелина, лейтенанта П. Ф. Анжу, адмирала Ф. П. Врангеля, русского путешественника М. М. Геденштрома, академика А. Ф. Миддендорфа, Н. Г. Меглицкого, полярного исследователя Э. В. Толля, гидрографа Г. И. Сарычева, русских исследователей Восточной Сибири А. Л. Чекановского, А. А. Бунге, И. Д. Черского и др.

В результате работ экспедиций уже в XVIII—XIX вв. на территории Якутии стали известны месторождения и проявления железных и серебряноцинковых руд, каменных углей и каменных солей и были высказаны догадки о нахождении здесь других видов полезных ископаемых. В это время стали поступать сведения о разработке серебряноцинковых руд в центре Верхоянских гор (Западное Верхоянье) и выплавке местными жителями железа в Центральной Якутии и в бассейне р. Колымы. В XVIII в. железными деталями, полученными из местных буро-железняковых руд, снабжались первые русские экспедиции, в том числе экспедиция В. Беринга.

В начале XX в. на территории Якутии вели работу экспедиционные отряды Геологического комитета, которые изучали геологическое строение бассейнов рек Лены, Алдана, Вилюя (В. Н. Зверев), центральной части Сибирской платформы (Л. Г. Ржонский), Приморской низменности и Ляховских островов (К. А. Воллосович).

Планомерное изучение территории Якутской АССР началось в годы Советской власти. В 1923 г. в Якутии геолог В. Б. Бертин и местный житель М. Л. Тарабукин открыли россыпные месторождения золота на Алданском щите, положившие начало горнопромышленному освоению Южной Якутии. В период 1925—1937 гг. изучались и осваивались россыпные месторождения, а также были открыты первые рудные месторождения (В. Н. Зверев, Ю. А. Билибин, Е. С. Бобин, А. И. Кукс, Ю. К. Дзевановский и многие другие). В 1933 г. Д. С. Коржинский теоретически обосновал перспективы Алданского щита на флогопит, а в 1936 г. Ю. К. Дзевановский обнаружил в аллювии р. Куранах (Центральный Алдан) кристаллы флогопита, в 1937 г. было выявлено первое коренное месторождение флогопита. В эти же годы А. И. Кукс и другие исследователи обнаружили первые местонахождения магнетитовых руд в пределах Алданского щита.

Изучение геологического строения и стратиграфии докембрийских отложений Сибирской платформы с целью определения перспектив поисков месторождений нефти, каменных солей и других полезных ископаемых в 30-е годы выполнили Г. Э. Фришенфельд, В. М. Сенюков, О. В. Флерова, Ф. Т. Гурари, В. А. Ярмолук и др. В 1936 г. в бассейне р. Туолба открыта первая небольшая нефтяная залежь в нижнепалеозойских отложениях.

С 1932 г. было начато систематическое изучение полиметаллического оруденения Западного Верхоянья, которое привело затем к открытию первых оловорудных месторождений и позволило академику С. С. Смирнову высоко оценить перспективы оловоносности Якутии. В последующие годы работы А. И. Муромцева, М. М. Дубовика, Г. И. Борисова, П. П. Епифанова, И. П. Атласова, К. К. Демокидова, В. К. Чайковского и многих других помогли обнаружить, разведать и изучить рудные и россыпные месторождения олова.

В конце 30-х годов были опубликованы труды С. В. Обручева, С. С. Смирнова, Ю. А. Билибина и Г. Д. Падалки о геологическом строении, магматизме и металлогении обширной территории Якутии. В 1937 и 1940 гг. были изданы геологические карты СССР под редакцией Д. В. Наливкина, где впервые геологическое строение Якутии было показано без «белых пятен».

В годы Великой Отечественной войны и первое послевоенное десятилетие геологические исследования в Якутии значительно расширились и были направлены на поиски и разведку важнейших видов горнорудного сырья. В результате деятельности районных геологических управлений, а также других научных и производственных организаций была расширена минерально-сырьевая база Якутии и на ее основе созданы горнодобывающие предприятия.

Поисковые работы в этот период привели к открытию нового района с россыпными и рудными месторождениями олова. Были выявлены золоторудные месторождения, начаты изучение и разведка крупных месторождений железа и каменных углей.

В послевоенный период были сделаны крупные научные обобщения: составлены геологические карты Северо-Востока СССР [1953 г.], тектонические схемы Ю. М. Пущаровского, К. Я. Спрингиса, Л. А. Сняtkова и первые металлогенические карты Якутской АССР и др.

В разные годы В. И. Вернадский, Н. К. Высоцкий, В. С. Соболев, Г. Моор и другие предсказывали возможность открытия на территории нашей страны, в том числе в Якутии, коренных месторождений алмазов. Работы, проводимые в этом направлении на территории Сибирской платформы, как известно, привели к открытию алмазоносной провинции. В 1949 г. Г. Х. Файнштейн обнаружил алмазы в аллювиальных отложениях, а в 1955 г. Ю. Н. Хабардин открыл первое месторождение алмазов — кимберлитовую трубку «Мир».

В 1957 г. было организовано Якутское геологическое территориальное управление, которое стало единым центром геологического изучения территории Якутии. За относительно короткий срок деятельности управления были открыты новые месторождения железных руд и апатитов на Алданском щите; расширены перспективы рудной оловоносности и открыты новые районы рудной и россыпной металлоносности; обнаружено и изучено большое число месторождений ископаемых углей в Южно-Якутском (преимущественно коксующиеся марки углей) и Ленском угленосных бассейнах; открыты две нефтегазоносные провинции и многие другие виды минерального сырья. Помимо геологов Якутского территориального геологического управления в изучении геологического строения, тектоники, магматизма и полезных ископаемых Якутии принимали участие сотрудники Института геологии ЯФ СО АН СССР, ВСЕГЕИ, НПО «Севморгео», НПО «Аэрогеология», ГИН АН СССР, ЦНИГРИ, Института геологии и геофизики СО АН СССР, ВИС и др.

Первые металлогенические обобщения по территории Якутской АССР принадлежат С. С. Смирнову и Ю. А. Билибину, выполненные ими в конце 30-х годов. С. С. Смирнов впервые описал металлогению Верхоянской области, проявления меди, полиметаллов, благородных ме-

таллов, сурьмы, мышьяка и олова. С. С. Смирнову принадлежит (совместно с В. А. Цареградским) первое металлогеническое районирование Северо-Востока СССР и установление в пределах этого региона четырех металлогенических областей. Разработанная в эти годы С. С. Смирновым классификация месторождений имела большое значение для поисков и открытия рудных и россыпных месторождений.

Ю. А. Билибин установил ряд важных металлогенических закономерностей, сохранивших свое значение до настоящего времени. Он указал на узловое распределение мезозойских щелочных интрузий и связанных с ними месторождений, приуроченность их к прогибам кристаллического фундамента и зонам пересечения глубинных разломов.

Современная степень изученности все еще не позволяет с достаточной полнотой охарактеризовать все особенности металлогении обширной территории Якутской АССР, магматические формации и комплексы рудных формаций, расшифровать и выделить экзогенные продуктивные формации, провести однозначное металлогеническое районирование для всех видов минерального сырья, установить связи рудных месторождений с магматическими, метаморфическими и осадочными формациями и на этой основе всесторонне рассмотреть закономерности размещения полезных ископаемых. Поэтому ниже рассмотрены лишь основные металлогенические эпохи Якутии и некоторые особенности их проявления в отдельных регионах.

ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ЭПОХИ

На обширной территории Якутской АССР располагаются такие разнородные в геологическом отношении крупные структуры, как восточная часть Сибирской платформы, западная часть Верхояно-Колымской складчатой области и окраины Байкало-Становой, Новосибирской и Чукотской складчатых систем. Различия в металлогенической специализации этих регионов обусловлены особенностями проявления большого числа металлогенических эпох в течение весьма длительной (около 4 млрд. лет) истории геологического развития крупных структур Якутии.

Наиболее древняя раннеархейская металлогеническая эпоха связана с формированием на Алданском щите самого древнего структурно-вещественного комплекса — иенгского. Вулканогенно-осадочные породы комплекса накапливались в условиях первичной геосинклинали (протогеосинклинали), дифференцированной на ряд структурно-формационных зон.

В результате последующего регионального метаморфизма (гранулитовая фация) все породы были преобразованы в кварциты, мраморы, основные кристаллические сланцы и глиноземистые гнейсы. Среди этого комплекса на различных стратиграфических уровнях обнаружены пласты и линзы железистых кварцитов и корундовых пород (последние только в холодниканской свите и рассматриваются как метаморфизованные архейские бокситы). Железистые кварциты широко распространены в Зверевской структурно-формационной зоне эвгеосинклинали типа, охватывающей южную периферию Алданского щита. Число и мощности пластов железистых кварцитов и содержания в них железа возрастают снизу вверх по разрезу серии; в холодниканской свите обнаружены самые древние в пределах Алданской провинции месторождения железистых кварцитов. Эти месторождения группируются в железорудные районы. Иенгский комплекс представляет интерес для поисков существенно высокоглиноземистых пород — силлиманитовых гнейсов как возможного алюминиевого сырья (верхнеалданская свита и др.).

Формирование иенгрского комплекса сопровождалось внедрением интрузивных массивов основного и ультраосновного состава. Особенно интенсивно этот процесс проявился в Зверевской структурно-формационной зоне. Здесь известны массивы метагаббро, метаперидотитов и дифференцированные интрузии основного состава (Кавактинская и др.). В некоторых из них установлена магматогенная рудная минерализация, представленная скоплениями титаномагнетитовых руд с сульфидами.

Позднеархейская (раннесубганская) металлогеническая эпоха связана с формированием субганского структурно-вещественного комплекса, представленного образованиями дес-леггьерской серии в центральной и борсалинской серии в западных частях Алданского щита. Структурное положение комплекса, особенности вещественного состава и магматизма позволяют предполагать, что он сформирован в условиях древнейших линейных прогибов типа трогов, тектонический режим в которых был близок эвгеосинклиналам.

В позднеархейскую эпоху в этих прогибах накапливались вулканические породы основного состава, кремнистые, карбонатные и глинисто-мергелистые породы и происходило внедрение многочисленных интрузий габбро-перидотитовой и габбро-диоритовой формаций. В результате регионального метаморфизма амфиболитовой и иногда эпидот-амфиболитовой фаций все они превращены в основные кристаллические сланцы, кварциты, мраморы, диопсидовые породы и кристаллические сланцы, высокоглиноземистые гнейсы, амфиболиты, метагаббро, метаперидотиты и метагаббро-диабазы.

В процессе субганского позднеархейского осадконакопления сформировались железисто-мергелистые, железисто-кремнисто-карбонатные и железисто-кремнистые осадки в центральной части Унгра-Тимптонского синклиория, в Эмельджакской синклинали, в Чаро-Токкинской, Ханинской, Тас-Миелинской и Олекмо-Амгинской складчатых зонах. Районы накопления существенно железистых осадков контролировались зонами глубинных разломов. В процессе регионального метаморфизма за счет этих железистых осадков были сформированы промышленные месторождения магнетитовых, гематит-магнетитовых, мартитовых руд.

Позднеархейская (раннесубганская) металлогеническая эпоха по времени и геологическим условиям своего проявления близка позднеархейским эпохам железнакопления на Украине, в Карелии и на Кольском полуострове. В эту эпоху на западе Алданского щита дважды происходило интенсивное накопление пород железисто-кремнистой формации. Первый этап совпадал по времени с активным вулканизмом основного состава и накоплением осадков темулякитской свиты, второй — с формированием осадочных пород тяньской свиты борсалинской серии. Железистые кварциты этих двух этапов сейчас известны во всех структурах западной части Алданского щита, сложенных образованиями борсалинской серии. Для верхнего горизонта характерны повышенные содержания титана, ванадия и кобальта. С борсалинской серией на юго-западе Алданского щита связаны месторождения силлиманит-кордиеритовых гнейсов, которые могут рассматриваться как алюминиевое сырье.

В позднеархейскую эпоху эффузивные излияния сопровождалось внедрением интрузий основных и ультраосновных пород, претерпевших такой же метаморфизм, как и вмещающие осадочно-вулканогенные толщи борсалинской серии. В конце эпохи в зоне субширотного краевого шва, разделявшего Алданский щит и Становую складчатую область, сформировались крупные массивы анортозитов. Эти метаморфизованные магматические породы вмещают разнообразную эндогенную мине-

рализацию и представляют интерес для поисков месторождений титана, ванадия, кобальта, а также апатитов.

Позднеархейско-раннепротерозойская (позднесубганская) металлогеническая эпоха Алданского щита отличается широким проявлением гранитоидного магматизма, постмагматической деятельности и связанного с ними эндогенного рудогенеза. Абсолютный возраст геологических образований данной эпохи определяется в 2—2,5 млрд. лет. Именно позднесубганская эпоха — главный этап образования гранитов, проявления процессов гранитизации, внедрения пегматитов и метасоматической деятельности. Все эти процессы по времени совпали с завершением развития субганских геосинклинальных систем на западе и юго-западе Алданского щита. Большая часть гранитоидов на остальной части Алданского щита также является продуктом позднесубганской эпохи — наиболее часто встречающиеся значения их абсолютного возраста около 2 млрд. лет [Фрумкин И. М., Нужнов С. В., 1968] отражают действительное время их возникновения и не являются омоложенными. Все это определяет большое значение позднесубганской эпохи для металлогении всего Алданского щита.

Гранитизация и гидротермально-метасоматические процессы наиболее интенсивно проявились в протяженных зонах субмеридиональных (на западе) и диагональных (в центральной части) зон глубинных разломов. Именно поэтому размещение возникших в позднесубганскую эпоху месторождений контролируется зонами глубинных разломов этих простираний. Это следует учитывать при определении направления поисковых работ на такие виды полезных ископаемых, как редкие металлы, флогопит и апатит. Последние два вида минерального сырья, по многочисленным (более 100) радиологическим измерениям, образовались 1,8—2,2 млрд. лет назад. Возникновение промышленных концентраций флогопита и апатита несомненно обусловлено региональным проявлением активного метасоматоза. Вероятно, что этот метасоматоз связан с постмагматической деятельностью заключительных фаз субганского гранитоидного магматизма, проявившимся по наиболее ослабленным зонам разломов, таких как Нимнырская, Хатыминская, Иджакская, Эмельджакская и др. Эти же процессы, вероятно, обусловили метасоматические преобразования (усложнение минерального состава и морфологии рудных тел, появление секущих рудных тел и т. п.) в железорудных месторождениях — продуктах позднеархейской (раннесубганской) металлогенической эпохи.

В результате формирования субганских гранитоидов и их постмагматической деятельности в позднеархейско-раннепротерозойскую эпоху на Алданском щите возникли месторождения редких металлов, редкометальных и мусковитовых пегматитов, молибдена, флогопита и апатита. Редкометальная минерализация широко проявлена на западе Алданского щита. Здесь известна протяженная зона щелочных метасоматитов и метасоматически переработанных глиноземистых пород субганского комплекса. Редкометальные и мусковитовые пегматиты распространены вдоль зон глубинных разломов — Темулякитской (на западе) и Становой (на юге). Генетически пегматиты связаны с позднескладчатыми гранитоидами субганского комплекса. К субганской эпохе могут быть отнесены проявления в Тунгурчинском районе, представленные участками метаморфических пород с молибденитом; проявления молибденита известны и в Оюмракском флогопитоносном районе. В гидротермально-метасоматических образованиях данной эпохи обнаружены также проявления вольфрама, меди и других металлов.

Многочисленные месторождения и проявления флогопита позднесубганской эпохи составляют широко известную Алданскую флогопи-

тоносную провинцию. Размещение флогопита контролируется крупными зонами глубинных разломов (Нимырская, Эмельджакская и др.). В их пределах локализованы все значительные месторождения флогопита. Здесь открыто Селигдарское месторождение апатита в архейских метаморфических породах федоровской свиты. Оруденение также приурочено к зоне разлома, в которой известны и другие апатитопроявления.

В настоящее время степень изученности Анабарского массива не позволяет выделить в его пределах архейские металлогенические эпохи. Можно только предполагать, что их последовательность и характер проявления рудогенеза будут близкими таковым Алданского щита.

В раннепротерозойскую (удоканская) металлогеническую эпоху происходило накопление мощных терригенных и хемогенных осадочных пород во впадинах на западе Алданского щита. В Кодаро-Удоканском прогибе эти отложения выделены в удоканский структурно-вещественный комплекс, включающий кодарскую, чинейскую и кеменскую серии осадочных пород. В расположенных северовосточнее Нижне-Ханинской, Олдонгсинской и Угуйской впадинах разновозрастные отложения выделены в составе угуйского комплекса. Отложения удоканского и угуйского комплексов подвергались складчатости и региональному метаморфизму зеленосланцевой фации и прорваны гранитоидами, возраст которых 2—1,6 млрд. лет.

Наиболее широко известный тип минерализации удоканской металлогенической эпохи — стратиформное медное оруденение в песчаниках кеменской серии Кодаро-Удоканского прогиба (за пределами Якутской АССР). Проявления медной минерализации аналогичного типа обнаружены на востоке Угуйской впадины. Раннепротерозойские отложения могут быть также перспективны и на другие металлы в углито-глинистых толщах с пиритом, которые широко распространены в отложениях сеймдинской серии. Удоканская эпоха является также потенциально марганценосной. В Угуйской впадине в карбонатных породах сеймдинской серии известны проявления марганца в пластах кремнистых доломитов, что позволяет рекомендовать ее для поисков карбонатных марганцевых руд.

В течение среднего протерозоя на большей части Алданского щита и Анабарского массива существовал континентальный режим, а образованию платформенного чехла предшествовало формирование на породах складчатого фундамента кор выветривания. В начале позднепротерозойской эпохи продукты кор выветривания были переотложены в базальные слои платформенного чехла, которые могут представлять интерес для поисков бокситов (мукунская свита Анабарского массива, гонамская свита восточной части Алданского щита и их стратиграфические эквиваленты).

С начала позднепротерозойского этапа на Алданском щите и Анабарском массиве установился типично платформенный тектонический режим. Накопление терригенных и хемогенных осадков происходило в мелководных бассейнах на западной и восточной периферии Алданского щита, где сформировались соответственно патомский и учурмайский терригенно-карбонатные комплексы. Магматизм позднепротерозойской металлогенической эпохи является типично платформенным (трапповым) и представлен поясами даек и, реже, пластовыми телами диабазов в осадочном чехле. Вероятно, с трапповым магматизмом следует связывать образование 1,3—1,5 млрд. лет назад месторождений горного хрусталя.

Позднепротерозойская (средне-позднерифейская) металлогеническая эпоха перспективна на ряд экзогенных по-

лезных ископаемых. В восточной части Алданского щита в отложениях малгинской свиты залегают горючие сланцы. Это самый древний сланценосный бассейн Якутии. В верхнепротерозойских отложениях этой части щита обнаружены и другие высокобитуминозные породы, что позволяет положительно оценивать перспективы этого района и других областей восточной части Сибирской платформы на поиски залежей нефти и газа. В отложениях лахандинской свиты Юдомо-Майского прогиба установлены проявления бокситов. Эти же отложения представляют интерес для поисков марганцевой минерализации и фосфоритов. Проявления каолиновых глин установлены в юмастахской свите Анабарского массива и повышенные содержания марганца — в уджинской свите одноименного поднятия. В верхнепротерозойских отложениях Приколымского поднятия, формировавшихся в условиях, близких парагеосинклинальному режиму, открыты стратиформные проявления марганца, железа, хрома, титана и других полезных ископаемых.

Позднепротерозойская эпоха может представлять интерес для поисков как экзогенных, так и эндогенных рудных месторождений.

Позднепротерозойско-раннепалеозойская (юдомская) металлогеническая эпоха широко проявилась на Сибирской платформе и на большей части Верхояно-Колымской складчатой области в условиях, вероятно, парагеосинклинального режима. С этой эпохой связаны в Якутии проявления ультраосновного, щелочного и основного магматизма. В пределах Алданского щита и Сетте-Дабанского горст-антиклинория в позднем протерозое возникли массивы ультраосновных щелочных пород типа Арбарастахского и Горноозерского, в эту же группу условно включен Инаглинский массив, сложенный в центральной части дунитами. Позднепротерозойские ультраосновные щелочные и основные магматические породы Анабарского массива и смежных площадей слагают массивы Томтор, Богдо и другие небольшие интрузивные тела. В пределах Селеняхского горст-антиклинория в верхнепротерозойских отложениях установлены небольшие интрузивные тела дунитов, пироксенитов и разнообразных габброидов.

С Инаглинским массивом в центральной части Алданского щита генетически связаны месторождения и проявления хромитов и флогопита. В процессе формирования мезо-кайнозойских кор выветривания за счет последнего образовалось месторождение вермикулита. Практический интерес может представлять магнетитовая, титаномагнетитовая, редкометалльная, флогопитовая и апатитовая минерализации, генетически связанные с карбонатитами массивов ультраосновных щелочных пород. Часть щелочных пород массивов (нефелины, уртиты, ийолиты) можно рассматривать и как потенциальное алюминиевое сырье. С массивами ультраосновных щелочных пород в пределах Анабарского массива связаны скопления нефелиновых пород — потенциального алюминиевого сырья; в них установлены скопления апатитовых и железных руд и проявления редкометалльной минерализации. В пределах Селеняхского горст-антиклинория с магматическими образованиями юдомской эпохи связаны проявления хромитов, редких металлов, титаномагнетитовых руд, талька и асбеста.

Продуктивна юдомская эпоха и в отношении образования экзогенных полезных ископаемых. В пределах восточной части Сибирской платформы (Ботуобинское и Тас-Юряхское поднятия) в верхнепротерозойско-нижнепалеозойских отложениях открыты промышленные залежи горючего газа и имеются возможности расширения нефтегазопользовательских работ в этих отложениях. Проявления самородной серы на северо-западном склоне Алданского щита на участке от среднего течения

р. Олекма до р. Чара приурочены к сульфатно-карбонатным отложениям юдомской свиты, что позволяет выделить здесь сералахский продуктивный горизонт. В отложениях бикской и юдомской свит Сетте-Дабанского горст-антиклинория и Учуро-Майского прогиба выявлены пласты кремнисто-глинистых сланцев с фосфоритами. Эти проявления выделены в Кыллахскую фосфоритоносную площадь. В междуречье Белой и Юдомы установлена предъюдомская остаточная латеритная кора выветривания со свободным глиноземом, что позволяет положительно оценить перспективы территории на поиски бокситов.

В пределах Сетте-Дабанского горст-антиклинория открыта свинцово-цинковая минерализация стратиформного типа. Галенит-сфалеритовые руды локализируются в доломитах верхней половины юдомской свиты и, частично, в нижних горизонтах пестроцветной свиты нижнего кембрия. В нижней половине юдомской свиты обнаружены проявления меди, вероятно, также стратиформного типа. Все это расширяет перспективы поисков стратиформных типов минерального сырья. Гидрохимический состав природных вод и отдельные экзогенные проявления полиметаллов на этом же стратиграфическом уровне позволяют отнести к числу перспективных для поисков полиметаллического оруденения восточный и северный склоны Алданского щита.

Раннепалеозойская металлогеническая эпоха характеризуется преобладанием экзогенных полезных ископаемых. По времени она совпала с формированием основных структур Лено-Енисейской плиты на платформе и парагеосинклинального преимущественно карбонатного комплекса в восточном складчатом обрамлении Сибирской платформы. На платформе образовались грандиозные скопления нижнекембрийских каменных солей и проявления самородной серы в отложениях ленского яруса Ботуобинского поднятия и северного склона Алданского щита, нижнекембрийские флюориты Алданского щита, целестин в верхнекембрийских и силурийских отложениях Ботуобинского поднятия и Анабарского массива, фосфориты в пестроцветной и иниканской свитах Сетте-Дабанского горст-антиклинория и среднего ордовика Ньюской впадины, медистые песчаники в верхнекембрийских и нижнеордовикских отложениях Предбайкальского краевого прогиба и др. В пределах Хараулахского антиклинория в горизонте доломитов в нижней части амгинского яруса среднего кембрия обнаружены преимущественно цинковые руды стратиформного типа.

В течение раннепалеозойской эпохи на территории Сибирской платформы в больших масштабах происходило накопление высокобитуминозных отложений. Особенно выделяются кембрийские отложения восточной структурно-фациальной зоны, которые прослеживаются от Оленекского поднятия на юго-восток до Юдомо-Майского прогиба. В ленский и амгинский века раннего кембрия здесь образовались горючие сланцы Оленекского и Синско-Майского сланцевых бассейнов. Сланцы этих бассейнов содержат ванадий, молибден, медь, никель и другие металлы. Этот стратиграфический уровень может оказаться важным для поисков стратиформных месторождений указанных металлов.

Благоприятны перспективы нижнепалеозойских отложений для поисков месторождений природного газа и нефти. В пределах Ботуобинского поднятия из нижней части разреза кембрийских отложений (осинский горизонт) уже получены промышленные притоки газа. Можно ожидать открытие залежей в нижнепалеозойских отложениях на северном склоне Алданского щита, в Ангаро-Ленском прогибе, склонах Анабарского массива и на других структурах.

Среднепалеозойская металлогеническая эпоха является одной из наиболее продуктивных на территории Якутии. Она связана с усилением тектонических движений, образованием в пределах Сибирской платформы обособленных впадин и поднятий, с формированием в среднем палеозое такой крупной структуры, как Патомско-Вилюйский авлакоген. Вся область осадконакопления платформы разделилась на ряд структурно-формационных зон, характеризующихся большой пестротой накапливающихся осадков. Структурная перестройка затронула в среднем палеозое и территорию Верхояно-Колымской складчатой области (в частности, Колымский срединный массив), где также обособились несколько структурно-формационных зон.

Среднепалеозойская эпоха ознаменовалась резким усилением магматической деятельности, проявившейся в большинстве геологических структур Якутии. На территории восточной части Сибирской платформы широко проявился в эффузивной и интрузивной форме основной магматизм (трапповая и трахибазальтовая формации). Размещение магматизма контролировалось Патомско-Вилюйским авлакогеном, с развитием которого, вероятно, связано и размещение среднепалеозойской щелочно-ультраосновной формации, в частности, кимберлитов. Среднепалеозойские кимберлиты образуют полосу северо-восточного простирания, согласную с простиранием авлакогена. Базитовые и родственные им магматические формации среднего палеозоя известны также в пределах Березовско-Кемпендяйской впадины, Кютюнгинского грабена, Хараулахского антиклинория, Оленекского поднятия, вероятно, Предбайкальского краевого прогиба, северной и южной (Лединская группа карбонатитовых массивов) частей Сетте-Дабанского горст-антиклинория и др. Более пестрый состав магматизма среднепалеозойской эпохи наблюдается в пределах Колымского и Омолонского массивов.

Главное богатство среднепалеозойской эпохи связано с формированием в некоторых районах Сибирской платформы щелочно-ультраосновного магматизма, сопровождавшегося образованием многочисленных кимберлитовых тел. Со среднепалеозойским трапповым магматизмом в среднем течении р. Лены связаны небольшие по размерам проявления железа, медной и свинцовой минерализации. Подобная минерализация открыта в Вилюйско-Мархинской и других зонах разломов. Предполагается также связь со среднепалеозойским магматизмом россыпных проявлений, с ним связывают и перспективы открытия хромитового оруденения. В пределах Уджинского поднятия вероятно приуроченность к среднепалеозойским массивам редкоземельной минерализации. В Сетте-Дабанском горст-антиклинории в девонской эффузивной джалканской серии известны проявления меди. В мелких массивах среднепалеозойских ультраосновных щелочных пород в карбонатах локализуется редкометальное оруденение.

Среднепалеозойская эпоха богата и экзогенными полезными ископаемыми. В девонских отложениях Приколымского поднятия обнаружено вкрапленное галенитовое оруденение стратиформного типа, в среднепалеозойских отложениях западного крыла Орулганского антиклинория выявлены проявления медистых песчаников и стратиформные залежи свинцово-цинковых руд. Вероятно, в среднем палеозое в пределах Ботуобинского поднятия были сформированы аллитовые породы, и этот район представляет интерес для поисков бокситов. С аридными климатическими обстановками связано формирование каменных солей в девонских отложениях Кемпендяйской и Нордвик-Хатангской впадин, проявления барита в Кютюнгинском грабене, самородной серы в де-

вонских отложениях Кемпендяйской, Нордвик-Хатангской впадин и Омудевского прогиба в Восточной Якутии.

На территории Сибирской платформы и в пределах Колымского срединного массива среднепалеозойские отложения часто битуминозны. На этом основании выделяется среднепалеозойский потенциальный нефтегазоносный комплекс. Наибольшие перспективы этот комплекс имеет в пределах Кемпендяйской, Ыгыатганской, Хатангской впадин и смежных площадей Сибирской платформы.

Начало позднепалеозойской металлогенической эпохи на территории Якутии ознаменовалось крупной перестройкой структурного плана и резкой сменой преимущественно карбонатного позднепротерозойско-среднепалеозойского осадконакопления на существенно терригенное в позднем палеозое—мезозое. На Сибирской платформе заложены и начали активно развиваться Тунгусская и Вилюйская синеклизы и сопряженная с ними Верхоянская область перикратонных опусканий.

На территории Восточной Якутии начала развиваться в раннекаменноугольную эпоху крупная Верхоянская миогеосинклиналь. Преобладающие формации на платформе — паралическая и лимническая угленосные, в пределах миогеосинклинали — черно- и сероцветные терригенные. С первыми из них связаны наиболее древние пласты ископаемых углей в восточной части Тунгусской синеклизы и Западного Верхоянья. С этими формациями связаны также залежи сидеритовых руд (Тунгусская синеклиза), марганосидеритов и фосфоритов (Западно-Верхоянский мегантиклинорий). В Вилюйской синеклизе к пермским отложениям приурочены промышленные залежи природного газа. В конце эпохи на территории Сибирской платформы проявился основной магматизм трапповой формации.

В центральных частях Верхоянской миогеосинклинали и в Верхоянской области перикратонных опусканий в течение позднего палеозоя формировались существенно глинистые толщи мощностью в несколько километров, которые впоследствии претерпели региональный метаморфизм от зеленосланцевой до эпидот-амфиболитовой фации, были сложно дислоцированы и часто интенсивно пиритизированы. В них могут быть обнаружены проявления разных металлов стратиформного типа.

Раннемезозойская металлогеническая эпоха на Сибирской платформе характеризовалась интенсивным проявлением траппового и кимберлитового магматизма. С трапповым магматизмом этой эпохи связано образование месторождений Сибирской шпатоносной провинции. В отдельных дифференцированных интрузиях известны проявления титана и других металлов, как правило, небольшие по масштабам. Не исключено открытие в раннетриасовых дифференцированных траппах кобальтсодержащего медно-никелевого оруденения.

В позднем триасе на значительной части Сибирской платформы сформировалась мощная кора выветривания. С этой корой выветривания связаны залежи марганцовистых железняков, подстилающие отложения укугутской свиты раннеюрского возраста. Вероятно, за счет разрушения этой же поздне триасовой коры выветривания образовались многочисленные залежи сидеритовых руд в отложениях укугутской свиты на территории Вилюйской синеклизы и смежных площадей, титаносных отложений иреляхской свиты и плинсбахского и тоарского ярусов Ботубинского поднятия. К этой же эпохе принадлежат цеолиты Тунгусской синеклизы, оолиты и каолиниты Ботубинского поднятия, фосфориты в нижнетриасовых отложениях Оленекского поднятия и другие виды экзогенных полезных ископаемых.

На территории Вилуйской синеклизы, Лено-Анабарского прогиба и Верхоянской миогеосинклинали в раннемезозойскую эпоху продолжали накапливаться черно-сероцветные морские и континентальные терригенные формации. В Вилуйской синеклизе и смежных площадях Предверхоянского краевого прогиба с триасовыми отложениями связаны основные промышленные запасы природного газа и перспективы их наращивания. В пределах центральных частей Верхоянской миогеосинклинали в среднем и позднем триасе, как и в позднем палеозое, продолжали формироваться существенно глинистые толщи больших мощностей. Все они претерпели региональный метаморфизм зеленосланцевой фации, на отдельных участках интенсивно пиритизированы и могут рассматриваться как перспективные для поисков рудных проявлений.

В конце раннемезозойской эпохи (ранняя и средняя юра) начался этап тектоно-магматической активизации на Алданском щите, выразившийся в образовании системы Южно-Алданских наложенных впадин. В течение юрского и мелового периодов в пределах впадин накопились мощные (до 4 км) толщи континентальных угленосных отложений, которые включают крупные месторождения (Нерюнгринское и др.) каменных углей коксующихся марок Южно-Якутского угленосного бассейна.

В позднемезозойско-кайнозойскую металлогеническую эпоху сформировались многие месторождения Якутской АССР. Эта эпоха совпадает по времени с замыканием Верхоянской миогеосинклинали и образованием Верхояно-Колымской складчатой области, заложением и развитием Предверхоянского краевого прогиба и продолжающейся тектоно-магматической активизацией в пределах Алданского щита. Эта эпоха определила современное металлогеническое районирование Якутии (в первую очередь Восточной Якутии, в меньшей степени — Алданского щита).

Тектоно-магматическая активизация в пределах Алданского щита проявилась в тектонических движениях по зонам глубинных разломов и внедрении щелочной, субщелочной и кислой магм. С мезозойским щелочным и субщелочным магматизмом связана золотоносность Алдана, в некоторых районах развита малосульфидная золото-кварцевая формация. С мезозойскими магматическими образованиями щита связаны также проявления молибдена и других металлов.

Позднемезозойско-кайнозойская металлогеническая эпоха в пределах Верхояно-Колымской складчатой области проявилась в широком развитии гранитоидного магматизма. В эту эпоху сформировались крупные гранитоидные массивы, множество мелких массивов, большое число поясов и серий даек от кислого до основного и щелочного состава. Определения абсолютного возраста показывают, что формирование магматических образований области происходило в интервале от поздней юры до палеогена. Завершалась магматическая деятельность формированием покровов палеогеновых базальтов.

Достаточно определена приуроченность рудных формаций молибдена, олова и вольфрама к массивам гранитоидов, что отражено в соответствующих разделах тома. Намечается также парагенетическая связь некоторых золоторудных формаций с комплексами малых интрузий и др. Часть полиметаллических месторождений тесно ассоциирует с оловянным оруденением и часто локализуется по периферии оловорудных узлов, что позволяет предполагать их парагенетические связи с меловыми гранитоидами. Другая группа полиметаллических месторождений изолирована от оловорудных месторождений и магматических образований и определить характер их связей затруднительно.

Невозможно определить связь с магматическими образованиями практически всех ртутных и сурьмяных формаций и др.

Достаточно отчетливо проявляется в пределах Восточной Якутии структурный контроль эндогенного оруденения. Месторождения и проявления локализуются в зонах протяженных глубинных разломов. В качестве примера можно привести Адыча-Тарынский разлом, в зоне которого концентрируются все известные сурьмяные месторождения.

Кайнозойская металлогеническая эпоха на большей части территории Якутии характеризуется формированием россыпной металлоносности. Важную роль в формировании россыпей играли процессы интенсивного химического выветривания в палеогене и неогене. Часто продукты кор выветривания служат промежуточными коллекторами, за счет которых формируются более молодые россыпи. Во многих районах наблюдается стратификация россыпей, распределение их по определенным стратиграфическим горизонтам.

Металлогенические эпохи из-за неоднородности строения и разной истории геологического развития неодинаково проявились в различных районах Якутии. На этом основании на территории Якутии можно выделить следующие крупные металлогенические провинции: Алданскую, Становую, Анабарскую (Западно-Якутскую), Тунгусскую, Верхояно-Колымскую и Лено-Вилюйскую.

Алданская металлогеническая провинция характеризуется преобладающим развитием эндогенных, метаморфогенных и экзогенных формаций докембрийских эпох (железные руды, апатиты, флогопит и др.), а также полезных ископаемых, связанных с эпохой мезозойской тектоно-магматической активизации (каменные угли Южно-Якутского бассейна и др.). **Становая провинция** отличается, главным образом, другим набором формаций этих же эпох. Например, в зоне Станового глубинного разлома обнаружены проявления мезозойской малосульфидной золото-кварцевой формации, известны также проявления медно-молибденовой формации, ртутной и сурьмяной минерализации и титаномагнетитовые руды в дифференцированных интрузиях основного и ультраосновного состава.

В Анабарской (Западно-Якутской) провинции главную ценность представляют кимберлитовые тела, образовавшиеся в среднепалеозойскую и раннемезозойскую металлогенические эпохи. С этими эпохами связаны основные экзогенные полезные ископаемые. В отложениях позднепротерозойских и раннепалеозойских эпох на территории провинции обнаружены промышленные залежи природного газа, горючие сланцы и многие другие виды экзогенных полезных ископаемых. Исключение составляет Анабарский массив, где проявились практически все перечисленные выше металлогенические эпохи.

Полезные ископаемые **Тунгусской провинции** сформировались, главным образом, в течение позднепалеозойской и раннемезозойской эпох. С первой из них связано формирование паралических и лимнических угленосных формаций, со второй — месторождений и проявлений исландского шпата.

Лено-Вилюйская провинция отличается от других провинций на территории Якутии преобладанием полезных ископаемых экзогенных формаций. В этой провинции размещены известные разведанные промышленные месторождения природного газа и имеются перспективы прироста запасов газа за счет залежей среди верхнепалеозойских и мезозойских отложений Вилюйской синеклизы. Здесь расположен Ленский угленосный бассейн, месторождения которого локализуются в верхнеюрских, меловых и третичных отложениях.

Верхояно-Колымская металлогеническая провинция содержит большие минеральные богатства. В пределах внешней (западной) ее части размещены позднепротерозойские, ранне- и среднепалеозойские месторождения и проявления цветных металлов стратиформного типа. Вероятно, подобные месторождения могут быть выявлены в пределах обрамления Колымского срединного массива. Основную ценность Верхояно-Колымской провинции представляют многочисленные месторождения позднемезозойской эпохи. Это преимущественно месторождения цветных и редких металлов.

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Общие сведения и нефтегеологическое районирование

Нефтегазопроисковые работы на территории Якутской АССР были начаты в 1932 г. на северном склоне Алданского щита, а позднее в Березовской впадине. Работы были ориентированы на поиски залежей нефти в верхнедокембрийских и нижнепалеозойских отложениях. До начала 50-х годов в этих районах концентрировалось все глубокое бурение, проводившееся якутскими геологическими организациями.

С начала 50-х годов почти весь объем поискового и разведочного бурения был сосредоточен в мезозойских и верхнепалеозойских отложениях центральной части Предверхоанского прогиба и на востоке Вилюйской синеклизы. Эти работы увенчались открытием восьми газовых и газоконденсатных месторождений. Указанные районы и сейчас остаются главными объектами поисковых и разведочных работ. В небольших объемах опорное и структурно-поисковое бурение проводилось в северной и южной частях Предверхоанского прогиба, на южном склоне Анабарского массива и в Кемпендяйской впадине.

В 1967 г. началось поисково-разведочное бурение в Ангаро-Ленском прогибе и на Ботуобинской седловине. Кроме упомянутых районов, геологические организации Главсевморпути в 1939—1953 гг. вели поиски нефти в палеозойских и мезозойских отложениях Нордвик-Хатангского и Оленекского районов. Они привели к открытию нескольких полупромышленных залежей нефти.

Материалы нефтегазопроисковых и разведочных работ наиболее полно обобщены в книгах «Лено-Вилюйская газоносная провинция» [Васильев В. Г., Трофимук А. А., Черский Н. В., 1970] и «Геологическое строение, перспективы нефтегазоносности Якутской АССР и направление поисковых и разведочных работ на нефть и газ» [1972], на карте нефтегеологического районирования Сибирской платформы под редакцией В. В. Семеновича и А. А. Трофимука [1975 г.].

Территория Якутской АССР по особенностям геологического строения и, соответственно, перспективам нефтегазоносности делится на две части: западную, включающую восточную часть Сибирской платформы и обрамляющие ее краевые прогибы, и восточную, охватывающую западную половину Верхояно-Чукотской области мезозойской складчатости.

В Западной Якутии в разрезе платформенного чехла можно выделить три крупных литолого-стратиграфических нефтегазоносных комплекса: верхнепротерозойско-нижнепалеозойский, потенциальный среднепалеозойский и верхнепалеозойско-мезозойский. На востоке Якутии в пределах Верхояно-Колымской складчатой области наиболее перспективны верхнемезозойские и кайнозойские отложения.

Нижний нефтегазоносный комплекс Сибирской платформы включает толщу пород (мощностью 2—12 км), в нижней части

которой преобладают терригенно-карбонатные, а в верхней — карбонатные и галогенно-карбонатные отложения. Наиболее широко распространены верхнепротерозойские (рифейские и «вендские — юдомские»)

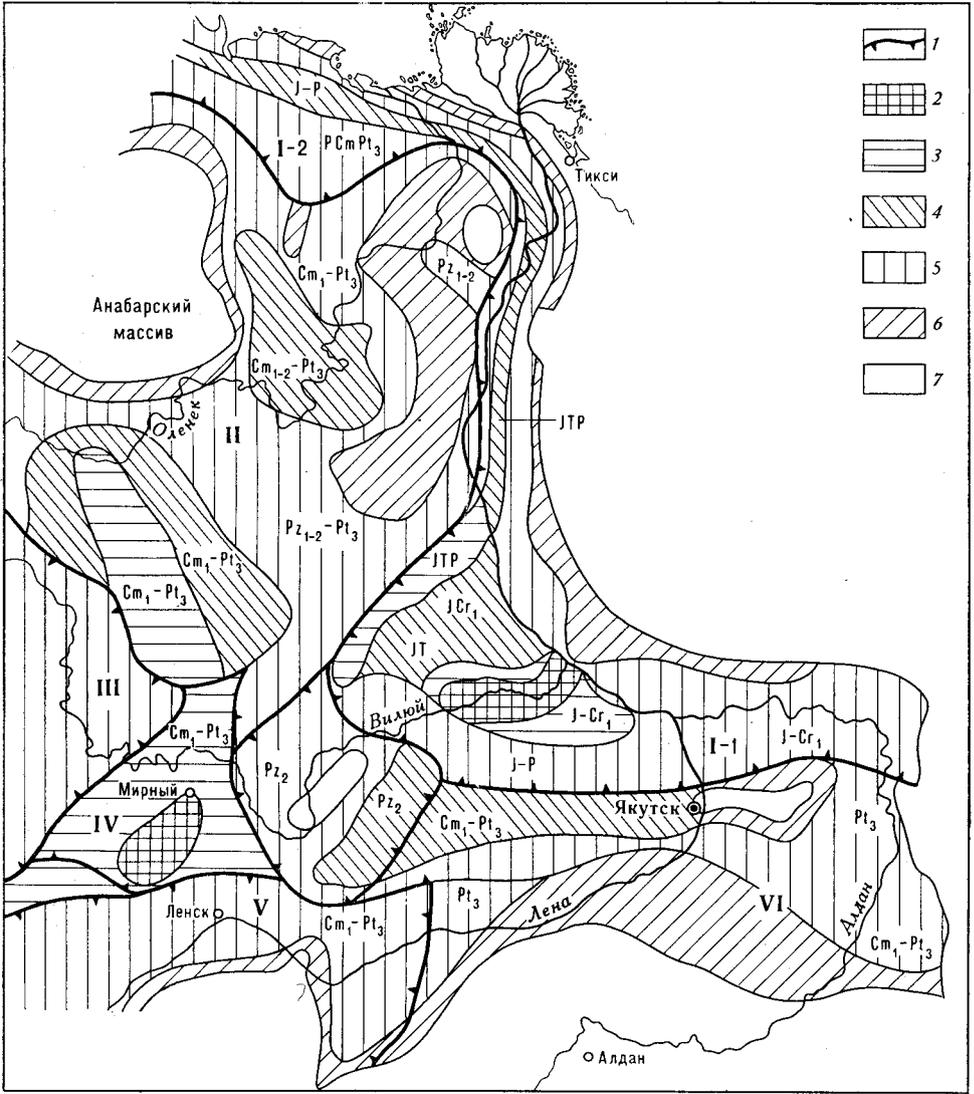


Рис. 1. Карта перспектив нефтегазоносности Западной Якутии. Составили: А. К. Бобров, Е. И. Бодунов, Д. К. Горнштейн, В. А. Каширцев, К. Е. Колодезников, К. К. Макаров, К. Б. Мокшанцев, А. Ф. Сафронов, Д. П. Сидоров, Ю. Л. Сластенов, Г. С. Фрадкин, Н. В. Черский.

1 — границы нефтегазоносных провинций; 2 — промышленно газоносные районы; 3 — территории высокоперспективные первой категории; 4 — территории высокоперспективные второй категории; 5 — территории перспективные; 6 — территории малоперспективные; 7 — территории бесперспективные

Стратиграфическими индексами указан возраст наиболее вероятных продуктивных горизонтов (до глубины 5000 м).

Хатангско-Вилуйская провинция: I-1 — Лено-Вилуйская и I-2 — Анабаро-Ленская области; Лено-Тунгусская провинция: II — Анабарская, III — Катангская, IV-V — Непско-Ботубинская и VI — Северо-Алданская области

и нижнекембрийские отложения, с которыми и связываются основные перспективы этого комплекса. В пределах Ботубинской седловины в отложениях комплекса обнаружены промышленные скопления газа, на

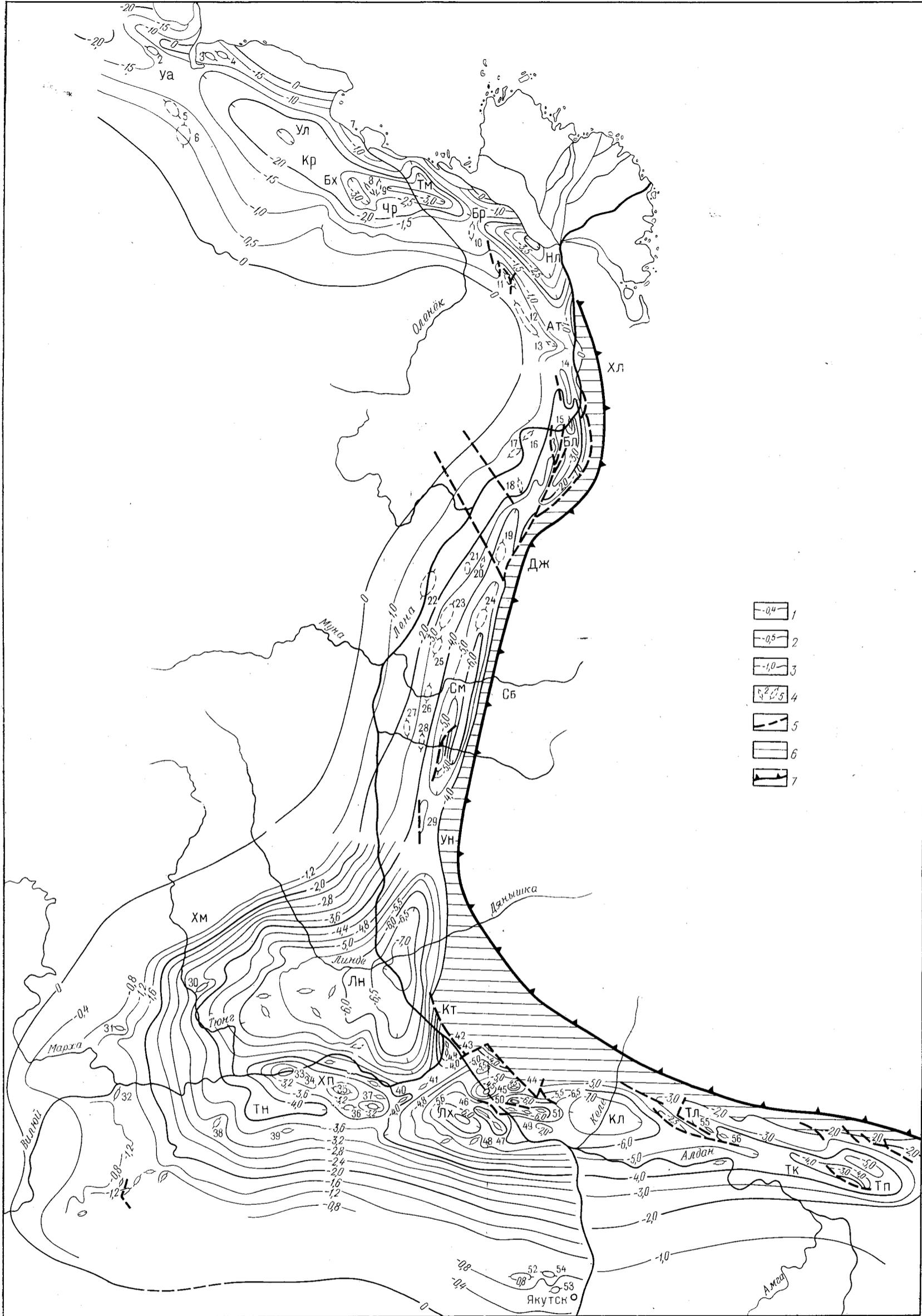


Рис. 2. Структурная карта Лено-Вилюйской области по подошве мезозойских отложений. Составили: Ю. Л. Сластенов, М. И. Дорман, В. А. Каширцев, А. Ф. Сафронов.

1 — изогипсы подошвы мезозоя по опорному сейсмическому горизонту; 2 — изогипсы по пересечению с сейсмических горизонтов и геологических границ в мезозойских отложениях; 3 — изогипсы по пересечению от дневной поверхности; 4 — антиклинали с амплитудой, меньшей сечения изогипс; 5 — разломы; 6 — зона линейной складчатости в Предверхоянском прогибе; 7 — граница с Верхоянской складчатой областью.

Структуры Лено-Анабарского прогиба: поднятия — Уа — Усть-Анабарское, Кр — Киренейское, Чр — Чарчынское, Бр — Берелехское, Ат — Атырканское; впадины — Ул — Уэлинская, Бх — Буолкалахская, Тм — Таймыльская, Нл — Нижне-Ленская; антиклинали — 1 — Тигяно-Анабарская, 2 — Южно-Тигянская, 3 — Мус-Хайнская западная, 4 — Мус-Хайнская восточная; 5 — Южно-Тигянская, 6 — Половинная, 7 — Улахан-Юряхская, 8 — Улахан-Чарчынская, 9 — Чарчынская, 10 — Огонерская, 11 — Куочастахская, 12 — Калниярская, 13 — Дьяппальская

Структуры Предверхоянского краевого прогиба: поднятия (выступы): Хл —

Хара-Улахский, Дж — Джарджанский, Ун — Ундюлюнговский, Кт — Китчанский, Тл — Тукуланский; См — Соболох-Майанский вал; Тк — Томпорукский вал; впадины: Бл — Булульская, Сб — Собольская, Лн — Линденская, Лх — Лунхинская, Кл — Келнинская, Тп — Томпонская; антиклинали: 14 — Сегаская, 15 — Кюсюрская, 16 — Бесюкинская, 17 — Говоровская, 18 — Сиктяхская, 19 — Южно-Сиктяхская, 20 — Дзэлбиргэлохская, 21 — Шапкинская, 22 — Джарджанская, 23 — Улахан-Тирехтанская, 24 — Натарская, 25 — Алакитская, 26 — Оймяконская, 27 — Моксоголохская, 28 — Собольская, 29 — Бегиджанская, 41 — Нижне-Вилюйская, 42 — Собо-Хайнская, 43 — Усть-Вилюйская, 44 — Нижне-Чечумская, 45 — Сангарская, 46 — Олойская, 47 — Бергенская, 48 — Кобаянская, 49 — Западно-Баламаканская, 50 — Эксеняйская, 51 — Восточно-Баламаканская, 55 — Длинныхская, 56 — Нижне-Градыгская.

Структуры Вилюйской синеклизы: Хп — Халчагайский мегавал, Хм — Хорого-чумская флексура, Тн — Тангарынский прогиб; антиклинали: 30 — Средне-Тюнгская, 31 — Южно-Сытыгская, 32 — Усть-Мархинская, 33 — Средне-Вилюйская, 34 — Толонская, 35 — Мастахская, 36 — Соболохская, 37 — Неджелнская, 38 — Бараканская, 39 — Хайлакская, 40 — Бадаранская, 52 — Уордахская, 53 — Западно-Магарасская, 54 — Моксоголохская

склонах Алданского щита и Анабарского массива известны притоки нефти, газа и нефтегазопроявления различного характера.

Отложения среднего потенциально нефтегазозоносного комплекса достоверно установлены в западной части Вилюйской синеклизы (Кемпендйская и Ыгыаттанская впадины), можно предполагать их распространение и в более восточных частях Вилюйской синеклизы. Представлены они терригенными, глинисто-карбонатными, карбонатными и галогенными отложениями мощностью от десятков метров до 5—6 км, большую роль играют пластовые и секущие тела траппов, прослоев туфов и туффитов. Значительных нефтегазопоявлений в отложениях среднего палеозоя не отмечено. Его выделение в качестве потенциально нефтегазозоносного комплекса основывается на общих геологических предпосылках.

Верхнепалеозойско-мезозойские отложения верхнего нефтегазозоносного комплекса, мощность которого иногда превышает 5—7 км, представлены почти исключительно терригенными морскими и континентальными отложениями. С ними связаны месторождения газа и проявления газа и нефти.

Условия залегания, литолого-фациальные особенности и площадное распространение нефтегазозоносных комплексов позволяют выделить на территории платформенной части Якутии две нефтегазозоносные провинции (рис. 1).

Хатангско-Вилюйская нефтегазозоносная провинция объединяет ряд крупных структур по северной и восточной окраинам Сибирской платформы: Хатангская впадина, Лено-Анабарский прогиб, Предверхоанский прогиб, восточная часть Вилюйской синеклизы. Общим для всех этих структур, что обусловило их объединение в провинцию, является сходная история геологического развития, расположение в краевых частях Сибирской платформы и широкое распространение верхнепалеозойско-мезозойских терригенных отложений верхнего нефтегазозоносного комплекса, с которым и связываются основные перспективы рассматриваемой провинции.

В пределах Якутской АССР в составе Хатангско-Вилюйской провинции выделены Лено-Вилюйская и Лено-Анабарская нефтегазозоносные области. Лено-Анабарская область охватывает северную ветвь Предверхоанского краевого прогиба. Отличие от остальной части прогиба заключается в ином составе, фациальных особенностях и мощностях отдельных стратиграфических подразделений.

Лено-Тунгусская нефтегазозоносная провинция охватывает большую часть Сибирской платформы и характеризуется повсеместным распространением верхнепротерозойских и нижнепалеозойских отложений, с которыми и связаны основные перспективы провинции. В ряде регионов провинции известны и отложения потенциально нефтегазозоносного среднепалеозойского комплекса. Лено-Тунгусская провинция в пределах Якутской АССР включает полностью или частично ряд нефтегазозоносных областей: Западно-Вилюйскую, Непско-Ботуобинскую, Северо-Алданскую, Катангскую и Анабарскую.

ХАТАНГСКО-ВИЛЮЙСКАЯ НЕФТЕГАЗОЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

Лено-Вилюйская нефтегазозоносная область

Первая положительная оценка перспектив нефтегазозоносности области принадлежит Н. С. Шатскому, который в 1932 г. выделил Вилюйскую синеклизу и Предверхоанский краевой прогиб как крупные тектонические структуры. В 1940 г. Н. Д. Цитенко в устье р. Вилюй на вы-

явленной им Усть-Вилюйской антиклинали обнаружил поверхностные выходы (грифоны) метанового газа.

В начале 50-х годов в результате комплексных геологических исследований была обоснована перспективность поисков нефти и газа в Предверхоанском прогибе и выявлен ряд положительных структур. В качестве одного из наиболее перспективных указывался район среднего течения р. Лены между устьями рек Вилюй и Алдан с Китчанской, Усть-Вилюйской, Сангарской, Эксеняхской и Нижне-Чечумской структурами.

С 1954 г. началось глубокое бурение на Китчанской и Сангарской структурах. В результате бурения были получены притоки пластовых вод с растворенным углеводородным газом из триасовых и юрских отложений. В 1955 г. введена в бурение Усть-Вилюйская структура. Бурение первой скважины увенчалось успехом: в октябре 1956 г. из юрских отложений произошел выброс газа с суточным дебитом свыше 2 млн. м³; позднее, в 1961 г., в этом же районе было открыто Собо-Ханское газовое месторождение.

Продолжавшееся до 1962 г. глубокое бурение на Китчанской, Сангарской, Бергеинской и Олойской структурах не привело к открытию новых месторождений, и поисковые и разведочные работы постепенно перемещались в центральные районы Вилюйской синеклизы. Гравиметрические исследования этих лет позволили выделить в восточной части синеклизы крупное Хапчагайское поднятие и связать с ним основные перспективы газоносности мезозойских отложений. Геофизическими работами в комплексе с колонковым бурением на Хапчагайском поднятии были выявлены и подготовлены к глубокому бурению Средне-Вилюйская, Толонская, Мастахская, Неджелинская, Бадаранская и Нижне-Вилюйская антиклинальные структуры. В этих работах участвовали А. М. Абельский, М. В. Абрашкевич, М. А. Гудкова, Е. Д. Думнов, О. Д. Жабрев, В. А. Легков, Л. П. Ольхова, А. Г. Сидоренко, В. П. Шабалин, В. Н. Хохоев, В. В. Черных, М. В. Черных и др. Разведка выявленных структур увенчалась открытием газовых и газоконденсатных месторождений.

Теоретические основы поисков и практические рекомендации, способствовавшие открытию промышленных месторождений газа, а также вопросы стратиграфии, литологии и тектоники нефтегазоносных толщ Лено-Вилюйской области разрабатывали геологи Якутского территориального геологического управления, Якутского филиала СО АН СССР, ВНИГРИ, ВНИИГаза, ИГИРГИ, других организаций и научных учреждений Г. Д. Бабаян, Г. В. Бархатов, А. К. Бобров, Е. И. Бодунов, В. П. Браташ, А. В. Бубнов, А. Р. Буняков, В. К. Василенко, В. Г. Васильев, В. А. Вахрамеев, М. К. Вейнберг, Ю. Д. Горшенин, А. А. Граусман, Л. А. Грубов, А. А. Гудков, М. И. Дорман, Р. М. Жохова, В. В. Забалуев, А. Е. Киселев, А. В. Лейпциг, Е. М. Люткевич, В. Д. Матвеев, К. Б. Мокшанцев, А. А. Николаевский, А. И. Олли, В. В. Панов, Ю. М. Пушаровский, Д. П. Сидоров, Ю. Л. Сластенов, Ю. П. Тихомиров, А. А. Трофимук, Г. С. Фрадкин, И. А. Филимонов, К. Р. Чепиков, В. В. Черных, Н. В. Черский, В. Г. Чичмарев, В. П. Шабалин, Г. И. Штех и многие другие.

Геологическое строение Вилюйской синеклизы и Предверхоанского прогиба с достаточной полнотой описано в томе XVIII «Геологии СССР» (западная часть Якутской АССР, ч. 1, книги 1 и 2, 1970—1971). Новые данные по тектонике осадочного чехла Лено-Вилюйской области, полученные, главным образом, в результате сейсморазведочных работ, отражены на структурной карте (рис. 2, вкладка).

В строении осадочного чехла области участвуют все три выделенных выше литолого-стратиграфических нефтегазоносных комплекса. Нижний распространен на приплатформенном крыле Предверхоаянского прогиба и по окраинам Вилюйской синеклизы, где отложения комплекса закартированы на современной поверхности или вскрыты отдельными скважинами. На большей части Вилюйской синеклизы и в центральных частях Предверхоаянского прогиба верхнепротерозойские и нижнепалеозойские отложения, вероятно, залегают на глубинах 4—5 км и более. Отложения среднепалеозойского потенциально нефтегазоносного комплекса установлены в Кютюнгинском грабене, возможно, они будут обнаружены и в более погруженных частях Вилюйской синеклизы под толщей верхнепалеозойских и мезозойских отложений.

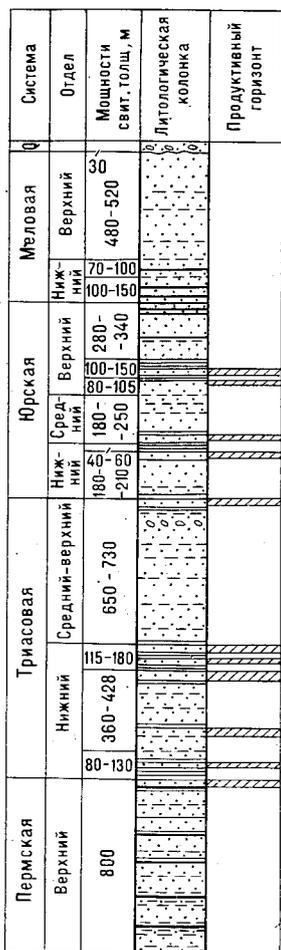


Рис. 3. Сводный стратиграфический разрез Средне-Вилюйского месторождения. Составили: Д. П. Сидоров, Ю. Л. Сластенов.

1 — конгломераты; 2 — пески и песчаники; 3 — алевролиты; 4 — аргиллиты; 5 — угольные пласти

Главные перспективы области связаны с широко распространенным здесь верхнепалеозойско-мезозойским нефтегазоносным комплексом (рис. 3). В пригеосинклинальной зоне Предверхоаянского прогиба отложения комплекса выведены на дневную поверхность и закартированы в складках Китчанского поднятия и других структур. В центральной части прогиба и Вилюйской синеклизы они погружены и вскрыты бурением в стратиграфическом диапазоне от перми до верхнего мела. Пермские отложения комплекса в пределах Вилюйской синеклизы вскрыты скважинами на Средне-Вилюйском, Мастахском, Неджелинском и Соболахском месторождениях и на Барыканской площади. Вскрытая часть разреза мощностью до 900 м соответствует верхнему отделу и, возможно, верхним горизонтам нижнего отдела (на Барыканской площади) пермской системы. В их составе преобладают песчаники с прослоями или пачками чередующихся алевролитов, аргиллитов и каменных углей.

Коллекторами являются мезомиктовые кварцевые и граувакко-аркозовые мелкозернистые песчаники. Имеющиеся немногочисленные данные свидетельствуют о преимущественном распространении песчаников с низкими коллекторскими свойствами. Открытая пористость колеблется от 2,3 до 18,7%, эффективная — от 0,6 до 12,3%; газопроницаемость — от 0 до 39,6 мД, достигая в единичных случаях больших значений. Открытие на Халчагайском поднятии промышленных притоков газа из верхнепермских отложений указывает на наличие в них и коллекторов с удовлетворительными емкостными и фильтрационными свойствами, особенно в восточной части поднятия. Регионально выдержанные экранирующие горизонты во вскрытой части пермского разреза не выявлены. Отдельные мощные пачки чередующихся алевролитов и аргиллитов, скорее всего, не выдержаны по простиранию и могут рассматриваться как покрывки локального характера.

В Предверхоянском прогибе, судя по результатам бурения на Китчанской площади и Джарджанской опорной скважины (северная часть прогиба), сохраняется существенно песчаниковый состав пермских отложений.

Воды в пермских отложениях практически бессульфатные и относятся к хлор-кальциевому типу. На Хапчагайском поднятии распространены хлоридные натриевые воды с повышенным содержанием гидрокарбонатов, с минерализацией 70—93 г/л. Водобильность опробованных горизонтов низкая. Отмечаются аномально высокие пластовые давления на площадях Хапчагайского поднятия (более чем на 100 кгс/см² выше условного гидростатического) и аномально низкие давления (на 25 кгс/см² ниже гидростатического) в районе Джарджанской скважины.

Растворенный газ метановый (СН₄ — 90%) с содержанием тяжелых углеводородов до 6%. Воды Джарджанской площади имеют хлоридный кальциево-натриевый состав; минерализация 48 г/л. Растворенный газ азотно-метановый, тяжелые углеводороды не обнаружены.

Хлор-кальциевый тип вод, отсутствие сульфатов, углеводородный состав растворенных газов свидетельствуют о благоприятных условиях для сохранения нефтяных и газовых залежей.

Пермские отложения содержат значительное количество рассеянного органического вещества. Содержания органического углерода в песчаниках и алевролитах составляют 0,053—6,62% (в среднем 1,24), в аргиллитах — 0,44—3,43% (в среднем 2,93). Широко распространены в пермских отложениях битумоиды сингенетического типа. Значительная роль принадлежит битумоидам, обогащенным кислыми компонентами, которые могут рассматриваться как остаточные, отдавшие в породу наиболее подвижную, нейтральную часть. Установлены и следы миграции углеводородов в виде вторичных и смешанных битумоидов. Таким образом, характер органического вещества в пермских отложениях позволяет считать их нефтегазопроизводящими.

В пермских отложениях открыты залежи газа на Средне-Вилюйском, Мастахском, Неджелинском и Соболахском месторождениях Хапчагайского газоносного района. Газы содержат конденсат в количестве до 100 см³/м³ и более.

Триасовые отложения концентрируют в себе промышленные залежи газа и вскрыты буровыми скважинами на всю мощность в Вилюйской синеклизе и Предверхоянском прогибе.

В составе нижнетриасовых отложений выделяются снизу вверх нижнекельтерская, таганджинская и мономская свиты¹. Нижнекельтерская свита, залегающая в основании триасовых разрезов, сложена существенно глинистыми породами и имеет мощность 76—120 м. Породы свиты обогащены туфогенным материалом, а на Неджелинской площади содержат тонкие прослои долеритов и базальтов. Свита является региональным газоводоупорным горизонтом. Таганджинская свита сложена преимущественно песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов, иногда образующих мощные (до 40 м) пачки чередования. Мощность свиты определяется в 350—450 м. Венчается разрез нижнего триаса красно-бурыми аргиллитами мономской свиты мощностью до 150 м. В аргиллитах свиты содержатся выклинивающиеся

¹ Стратиграфически выше мономской свиты в пределах Западного Верхоянья залегают сыгынканская свита [Архипов Ю. В., 1974 г.], венчающая разрез нижнего триаса.— *Прим. ред.*

пласты алевролитов и песчаников, на отдельных площадях (Мастахская и Неджелинская) они слагают большую часть разрезов свиты. Мономская свита на значительной части территории также является региональным газоводоупорным горизонтом, но ее экранирующие свойства в Вилюйской синеклизе подвержены резким изменениям в связи с замещением глинистых пород песчаными. Мощности нижнетриасовых отложений Вилюйской синеклизы и Предверхоанского прогиба составляют 500—700 м.

В северной части Предверхоанского прогиба наблюдается постепенное сокращение мощностей нижнекегельтерской и таганджинской свит вплоть до полного выклинивания. Напротив, мощности глинистой мономской свиты в северном направлении возрастают до 400 м. На Алданском отрезке прогиба нижнетриасовые отложения при движении к приплатформенному крылу постепенно опесчаниваются и выклиниваются.

Коллекторами в отложениях нижнего триаса являются песчаники и крупнозернистые алевролиты. На Хапчагайском поднятии открытая пористость песчаников изменяется от 14 до 25%, на Китчанской площади составляет только 4,8—6%. Проницаемость колеблется от единиц до 1000 мД на Хапчагайском поднятии и снижается до десятых долей на Китчанской площади.

Водоносные горизонты нижнего триаса образуют единый гидрогеологический комплекс, на большей части территории изолированный от ниже- и вышележащих комплексов нижнекегельтерской и мономской свитами. Максимальные притоки вод в скважинах достигали 300—500 м³/сут. Пластовые давления в нижнетриасовом комплексе на Хапчагайском поднятии выше условного гидростатического на 2—4 кгс/см². Вниз по разрезу приведенные давления возрастают. В нижнекегельтерской газоводоупорной толще пластовые давления значительно повышены за счет влияния верхнепермского комплекса. Горизонтальные градиенты напора вод весьма малы.

Воды по составу хлоридные натриевые и хлоридные кальциево-натриевые, хлор-кальциевого типа. Минерализация их на Хапчагайском поднятии изменяется сверху вниз по разрезу от 35 до 60 г/л. На Китчанской площади минерализация превышает 100 г/л. Основные показатели вод продуктивных горизонтов следующие: натрий-хлорное отношение изменяется в пределах 0,6—0,9; хлор-бромный коэффициент 300—500; коэффициент метаморфизации 3—20.

Содержания сульфатов в водах изменяется от 0 до 250 мг/л; в водах, контактирующих с залежами газа, сульфаты, как правило, отсутствуют. Газонасыщенность воды в пластах—аналогах продуктивных горизонтов изменяется, в среднем, от 2000 до 3000 см³/л. Контурные и подошвенные воды вблизи газовой контактной поверхности насыщены до предела ($R_{г}/P_{в}=1$). Повышенная газонасыщенность вод отмечена также в скважинах, где наблюдались нефтепроявления. Растворенный газ метановый ($CH_4 > 90\%$) с содержанием тяжелых углеводородов до 6%.

Содержания органического углерода в песчаниках и алевролитах нижнекегельтерской и таганджинской свит составляют 0,14—0,7% (в среднем 0,23), в аргиллитах — 0,23—1,11% (в среднем 0,29); в мономской свите содержание $C_{орг}$ ниже 0,19—0,33%. Сингенетичная битуминозность преобладает над вторичной. Количество остаточных битумоидов невелико, оно несколько увеличивается в направлении к складчатой области.

Приведенные сведения свидетельствуют об ограниченных возможностях генерации углеводородов в толще нижнетриасовых отложений и в то же время о благоприятных литологических и гидрогеологических

условиях формирования и сохранения вторичных залежей нефти и газа.

Промышленные залежи природного газа и конденсата на Хапчагайском поднятии известны в нижнекельтерской, таганджинской и момской свитах. Во всех продуктивных горизонтах зафиксированы нефтепроявления в виде слабых притоков нефти. В Предверхоянском прогибе (Китчанская площадь) из таганджинской свиты при опробовании в открытом стволе скважины № 2 получен приток газа (с дебитом 340 м³/сут) совместно со слабым притоком хлор-кальциевых вод.

Условно в разрезах скважин разведочных площадей выделены нерасчлененные средне-верхнетриасовые отложения, залегающие между мономасштабной свитой и нижнеюрскими отложениями. Их нижняя часть, содержащая прослой пестроцветных пород, вероятнее всего, имеет раннетриасовый возраст. Эти отложения вскрыты глубоким бурением на всех разведочных площадях Лено-Вилуйской области. Они представлены песчаниками с редкими прослоями аргиллитов, алевролитов, гравелитов и мелкогалечных конгломератов. Мощности отложений изменяются с запада на восток от 600 до 1050 м; отмечается резкое сокращение мощностей (до 110—150 м) в направлении от Хапчагайского поднятия к южному борту синеклизы. В северной части Предверхоянского прогиба синхронные отложения несколько меньшей мощности, но в их разрезах заметную роль играют глинистые породы морского происхождения.

Песчаники и алевролиты средне-верхнетриасовых отложений полимиктовые и полевошпато-кварцевые. Их коллекторские свойства удовлетворительны. Открытая пористость изменяется от 1,4 до 27%, проницаемость — от десятых долей до 2000 мД. Отмечается ухудшение коллекторских свойств к Предверхоянскому прогибу. Выдержанные горизонты экраняющих пород в этой существенно песчаниковой толще отсутствуют.

Воды средне-верхнетриасовых отложений изучены на разведочных площадях Хапчагайского и Усть-Вилуйского газоносных районов. В пределах Китчанской структуры на глубинах до 500 м (выше плоскости надвига) выявлены пресные (до 0,8 г/л) гидрокарбонатные натриевые воды, характерные для зоны повышенного водообмена. На остальных площадях воды вскрыты в интервале глубин 1700—3395 м в зоне весьма затрудненного водообмена. На Хапчагайском поднятии они образуют единый гидрогеологический комплекс с водами нижнеюрских отложений, что обусловлено отсутствием между ними регионально выдержанного водоупора.

Воды по составу хлоридные натриевые, хлор-кальциевого и, реже, гидрокарбонатного натриевого типов. Воды гидрокарбонатного натриевого типа с пониженной минерализацией выявлены в западной и центральной частях Хапчагайского поднятия (в верхних горизонтах). В Усть-Вилуйском районе и прилегающих к нему площадях встречены воды хлор-кальциевого типа. Натрий-хлорный коэффициент равен 0,7—0,8. Минерализация вод увеличивается сверху вниз по разрезу, а также с запада на восток от 18—33 до 100—125 г/л. Повышенная минерализация вод в Усть-Вилуйском районе, вероятно, связана с внедрением по зонам нарушений палеозойских рассолов; здесь отмечены геотермическая, гидродинамическая и гидрохимическая аномалии.

Воды средне-верхнетриасовых отложений в целом характеризуются невысоким коэффициентом сульфатности (до 1—3), однако абсолютное содержание сульфатного иона в них в несколько раз больше, чем в водах нижнетриасовых отложений. Газонасыщенность достигает 2000—2500 см³/л, растворенные газы представлены метаном с небольшим (до 3%) количеством тяжелых углеводородов.

Среднее содержание органического вещества в песчано-алевролитовых породах восточной части Вилюйской синеклизы составляет 0,25%, в глинистых — 0,62%. В породах широко распространены битумоиды, характеризующиеся высоким содержанием кислых компонентов. Образование этих битумоидов, возможно, в значительной мере является следствием промыва средне-верхнетриасовых отложений поверхностными водами в период предъюрского стратиграфического перерыва.

Невысокое среднее содержание органического вещества по всем литологическим разностям пород (0,33%) и низкая фоновая концентрация битумоидов свидетельствуют о весьма ограниченной возможности участия этих отложений в процессах нефтегазообразования. Кроме того, отсутствие региональных экранирующих толщ резко снижает возможность образования в них как первичных, так и вторичных залежей углеводородов. В средне-верхнетриасовых отложениях обнаружена залежь природного газа только на Средне-Вилюйском месторождении. При испытании скважин вместе с газом поступали в незначительных количествах конденсат и нефть. Слабые притоки газа получены из этих отложений при испытании скважин на Неджелинском месторождении, притоки воды с газом — на Усть-Вилюйском месторождении и на Сангарской разведочной площади.

Нижнеюрские отложения в Вилюйской синеклизе и прилегающих районах Предверхоанского краевого прогиба представлены песчаниками, чередующимися с прослоями алевролитов и аргиллитов. В основании юрских отложений в восточной части Вилюйской синеклизы прослеживается пласт глинистых пород мощностью 10—20 м. В кровле нижнеюрских отложений фиксируются аргиллиты и алевролиты верхнего лейаса мощностью 50—70 м¹, являющиеся региональным нефтегазодупорным горизонтом. В южных и юго-восточных районах синеклизы отложения верхнего лейаса местами выклиниваются или замещаются песчаниками. Других, выдержанных по простиранию, глинистых толщ в рассматриваемых районах не отмечается. В северной части Предверхоанского прогиба в разрезах нижнеюрских отложений преобладают глинистые породы, которые почти целиком слагают плинсбахский и тоарский ярусы. Мощности нижней юры в Вилюйской синеклизе увеличиваются с запада на восток от 200 до 400 м, а в Предверхоанском прогибе достигают 600—800 м.

Коллекторами в нижнеюрских отложениях являются песчаники и, в меньшей степени, алевролиты. Эти породы имеют полимиктовый, преимущественно полевошпато-граувакковый состав. Открытая пористость пород изменяется от единицы до 30%, проницаемость — от тысячных долей до 3000 мД. Коллекторские свойства ухудшаются при приближении к складчатой области.

Воды нижнеюрских отложений изучены наиболее полно. Нижнеюрский водоносный комплекс надежно экранирован от вышележащих горизонтов верхнелейасовой глинистой газодупорной толщей. Пластовые давления в нижнеюрских горизонтах близки по величине к условным гидростатическим. В Усть-Вилюйском районе они повышены на 5—10 кгс/см². На Хапчагайском поднятии пьезометрическая поверхность пластовых вод практически горизонтальна; приведенные уровни вод здесь изменяются в пределах +70—+90 м. В региональном плане горизонтальный градиент напора весьма мал (не более 0,001—0,0001).

В нижнеюрских отложениях, в зоне затрудненного водообмена, широко распространены хлоридные натриевые и хлоридные кальциево-

¹ Стратиграфическое положений этой пачки аргиллитов и алевролитов некоторые исследователи оценивают ааленским ярусом.— *Прим. ред.*

натриевые воды хлор-кальциевого и гидрокарбонатно-натриевого типов. Воды хлор-кальциевого типа с минерализацией от 35 до 100 г/л развиты в восточной части Хапчагайского поднятия, в Предверхоанском прогибе и прилегающих к нему впадинах. Наиболее минерализованные воды (70—100 г/л) приурочены к Усть-Вилюйской гидрогеологической аномалии. По составу и характерным коэффициентам эти воды близки к хлор-кальциевым нижележащих комплексов. Воды гидрокарбонатного натриевого типа с минерализацией 15—25 г/л и повышенным содержанием гидрокарбонатов (до 2—4 г/л) выявлены в западной и центральной частях Хапчагайского поднятия. Для нижнеюрских вод характерны низкое фоновое содержание сульфатов и высокая региональная газонасыщенность (до 50% и более от величины давления насыщения). Предельная газонасыщенность отмечена в водах, контактирующих с газовыми залежами. Растворенный газ почти целиком состоит из метана; содержание тяжелых углеводородов 1—2%, иногда до 3—4%, азота и редких газов 0,2—5%, гелия 0,01—0,02%.

Среднее содержание органического вещества в песчано-алевролитовых породах нижнего и среднего лейаса — 0,52%, в глинистых — 0,73%. Наиболее обогащены рассеянной органикой породы в центральной части синеклизы (соответственно 0,67 и 0,95%). Аргиллиты верхнего лейаса содержат в среднем около 1% органического вещества.

Битумоиды представлены сингенетичными и вторичными разностями. Региональное распространение в нижней юре имеют остаточные типы битумоидов. Относительное количество их возрастает с глубиной и в направлении к складчатой области. Приведенный материал позволяет рассматривать нижнеюрские отложения в качестве нефтегазопроизводящей толщи.

Литолого-фациальный состав этих отложений, термодинамические и гидрогеологические условия весьма благоприятны для образования и сохранения в них залежей углеводородов, что и подтверждено практикой. В центральной части Предверхоанского прогиба (на Усть-Вилюйском и Собо-Хаинском месторождениях) открыты газоконденсатные залежи в основании, средней и верхней частях разреза среднего и верхнего лейаса. В Вилюйской синеклизе (Средне-Вилюйское, Неджелинское и Мастахское месторождения) залежи газа приурочены к верхней части нижнеюрских отложений. На Неджелинской площади вместе с газом поступали конденсат и нефть. Притоки воды с растворенным углеводородным газом из отложений нижней юры были получены на Бадаранской, Нижне-Вилюйской, Сангарской, Китчанской и Бахынайской площадях.

Отложения средней юры представлены песчаниками, чередующимися с не выдержанными по простиранию пластами и пачками переслаивающихся алевролитов и аргиллитов. Мощности их в Вилюйской синеклизе и прилегающих районах Предверхоанского прогиба 180—240 м. В северной части они возрастают до 500 м, при этом в разрезах появляются регионально выдержанные существенно глинистые толщи (нижнеааленская и нижебатская) и в низовьях р. Лены среднеюрские отложения вместе с нижнеюрскими образуют единую глинистую толщу. Коллекторами в среднеюрских отложениях являются песчаники и крупнозернистые алевролиты. Коэффициент пористости достигает 31—35%, проницаемость — 2—7 Д. Как и для подстилающих отложений, отмечается ухудшение коллекторских свойств по мере приближения к складчатой зоне Предверхоанского прогиба.

Пластовые воды среднеюрских отложений образуют единый гидрогеологический комплекс с водами нижневилюйской и марькчанской свит верхнеюрских отложений. Они резко отличаются по гидрохимиче-

ским и гидродинамическим показателям от нижнеюрских. Наиболее характерной особенностью пластовых вод этого комплекса являются аномально низкие пластовые давления — на 10—12 кгс/см² ниже условного гидростатического. Это явление имеет региональный характер и связано, главным образом, с развитием мощной толщи многолетнемерзлых пород. Наблюдается резкий перепад пластовых давлений между горизонтами нижней и средней юры, достигающий 10—15 кгс/см² и более.

Тип вод в большинстве случаев гидрокарбонатный натриевый. На Хапчагайском поднятии минерализация вод не превышает 4—5 г/л. Воды насыщены метановым газом и обеднены сульфатами. Состав их гидрокарбонатно-хлоридный натриевый; натрий-хлорный коэффициент равен 1,2—2. В Бахынайской скважине воды бессульфатные, хлоридные кальциево-натриевые хлор-кальциевого типа; минерализация — 31 г/л. Растворенный газ — метановый с содержанием тяжелых углеводородов около 0,8%.

Условия образования пород способствовали накоплению в них органического материала. Средние содержания органики на породу в песчаниках и алевролитах — 0,68%, в аргиллитах — 1%. Битумоиды представлены всеми основными генетическими типами (вторичные, сингенетичные, остаточные). Присутствие остаточных битумоидов позволяет относить породы средней юры к нефтегазопроизводящим.

В настоящее время в среднеюрских отложениях известна только одна залежь газа на Средне-Вилюйском месторождении. На этом же горизонте месторождения зафиксированы слабые притоки нефти вместе с газом и водой, а на Неджелинском — пленки нефти в пластовых водах. Нефтепроявления и газопроявления отмечались в среднеюрских отложениях и в других районах Вилюйской синеклизы и Предверхоаянского прогиба. Слабые газопроявления наблюдались в процессе бурения на Сангарской площади, в Намской опорной скважине при совместном испытании среднеюрских и нижнеюрских отложений был получен приток пластовых вод, насыщенных метановым газом. В песчаниках средней юры в Бескюельской структурно-поисковой скважине на южном борту синеклизы отмечались примазки и включения вязкой темно-коричневой нефти и слабое насыщение нефтью отдельных прослоев.

Верхнеюрские отложения на территории Вилюйской синеклизы и прилегающих районов Предверхоаянского прогиба представлены толщей угленосных пород, среди которых преобладают песчаники. В северной части прогиба появляются прослой морских отложений, роль которых возрастает к низовьям р. Лены. Здесь в кровле верхнеюрских отложений отмечается регионально выдержанная глинистая толща волжского яруса мощностью 40—60 м. Мощности верхнеюрских отложений изменяются от 500—560 м на Хапчагайском поднятии до 600—700 м в прилегающих впадинах и в центральной части Предверхоаянского прогиба. В низовьях р. Лены мощности сокращаются до 100—150 м.

Коллекторами в верхнеюрских отложениях являются аркозовые песчаники и крупнозернистые алевролиты. Емкостные и фильтрационные свойства коллекторов существенно изменяются с глубиной и по мере приближения к складчатой области. В Вилюйской синеклизе среднее значение открытой пористости составляет 26%, проницаемость — 3 Д. На Олойской площади в Предверхоаянском прогибе на глубине более 3 км пористость песчаников не превышает 5—15%, газопроницаемость — 10 мД.

На разведочных площадях верхнеюрские отложения имеют отчетливо выраженное трехчленное строение. В их основании залегает тол-

ща песчаников мощностью 100—130 м (нижневилюйская свита)¹, перекрытая толщей (100—120 м) тонкого чередования глинистых пород с алевролитами и песчаниками (марыкчанская свита). Выше залегают промышленно угленосные породы бергеинской свиты (400—600 м), представленные чередующимися песчаниками, алевролитами, глинистыми породами и углями. Марыкчанская свита является единственным регионально выдержанным экранирующим горизонтом в толще верхнеюрских пород. Она контролирует почти все известные к настоящему времени верхнеюрские залежи газа.

Воды верхнеюрских отложений на Хапчагайском поднятии по составу и минерализации близки к среднеюрским: вверх по разрезу их минерализация уменьшается до 1—2 г/л. Воды по составу хлоридно-гидрокарбонатные натриевые практически бессульфатные. Законтурные воды насыщены метановым газом с содержанием тяжелых углеводородов до 0,18% и характеризуются низкими пьезометрическими уровнями (—30÷—70 м). В Усть-Вилюйском районе вскрыты воды пестрого химического состава гидрокарбонатного натриевого и хлор-кальциевого типов с минерализацией от 1 до 10—20 г/л. Хлор-кальциевые воды с повышенной минерализацией приурочены к зонам нарушений. Содержания органического вещества в верхнеюрских песчаниках и алевролитах в среднем равны 0,59%, а в глинистых породах — 1,14%. В верхнеюрских отложениях процессы нефтеотдачи происходили, по-видимому, лишь в наиболее погруженных частях Вилюйской синеклизы и в Предверхоанском прогибе, где зафиксированы битумоиды остаточного типа.

Промышленные скопления природного газа в верхнеюрских отложениях известны в Вилюйской синеклизе и Предверхоанском прогибе. На Усть-Вилюйском месторождении разрабатывается залежь газа, которая находится в кровле нижневилюйской свиты. Получены притоки газа из песчаников марыкчанской и бергеинской свит. На Средне-Вилюйском месторождении открыты залежи газа в нижней части марыкчанской свиты и в кровле нижневилюйской. На Бергеинской и Олойской площадях из бергеинской свиты получены слабые притоки воды с нефтью.

Нижнемеловые отложения повсеместно представлены угленосными породами и только в низовьях р. Лены в основании их разрезов залегают породы морского происхождения. Мощности отложений изменяются от 100—600 м на Хапчагайском поднятии до 300—500 м в прилегающих к нему впадинах и в Предверхоанском прогибе. Отложения представлены преимущественно песчаниками. В отложениях неокома и альбского яруса имеются мощные, но невыдержанные по простиранию горизонты глинистых пород, приуроченные к угленосным пачкам. Коллекторские свойства нижнемеловых песчаников и алевролитов близки к таковым верхнеюрских пород.

Водоносность нижнемеловых отложений изучена очень слабо. На Хапчагайском поднятии и в прилегающих к нему районах вскрыты пресные (до 1 г/л) воды гидрокарбонатного натриевого типа. Пластовые давления ниже условного гидростатического на 15—18 кгс/см². В Намской и Вилюйской скважинах в водах отмечено высокое содержание метановых газов. В Усть-Вилюйском районе в зонах тектонических нарушений выявлены газонасыщенные воды с повышенной минерализацией хлор-кальциевого и гидрокарбонатного натриевого типов.

Средние содержания органического вещества в нижнемеловых песчаниках и алевролитах — 0,36%, в глинистых породах — 0,81%. В Ви-

¹ Возраст нижневилюйской свиты некоторыми исследователями определяется как среднеюрский.— *Прим. ред.*

люйском синеклизе распространены битумоиды сингенетичного и смешанного типов, в краевом прогибе, главным образом, остаточные. Возможно, что в Предверхоянском прогибе и в наиболее погруженных частях синеклизы породы нижнего мела участвовали в процессах нефтегазообразования.

В Предверхоянском прогибе в отложениях батыльхской свиты отмечались газопроявления при бурении на Усть-Вилуйской, Сангарской, Бергеинской и Хандыгской площадях. В большинстве случаев, за исключением газопроявлений в Сангарских углеразведочных скважинах, они были связаны с притоками пластовых вод. Интенсивные поверхностные газопроявления в поле развития нижнемеловых пород известны в районе устья р. Вилуй, в приустьевой части р. Берге-Тюгене и в устье р. Бегиджан. По химическому составу газы меловых отложений преимущественно метановые. На Олойской площадке из отложений батыльхской свиты получены слабые притоки воды с пленками нефти. На этой площади по промыслово-геофизическим данным намечаются потенциально газонасыщенные пласты в кровле эксеняхской свиты. Слабые проявления углеводородного газа в пластовых водах отмечались при опробовании отложений батыльхской свиты в Вилуйской опорной скважине. Притоки метанового газа с небольшим содержанием тяжелых углеводородов с ориентировочным дебитом 2000—3000 м³/сут совместно с водой получены в гидрогеологической скважине в районе с. Борогонцы с глубины около 500 м. Приведенные данные позволяют рассматривать комплекс нижнемеловых отложений как перспективный для поисков нефти и газа.

Верхнемеловые отложения по своему литолого-фациальному составу (континентальные существенно песчаные образования), по условиям залегания вблизи дневной поверхности и в зоне многолетней мерзлоты являются бесперспективными для поисков залежей нефти и газа.

В рассматриваемой Лено-Вилуйской нефтегазоносной области к настоящему времени открыто восемь газоконденсатных и газовых месторождений. Из них 6 относятся к Халпчагайскому газоносному району (Средне-Вилуйское, Толонское, Мастахское, Неджелинское, Бадаранское, Соболахское) и два — к Усть-Вилуйскому (Усть-Вилуйское и Собо-Хаинское).

Средне-Вилуйское газоконденсатное месторождение расположено в долине р. Вилуй к востоку от г. Вилуйск. Приурочено оно к брахиантиклинали субширотного простирания (рис. 4), осложняющей западную часть мегавала. Структура месторождения изучена по горизонтам мезозойских и верхнепермских отложений и характеризуется, в основном, совпадением структурных планов по всему вскрытому разрезу. Размеры структуры составляют 30×18 км, амплитуда — около 400 м.

Средне-Вилуйская структура установлена в 1957 г. Глубокое бурение на площади структуры начато в 1963 г. В этом же году при бурении скважины № 1 был получен фонтан газа.

К началу 1975 г. на месторождении пробурено 24 глубокие скважины и выявлено 10 газовых и газоконденсатных залежей в верхне-, средне- и нижнеюрских, верхне- и нижнетриасовых и верхнепермских отложениях.

Верхнеюрские продуктивные горизонты (J₃—I в основании марычанской свиты и J₃—II в кровле нижневилуйской свиты) представлены песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитоподобных глин. Мощности горизонтов соответственно равны 10,5 и 23 м. Изолирующими экранами служат пакки тонко чередующихся глин и глинистых алевролитов. Промышленная газоносность горизонтов установлена в скв. 2—10. Дебит газа из горизонта J₃—I — 41,0 тыс. м³/сут на шайбе.

8,1 мм, из горизонта J_3 —II — 98,0 тыс. м³/сут на шайбе 12,7 мм. Залежи характеризуются небольшими размерами и поэтому их запасы отнесены к забалансовым.

Непромышленная залежь горизонта J_2 —I заключена в песчаниках с прослоями алевролитов и глинистых пород, залегающих в основании среднеюрских отложений над аргиллитовой толщей верхнего лейаса и перекрытых пачкой переслаивания (2—8 м) алевролитов и аргиллитоподобных глин. Общая мощность горизонта 11—20 м, мощности коллекторов изменяются от 4 до 13 м. Газ с водой и нефтью получен в двух скважинах (2—10 и 6). Залежь, возможно, является газо-нефтяной.

Залежь горизонта J_1 —I контролируется аргиллитовой толщей верхнего лейаса мощностью 7,4 м. Сложен горизонт песчаниками и крупнозернистыми алевролитами, чередующимися с прослоями глинистых пород, и включает несколько обособленных залежей, из которых наиболее детально изучена залежь пласта J_1 —Iб. Залежь пластовая сводовая. Промышленная газоносность установлена по скв. 2—10 и 3—10. Дебит газа в скважине 2—10 составил 283,4 тыс. м³/сут на шайбе 19 мм.

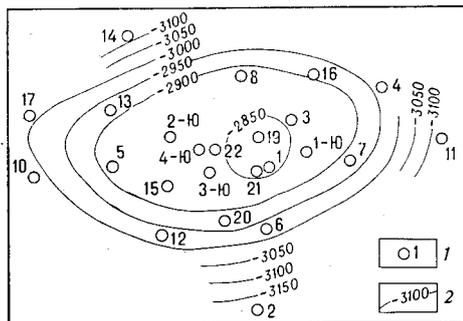


Рис. 4. Структурная схема Средне-Вилуйского месторождения по кровле продуктивного горизонта T_1 —III.

1 — номера скважин; 2 — изогипсы

Непромышленная залежь газа горизонта T_3 —I, приуроченная к верхней части средне-верхнетриасовых отложений и экранируемая глинистой пачкой в основании нижнеюрских отложений, установлена при опробовании скв. 1—10. Скважина фонтанировала чистым газом в течение двух суток, после чего горизонт обводнился. Параметры залежи не изучены.

В нижнетриасовых отложениях на Средне-Вилуйском месторождении выделено четыре промышленно газоносных горизонта. Три из них приурочены к мономской свите. В верхней части этой свиты заключены литологически экранированные залежи горизонтов T_1 —I и T_1 —Ia, коллектора которых (песчаники и алевролиты) распространены только в восточной части структуры и выклиниваются к ее своду. Промышленная газоносность этих горизонтов установлена в скв. 3. Дебит газа на шайбе 6,6 мм составлял 100 тыс. м³/сут, вместе с газом поступал конденсат.

К нижней части мономской свиты приурочена залежь горизонта T_1 —II. Мощность этого горизонта, представленного песчаниками и алевролитами, изменяется от 27 до 85 м. Эффективная мощность коллекторов уменьшается от 35 м на крыльях до полного их замещения плотными разностями (скв. 22 к своду структуры). Средние значения пористости — 20%, газонасыщенности — 0,65.

Промышленные притоки газа получены в скв. 3, 5, 8, 13, 16. Максимальные рабочие дебиты скважин изменяются от 106 до 137 тыс. м³/сут на шайбе 31,7 мм; вместе с газом поступал конденсат. Пластовые давления — 254,7 кгс/см². Залежь горизонта T_1 —II — одна из основных на месторождении и характеризуется наиболее широким контуром газоносности. Запасы газа залежи утверждены ГКЗ СССР.

В отложениях таганджинской свиты непосредственно под глинистой мономской свитой располагается горизонт T_1 —III, содержащий

одну из значительных в Якутии газоконденсатную залежь. Мощность горизонта 72—97 м. Сложен он песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов и конгломерато-брекчий. Подстигается горизонт пачкой чередующихся аргиллитов, алевролитов и известковистых песчаников. Коллекторы представлены, главным образом, мелкозернистыми алевритистыми песчаниками, а также глинистыми песчаниками и крупнозернистыми алевролитами. Средняя пористость — 19,2%, газонасыщенность — 0,65. Залежь пластовая сводовая.

Промышленные притоки газа получены в скв. 3, 5, 8, 15, 16. Рабочие дебиты скважин 67—407 тыс. м³/сут. Максимальный дебит газа достигал 1542,8 тыс. м³/сут на шайбе 28,4 мм. Пластовое давление — 255,7 кгс/см². Запасы газа утверждены ГКЗ СССР.

Средние содержания углеводородов в газе из нижнетриасовых отложений (по данным анализов 71 поверхностной пробы) составляют (в об. %): метана 90,2; этана 4,7; пропана 1,8; бутана 0,3; изобутана 0,2; пентана и высших 1,8; углекислоты 0,18; азота 0,74.

Максимальный выход стабильного конденсата при испытании нижнетриасовых горизонтов — 83 см³/м³. Извлекаемые запасы конденсата утверждены ГКЗ СССР.

Горизонт P₂—I залегает в кровле верхнепермских отложений и экранируется существенно глинистой толщей нижнекембрийской свиты нижнего триаса. Сложен он песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов и подстигается пачкой чередования алевролитов, песчаников и углистых сланцев. Продуктивной является только верхняя часть горизонта (пласт P₂—Ia) мощностью 11—25 м; нижняя часть, отделенная от верхней 2—5-метровым пластом непроницаемых пород, вероятнее всего, водоносна. Продуктивность скважин из верхнепермского горизонта низкая. Притоки газа с дебитами до 22,1 тыс. м³/сут получены из четырех скважин (3, 7, 19, 20). И только из скв. 21 получен промышленный приток газа дебитом 135 тыс. м³/сут. Пластовое давление — 361,5 кгс/см², что примерно на 55 кгс/см² превышает гидростатическое. Следует отметить, что получение малодобитных притоков газа в процессе испытаний обусловлено как резкой изменчивостью коллекторских свойств горизонта, так и ухудшением проницаемости призабойной зоны буровым раствором, на котором велось бурение скважин.

В 1971 г. ГКЗ СССР утвердил запасы газа по Средне-Вилуйскому месторождению по верхнеюрской, нижнеюрской и нижнетриасовой залежам по категории С₁. В настоящее время на месторождении продолжаются работы по поискам и разведке залежей в верхнепалеозойских отложениях.

Толонское газовое месторождение примыкает с востока к Средне-Вилуйскому и приурочено к одноименной структуре. Структура выявлена в 1962—1964 гг. В 1965 г. она введена в разведку и уже в 1966 г. при бурении скв. 1 получен первый фонтан газа. В начальный период на месторождении пробурено 6 глубоких скважин с целью вскрытия нижнетриасовых отложений. Притоки газа получены только в скв. 1 и 3.

В скв. 1 по промыслово-геофизическим данным газоносным является аналог горизонта T₁ — III Средне-Вилуйского месторождения. При разбуривании пограничных слоев триасовых и пермских отложений в открытом стволе скважины произошло фонтанирование газа с незначительным количеством воды. Дебит газа, по визуальной оценке, достигал 300 тыс. м³/сут. В скв. 3 на южном крыле структуры газоносный пласт встречен в средней части разреза таганджинской свиты (интервал глубин 3000—2991 м, горизонт T₁—X). При его опробовании получен при-

ток газа до 144 тыс. м³/сут на шайбе 28,3 мм. Представлен он песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов. Эффективная мощность коллекторов по промыслово-геофизическим данным оценивается в 30 м. Возможно, здесь вскрыта литологически или структурно-экранированная залежь.

В 1974 г. на площади месторождения возобновлено бурение с целью оценки газоносности пермских отложений и попутного изучения промышленной ценности залежей в нижнетриасовых отложениях. Слож-

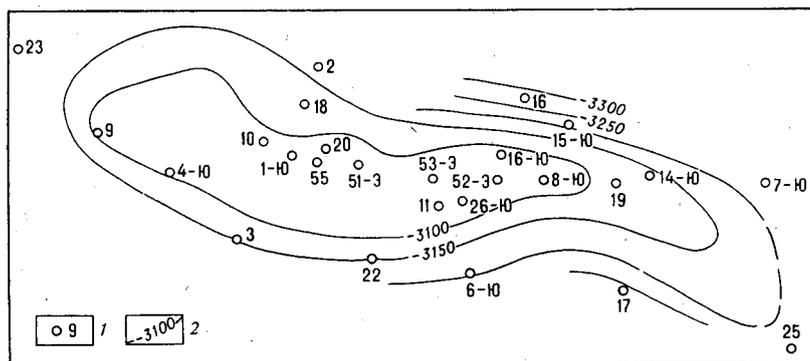


Рис. 5. Структурная схема Мастахского месторождения по кровле продуктивного горизонта J_1-I .

1 — номера скважин; 2 — изогипсы

ные сейсмологические условия даже при значительном объеме бурения не позволили полностью определить характер строения Толонского месторождения.

Мастахское газовое месторождение расположено на правобережье р. Вилюй к юго-востоку от Средне-Вилюйского месторождения. Мастахская структура (рис. 5) была выделена предположительно в 1960 г. и подготовлена к глубокому бурению в 1961—1964 гг.

Структура месторождения представляет собой брахиантиклиналь широтного простирания. Ее амплитуда около 300—400 м. Углы падения на северном крыле составляют $5^{\circ} 30'$, на южном — $2^{\circ} 30'$.

Бурение на месторождении начато в 1964 г. К началу 1975 г. на его площади пробурена 21 скважина, в том числе 8 скважин с целью вскрытия верхнепермских отложений. Промышленно газоносные горизонты выявлены в нижнеюрских и верхнепермских отложениях.

Залежь горизонта J_1-I приурочена к верхним слоям среднего лейаса в центральной и восточной частях структуры и экранируется аргиллитовой толщей верхнего лейаса. Подстилается залежь пачкой чередующихся аргиллитов, алевролитов и песчаников мощностью 40 м. Сложен горизонт песчаниками и алевролитами с суммарной мощностью 22,2—22,6 м. Залежь вскрыта 9 скважинами. Дебиты скважин составляют 150—900 тыс. м³/сут. Пластовое давление 176—179 кгс/см². Залежь пластовая сводовая. Высота залежи 34 м. Ее запасы утверждены ГКЗ СССР по категории C_1 .

Газоконденсатная залежь в продуктивном горизонте P_2-I локализована в верхнепермских отложениях и экранируется глинистой толщей нижнекейтерской свиты. Горизонт сложен 2—3 пластами песчаников и крупнозернистых алевролитов общей мощностью около 40 м. Коллектора горизонта резко изменяются по своим емкостно-фильтрационным свойствам и по разрезу. Дебиты газа изменяются от 6 тыс. до 202 тыс. м³/сут. Пластовое давление (410—429 кгс/см²) почти на

100 кгс/см² превышает нормальное гидростатическое. Положение газовой контактной не установлено. Предполагается, что его отметка может быть общей для всех месторождений центральной части Хапчгайского поднятия. Разведка залежи продолжается.

Неджелинское газоконденсатное месторождение расположено к юго-востоку от Средне-Виллюйского месторождения в районе оз. Неджели. Неджелинская структура выявлена и подготовлена к глубокому бурению в 1958—1961 гг. Она имеет субширотное простирание (рис. 6) и амплитуду около 500 м. Складка асимметрична, ее северное крыло положе южного (углы падения соответственно 3° 30' и 4° 30').

В 1962 г. структура введена в глубокое бурение. К началу 1975 г. на месторождении пробурено 16 глубоких скважин. На месторождении установлена промышленная газоносность нижнеюрских (горизонты J₁-I и J₁-II), нижнетриасовых (горизонты T₁-IVa и T₁-IVб) и верхнепермских (горизонты P₂-I и P₂-II) отложений.

Продуктивный горизонт J₁-I экранируется аргиллитовой толщей верхнего лейаса и подстилается пачкой переслаивающихся аргиллитоподобных

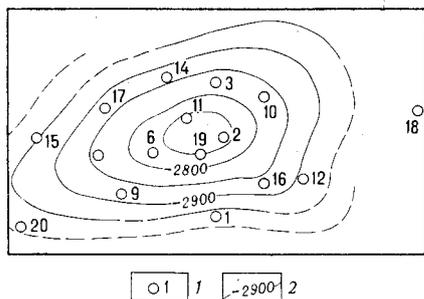


Рис. 6. Структурная схема Неджелинского месторождения по кровле продуктивного горизонта P₂-I.

1 — номера скважин; 2 — изогипсы

глин, алевролитов и песчаников. Мощность горизонта составляет 35—47,5 м. Представлен он песчаниками с прослоями алевролитов и глин. Эффективная мощность коллекторов уменьшается к своду структуры от 33,7 до 9,4 м за счет уплотнения и глинизации. Промышленная газоносность горизонта установлена только в западной части структуры в скв. 4. Характер экрана, изолирующего залежь с востока, не выяснен. В скв. 4 из пород горизонта J₁-I при разбуривании цементного стакана был получен фонтан газа с конденсатом, вместе с которыми на вторые сутки открытого фонтанирования стали поступать нефть и вода. Дебит газа составил 3 млн. м³/сут. В последующем при испытании горизонта дебит газа составил 354 тыс. м³/сут на штуцере 22,5 мм.

Продуктивный горизонт J₁-II отделяется от горизонта J₁-I пачкой переслаивающихся алевролитов, глин и плотных песчаников мощностью 18—36 м. Промышленный приток газа получен только в сводовой скв. 2 из интервала 1568—1585 м. Дебит газа — 476 тыс. м³/сут на шайбе 22,5 мм. Залежь водоплавающая и имеет небольшие размеры.

В нижнетриасовых отложениях выявлено два продуктивных горизонта. Горизонт T₁-IVa представлен слабо сцементированными песчаниками, залегающими на 10—15 м ниже кровли нижнекембрийской свиты. Приток газа с дебитом 126 тыс. м³/сут получен при опробовании скв. 3. Пластовое давление — 302—304 кгс/см².

К горизонту T₁-IVб, располагающемуся стратиграфически ниже горизонта T₁-IVa на 10—15 м, приурочена газоконденсатная залежь с аномально высоким пластовым давлением в 401—405 кгс/см². Газоводяной контакт не установлен. Хотя эффективная мощность песчаников горизонта незначительна, скважины характеризуются высокой продуктивностью — от 188 тыс. м³/сут на шайбе 20,5 мм (скв. 16) до 2,5 млн. м³/сут при открытом фонтанировании скв. 4.

В верхнепермских отложениях на Неджелинском месторождении вскрыто три газоносных горизонта: P₂-I, P₂-II и P₂-III. Сложены они

песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов, разделенных пластами алевролит-аргиллитовых пород.

Горизонт P_2-I вскрыт девятью скважинами. Притоки газа составляют от 150 тыс. до 1 млн. $m^3/сут.$ Пластовое давление — 410—412 $кгс/см^2$. Контуры газоносности пока не установлены. Предполагается, что они значительно шире контуров локальной Неджелинской структуры.

Газоносность горизонтов P_2-II и P_2-III выявлена при опробовании скв. 11. Дебиты газа изменялись от 4,2 тыс. $m^3/сут.$ (горизонт P_2-III) до 395 тыс. $m^3/сут.$ (горизонт P_2-II) на штуцере 19 мм. Вместе с газом поступал конденсат в количестве более 100 $см^3/м^3$. Залежи этих горизонтов небольшие по размерам и приурочены к сводовой части структуры.

Разведка месторождения продолжается.

Соболюхское месторождение находится к юго-западу от Неджелинского месторождения в пределах одноименной структуры. В 1969 г. структура подготовлена к глубокому бурению. Она имеет небольшие размеры и амплитуду не более 100—120 м. На месторождении получены промышленные притоки газа из юрских, триасовых и пермских горизонтов (J_1-I , $T_1-IVб$, P_2-II , P_2-III). Непромышленные притоки газа выявлены в нижнетриасовых и верхнепермских горизонтах T_1-X и P_2-I . Разведочные работы на месторождении продолжаются.

Бадаранское газовое месторождение приурочено к одноименному куполовидному поднятию на правом берегу р. Вилюй. Поднятие имеет северо-восточную ориентировку, амплитуда его составляет около 400 м. Структура выявлена и подготовлена к глубокому бурению в 1958—1959 гг.

На Бадаранской структуре в 1961—1964 гг. были пробурены три глубокие скважины. При испытании песчаников из нижнетриасовых отложений в интервале 2955—2986 м (горизонт T_1-III) получен приток газа дебитом 54 тыс. $m^3/сут.$ Вместе с газом в незначительном количестве поступали конденсат и нефть. В 1973 г. на месторождении вновь начато поисково-разведочное бурение и сейсморазведка МОВ с целью изучения газоносности более глубоких горизонтов нижнетриасовых и пермских отложений.

Усть-Вилюйское газоконденсатное месторождение расположено в центральной части Предверхоанского прогиба на правом берегу р. Вилюй в его приустьевой части. Усть-Вилюйская структура (рис. 7), к которой приурочено месторождение, была выявлена в 1941 г. В 1955 г. на ней начато глубокое бурение. Усть-Вилюйская структура является сложно построенной брахиантиклиналью северо-западного простирания, имеющей два свода — западный и восточный. На западном своде зафиксировано два разлома, представляющих собой взбросы амплитудой 100—270 м. Газоконденсатное месторождение приурочено к восточному своду. По кровле верхнеюрских отложений этот свод имеет амплитуду 50 м. Юго-западное его крыло более крутое (до 2°), чем северо-восточное (до 1°). Южная периклиналь, возможно, осложнена небольшим куполом.

На Усть-Вилюйском месторождении разведано в нижнеюрских отложениях три газоносных горизонта с шестью продуктивными пластами: I-Б, II-В, II-Г, II-Д, II-Е и III-А. В 1972 г. обнаружены небольшие газовые залежи в верхнеюрских отложениях (горизонты J_3-II и J_3-a).

Глубина залегания наиболее выдержанного газоносного горизонта J_1-III , приуроченного к нижней части нижнеюрских отложений, 1940—2080 м. В составе горизонта (общая мощность 138 м) имеется несколько пластов песчаников, разделенных аргиллитами. Продуктивный

пласт III-A представлен массивными средне- крупнозернистыми песчаниками с прослоями конгломератов. Мощность пласта изменяется от 24 м в своде до 12,5—16,5 м на крыльях. Абсолютно свободные дебиты газа достигали 4,6 млн. м³/сут в скв. 4. Вместе с газом поступал конденсат в количестве 14 см³/м³.

Второй продуктивный горизонт J₁-II отделен от нижележащего пачкой аргиллитов с прослоями песчаников мощностью 50—60 м. Мощность горизонта около 180 м, он включает семь пластов-коллекторов,

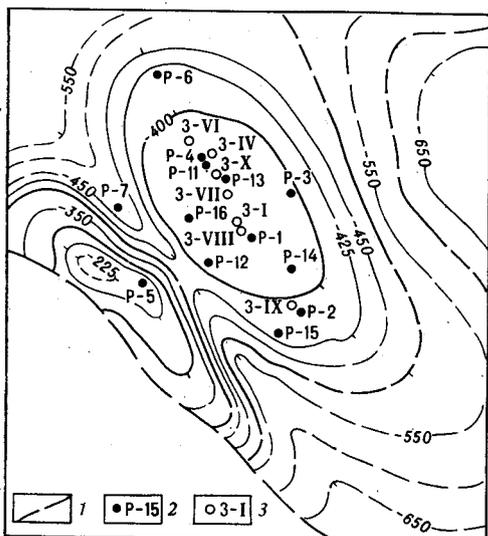


Рис. 7. Структурная схема Усть-Вилуйского месторождения по кровле бергеинской свиты (по Г. К. Боярских и Ю. Д. Горшенину).

1 — предполагаемая линия надвига; 2 — разведочные скважины и их номера; 3 — эксплуатационные скважины и их номера

Продуктивный горизонт J₃-II локализован в нижней части верхнеюрских отложений (стратиграфически ниже марыкчанской свиты) на глубине 1100—1200 м. Представлен горизонт среднезернистыми песчаниками с эффективной мощностью до 15 м. При опробовании дебиты газа составляли 88 тыс. м³/сут на штуцере 10,9 мм. Пластовое давление в залежи 110—112 кгс/см². Дополнительные работы по промышленной оценке залежей показали ее ограниченные размеры.

В 1968 г. на Усть-Вилуйском месторождении введена в эксплуатацию основная залежь (пласт III-A). Для ее разработки пробурено 6 эксплуатационных скважин. В процессе разработки было отмечено резкое падение пластового давления. За 2,5 года оно упало с 204 до 116 кгс/см² при небольших отборах газа. С учетом этого запасы газа Усть-Вилуйского месторождения были пересчитаны. Запасы газа в остальных горизонтах требуют дополнительного изучения и обоснования. Необходимо отметить, что в скв. 2 в южной части восточного свода структуры, за пределами контура газоносности основной залежи пласта III-A, из этого же пласта был получен приток газа с абсолютно свободным дебитом до 5 млн. м³/сут. В последующем при испытании пробуренной здесь эксплуатационной скв. 9-Э получен приток газа дебитом 340 тыс. м³/сут на шайбе 9,5 мм. Однако через 10 дней эксплуатации залежь полностью обводнилась. Эти данные указывают или на

четыре из которых обладают промышленной газоносностью. Их общая эффективная мощность достигает 15 м, пористость — 20%, проницаемость — 40—60 мД. Абсолютно свободные дебиты газа достигали 500 тыс. м³/сут (скв. 4) при пластовых давлениях 193—200 кгс/см². Тип залежей — структурно-литологический.

Продуктивный горизонт J₁-I залегает на глубинах 1550—1750 м и представлен чередующимися пластами разномасштабных песчаников и алевролитов. В нем выделено пять выдержанных пластов песчаников, из которых наиболее изучен пласт I-B мощностью до 28 м. Пористость песчаников 20—22%, проницаемость до 12 мД. При опробовании пласта получен приток газа дебитом свыше 100 тыс. м³/сут при пластовом давлении 167 кгс/см² (скв. 1-Э).

присутствие в районе скв. 2 мелкого купола, или на линзовидный характер коллекторов пласта III-A.

Собо-Хаинское газовое месторождение расположено в устье р. Вилюй на одноименном острове северо-восточнее Усть-Вилюйского месторождения. Оно приурочено к брахиантиклинали северо-западного простирания, находящейся гипсометрически выше Усть-Вилюйской (по нижнеюрским отложениям) на 350—400 м. Структура выявлена в 1944 г., в 1959 г. подготовлена к бурению и введена в глубокое бурение в 1960 г.

В результате опробования скв. 1 в нижнеюрских отложениях выявлено несколько газоносных пластов, сходных по составу и стратиграфическому положению с продуктивными пластами Усть-Вилюйского месторождения. В нижней части продуктивной толщи в интервале 1648—1705 м (аналог пласта III-A) получены притоки газа с абсолютно сво-

Таблица 1

Состав газов месторождений Якутии

Продуктивные толщи	Тяжелые углеводороды, об. %	Содержание от суммы тяжелых углеводородов, %			
		этан	пропан	бутан	пентан + высшие
Верхняя юра	До 2	80—85	10—15	До 10	—
Нижняя юра	Следы — 5	60—80	10—15	5—15	До 1—3
Нижний триас и верхняя пермь	6—15	60—75	20—30	6—10	До 1—3

бодным дебитом до 460 тыс. м³/сут. В средней и верхней частях нижнего лейаса и в среднем лейасе (аналоги продуктивных горизонтов II и I Усть-Вилюйского месторождения) также обнаружено несколько газоносных пластов. Суммарная мощность газонасыщенных песчаников около 40 м, но дебиты газа из этих пластов не превышают 25 тыс. м³/сут.

В результате бурения и испытания скв. 5 и 6 выявлена газовая залежь непосредственно под аргиллитовой пачкой верхнего лейаса (пласт I-A). Дебиты газа составляют 157,3—193 тыс. м³/сут на шайбе 12,6 мм. Характер эксплуатации пласта I-A указывает на то, что залежь в нем водоплавающая. По состоянию на октябрь 1972 г. запасы газа данной залежи почти полностью выработаны.

Пластовые давления в залежах Собо-Хаинского месторождения близки гидростатическим. Залежи, по-видимому, линзовидные, контролируемые, помимо структурного фактора, резкими изменениями коллекторских свойств по простиранию пластов. Фильтрационная способность коллекторов на этом месторождении, вероятнее всего, связана с развитием зон трещиноватости.

Газы всех месторождений Хапчагайского и Усть-Вилюйского газоносных районов характеризуются высоким содержанием (до 96—99%) углеводородов метанового ряда. В них отсутствует сероводород, в небольших количествах содержатся азот (1—3%) и углекислый газ (до 1%); количество гелия составляет 0,01—0,015%. В распределении по разрезу и площади углекислоты, азота и редких газов отчетливой закономерности не наблюдается. Газы разновозрастных отложений отличаются друг от друга, главным образом, по содержанию гомологов метана (табл. 1), количество которых возрастает с увеличением глубины залегания и зависит от возраста газосодержащих пород (от долей процента до 10—15%). В соответствии с этим происходит увеличе-

ние удельного веса газа от 0,57 до 0,64 и более. Увеличение содержания тяжелых углеводородов отмечено также под региональными глинистыми толщами и в скважинах с нефтепроявлениями. По количеству тяжелых углеводородов наблюдается довольно резкое различие между газами юрских и газами нижнетриасовых и верхнепермских отложений. Вместе с тем, все изученные газы характеризуются весьма близким относительным содержанием гомологов метана к сумме тяжелых углеводородов. По составу и соотношению гомологов метана такие газы наиболее типичны для газоконденсатных месторождений. Несколько отличаются по составу тяжелых углеводородов газы верхнеюрских отложений, в которых среди гомологов метана преобладает этан.

Газы всех залежей очень близки по содержанию гелия, радиогенного аргона и по соотношению изомерных соединений бутана. Отношение изобутана к нормальному бутану (в процентах от суммы бутана) для изученных газов изменяется, в среднем, от 40 к 60 до 50 к 50. Присутствие в составе тяжелых углеводородов изосоединений повышает качество газа как сырья для химической промышленности. Теплотворная способность газа Усть-Вилуйского месторождения (пласт III-A) составляет 8200—8250 ккал/м³.

Вокруг залежей продуктивных горизонтов T₁-II и T₁-III Средне-Вилуйского месторождения, по данным В. Д. Матвеева и В. П. Шабалина, наблюдается диффузионный ореол тяжелых углеводородов. В газах, растворенных в приконтурных краевых водах, содержание гомологов метана (от C₂H₆ до C₅H₁₂+высшие) достигает 5—6%; по мере удаления от залежей газ теряет тяжелые углеводороды вплоть до полного исчезновения пентана, бутана и пропана. В целом, состав растворенных газов в законтурных скважинах близок к составу газов залежей.

О фоновых значениях состава и упругости растворенных газов можно судить по данным опробования единичных скважин, удаленных от газовых месторождений (Намская, Вилуйская и Бахынайская опорные скважины). В этих скважинах водорастворенные газы имеют метановый состав и обладают значительной фоновой упругостью (до 50—60% от величины пластового давления в Бахынайской скважине).

Метановый состав водорастворенных газов, низкое содержание в них азота и двуокиси углерода, отсутствие сероводорода, высокое относительное содержание биогенного азота и высокая газонасыщенность подземных вод свидетельствуют о благоприятной геохимической обстановке в недрах Лено-Вилуйской области для сохранения газовых залежей от разрушения.

В Вилуйской синеклизе и Предверхоаянском прогибе из ряда залежей вместе с газом получены конденсаты и по всему изученному разрезу отмечены нефтепроявления различного масштаба (от пленок в пластовых водах до полупромышленных притоков).

Конденсаты всех продуктивных горизонтов представлены преимущественно бензиновыми фракциями, практически не содержат асфальто-смолистых компонентов и сернистых соединений, что является весьма ценным качеством конденсатов как товарного продукта. Верхнепермские конденсаты по углеводородному составу относятся к нафтеново-метановому типу с повышенным содержанием ароматических соединений. Аналогичным составом характеризуются и нижнетриасовые конденсаты. В конденсатах из нижнеюрских отложений (Неджелинская площадь) значительно понижается содержание нафтеновых соединений и очень высока концентрация ароматических углеводородов. В нижнеюрских метаново-нафтеновых конденсатах Усть-Вилуйского месторождения преобладают нафтеновые углеводороды при пониженном содержании метановых и ароматических соединений.

Высокое содержание в конденсатах ароматических и нафтеновых углеводородов, а также изопарафиновых соединений, концентрация которых составляет 14,2—34,5%, позволит получать из них путем прямой отгонки высококачественные бензины. Добавка небольших количеств антидетонаторов даст возможность получать авиационные бензины различных марок. Остатки (до 10%) после отбора бензинов могут быть использованы для получения зимнего дизельного топлива. Кроме того, из конденсатов может быть получено до 10,5% пропан-бутановой смеси.

Нефти. В Хапчагайском и Усть-Вилуйском районах нефтепроявления, которые можно определенно связать с верхнепермскими отложениями, неизвестны. Наиболее низкое стратиграфическое положение занимают нефтепроявления, отмеченные при испытании зоны контакта перми и триаса в скв. 6 и 7 на Средне-Вилуйской площади, где получен приток пластовых вод с растворенным газом и пленками нефти.

Выше по разрезу в нижнетриасовых отложениях известны нефтепроявления, приуроченные, главным образом, к таганджинской свите. Нефти из приконтактной зоны триаса и перми, а также из таганджинской и мономской свит малосернистые с небольшим содержанием асфальто-смолистых компонентов и средним удельным весом; они характеризуются высоким выходом масляных фракций и минимальным — бензиновых. В нефтях, так же как и в конденсатах, преобладают углеводороды метаново-нафтеновой фракции. При значительных содержаниях ароматических углеводородов общей характерной чертой этих нефтей является высокое содержание твердых парафинов, достигающее 22%. Подобные нефти были получены и из нижних слоев средне-верхнетриасовых отложений на Неджелинской структуре.

Очень легкие метановые нефти из горизонта T_1-IV (Неджелинская площадь) характеризуются низким содержанием смол при полном отсутствии асфальтенов. В этих нефтях резко уменьшается содержание твердых парафинов, возрастает выход бензиново-керосиновых фракций и несколько ниже концентрация ароматических углеводородов.

Нижнеюрские нефти по физико-химическим свойствам, фракционному и углеводородному составу отличаются от триасовых. Это тяжелые ароматическо-нафтеновые нефти с низким содержанием твердых парафинов, асфальтенов и смол. Они состоят почти целиком из керосиновых и масляных фракций. Характерной чертой этих нефтей является высокое содержание циклических углеводородов, достигающее в дистиллятной части 98,5%; из них от 52 до 75% принадлежит нафтеновым структурам. В составе ароматических углеводородов 9—26% во фракции 200—350°С и 20—33% во фракции 350°С и выше принадлежит конденсированным молекулам, что, возможно, и обуславливает высокие плотности этих нефтей. Незначительные пригоки подобных нефтей были получены при опробовании горизонта T_3-I .

Из среднеюрских отложений изучена нефть, отобранная на Неджелинской площади при испытании законтурной скв. 8. Вместе с водой здесь поступали пленки тяжелой беспарафиновой нефти, состоящей только из керосиновых и масляных фракций. Подобно нижнеюрским, эта нефть характеризуется высокой концентрацией нафтеновых структур и по углеводородному составу также относится к ароматическо-нафтеновому типу.

Из верхнеюрских (бергеинская свита) и нижнемеловых (батылхская свита) отложений на Берге-Олойской площади были отобраны легкие, малосернистые, парафинистые с низким содержанием асфальто-смолистых компонентов нефти метанового типа. В высококипящих (выше 300°С) фракциях этих нефтей нафтеновые структуры практиче-

ски отсутствуют, что свидетельствует об их метаморфизованном характере.

Анализ свойств газов и конденсатов и характер их распределения по разрезам Хапчагайского поднятия в совокупности с геохимическими и гидрогеологическими данными позволяет предполагать, что значительную роль в образовании многопластовых газовых и газоконденсатных месторождений в триасовых и юрских отложениях этого района играла струйная, преимущественно вертикальная миграция углеводородов. Признаками такой миграции являются, прежде всего, однотипный состав всех газов и абсолютного большинства конденсатов, ореольное распространение тяжелых углеводородов вблизи залежей, снижение конденсатности и содержаний тяжелых углеводородов в газах снизу вверх по разрезу, высокая газонасыщенность региональных покрышек, а также большие вертикальные градиенты пластовых давлений.

В Усть-Вилуйском районе формированию залежей способствовала вертикальная разгрузка газонасыщенных подземных вод.

Вторичность залежей по отношению к вмещающим их породам подтверждается высоким содержанием радиогенного аргона в газах юрских и триасовых отложений (1,4—5,5 мл/л), превышающем на несколько порядков их расчетную (теоретическую) сингенетическую аргоннасыщенность.

Перспективы обнаружения новых газовых месторождений в верхнепалеозойских и мезозойских отложениях Лено-Вилуйской области связаны с доразведкой Хапчагайского и Усть-Вилуйского газоносных районов и главным образом с другими районами Вилуйской синеклизы и Предверхоаянского прогиба. Разрезы рассмотренных выше месторождений по характеру сочетания пластов-коллекторов и газоводопорных горизонтов достаточно четко подразделяются на ряд продуктивных комплексов, совпадающих по стратиграфическому объему с гидрогеологическими комплексами. Выделяются верхнепермский, нижнетриасовый, среднетриасовый—нижнеюрский и средне-верхнеюрский (вплоть до марыкчанской свиты) продуктивные комплексы. Судя по геологическим данным, эти комплексы без существенных литологических изменений распространяются почти на всю территорию Вилуйской синеклизы и в прилегающих к ней районах Предверхоаянского прогиба, выклиниваясь или сокращаясь в мощностях к их бортам. Очевидно, на всей этой территории при наличии благоприятных структурных условий можно ожидать промышленные скопления газа в разрезах верхнего палеозоя и мезозоя.

В Хапчагайском газоносном районе не исключено обнаружение новых месторождений на склонах поднятия. В других районах Вилуйской синеклизы, помимо выявленных уже антиклинальных структур, первостепенный интерес представляет Хоргочумская флексура на северо-западном борту синеклизы, где происходит резкое воздымание верхнепалеозойских и нижнемезозойских толщ в зоне их выклинивания. Длительное существование этой зоны как области возможного нефтегазонакопления на окраине обширной и глубоко прогнутой Линденской впадины позволяет надеяться на присутствие здесь залежей газа как в структурных, так и в стратиграфически экранированных ловушках. Южный борт синеклизы в отношении возможной нефтегазонасыщенности отложений верхнего палеозоя и нижнего мезозоя, по-видимому, менее перспективен из-за опесчанивания и выклинивания экранирующих горизонтов, хотя открытие здесь месторождений газа при благоприятных структурных условиях вполне вероятно. На последнее указывает, в частности, наличие отчетливых нефтегазопроявлений в Бескюельской и Борогонцевской скважинах.

Обширная Линденская впадина слабо изучена сейсморазведкой, но в настоящее время здесь уже обнаружено несколько перспективных структур. Этот район может рассматриваться как перспективный по средне-верхнеюрским и нижнемеловым отложениям. В наименее погруженных частях Линденской впадины перспективны поиски залежей нефти и газа в отложениях нижнего мезозоя и верхнего палеозоя.

Расположенная в центральной части Предверхоаянского прогиба к югу от Усть-Вилуйского месторождения Сангарская группа структур (Сангарская, Эксенях-Баламаканская, Нижне-Чечумская складки) характеризуются доступными для бурения глубинами залегания большинства мезозойских продуктивных комплексов. Промышленная газоносность этого района, где длительное время ведется глубокое бурение, до сих пор является проблематичной из-за сложного строения структур и неудовлетворительных коллекторских свойств пород. К западу от этого района на левобережье р. Лены известны Олойская и Бергеинская структуры, на которых были получены слабые притоки нефти из верхнеюрских и нижнемеловых отложений. Анализ материалов разведки этих структур позволяет считать, что отсутствие промышленных притоков было обусловлено недостаточно обоснованным выбором объектов испытания. Доразведка этого района представляет несомненный практический интерес. Еще больший интерес представляет разведка Кобяйской структуры, расположенной несколько западнее, где продуктивные горизонты залегают на 200—300 м выше, чем на Бергеинской и Олойской площадях, а коллекторские свойства, судя по общим закономерностям, улучшаются. Перспективными представляются и другие районы Лунхинской впадины и Тангнарынского прогиба, где возможно обнаружение новых нефтегазоносных структур.

Высоки перспективы северной ветви Предверхоаянского прогиба. В верхнепалеозойско-мезозойском разрезе здесь прослеживаются аналогии продуктивных горизонтов Хапчагайского района и в то же время существенно возрастает количество и мощность глинистых толщ-покрышек. Особенно важно отметить проявление регионально развитых изолирующих толщ в среднеюрских и на границе верхнеюрских и нижнемеловых отложений. Структурные предпосылки для образования залежей нефти и газа весьма благоприятны. Здесь выявлено большое число антиклинальных структур (см. рис. 2), наибольший интерес представляют структуры западных бортов нижнемеловых впадин, где бурением может быть вскрыт весь разрез верхнепалеозойско-мезозойских отложений. Перспективны также седловины, разделяющие эти впадины.

В пределах Алданской ветви Предверхоаянского прогиба перспективы рассмотренного разреза существенно снижаются, что связано, прежде всего, с выклиниванием изолирующих толщ в зоне перехода от пригеосинклинального к внешнему крылу прогиба. Наиболее перспективны здесь брахиантиклинальные структуры, обрамляющие Тукуланское поднятие, где могут быть вскрыты отложения, близкие к такому Усть-Вилуйского газоносного района.

Передовые складки линейного типа, развитые на пригеосинклинальном крыле прогиба, по-видимому, малоперспективны. Большинство из них интенсивно разбито разрывными нарушениями, что при существенно песчаном характере разреза является резко отрицательным фактором; коллектора порового типа здесь практически отсутствуют в связи с большой плотностью пород.

На бортах рассмотренных частей Вилуйской синеклизы и Предверхоаянского прогиба под мезозойскими, а в северной части прогиба под верхнепермскими отложениями залегают нижнепалеозойские от-

ложения. Перспективы этих районов области оцениваются достаточно высоко по аналогии с прилегающими районами Алданской и Анабарской антеклиз и связываются главным образом с терригенно-карбонатными отложениями верхнего докембрия, в меньшей степени с карбонатными нижнепалеозойскими и терригенными пермскими и мезозойскими отложениями. В качестве наиболее перспективных рассматриваются районы крупных погребенных поднятий в фундаменте платформы (Баппагайское, Кенкеминское и др.).

Своеобразием геологического строения отличается район Кютюндинского грабена в северной ветви Предверхоаянского прогиба. Здесь под мезозойскими отложениями залегают терригенные отложения верхнего палеозоя (пермь, карбон), терригенные и галогенно-карбонатные отложения нижнего карбона и девона, что значительно расширяет стратиграфический диапазон возможной нефтегазоносности.

В заключение укажем на возможность обнаружения залежей нефти и газа в выклинивающихся сериях пластов-коллекторов (продуктивных горизонтах) верхнепалеозойско-мезозойского комплекса по окраинам Вилюйской синеклизы и в пределах приплатформенного крыла Предверхоаянского прогиба. При этом подобные залежи могут быть обнаружены в условиях регионального выклинивания пластов без четко выраженных структурных осложнений. Особенности геологического строения Вилюйской синеклизы и Предверхоаянского прогиба для этого благоприятны. Чередование основных изолирующих толщ и коллекторов на окраинах синеклизы и прогиба с моноклинальным залеганием пород в сочетании с трансгрессивным налеганием более молодых толщ (чаще юрских) создает предпосылки для образования ловушек стратиграфического и литологического типа.

Лено-Анабарская нефтегазоносная область

Лено-Анабарская область расположена в пределах одноименного позднемезозойского краевого прогиба. Наиболее детально нефтегазоносность этой области изучена в Оленекском и Анабаро-Хатангском районах.

В Оленекском районе нефтепоисковые работы начались после 1938 г., когда А. Н. Гусев обнаружил обильные битумопроявления в кембрийских и пермских отложениях по р. Оленек. С 1943 г. здесь проводились планомерные геолого-съёмочные работы, а в 1948—1954 гг. — в небольшом объеме геофизические работы, колонковое и глубокое бурение (на Улахан-Юрхской антиклинали). На Тюмятинской площади пробурена одна разведочная скважина (Р-50) глубиной 1050 м. В результате бурения установлена повышенная битуминозность пермских отложений и получены притоки минерализованных вод с растворенным газом. Большой вклад в изучение геологии и перспектив нефтегазоносности Оленекского района внесли И. С. Грамберг, В. Л. Иванов, В. Я. Кабаньков, М. К. Калинин, Т. Н. Копылова, В. М. Лазуркин, Д. В. Лазуркин, Д. С. Сороков, Н. А. Сягаев и др.

Тектоническое строение верхней части осадочного чехла, с которой связаны основные перспективы нефтегазоносности Лено-Анабарского прогиба, отражено на приложенной структурной карте (см. рис. 2). В разрезе верхнепалеозойско-мезозойского нефтегазоносного комплекса по литологическим особенностям выделяются пермско-нижнетриасовые, среднетриасово-нижнеюрские и средне-верхнеюрские потенциально нефтегазоносные отложения, весьма близкие по составу и строению к таковым севера Предверхоаянского прогиба в пределах Лено-Вилюйской области.

Пермско-нижнетриасовые отложения мощностью от 300 до 1500—2000 м изолированы от вышележащих толщей аргиллитов оленекского яруса мощностью 60—230 м. Коллекторами являются пермские песчаники: пористость их 10—27%, проницаемость до 3000 мД. Коллекторские свойства ухудшаются по мере приближения к складчатой области. Обильные притоки воды из верхнепермских отложений на недоразведанной Улахан-Юряхской структуре позволяют рассчитывать на наличие в них хороших коллекторов и на прискладчатом крыле прогиба. Коллекторские свойства маломощной туфогенно-терригенной толщи индского яруса неудовлетворительны.

Пермские отложения регионально битуминозны. Содержания битумов в породах обычно составляют сотые доли процента, но в отдельных горизонтах достигают больших значений. Наиболее насыщены ими пермские породы на приплатформенном крыле прогиба и на склоне Оленекского поднятия, где выявлено крупное месторождение битумов.

Оленекское месторождение битумов прослежено по поверхностным выходам в субширотном направлении в бассейнах рек Пур, Келимьяр, Хорбусуонка. С юга на север оно прослежено буровыми скважинами от границы распространения пермских пород до скважины Р-50, расположенной к северу от устья р. Пур. Битуминозные пермские отложения залегают здесь на доломитах лапарской свиты верхнего кембрия и перекрываются нижнетриасовыми глинистыми отложениями. Они представлены разномасштабными песчаниками с пачками чередующихся мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Мощность отложений в районе поверхностных выходов оценивается в 100—150 м, в северном и северо-восточном направлениях она возрастает до 340 м (скв. Р-50).

Содержания битумов в пермских породах изменяются в значительных пределах (от фоновых до 10%); чаще распространены их концентрации в 1—3%. Распределение битумов неравномерное и в большинстве случаев контролируется коллекторскими свойствами пород. Наряду с зонами сплошного битумонасыщения, достигающими мощности 15 м в отдельных пластах, часто наблюдается пятнистое, селективное битумонасыщение. Наиболее насыщены битумами крупно- и среднезернистые разности песчаников с каолиновым и гидрослюдисто-каолиновым цементом, наименее насыщены породы с карбонатным цементом. Судя по элементарному составу битумов (С — 84%; Н — 10,5%; О + N + S — 5,5%), Оленекское месторождение представляет разрушенное месторождение нефти.

Битумопроявления отмечаются и в кровле лапарской свиты верхнего кембрия. Здесь битумонасыщение связано с корой выветривания мощностью 10—15 м. Битумы, содержание которых достигает 1,5—2%, заполняют каверны в лапарских доломитах, придавая породе характерный пятнистый облик. Единичные определения изотопного состава углерода пермских (С¹³ — 2,58—2,65%) и лапарских битумов (С¹³ — 2,62%) позволяют предполагать, что в генетическом отношении они являются едиными.

В Оленекском районе имеются и другие признаки нефтегазоносности пермских отложений. На Улахан-Юряхской структуре из колонковой скв. К-308 с глубины 519 м был получен фонтан воды (600 м³/сут) и незначительные выделения газа (20 м³/сут). Воды хлоркальциевого типа с минерализацией 11,1 г/л. Газ метановый, содержание тяжелых углеводородов — 0,05%. В керне, поднятом из забоя скв. Р-50, наблюдалась капельножидкая нефть, а при опробовании был получен приток воды (60 м³/сут) с газом (40—50 м³/сут). Газ существенно метановый

с содержанием CH_4 80% и тяжелых углеводородов 1,6%. Воды — слабосоленые хлоркальциевого типа с минерализацией 4,5 г/л.

Среднетриасовые—нижнеюрские отложения в Оленекском районе представлены триасовыми и нижнелейасовыми песчаными толщами общей мощностью до 600 м и существенно глинистой толщей плинсбаха и тоара (80—600 м). Рассеянная битуминозность пород, как и всего мезозойского разреза, имеет фоновый характер, и лишь в отдельных случаях содержания битумов достигают 0,3—0,4%. Среди песчаников есть горизонты с пористостью до 15%. По всей вероятности, эти отложения перспективны на поиски нефти и газа только на прикладчатом крыле и в осевой части прогиба, поскольку на приплатформенном крыле их песчаная часть почти полностью уничтожена предъюрским размытием.

В средне-верхнеюрских отложениях интерес могут представлять ааленские песчаники мощностью 120—300 м и песчаники чекуровской свиты (60—220 м), перекрытые глинистыми толщами. В этих горизонтах имеются коллектора с пористостью до 18% и проницаемостью в несколько сотен миллиардов.

Помимо пермских и мезозойских отложений на приплатформенном крыле Лено-Анабарского прогиба перспективны на поиски нефти и газа также отложения верхнепротерозойско-нижнепалеозойского комплекса.

В Анабаро-Хатангском районе нефтепоисковые исследования были начаты в 1933 г. В этом же году на полуострове Юрюнг-Тумус среди нижнеюрских отложений были обнаружены закированные породы и выходы жидкой нефти. В 1934 г. началось бурение на полуострове Нордвик.

При бурении обнаружены нефтяные и газовые месторождения. Месторождения характеризуются низкими суточными дебитами, небольшими размерами залежей и являются непромышленными. Из выявленных месторождений два располагаются на территории ЯАССР, остальные — в пределах Красноярского края.

Южно-Тигянское газо-нефтяное месторождение расположено к западу от устья р. Тигян. Оно приурочено к крупной брахиантиклинали, отделенной на севере от Тигяно-Анабарской антиклинали неглубокой седловиной. В своде складки на дневную поверхность выходят верхнеюрские, на крыльях — нижнемеловые отложения. Свод складки небольшой седловиной разделен на два купола: западный и восточный. Кровля палеозойских отложений на восточном куполе залегает на 150 м выше, чем на западном. В сводовой части структуры широко развиты разрывные нарушения (в основном, сбросы). На месторождении при бурении вскрыты терригенные отложения мезозоя, верхней и нижней перми. По всему разрезу с глубины от 70 до 1955 м отмечались нефтегазопроявления. Максимальное насыщение нефтью наблюдалось в горизонте XI, приуроченном к пограничным слоям нижней и верхней перми (табл. 2). При опробовании этого горизонта на западном куполе были получены притоки нефти с начальными дебитами до 12,3 м³/сут и газа — 1445 м³/сут. По данным В. К. Калинин, выявленная залежь приурочена к зоне повышенной проницаемости пород в южной и юго-восточной частях складки. Резкое падение дебитов скважины в процессе опробования и опытной эксплуатации он связывает с ограниченными размерами залежи.

На восточном куполе в горизонте XI получены небольшие притоки нефти (менее 1 м³/сут) совместно со слабыми притоками газа. В верхнекожевниковской свите верхней перми в скважине 108-Р с глубины

1276—1281 м при опробовании получен приток газа до 2500 м³/сут совместно с водой (0,2 м³/сут) и нефтью (0,15 м³/сут). Незначительные притоки нефти на восточном куполе в горизонте XI связываются В. К. Калинин с большей вязкостью нефти. Газы пермских отложений метановые (81—90%). Содержания тяжелых углеводородов изменяются от 0,2 до 7%, повышаясь в нефтеносных пластах. Пластовые воды хлоркальциевого типа с общей минерализацией около 2 г/л практически бессульфатные.

Чайдахское газовое месторождение расположено к северу от Южно-Тигянского. Оно приурочено к небольшой куполовидной складке

Таблица 2

Результаты опробования разведочных скважин на Западном куполе Южно-Тигянской площади

Система, ярус	Свита	Горизонт	Скважина	Интервал опробования, м	Пористость, %	Проницаемость, мД	Суточные дебиты, м ³ /сут		
							нефть	вода	газ
Нижняя пермь, кунгурский	Нижнекожевниковская	XI	102-Р	1583—1670	14,8	20,1	8,1—12,3	Нет	1445
То же	То же	XI	102-Р	1583—1670	19,7	37,7	2,6*	Нет	320
"	"	XI	102-Р	1583—1670	19,7	37,7	1,8*	Нет	100
"	"	XI	104-Р	1643—1718	17,8	17,7	1,9*	0,5	Слабые
"	"	XI	104-Р	1643—1718	17,8	17,7	1,07	0,5	Нет

* Данные дебиты получены в процессе опытной эксплуатации разведочных скважин, остальные — в процессе опробования.

амплитудой около 20 м, осложняющей свод Тигяно-Анабарской антиклинали. В процессе бурения по всему вскрытому разрезу мезозойских и пермских отложений наблюдались слабые нефтегазопроявления. В скв. 254-Р с глубины 920—1007 м из нижнепермских отложений (горизонт XII) при опробовании получен приток газа дебитом 2500 м³/сут совместно с водой (4,3 м³/сут) и пленками нефти. В скв. 252-Р притоки газа дебитом 1500 м³/сут совместно с водой (14—18 м³/сут) получены из горизонта XI-б также в нижнепермских отложениях (интервал 890—901 м) и из горизонта IX в верхнепермских отложениях (интервал 716—723 м). По составу газы и пластовые воды аналогичны вскрытым на Южно-Тигянском месторождении.

Таким образом, в Анабаро-Хатангском районе в результате бурения обнаружены малодобитные залежи нефти и газа и его следует рассматривать как район с доказанной нефтегазоносностью пермских отложений.

В Лено-Анабарском прогибе открыты и другие структуры. Поскольку перспективность этой области, по существу, доказана, первоочередной задачей нефтепоисковых работ является постановка сейсмической разведки с целью выявления новых и подготовки уже известных структур к глубокому бурению. Наибольший интерес, по всей вероятности, будут представлять поперечные поднятия, разделяющие нижне-меловые впадины, а также локальные структуры Кюсюрско-Куогастахского вала.

ЛЕНО-ТУНГУССКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ

В пределах Лено-Тунгусской провинции известны промышленные газовые месторождения и есть перспективные участки для обнаружения новых месторождений. Перспективы большей части провинции связаны с нижним (верхнепротерозойско-нижнепалеозойским) нефтегазовым комплексом.

Западно-Вилюйская нефтегазоносная область

Геологическое строение области и ее нефтегазоносность изучали Ф. А. Алексеев, Н. М. Музыченко, А. Е. Разумовская, Г. Э. Фришфельд, Е. А. Басков, И. И. Краснов, В. Л. Масайтис, Г. С. Фрадкин, Н. М. Чумаков и др. Важные для оценки нефтегазоносности сведения были получены в процессе гравиметрических, магнитометрических и электроразведочных исследований, а также в результате бурения Сунтарской опорной, Кемпендяйской структурно-поисковой и Кюндяйской гидрогеологической скважин.

В современном структурном плане Западно-Вилюйской нефтегазоносной области отчетливо вырисовываются Кемпендяйская и Ыгыттанская впадины с разделяющим их Сунтарским сводовым поднятием, а также Верхне-Синское, Арбайское поднятия и Сарсанская мульда, сложенные валами и локальными антиклинальными структурами (рис. 8). Сложены названные тектонические элементы отложениями верхнепротерозойско-нижнепалеозойского, среднепалеозойского и верхнепалеозойско-мезозойского комплексов.

Верхнепротерозойско (рифейско) — нижнепалеозойский комплекс на описываемой территории почти не обнажен и в очень небольшом объеме вскрыт бурением. Однако характер его строения на сопредельных территориях указывает на погружение пород верхнего докембрия и нижнего палеозоя под среднепалеозойские и верхнепалеозойско-мезозойские отложения Западно-Вилюйской области без существенных фациальных изменений и сокращения мощностей.

В качестве прямого признака нефтегазоносности отложений комплекса на рассматриваемой территории следует отметить битуминозные известняки и доломиты, синхронные юдомской свите, в разрезе Кюндяйской скважины, пробуренной в присводовой части Сунтарского поднятия. Здесь в пиритизированных известняках и доломитах по трещинам и структурным швам наблюдались скопления вязкого битума и жидкой нефти [Фрадкин Г. С., 1967]. В ряде пунктов на западе Вилюйской синеклизы установлены подмерзлотные воды с растворенными углеводородными газами, а также нафтеновыми кислотами, бромо-, хлоридами кальция и др.—показателями гидрогеологической закрытости недр и их возможной нефтегазоносности.

Практический интерес эти отложения представляют на погруженных (до 1000 м и более) частях свода и склонах Сунтарского поднятия, а также на бортах Вилюйской синеклизы, сопредельных с перспективными геоструктурными элементами палеозойского обрамления. В присводовой части Сунтарского поднятия в разрезе Кюндяйской скважины между битуминозными толщами карбонатных пород вскрыт горизонт слабо сцементированных средне- и крупнозернистых песчаников мощностью 12 м, генетически, вероятно, связанных с размывом древних выступов кристаллического фундамента. Существование в конце позднего протерозоя и в ранние эпохи кембрия подобных источников сноса терригенного материала позволяет предполагать наличие горизонтов гранулярных коллекторов на склонах Сунтарского поднятия.

Наиболее перспективной в отношении нефтегазоносности следует рассматривать юго-западную периклиналь этого поднятия, примыкающую к Ботубинской седловине, где открыто газоконденсатное месторождение. На бортах западной части Вилюйской синеклизы перспективна Синско-Арбайская приподнятая зона. В ее пределах расположен ряд антиклиналей с глубинно залегающими потенциально продуктивных

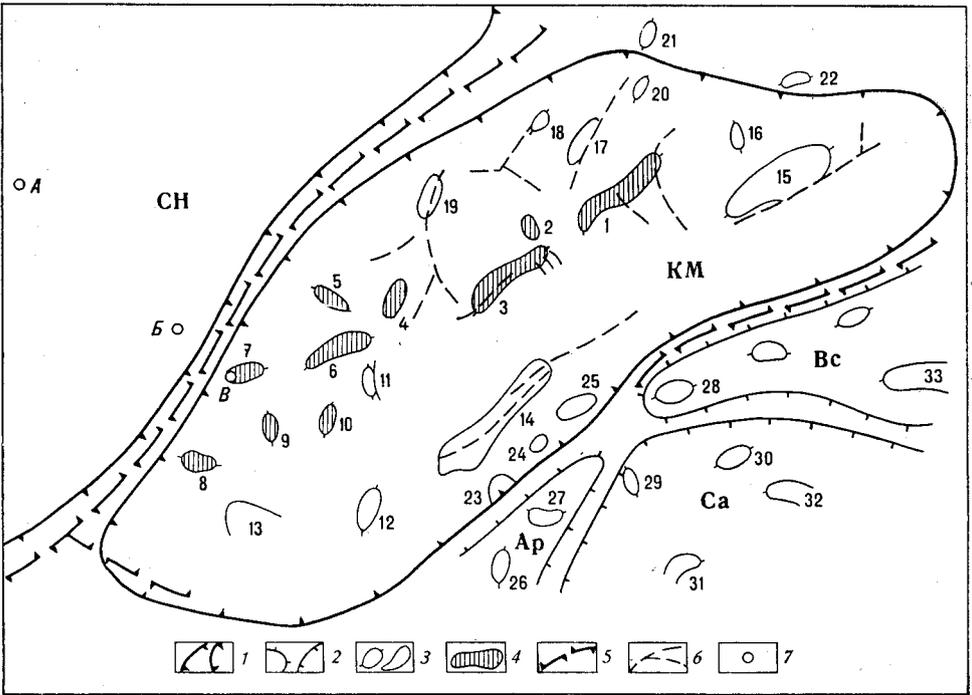


Рис. 8. Структурная схема Кемпен'dяйской впадины (по М. К. Вейнберг).

1 — границы сводовых поднятий и впадин; 2 — границы валлообразных поднятий и мульды; 3 — брахиантиклинали и купола; 4 — антиклинали, сложенные на поверхности соленосными отложениями; 5 — глубинные разломы; 6 — мелкие разрывные нарушения; 7 — скважины: А — Кюндяйская гидрогеологическая; Б — Сунтарская опорная; В — Кемпен'dяйская структурно-поисковая. СН — Сунтарское поднятие; КМ — Кемпен'dяйская впадина; Вс — Верхне-Синское поднятие, Ар — Арбайское поднятие; Са — Сарсанская мульда. Антиклинали: 1 — Табасындская, 2 — Соголохская, 3 — Багиская, 4 — Восточно-Кюндяйская, 5 — Западно-Кюндяйская, 6 — Таас-Тууская; 7 — Кемпен'dяйская, 8 — Инерченская, 9 — Улахан-Уотаская, 10 — Сороская, 11 — Намдырская, 12 — Тумарская, 13 — Хара-Юрхаская, 14 — Ханхарско-Малыхская, 15 — Кэздэпчинская, 16 — Эбз-Хаинская, 17 — Эльгенская, 18 — Средне-Тонгуонская, 19 — Атыяхская, 20 — Куогастахская, 21 — Куогастахская, 22 — Кустахская, 23 — Лабыктинская, 24 — Тарпытская, 25 — Учугейская, 26 — Одойская, 27 — Бастахская, 28 — Алтан-Оттохская, 29 — Центральная, 30 — Тайтахская, 31 — Кеиктская, 32 — Усун-Билерская, 33 — Тисикская

горизонтов в докембрийских и нижнепалеозойских отложениях не более 2,5—3 км. Несомненный интерес рассматриваемый комплекс представляет и на Верхне-Синском поднятии.

Среднепалеозойский комплекс представлен терригенно-карбонатными, галогенными и вулканогенно-осадочными образованиями. В Кемпен'dяйской (см. рис. 8) впадине изучена только верхнедевонско-нижнекаменноугольная толща комплекса мощностью 1850 м. Характерной особенностью этой толщи является присутствие соли, существенно влияющей на ее строение и возможную нефтегазоносность. В осевой части Кемпен'dяйской впадины намечается зона шириной около 50 км максимального развития галогенной формации, где мощность массивов соли, обычно разделенных терригенными горизонтами, достигает 1,5 км. К этой зоне приурочены открытые соляные структуры си-

стемы Кемпендяйских дислокаций (Кемпендяйская, Тас-Тусская, Багинская, Табасындская и др.). На юго-востоке распространение массивов соли ограничено восточной границей Ханхарско-Малыхской и Кедепчикской структур. Далее к юго-востоку, а также в пределах Арбайского и Верхне-Синского поднятий, соленосные горизонты в разрезе среднего палеозоя, вероятно, отсутствуют.

Общая мощность среднепалеозойских отложений, судя по геофизическим данным, в центральной части Кемпендяйской впадины около 6 км, на юго-восточном борту она сокращается до 1,6 км. В области сочленения с Сунтарским поднятием наблюдается резкое изменение мощности среднего палеозоя вплоть до полного выклинивания, а в северо-восточном направлении происходит постепенное сокращение мощности и предполагается смена соленосных формаций прибрежно-морскими и морскими терригенно-карбонатными отложениями.

Изученная мощность терригенно-карбонатных и вулканогенных отложений среднего палеозоя Ыгыаттанской впадины не более 850 м, полная мощность этих отложений в центральных частях впадины, вероятно, превышает 1,5—2 км. Характерным для рассматриваемого комплекса является наличие здесь нескольких покровов базальтов, занимающих в разрезе определенное положение. Соленосные отложения в изученных разрезах не установлены, но в центральной части впадины они не исключаются.

В обобщенном разрезе среднепалеозойского комплекса на западе Вилуйской синеклизы правомерно выделение надсоленосной, соленосной и подсоленосной толщ, отдельные горизонты которых формировались в благоприятных для нефтегазообразования палеогеографических и палеотектонических условиях. Прямыми признаками нефтегазоносности комплекса служат жилы битуминозного кальцита в карбонатных породах курунгурыхской свиты (рр. Баага, Кюндяй, оз. Сагыняхтах и др.). Установленные здесь битумы представляют собой измененные под влиянием минерализованных вод легкие погоны нефти, привнесенные по трещинам из более глубоких горизонтов девонских отложений. Отдельные горизонты курунгурыхской свиты характеризуются повышенной битуминозностью (до 0,18%). В составе растворенных газов Табасындского и некоторых других солейсточников Кемпендяйского района до 13—35% принадлежит метану и его высшим гомологам. Среднепалеозойские рассолы Кемпендяйских дислокаций относятся к сульфатно-натриевому типу. Для них характерно высокое содержание хлоридов (до 400 г/л) при низком содержании калия и брома; обнаружены также йод и нафтеновые кислоты. Состав вод и растворенных газов указывает на их связь с глубокими подсоленосными горизонтами, возможно, содержащими залежи нефти и газа.

В разрезе среднепалеозойских отложений установлены мощные и выдержанные по простиранию горизонты коллекторов. В частности, пористость песчаников курунгурыхской свиты достигает 25%, а газопроницаемость — 455 мД. Пористые песчаники встречены также в базальных горизонтах девонских отложений (р. Намана) и в разрезе эмяксинской свиты. Надежными изолирующими покрывками повсеместно являются мощные горизонты галогенных и глинисто-эвапоритовых пород, а также регионально выдержанные пачки глинизированных туфов и туффинов.

Важным фактором, благоприятствующим формированию залежей нефти и газа в среднепалеозойском комплексе, следует считать обилие структур. Отметим, например, что только в Кемпендяйской впадине (см. рис. 8) и Арбайско-Синской приподнятой зоне выявлено более 30 локальных структур различного морфологического и генетического типов.

Районы развития солянокупольных структур правомерно рассматривать как зоны возможного нефтегазонакопления в подсоловых отложениях; в позднем палеозое и мезозое они занимали приподнятое положение и могли служить резервуаром для углеводородов, генерированных в девонских и мигрировавших из более древних отложений.

В краевых частях Кемпендяйской впадины, в зонах ее сочленения с Верхне-Синским и, особенно, Сунтарским поднятиями мощности всего разреза резко сокращаются и отмечается выпадение ряда среднепалеозойских горизонтов. Существование региональных наклонов от древних поднятий могло способствовать процессам латеральной миграции углеводородов из погруженных участков впадины и аккумуляции их на склоне названных поднятий в ловушках сводового и, возможно, стратиграфического типов (серии регионально выклинивающихся пластов).

Верхнепалеозойско-мезозойский комплекс представляет практический интерес в Кемпендяйской впадине и, возможно, на северо-востоке Ыгыаттанской впадины и Сунтарского поднятия. Мощность песчано-глинистых верхнепалеозойских и мезозойских отложений в Кемпендяйской впадине достигает 2,5—3,5 км, из которых более половины (предположительно пермские и триасовые) сложены, вероятнее всего, теми же породами, что и на Хапчагайском поднятии. Среди выявленных положительных структур к благоприятным для формирования залежей нефти и газа в комплексе верхнепалеозойских и мезозойских отложений относятся, прежде всего, Атыяхская, Средне-Тонгуонская и Кедепчинская брахиантиклинали. Амплитуда Кедепчинской структуры по подсоловым отложениям — около 1000 м, в своде она осложнена соляным ядром. Общая мощность рассматриваемых отложений изменяется от 600 м в своде до 3000 м на северо-западном крыле. Мощность пермских и триасовых песчано-глинистых пород на крыльях превышает 1 км, и, следовательно, с ними здесь могут быть связаны залежи стратиграфического типа. В своде структуры эти отложения выклиниваются.

Совокупность геолого-геофизических данных свидетельствует о перспективах Западно-Вилуйской нефтегазонаосной области. Основной задачей дальнейших нефтепоисковых работ в этой области является ввод в глубокое бурение перспективных структур Кемпендяйской впадины, подготовленных сейсморазведочными работами.

Непско-Ботуобинская нефтегазонаосная область

Эта область объединяет несколько структур: Ботуобинскую седловину, восточную часть Непского свода и северную часть Предбайкальского прогиба. Большое значение для положительной оценки перспектив нефтегазонаосности территории области имели работы В. П. Сенюкова [1938] в смежных районах северного склона Алданского щита и О. В. Флеровой [1941], которые пришли к выводу, что южная часть Якутии, включая и рассматриваемую территорию, перспективна в нефтегазонаосном отношении. В 1944 г. С. П. Ситников составил карту перспектив нефтегазонаосности Сибирской платформы, на которой выделил Предбайкальский прогиб как одну из перспективных территорий.

Современные представления о геологическом строении области сложились, главным образом, в результате сейсморазведочных и электро-разведочных работ, начатых здесь в 1965—1967 гг., и последующего глубокого бурения.

Наиболее перспективной структурой области является Ботуобинская седловина, разделяющая Вилуйскую и Тунгусскую синеклизы. Ее границы с Тунгусской и Вилуйской синеклизами фиксируются по по-

грузению пород нижнего палеозоя под более молодые палеозойские отложения; с Ангаро-Ленским прогибом — по резкому изменению морфологии и простираения локальных структур, здесь на большом протяжении граница проходит по зоне разломов. С Анабарским массивом седловина не имеет четких границ. Условно они устанавливаются по Джункунскому прогибу и депрессиям, разделяющим Сьюльдюкарское и Нижне-Моркокинское поднятия (рис. 9). По фундаменту на седловине выделяются крупные приподнятые блоки (Мирнинский и Сьюльдюкар-

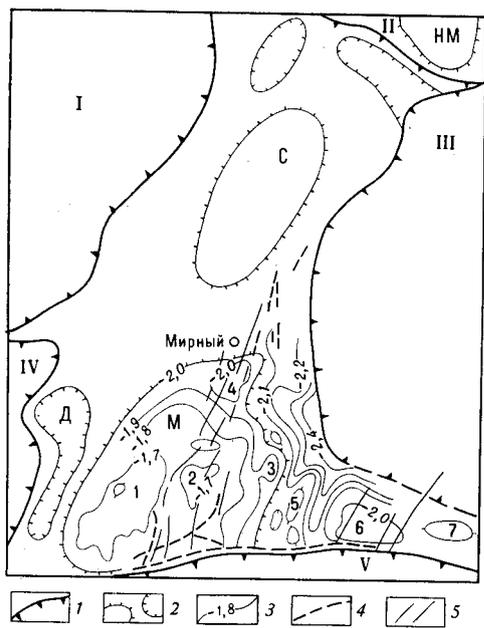


Рис. 9. Тектоническая схема Ботуобинской седловины. Составил А. К. Бобров.

1 — границы сопредельных регионов (I — Тунгусская синеклиза, II — Анабарская антеклиза, III — Вилюйская синеклиза, IV — Ангаро-Ленский краевой прогиб); 2 — поднятия и впадины, выделенные по кристаллическому фундаменту (НМ — Нижне-Моркокинское, С — Сьюльдюкарское, М — Мирнинское, Д — Джункунский прогиб); 3 — изогипсы опорного сейсмического горизонта КВ; 4 — разломы; 5 — интрузии траппов (по данным магниторазведки).

Антиклинали: 1 — Средне-Ботуобинская, 2 — Тас-Юряхская, 3 — Юрегинская, 4 — Уилбикская, 5 — Ииктехская, 6 — Верхне-Вилючанская, 7 — Вилюйско-Джербинская

ский) и ряд более мелких выступов. В осадочном чехле, по отложениям верхнего протерозоя и нижнего палеозоя, им соответствуют пологие одноименные поднятия. В изученной сейсморазведочными работами южной части Ботуобинской седловины выявлен ряд пологих брахиантиклиналей и куполов.

Мощность осадочного чехла в пределах седловины меняется от 2 км в ее сводовой части до 3—4 км на бортах. В процессе бурения на Средне-Ботуобинской структуре на глубине 1947—1976 м скважинами вскрыты архейские роговообманковые гнейсы, биотитовые гнейсы и мраморы, одновозрастные, по мнению В. И. Кицула, породам олекминской серии Алданского щита. Вскрытый бурением разрез верхнепротерозойских и кембрийских отложений А. К. Бобров расчленил следующим образом (рис. 10). На архейских породах залегает джербинская свита с конгломератами и гравелитами в основании, для нее характерно неравномерное чередование кварцевых песчаников, алевролитов и аргиллитов. Завершается разрез пачкой песчаников, соответствующей по стратиграфическому положению и литологическим особенностям нижнемоетской подсвите Приленского района Иркутского амфитеатра. Мощности джербинской свиты определены в 57—100 м. Тинновская свита сложена доломитами, иногда ангидритизированными с частыми прослоями аргиллитов. Мощность свиты составляет 112—127 м, ее возраст определяется как позднепротерозойский — раннепалеозойский («вендский» или «юдомский»).

В составе юдейской свиты (алданский ярус) преобладают серые доломиты, иногда битуминозные и ангидритизированные с тонкими прослоями аргиллитов. Мощности свиты изменяются от 205 до 215 м. Эльгянская свита характеризуется темно-серыми кавернозными, пористыми и трещиноватыми битуминозными доломитами мощностью 78—100 м. В ней содержатся редкие прослои известняков и глинистых доломитов. Эта регионально выдержанная битуминозная толща прослеживается от северного склона Алданского щита до Иркутского амфитеатра, где она выделяется как осинский горизонт. С уровня толбачанской свиты, мощность которой достигает 665—702 м, в разрезе кембрийских отложений появляется много прослоев каменной соли, гипсов, ангидритизированных доломитов, ангидритов, мергелей и др. В кровле нижней подсвиты и средней подсвиты толбачанской свиты отмечены силлы габбро-долеритов мощностью до 60—122 м.

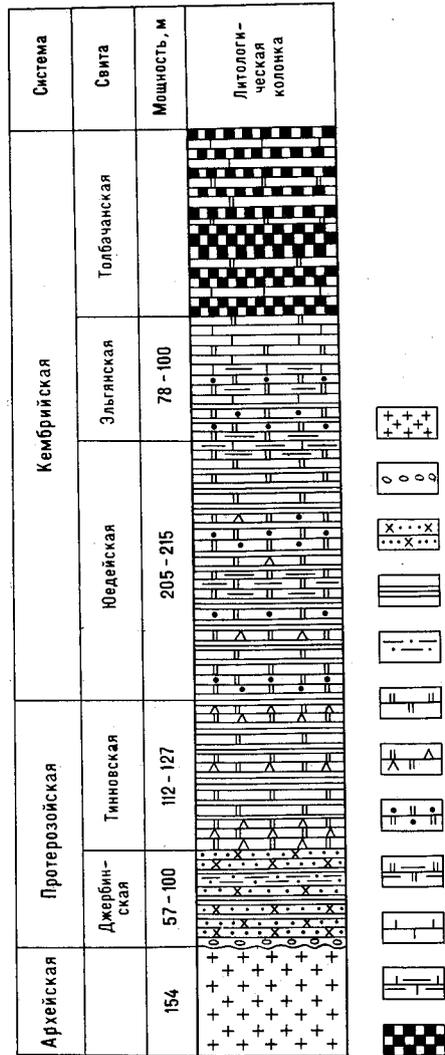
В процессе глубокого бурения на Средне-Ботуобинской структуре получены промышленные притоки газа из верхнепротерозойских и кембрийских отложений.

Средне-Ботуобинское месторождение расположено в среднем течении р. Улахан — Ботуобуя, амплитуда структуры находится на пределе точности сейсмических исследований (рис. 11, 12). Месторождение открыто в 1970 г. в процессе бурения параметрической скважины.

В результате разведочных работ установлена промышленная газонос-

Рис. 10. Сводный стратиграфический разрез Средне-Ботуобинского месторождения. Составил А. К. Бобров.

1 — гранито-гнейсы; 2 — конгломераты; 3 — песчаники; 4 — аргиллиты; 5 — алевролиты; 6 — доломиты; 7 — доломиты ангидритизированные; 8 — доломиты битуминозные; 9 — доломиты глинистые; 10 — известняки; 11 — известняки глинистые; 12 — каменные соли, ангидриты



ность двух горизонтов: ботуобинского (терригенного) и осинского (карбонатного). Первый из них залегает в кровле дербинской свиты, представлен он кварцевыми средне- и крупнозернистыми часто доломитизированными и ангидритизированными песчаниками с прослоями алевролитов. Подстиляется горизонт пачкой чередующихся аргиллитов и алевролитов и перекрывается толщей плотных ангидритизированных доломитов. Эффективная мощность горизонта изменяется от 2,2 до 27 м.

При испытании ботуобинского горизонта из большинства скважин получены притоки газа с дебитом от 40 до 700 тыс. м³/сут. Пластовое давление в горизонте ниже гидростатического и составляет всего 147—

150 кгс/см² на глубине 1820—1850 м. Пластовая температура изменяется от +7 до 13° С. Свободный газ состоит из метана (82,5%), пропана (2,2%), бутана (0,2%), пентана (0,2%), гексана (0,1%), углекислого газа (0,75%), азота и редких газов (7,5%). Для него характерно высокое (до 10 см³/м³) содержание гелия. Конденсат содержится в небольших (до 10 см³/м³) количествах. Предполагается наличие оторочки вязкой нефти, отделяющей газовую залежь от гидродинамической системы.

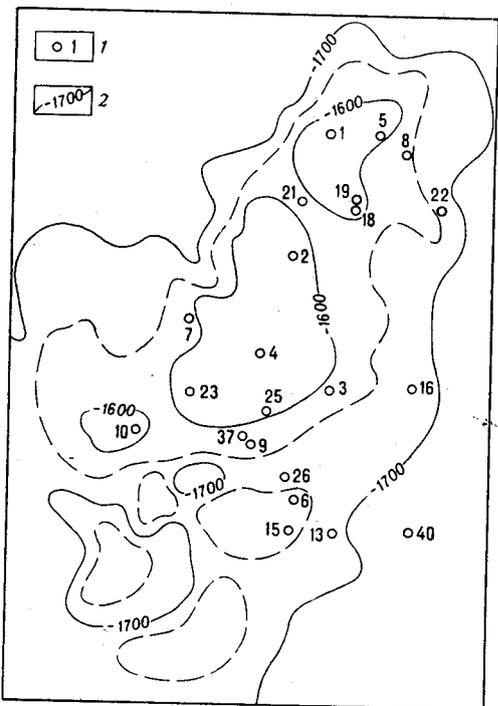
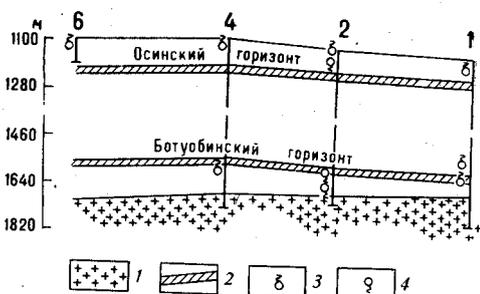


Рис. 11. Структурная схема Средне-Ботубинского месторождения по опорному сейсмическому горизонту КВ.

1 — номера скважин; 2 — изогипсы

Рис. 12. Разрез Средне-Ботубинского месторождения.

1 — гранито-гнейсы; 2 — продуктивные горизонты; 3 — притоки газа; 4 — притоки воды



Значительные изменения отметок газо-водяного контакта на площади позволяют предполагать блоковое строение месторождения.

Осинский горизонт представлен мелкозернистыми битуминозными доломитами, часто интенсивно ангидритизированными с кавернами и трещинами, иногда заполненными капельножидкой нефтью. Горизонт подстилается плотными глинистыми доломитами и перекрывается пластиками каменной соли. Доломиты осинского горизонта обладают крайне низкими коллекторскими свойствами. Вместе с тем, по данным А. Е. Киселева, эти доломиты часто микропористы. Пористость достигает 12—18%. В разрезе горизонта выделяется несколько трещиноватых и кавернозных зон, отмечающихся как по керну, так и по интенсивному поглощению раствора при бурении. По материалам промыслово-геофизических исследований выделяется несколько интервалов с удовлетворительными коллекторскими свойствами. В ряде случаев эти интервалы совпадают с выявленными зонами трещиноватости. Суммарная мощность эффективных прослоев, по промыслово-геофизическим данным, достигает по отдельным скважинам 20 м.

Продуктивность осинского горизонта доказана в нескольких скважинах. Дебиты газа в них составляли до 400 тыс. м³/сут. Наряду с этим, из большинства скважин промышленных притоков газа получить не удалось, что, вероятно, обусловлено как неравномерным развитием проницаемых зон, так и несовершенством технологии вскрытия пла-

тов. Газ из осинского горизонта состоит из метана (87,7%), этана (4,0%), пропана (1,2%), бутана (0,1%), углекислого газа (0,9%), азота и редких газов (6,1%).

Нефть, полученная в небольшом количестве из ряда скважин Средне-Ботуобинского месторождения, по данным лабораторий ВНИГРИ, имеет удельный вес 0,868. По углеводородному составу она относится к метановому типу. Групповой состав нефти (в %) следующий: асфальтены 3,23; смолы 16,67; масла 80,1. Нефть содержит до 40% светлых погон, выкипающих до 300°, в том числе бензинов 18%.

Помимо выявленных залежей на месторождении отмечены слабые газопроявления в отложениях толбачанской свиты и при проходке подошвы силла габбро-долеритов. Из нижних горизонтов толбачанской свиты получены пленки нефти.

Верхне-Вилючанское газоконденсатное месторождение расположено к востоку от Средне-Ботуобинского месторождения. Одноименная структура выявлена в 1968 г. Она представляет собой пологую антиклинальную складку субширотного простирания с амплитудой около 200 м. Отмечается асимметрия в строении складки — ее свод сдвинут к восточной периклинали, северное крыло (примыкающее к Ыгыаттанской впадине) складки имеет более крутые (до 3°) углы наклона.

Месторождение открыто в 1975 г. Продуктивный горизонт представлен пачкой белых кварцевых песчаников мощностью 30—50 м. Возможно, что он располагается стратиграфически несколько ниже, чем продуктивный горизонт в джербинской свите Средне-Ботуобинского месторождения. Дебиты газа на месторождении составляли 250 тыс. м³/сут на штуцере 15,2 мм. На месторождении продолжаются разведочные работы.

Ботуобинский район, в целом, обладает перспективами на открытие новых месторождений в связи с доказанной промышленной газоносностью верхнепротерозойских и нижнекембрийских отложений и наличием большого числа положительных структур. Основные продуктивные горизонты, вероятнее всего, локализованы в отложениях джербинской свиты. Судя по результатам нефтепоисковых работ в Иркутском амфитеатре и на Анабарской антеклизе, в этой части разреза можно обнаружить не только газовые, но и нефтяные залежи.

Другим регионально выдержанным нефтегазоносным горизонтом юго-западной Якутии является эльгянская свита (осинский горизонт). Имея карбонатный состав, отложения эльгянской свиты могут обладать удовлетворительными коллекторскими свойствами только за счет кавернозности и трещиноватости.

Значительно менее изучена и, вероятно, менее перспективна территория Ангаро-Ленского прогиба, включенная в состав Непско-Ботуобинской области. Наиболее крупными структурами прогиба в пределах Якутской АССР являются Нюйско-Джербинская впадина и Пеледуйское поднятие. В их пределах широко распространены верхнепротерозойские и нижнепалеозойские терригенно-карбонатные отложения.

По своему строению разрез осадочных образований этих районов близок к таковым смежных территорий и содержит битуминозные, обогащенные органическим веществом, породы на тех же стратиграфических уровнях. В 1965—1970 гг. в северо-восточной части Ангаро-Ленского прогиба в большом объеме проведены региональные и площадные сейсморазведочные работы, а в 1969 г. пробурена Мурбайская параметрическая скважина. По данным бурения Мурбайской скважины, разрез верхнепротерозойских и кембрийских отложений в районах, прилегающих к Ботуобинскому поднятию, подобен разрезу Средне-Ботуобинского месторождения.

В пределах прогиба выделено 16 крупных валообразных зон, состоящих из ряда антиклинальных складок, расположенных четковидно или кулисообразно и вытянутых в северо-восточном направлении. Отмечается некоторое выполаживание углов падения на крыльях структур в подселевой части разреза.

В пределах прогиба были установлены естественные источники с хлоридно-кальциевым типом вод, свидетельствующие о закрытости недр и являющиеся косвенным признаком нефтегазоносности региона.

Мурбайская параметрическая скважина, пробуренная на южном крыле **Мар-Юряхской брахиантиклинали** (Мурбайская антиклинальная зона), вскрыла кембрийские (мощность 1830 м) и верхнепротерозойские отложения (тинновская и, частично, джербинская свиты).

В процессе бурения в образце керна из тинновской свиты с глубины 2501,6 м по стенкам вертикальной трещины были зафиксированы выпоты нефти. При бурении в промывочной жидкости отмечались повышенные содержания углеводородных газов в интервалах: 2162,5—2175 м (юдейская свита); 2371,5—2373,5 м и 2476,5 м (тинновская свита); 2520,5 м и 2536—2546,5 м (джербинская свита). Скважина не была испытана. Данные о коллекторских свойствах пород, вскрытых скважиной, отсутствуют.

Северо-восточная часть Предбайкальского прогиба располагает большим фондом положительных структур третьего и четвертого порядков. Первоочередными объектами здесь должны явиться антиклинали и антиклинальные зоны, расположенные в непосредственной близости от Ботуобинской седловины, где наиболее вероятно широкое распространение пород с удовлетворительными коллекторскими свойствами. Мощность осадочного чехла в этом районе (по данным геофизических исследований) около 3 км, из которых более 1 км приходится на наиболее перспективную часть разреза — верхний докембрий.

Первоочередными задачами нефтегазописковых работ в Непско-Ботуобинской области являются доразведка уже находящихся в глубоком бурении структур, оценка параметрическим бурением структур Ботуобинской седловины и прилегающих к ней территорий (районы к юго-западу от Средне-Ботуобинского месторождения, Мирнинское поднятие, переходная зона к Сунтарскому поднятию). Другие части области должны быть изучены сейсморазведкой и электроразведкой с целью подготовки объектов для параметрического и поискового бурения.

Северо-Алданская нефтегазоносная область

В северо-Алданскую область включены Березовская впадина, северный склон Алданского щита и Алдано-Майское перикратонное опускание, охватывающие юго-восточную часть Сибирской платформы. В осадочном чехле платформы выделены верхнепротерозойские, кембрийские и мезозойские отложения с суммарными мощностями от 500 до 7000 м.

Наиболее перспективная Березовская впадина выполнена мощной толщей терригенно-карбонатных верхнепротерозойских и преимущественно карбонатных нижне- и среднепалеозойских отложений. Мощности этого осадочного комплекса сокращаются от 10 км на пригосинклинальном крыле до 1,7 км на платформенном как за счет выклинивания нижних серий, так и за счет уменьшения мощностей всех стратиграфических подразделений верхнего протерозоя и палеозоя. В наиболее полных разрезах верхнего протерозоя выделено семь ритмов или серий. Нижние части ритмов или серий состоят из терригенного материала, верхние имеют преимущественно карбонатный состав. Значительная

роль в разрезах нижнего палеозоя принадлежит каменной соли. Это создает благоприятные литологические предпосылки для образования и сохранения залежей нефти и газа.

Нефтеразведочные работы на территории Северо-Алданской области начаты в 1936 г. бурением разведочной колонковой скважины на рекомендованной В. М. Сенюковым Куччугуй-Билляхской структуре, расположенной в среднем течении р. Туолба (Ченкиямская разведочная площадь). При опробовании этой скважины был получен слабый приток нефти из юдомских отложений, что послужило толчком к дальнейшему проведению разведочных работ на северном склоне Алданского щита. Бурение проводилось на десяти разведочных площадях. Всего было пробурено 157 колонковых скважин. Бурением были установлены признаки региональной нефтегазоносности верхнепротерозойских и кембрийских отложений.

С 1950 по 1962 г. в Березовской впадине, на Дельгейской, Олекминской, Солянской и Наманинской структурах проводилось опорное и разведочное глубокое бурение. Всего было пробурено 8 скважин общим метражом около 16 000 м. В Березовской впадине геологосъемочными работами выявлено более 60 локальных структур, которые группируются в шесть антиклинальных зон [Бобров А. К., 1964].

Верхнепротерозойские терригенно-карбонатные образования наиболее представлены на восточном склоне Алданского щита и в Алдано-Майском перикратонном опускании. В южной части последнего (Майский прогиб) они выведены на поверхность, в северной (Эльдиканский прогиб) скрыты под более молодыми образованиями. В Майском прогибе в верхнепротерозойских (среднерифейских) отложениях установлены признаки нефтеносности. В малгинской свите распространены горючие битуминозные известняки, содержащие включения вязкого битума. В доломитах вышележащей ципандинской свиты в обнажениях встречаются твердый битум и примазки нефти (Лахандинская скважина). Обильно насыщены битумом известняки и песчаники лахандинской свиты. На западном крыле Эльдиканского прогиба Амгинской опорной скважиной вскрыты предположительно отложения дикимдинской свиты, содержащие насыщенные нефтью доломиты и базальные песчаники. В этих отложениях отмечались также незначительные газопроявления.

На северном склоне Алданского щита нефтегазопроявления зафиксированы на ряде площадей в отложениях дикимдинской свиты. На **Ченкиямской** и **Илыгирской** площадях вязкая нефть встречалась преимущественно в нижней части свиты, где она заполняла трещины и поры, реже пропитывала участки породы, в частности, верхнюю часть пласта базальных песчаников. На Русскореченской структуре в процессе бурения из нижней части свиты был получен газовый фонтан с дебитом около 100 тыс. м³/сут. На других разведочных площадях в дикимдинской свите отмечалась слабая битуминозность пород.

На территории Березовской впадины в скважинах и обнажениях в докембрийских породах также отмечалось присутствие органического вещества и битумов. В верхнепротерозойских породах, обнаженных в Уринском антиклинории и на Патомском нагорье, зафиксировано сильно метаморфизованное органическое вещество. По данным геохимических исследований, песчаники чекурдахской свиты содержат 0,03—0,34% органического вещества и 0,05—0,146% хлороформенного битумоида; в доломитах вышележащей токкинской свиты содержание органического углерода изменяется от 0,01 до 0,18%, хлороформенный битумоид содержится в количестве 0,006%.

При бурении в отложениях докембрия отмечались многочисленные слабые нефтегазопроявления. В Олекминских глубоких скважинах в песчаниках чекурдахской свиты встречены примазки, выпоты и включения жидкой нефти.

Коллекторские свойства верхнепротерозойских отложений изучены недостаточно. На восточном склоне щита и в Алдано-Майском перикратонном опускании в качестве гранулярных и трещинных коллекторов могут рассматриваться доломиты верхней части ципандинской свиты, известняки и песчаники лахандинской свиты и песчаники кандыкской свиты [Ярмолюк В. А., Варнавский В. Г., 1964]. Базальные песчаники дикимдинской свиты, вскрытые амгинской опорной скважиной, имеют незначительную емкость (открытая пористость до 5,35%) и практически непроницаемы. На северном склоне Алданского щита коллекторские свойства этих песчаников улучшаются. На Синской и Мархинской площадях открытая пористость и газопроницаемость соответственно равны 6,11—11,19% и 10,4—14,6%; 1,4—134,39 мД и 231—546 мД.

Повсеместно развиты на северном склоне Алданского щита доломиты и песчаники юдомской свиты, содержащие разнообразные нефтепроявления. На Ченкиямской разведочной площади при опробовании пласта базальных песчаников в скв. 4 был получен приток нефти (110 л/сут) и пластовой воды (1200 л/сут). Впоследствии дебит нефти снизился до 80 л/сут, что было связано с увеличением притока подошвенных вод. Удельный вес нефти 0,8998—0,9026; для нее характерны высокие концентрации серы и низкие содержания легких бензиновых фракций и асфальтенов (0,1—0,14), высокое содержание смол (26,91—46,9%) и повышенное значение водорода в составе асфальтенов [Санин В. И., Пуцилло В. Г., Успенский С. П., 1950].

Более слабые нефтепроявления отмечались в юдомских отложениях в скважинах **Илыгирской и Алексеевской структур**. Они, в основном, приурочены к песчаникам и водорослевым доломитам в виде примазок нефти по трещинам, включений в порах и мелких кавернах. Иногда нефть пропитывает участки породы. Подобные, но более редкие нефтепроявления отмечены на **Мархинской и Русскореченской площадях** и в **Амгинской опорной скважине**. Незначительные газопроявления в юдомской свите установлены при бурении и испытании скважин на Мархинской и Русскореченской площадях. Выбросы газа отмечались из верхней части свиты на Илыгирской площади. Состав газа метаново-азотистый; содержание тяжелых углеводородов достигает 5,31%.

Широко распространены в отложениях юдомской свиты битуминозные породы. Битум наблюдается обычно в дисперсно рассеянной форме. Реже встречаются макровключения твердого или вязкого битума. Битумы имеют неоднородный групповой состав в связи с меняющимся содержанием масел (29,45—64,65%) и смол (35,35—10,46%), чрезвычайно бедны асфальтенами или их не содержат. По элементарному и групповому составу, содержанию серы и другим свойствам битумы чрезвычайно близки к нефти.

В **Березовской впадине** жидкая нефть в порах и кавернах выявлена в песчаниках нижней подсвиты сералахской (ченкиямской) свиты, одновозрастной, вероятно, с юдомской свитой. Из песчаников верхней подсвиты при испытании скважины был получен приток соленых пластовых вод, насыщенных растворенным метановым газом. Включения нефти обнаружены в карбонатных породах, перекрывающих сералахскую свиту, в том числе на Наманинской площади встречены выпоты и примазки жидкой нефти. В скв. Р-2 Дельгейской площади при разбуривании карбонатных отложений отмечались пленки нефти в буро-

вом растворе и интенсивные выделения газа. В колонковых скважинах, бурившихся на **Олекминской, Наманинской и Солянской** площадях, отмечалось выделение горючего газа от 12 до 45 м³/сут.

При испытании глубоких скважин на Олекминской площади из песчаников сералахской свиты получен приток соленых вод хлоркальциевого типа с минерализацией 247—274 г/л. Воды насыщены горючим газом, содержащим тяжелые гомологи метана. В докембрийских отложениях горизонты с высокоминерализованными водами вскрыты также на Дельгейской и Наманинской площадях. В обнажениях Уринского антиклинория известняки из нижней части тинновской свиты имеют черный цвет и в свежем изломе издают резкий запах нефти.

Наиболее благоприятными коллекторскими свойствами обладают юдомские базальные песчаники, из которых на Ченкиямской площади получен приток нефти. Мощности их увеличиваются от свода Алданского щита к его склонам от 1,5 до 12 м. По данным Г. В. Войвиченко, средние значения открытой пористости базальных песчаников в отдельных скважинах достигают 15—17%, газопроницаемость 500 мД. В целом коллекторские свойства юдомских песчаников весьма невыдержаны по площади.

Среди доломитов юдомской свиты встречаются пористые и проницаемые разности. На Синской площади они залегают между пластами базальных песчаников, в Амгинской опорной скважине слагают верхнюю часть свиты (30 м). Открытая пористость доломитов на указанных участках изменяется от 2,4 до 18%, газопроницаемость достигает 100—300 мД. Пористые и проницаемые разности доломитов встречаются в юдомской свите и в других частях Алданского щита, но по своим коллекторским свойствам они уступают рассмотренным выше. Коллектора трещинного типа среди карбонатных пород юдомской свиты часто проявляются при бурении как зоны притока пластовых вод или поглощения бурового раствора. В некоторых случаях они имеют значительную емкость и проницаемость. Так, из средней части юдомской свиты на Мархинской разведочной площади был получен приток самоизливающейся воды с дебитом 129 м³/сут.

Физические свойства пород верхнего докембрия в Березовской впадине изучались, главным образом, по керну глубоких скважин на Олекминской и Наманинской площадях. Эффективная пористость карбонатных пород изменяется от 0 до 10%, обычно не превышая 5%. Песчаники сералахской свиты имеют эффективную пористость от 0 до 14%, обычно 5—10%, газопроницаемость от 0 до 441 мД.

Признаки нефтегазоносности в отложениях нижнего и среднего кембрия имеют широкое распространение. Выражены они, главным образом, в виде рассеянной битуминозности; нефтегазопроявления встречаются редко. Примазки густой нефти по трещинам отмечены в пестроцветной (юдейской) свите при бурении скважины на Ченкиямской площади. На Русскореченской площади слабые выпоты нефти из отложений той же свиты встречены в керне одной скважины. В нижней и средней частях эльгянской свиты на этой площади вскрыты пропитанные нефтью водорослевые доломиты. В водорослевых доломитах толбачанской свиты нефтепроявления менее интенсивны.

На восточном склоне Алданского щита включения нефти встречены в кавернозных известняках хомустахской свиты и в отложениях среднего кембрия. Среди битуминозных пород выделяются высоким содержанием органического вещества черные листоватые известняки синской свиты нижнего кембрия на правобережье р. Лены и аналогичные породы иниканской свиты нижнего—среднего кембрия, широко распространенные в пределах Юдомо-Майского междуречья. Региональной

рассеянной битуминозностью обладают водорослевые доломиты в нижней части эльгянской свиты в западных разрезах.

В Березовской впадине битуминозные породы в кембрийских отложениях встречены в эльгянской, толбачанской (средняя подсвета), олекминской и ичерской свитах. Прослои и пачки битуминозных известняков известны и в верхней части юедейской свиты. Люминесцентным анализом в нижнекембрийских породах установлено присутствие масляного, осмоленного, реже легкого битума в количестве 0,05—1,6%.

Коллекторские свойства пород из кембрийских отложений изучены плохо. Породы нижнего и среднего кембрия представлены преимущественно плотными карбонатными, реже карбонатно-глинистыми разностями, среди которых в эльгянской и толбачанской свитах встречаются пористые массивного сложения доломиты, слагающие пачки мощностью до 10 м. По данным Г. В. Войвиченко, в нижнем кембрии на Русскореченской площади достаточно широко распространены породы с пористостью более 10% и газопроницаемостью от 5 до 246 мД. О наличии коллекторов трещинного типа свидетельствует поглощение бурового раствора (до полной потери циркуляции) в Мархинских скважинах и наличие самоизливающегося водоносного горизонта с дебитом до 150 м³/сут на Русскореченской площади. В скважинах Березовской впадины кембрийские породы обычно имеют открытую пористость до 5%, редко 10%. Газопроницаемость этих пород не превышает нескольких миллиардов.

Изучение изолирующих свойств отложений осадочного чехла Алданского щита, по существу, не проводилось. Наличие в верхнепротерозойских и кембрийских отложениях пород глинисто-карбонатного, аргиллитово-алевролитового состава и в западной части региона среди карбонатных прослоев гипса, ангидрита и каменной соли позволяет рассматривать многие интервалы разреза в качестве изолирующих покрышек.

Изучение подземных вод из верхнепротерозойских и кембрийских отложений, вскрытых скважинами на Алданской антеклизе, свидетельствует о весьма благоприятной гидрохимической и гидродинамической обстановках для поисков нефтяных и газовых месторождений. Как правило, для приповерхностных частей изученных разрезов скважин свойственны сульфатно-натриевые воды с минерализацией до 3 г/л; к более глубоким частям приурочены высокоминерализованные (до 372 г/л) хлоркальциевые воды, относящиеся к зоне весьма затрудненного водообмена.

По истории геологического развития и современному тектоническому строению Северо-Алданская нефтегазоносная область благоприятна для поисков залежей нефти и газа. В ее пределах выделяются крупные поднятия: Омнинский массив, Якутский свод, Алдано-Ленский мегавал и ряд более мелких структур-валов и брахиантиклиналей разной величины. В погруженных частях склонов Алданского щита располагаются зоны частичного выклинивания верхнепротерозойских отложений, которые могут рассматриваться в качестве возможных зон нефтегазонакопления.

По степени перспективности на нефть и газ территория области далеко не равноценна в связи с различной полнотой геологического разреза, изменяющимися коллекторскими свойствами пород, качеством изолирующих покрышек, глубиной залегания возможных нефтегазоносных горизонтов. Березовский прогиб можно рассматривать как один из наиболее перспективных регионов. Основными перспективными горизонтами здесь являются отложения верхнего докембрия. Залежи нефти и газа могут быть встречены и в нижнекембрийских отложениях, разрез

которых имеет почти такое же строение, как и в Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области. Основными объектами поисков намечаются Бирюкская и Молбинская группы складок, расположенные на юго-западном периклинальном окончании Наманинского поднятия. В их пределах осадочный чехол имеет мощность порядка 4—5 км.

Весьма благоприятны для поисков нефти и газа погруженные части склонов Алданского щита и Алдано-Майское перикратонное опускание к северу от Дыгдынского вала. Последнее является особенно интересным для проведения нефтеразведочных работ в связи с широким развитием верхнепротерозойских и кембрийских отложений суммарной мощностью до 6 км, наличием выступов в рельефе фундамента (Хамнинский, Джеюктинский) и крупных брахиантиклиналей в чехле, а также зоны частичного выклинивания верхнепротерозойских образований.

Следует отметить, что открытия залежей нефти и газа на Непском своде в Иркутской области и на Ботуобинской седловине позволяют пересмотреть вопрос о перспективности Северо-Алданской области. Широкое распространение в ее пределах аналогов продуктивных горизонтов отмеченных районов и, в частности, ботуобинского горизонта, а также широкое распространение различного типа нефтегазопроявлений позволяют иначе интерпретировать некоторые из ранее полученных материалов. Не исключена возможность, что фонтан газа на Русско-реченской площади является отнюдь не случайным и свидетельствует о приуроченности к этой структуре крупной залежи газа, выявлению которой помешали недостатки в испытании скважин и, возможно, их неудачное структурное положение. С этой точки зрения наиболее погруженные части северного склона Алданского щита и прилегающая часть южного борта Вилюйской синеклизы, где выявлена система поднятий фундамента и чехла (Верхне-Синское, Алдано-Ленское, Балпагайское и др.), могут рассматриваться как перспективные на поиски нефти и газа в верхнепротерозойских и, частично, кембрийских отложениях, залегающих здесь на глубинах, вполне доступных для бурения (от 1—1,5 до 3—4 км).

Для дальнейшего изучения нефтегазоносности области с целью выявления промышленных залежей необходима постановка параметрического бурения и сейсморазведочных работ в пределах погруженной части северного склона Алданского щита, Березовской впадины и Алдано-Майского перикратонного опускания.

Анабарская нефтегазоносная область

На площади склонов Анабарского массива проведены, главным образом, маршрутные нефтепоисковые работы, позволившие дать лишь общую оценку перспектив нефтегазоносности этого региона. Первые исследования обзорного характера выполнили в начале 40-х годов А. К. Бобров и Г. Г. Григорьев, сделавшие положительные заключения о перспективах нефтегазоносности южной части Анабарского массива. Обширные исследования были проведены в 1947—1954 гг. под руководством В. В. Петропавловского. На основании этих результатов был сделан вывод о возможности формирования промышленных залежей нефти зонального типа.

В 1961—1963 гг. на южном склоне массива была пробурена Мархинская опорная скважина глубиной 2100 м, подтвердившая предположение о возможной промышленной нефтегазоносности верхнепротерозойских и нижнекембрийских отложений.

С породами верхнего протерозоя — нижнего палеозоя Анабарского массива связаны разнообразные по характеру и интенсивности проявления битумов, представленные непрерывным классификационным рядом от нефтей в естественных источниках до твердых керито-антраксолитов нафтидо-нафтоидного генезиса. Кроме этих прямых признаков нефти всем осадочным породам присуща постоянная дисперсно-рассеянная битуминозность. Среднее фоновое содержание хлороформенного битумоида по сводному стратиграфическому разрезу равно 0,005%. Отмечается последовательное возрастание модальных содержаний скрытых хлороформенных битумоидов от верхнего протерозоя (0,0003%) к отложениям кембрия, ордовика и силура (0,009%), сопровождаемое увеличением вверх по разрезу содержаний рассеянного органического вещества — от 0,07% (верхний протерозой) до 0,1—0,2% (верхи нижнего палеозоя и силура).

Битумопроявления в сводном разрезе и пространственно распределены неравномерно. В метаморфических породах архейского фундамента содержание скрытых форм битумов не превышает 0,0003%, хотя в отдельных точках (Мархинская скважина) известны прямые проявления битумов [Макаров К. К., Косолапов К. Л., 1968]. В базальных горизонтах песчано-гравелитовой мукунской и нижней части солоолийской серий верхнего протерозоя прямые проявления нефти редки. Известно только одно поверхностное скопление битумов на западном склоне Анабарского массива в мукунских песчаниках, где битумы распространены на площади до 250 км². В вышележащих терригенно-карбонатных породах верхнего протерозоя (в билляхской и верхней части солоолийской серий) битумопроявления также, как правило, редки. Признаки жидкой нефти обнаружены только в Мархинской опорной скважине (глубины 1961—1963 и 1976—1980 м).

С комплексом существенно доломитовых пород старореченской свиты и ее аналогами связано региональное распространение вторичных битумопроявлений разного типа. На восточном склоне Анабарского массива в области перехода к Суханскому прогибу с верхней частью старореченской свиты связана зона сильного битумонасыщения мощностью до 1,5 м и протяженностью до 300 км. Проявления жидкой нефти в отложениях этого возраста зафиксированы в Мархинской опорной скважине (глубина 1810—1830 м). Здесь в основании свиты отмечено скопление вязкой нефти в трещинных доломитах, характеризующихся всеми признаками нефтяного пласта.

По данным палинологического изучения нефтей из известных **естественных источников на р. Кенелекан** (южный склон массива), приуроченных на поверхности к верхнему кембрию, скопления нефти, питающие эти источники, приурочены к верхнепротерозойским отложениям. В этих отложениях известны находки разнообразных твердых керито-антраксолитов.

В вышележащих нижнекембрийских отложениях (манькайской и кесюсинской свитах) весьма широко распространены разнообразные проявления нефти. Они приурочены к тем же площадям и участкам, на которых известны нефтепроявления в верхнепротерозойских («вендских») отложениях. Так, например, на восточном склоне Анабарского массива в манькайских известняках прослеживается мощная зона битумонасыщения пород, совпадающая по площади с упомянутой выше зоной в старореченской свите. Массовые проявления жидкой нефти в виде селективного пропитывания манькайских известняков известны в Мархинской опорной скважине.

В перекрывающих пестроцветных глинисто-мергелистых породах проявления битумов встречаются как исключение. Они приурочены

только к локализованным трещинным зонам и генетически связаны с подстилающими отложениями. Эти глинисто-мергелистые породы имеют выдержанный литологический состав, повсеместно характеризуются отсутствием коллекторских свойств и могут рассматриваться как региональная покрывка мощностью до 200 м.

В северо-восточной и восточной частях Анабарского массива известна куонамская свита (нижний — средний кембрий), представленная типичными доманикоидными отложениями. Ей присущи повышенная параавтохтонная битуминозность и повышенное содержание органического вещества (до 5—20%). В перекрывающих куонамскую свиту карбонатных породах среднего кембрия наиболее значительные и массовые проявления асфальтовых битумов связаны с отложениями силигирской свиты в районе верхнего течения рек Бегелю и Силигир, где асфальты и мальты часто насыщают порово-трещинные участки известняков. На других территориях в среднекембрийских породах известны локализованные проявления асфальтовых битумов по трещинам и редкие спорадически распространенные битумосодержащие пласты мощностью 0,2—1,5 м с селективной пропиткой битумами поровых участков.

Все значительные нефтепроявления в верхнекембрийских карбонатных отложениях связаны с южным склоном Анабарского массива. Здесь в отложениях чукукской и мархинской свит в бассейнах верхних течений рек Силигир и Марха нефть и асфальтовые битумы пропитывают все слои и горизонты, обладающие пористостью более 8%. Колонковыми скважинами на Мархинском валу установлено, что битумопроявления прослеживаются на всю глубину скважин (до 1100 м). С поверхности битумы группируются в полосу северо-западного простирания длиной 120 км и шириной 50 км и совместно с Кенелеканскими источниками нефти образуют пояс нефте-битумонасыщенных пород протяженностью до 400 км, они закономерно приурочены к области начала резкого погружения фундамента в сторону Тунгусской синеклизы. Все нефти и продукты ее изменения на Анабарском массиве представлены исключительно нефтями метанового основания, практически беспарафинистыми, среднесернистыми.

Нефте-битумопроявления в отложениях ордовика и силура в рассматриваемом районе отсутствуют, эти отложения из-за ограниченного распространения не представляют интереса в нефтеносном отношении.

Что касается проявлений горючих газов в пределах Анабарского массива, то они известны только в одном кимберлитовом теле, где с глубины 368 м был получен фонтан газа дебитом до 100 тыс. м³. Состав газа (Н₂ 53,6%; СН₄ 33%; N₂ 9,1%; тяжелые углеводороды 3,7%; СпНпм 0,26%; СО₂ 0,05%) свидетельствует о его смешанном нефтяном и глубинном происхождении. Других достоверных проявлений горючих газов не выявлено, что может быть связано с неблагоприятными условиями их выхода на поверхность из-за сплошного развития многолетней мерзлоты.

Все значительные скопления нефтяных битумов приурочены к склонам массива, обращенным в сторону соответствующих областей прогибания. В пределах каждого склона распределение крупных зон нефтенакопления имеет поясное развитие и контролируется областью изменения градиентов глубин резкого погружения осадочного чехла и кристаллического фундамента (зоны повышенной трещиноватости осадочных пород). Эта зависимость объясняется стягиванием к ней нефти из Лено-Анабарского и части Предверхоанского прогибов, Тунгусской и, возможно, Вилюйской синеклиз в связи с усиленным воздыманием массива в новейшее время. Таким образом, в настоящее время в пре-

делах склонов Анабарской антеклизы происходит формирование и перестроение нефтяных залежей. В отдельных случаях наблюдаются явления разрушения залежей (Кенелеканские источники нефти).

Наличие проявлений жидкой нефти и продуктов ее изменения в различных частях осадочного чехла склонов Анабарского массива, имеющего мощность до 3500 м, их тяготение к определенным тектоническим элементам, контролирующим распределение зон возможного нефтенакопления, позволяют положительно оценивать перспективы нефтегазоносности этой территории. Выделяются две перспективные территории, южный склон массива и Суханский прогиб.

На южном склоне Анабарского массива к крупной зоне современного нефтенакопления относится область погружения фундамента в сторону Тунгусской синеклизы, имеющая северо-западное простирание и фиксируемая с поверхности непрерывными и часто значительными проявлениями асфальтов и малът вплоть до высачивания жидкой нефти. В осадочном чехле ей соответствуют Мархинский вал и крупные положительные структуры, возможно, связанные с Айхальским и Нижнеморкокинским выступами фундамента. Протяженность этой зоны более 400 км, мощность осадочного чехла в ее пределах изменяется от 2000 до 3500 м и более. Перспективные части разреза приурочены к терригенно-карбонатным породам низов нижнего кембрия и верхнего протерозоя. При бурении Мархинской опорной скважины в нижнекембрийских отложениях установлены хлоркальциевые высокоминерализованные воды (400 г/л), указывающие на высокую гидрогеологическую закрытость недр в пределах выделяемой зоны нефтегазонакопления. Главными объектами нефтепоисковых работ являются Мархинский вал и районы Кенелеканских источников нефти.

Суханский прогиб является наиболее прогнутой в районе крупной структурой, мощности выполняющих его кембрийских толщ имеют повышенные значения. В пределах прогиба намечены благоприятные для нефтенакопления положительные структуры более высоких порядков. Наличие в бортовых частях Суханского прогиба зон битумопроявлений определенно свидетельствует о перспективах нефтегазоносности его центральных, наиболее прогнутых частей. Конкретные объекты нефтепоисковых работ в Суханском прогибе могут быть определены только после проведения комплекса региональных и нефтепоисковых работ.

Положительная оценка перспектив нефтегазоносности названных территорий основывается также на наличии в разрезе верхнего протерозоя и нижнего палеозоя коллекторов достаточной емкости. Гранулярные коллектора развиты очень незначительно. Они обычно мало мощны (5—10 м) и из-за сложного литологического строения имеют крайне прихотливое распределение емкостных свойств. Решающую роль в карбонатном разрезе на Анабарском массиве, по данным Е. А. Дмитриевой и А. С. Ковтуна, должны играть коллектора поровотрещинного типа.

Катангская нефтегазоносная область

Катангская область охватывает Тунгусскую синеклизу, которая входит в пределы ЯАССР своей крайней восточной частью. Перспективы нефтегазоносности этой территории специально не изучались, имеющиеся представления базируются на общих геологических предположениях и на сопоставлении с прилегающими районами: центральной частью синеклизы, Анабарским массивом и Ботубинской седловиной.

Глубина залегания фундамента в рассматриваемой части синеклизы достигает 4—5 км. Верхняя часть чехла, представленная тер-

ригенными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными отложениями карбона, перми и триаса, имеет мощность не более 200—300 м и почти полностью залегает в зоне низких температур, связанной с многолетней мерзлотой. Она представляется бесперспективной на поиски нефти и газа. Это относится и к оценке перспектив среднего палеозоя, представленного маломощными, главным образом, карбонатными отложениями силура и девона, залегающими на дневной поверхности или на небольшой глубине.

Широко распространенные терригенно-карбонатные отложения ордовика на большей части рассматриваемой территории выведены на дневную поверхность, однако на западе песчаники устькутского яруса, погруженные на глубину около 1 км, могут представлять интерес как возможные аккумуляторы нефти и газа.

Кембрийские отложения, погружающиеся в восточную часть Тунгусской синеклизы от Анабарского массива и Ботуобинской седловины, по-видимому, имеют строение разреза, близкое к разрезам указанных регионов. Соответственно должны оцениваться и перспективы их нефтегазоносности. Мощность кембрийских отложений здесь оценивается примерно в 2000 м. Такая оценка подтверждается данными бурения Тутончанской параметрической скважины в центральной части синеклизы, где вскрытая мощность верхнего, среднего и части нижнего кембрия составляет 1200 м [Левченко И. Г., 1972].

Поскольку оцениваемая по геофизическим данным [Тектоника Якутии, 1975] глубина залегания кристаллического фундамента не компенсируется мощностью фанерозойского разреза (3—3,5 км), следует предполагать наличие в восточной части Тунгусской синеклизы верхнепротерозойских отложений мощностью не менее 0,5—1 км. По-видимому, они будут иметь терригенно-карбонатный состав и хорошие перспективы нефтегазоносности.

Структурные предпосылки для положительной оценки перспектив нефтегазоносности восточной части синеклизы обнадеживающие. Здесь известно несколько крупных поднятий в структуре осадочного чехла, таких как Верхне-Вилуйский вал, Аламджинское, Батырское, Улахан-Вавское и др. Часть из них фиксируется и по строению рельефа кристаллического фундамента. В южной части территории электроразведочными работами МТЗ зафиксированы Ичодский, Нижне-Чонский и Усть-Чонский приподнятые блоки фундамента, которым в осадочном чехле, по-видимому, соответствуют крупные структуры. Следует отметить, что структуры восточного борта Тунгусской синеклизы расположены на путях миграции углеводородов из центральных частей синеклизы к Анабарской антеклизе и Ботуобинской седловине, в зоне сравнительно интенсивного воздымания, что существенно повышает перспективы их нефтегазоносности.

Восточная Якутия

На территории Восточной Якутии, располагающейся в пределах Верхояно-Чукотской складчатой области, выделяется ряд регионов, которые по общим геологическим предпосылкам могут рассматриваться как перспективные для поисков месторождений нефти и газа (Трофимук А. А., 1967).

К этим регионам относятся Момо-Зырянская и Олойская межгорные впадины, Қолымский массив и Приморская низменность. Положительная оценка перспектив нефтегазоносности названных регионов новывалась на наличии или предположении о развитии достаточно мощного чехла слабо дислоцированных осадочных пород, на повышен-

ной битуминозности палеозойских отложений в отдельных районах и на имеющихся сведениях о газопроявлениях в колонковых скважинах в дельте р. Яна и нефтепроявлениях в колонковых скважинах в бассейне р. Таскан. Учитывалась также приуроченность месторождений нефти и газа к аналогичным по строению структурам в других частях земного шара, в частности, в Центральной Азии.

Целенаправленное изучение перспектив нефтегазоносности Восточной Якутии было начато в 1969 г. сотрудниками Института геологии ЯФ СО АН СССР [Тектоническое строение..., 1964; Косолапов А. И., Мокшанцев К. Б., Черский Н. В., 1968].

С 1966 г. здесь систематически проводят тематические исследования НИИГА, СВКНИИ и ВНИГРИ. Полученные в результате этих исследований новые данные по стратиграфии, литологии, физическим свойствам пород и битуминологической характеристике осадочных толщ в совокупности с результатами региональных геофизических исследований позволили уточнить сравнительную перспективность отдельных регионов Восточной Якутии.

В свете современных данных наиболее перспективным является Индигиро-Зырянский прогиб, входящий в состав Момо-Зырянской впадины. Этот прогиб, имеющий ширину от 90 до 150 км и протяженность около 500 км, разделен поперечной Сулаканской седловиной на Ожогинскую и Селенняхскую депрессии, осложненные поперечными поднятиями и мульдами. В строении прогиба ярко выражена также продольная зональность. В зоне, сопряженной с Илин-Тасским антиклинорием, развиты линейные, часто изоклинальные складки, осложненные многочисленными дизъюнктивными нарушениями. По мере удаления от этой зоны интенсивность дислокаций резко убывает, складки приобретают коробчатый, а затем и брахиформный характер.

Прогиб выполнен мощной (до 10—12 км) толщей верхнеюрских и меловых отложений, морских вулканогенно-терригенных в основании, сменяющихся вверх по разрезу терригенными, а затем и угленосными образованиями. Формирование этих отложений происходило большей частью в восстановительных условиях, благоприятных для сохранения поступавшего в бассейн органического материала. Содержание органического вещества в породах достигает 1—3%; отмечаются следы миграции углеводородов в виде эпигенетической рассеянной битуминозности и нафтидопроявлений в микротрещинах и кварцевых прожилках.

Прямые признаки нефтегазоносности в пределах прогиба установили геологи НИИГА В. Д. Вольнов и К. Ю. Колосков, наблюдавшие свободно выделяющиеся горючие газы. Наиболее крупный выход обнаружен в протоке р. Индигирки у впадения в нее руч. Уструктах-Юрюете. Газ поступает со дна протоки в виде грифонов с суммарным дебитом 15 м³/сут. Состав газа (в %): метан 97,5, этан 0,026—0,032, азот и редкие 2. Отношение аргона воздуха к аргону газа равно 31, что свидетельствует о его глубинном происхождении. Возможно, глубинное происхождение имеет также газ, выделяющийся со дна озера, расположенного к востоку от пос. Майор-Крест. Газ на 81,4% состоит из метана, 13,5% азота и редких газов, 4,5% углекислого газа и 0,6% кислорода. Свободно выделяющийся газ с содержанием метана до 63% и следами этана отобран геологами СВКНИИ в устье р. Сяляп.

По литологическим признакам наиболее благоприятной для формирования залежей нефти и газа является часть разреза, охватывающая верхнебастахскую подсвиту верхней юры, ожогинскую и сяляпскую свиты нижнего мела, в которых пласты песчаников мощностью до 10—20 м и более чередуются с мощными алевролито-глинистыми горизонтами. Эта часть разреза в зоне развития коробчатых и брахианти-

клинальных структур, примерно совпадающей с площадью развития меловых отложений, залегает на глубинах от 1 до 8 км. Судя по высокой степени метаморфизма углей, достигающей в отдельных прогибах коксовой стадии уже в нижнемеловых отложениях, в его недрах наиболее вероятно присутствие чисто газовых залежей.

Момский прогиб близок по геологическому строению к Индигиро-Зырянскому прогибу. В его пределах А. И. Косолапов выявил большое число субаквальных источников газа, в составе которых тяжелые гомологи метана образуют непрерывный ряд, что характерно для нефтегазоносных толщ. В поле развития меловых отложений выявлен ряд брахиформных структур, благоприятных для локализации залежей нефти и газа. Ограниченные, по сравнению с Индигиро-Зырянским, размеры Момского прогиба (250×50 км), широкое распространение в нем дизъюнктивных нарушений и обилие поверхностных газопроявлений, возможно, являющихся следствием разрушения газовых залежей, определяют менее оптимистичную оценку перспектив этой территории.

Разделяющий Момский и Индигиро-Зырянский прогибы Илин-Тасский антиклинорий безусловно может быть отнесен к землям бесперспективным на поиски нефти и газа из-за интенсивной дислоцированности пород и высокой степени их уплотнения.

Олойская впадина, рассматриваемая обычно как район перспективный на поиски нефти и газа, выполнена толщей верхнеюрских, меловых и кайнозойских вулканогенно-осадочных и терригенных образований, развитых на дневной поверхности по правобережью р. Колымы, в бассейнах рек Бол. и Мал. Анюй, Омолон, Березовка. Этот прогиб почти полностью совпадает с юго-восточной частью Святоносско-Олойского вулканогенного пояса.

Фундаментом прогиба являются сложнодислоцированные и катаклазированные терригенные и карбонатные породы палеозоя и нижнего мезозоя, залегающие местами на глубинах до 3—4 км.

В разрезе верхнеюрских образований терригенные породы имеют подчиненное значение, их пласты характеризуются малой мощностью (первые метры), а сами породы — высокой плотностью. Поэтому их перспективы, по-видимому, ограничены. Основные перспективы могут быть связаны здесь с нижнемеловой толщей мощностью около 100 м, сложенной чередующимися вулканогенными алевролита-пелитовыми и песчано-конгломератовыми пачками. Последние могут обладать удовлетворительными коллекторскими свойствами. В конгломератах отмечаются примазки твердых битумов по трещинам. Нижнемеловые толщи смяты в антиклинальные складки с углами падения крыльев от 15 до 45° и залегают преимущественно на глубинах, обеспечивающих сохранение возможных залежей нефти и газа. В связи с малой мощностью потенциально продуктивной толщи и сравнительно широким проявлением в пределах прогиба магматической деятельности его территория должна рассматриваться как малоперспективная.

По геофизическим данным, верхнеюрские и нижнемеловые образования, выполняющие Олойскую впадину, развиты также и в северо-восточной части Колымского массива, где они перекрыты верхнемеловыми палеогеновыми эффузивами и четвертичными отложениями. Этот район с глубиной залегания кристаллических пород не более 1,5—2 км и с вероятным присутствием в осадочном чехле крупных тел гранитоидов выделен в Северо-Колымский малоперспективный нефтегазоносный бассейн. Другие районы Колымского срединного массива, характеризующиеся развитием на дневной поверхности или вблизи ее сильноуплотненных и сложнодислоцированных пород палеозоя и широким рас-

пространением магматических образований, следует считать бесперспективными на поиски нефти и газа.

Приведенная оценка перспектив Восточной Якутии весьма приблизительна и для своей проверки требует проведения значительного объема геофизических, в частности, сейсморазведочных работ и глубокого бурения.

Приморская низменность

Обширная Приморская низменность Якутии генетически и по особенностям своего строения представляет собой осушенную в настоящее время часть шельфа окраинных морей Северного Ледовитого океана [Тектоника Якутии, 1975].

Оценка перспектив нефтегазоносности Приморской низменности за последнее десятилетие претерпела существенные изменения от весьма оптимистической до крайне умеренной. Значительная северо-восточная часть низменности от низовьев р. Колымы до мыса Святой Нос является полем развития вулканогенных образований Святоносско-Олойского вулканогенного пояса, перекрытых чехлом верхнемеловых (?) — кайнозойских терригенных отложений мощностью до 1—1,5 км, близких по составу и строению одновозрастным отложениям островов Фаддеевский и Новая Сибирь. Глубина залегания условного фундамента оценивается в 2—3 км. Возраст и состав пород, залегающих между фундаментом и образованиями вулканогенного пояса, неизвестен. В связи с широким развитием вулканической деятельности и малой мощностью нормальноосадочных толщ эта территория может быть оценена как малоперспективная на поиски нефти и газа.

К юго-западу и западу от Святоносско-Олойского вулканогенного пояса в низовьях рек Хрома, Яна и Омолой породы гетерогенного складчатого фундамента Приморской низменности залегают преимущественно на незначительных глубинах и иногда выходят на дневную поверхность. Исклечение составляют районы Усть-Янского, Тас-Тахского и других более мелких прогибов, где фундамент погружен, возможно, на глубину до 4—5 км. Выполняющие эти прогибы отложения представлены нижнемеловыми (?), верхнемеловыми и кайнозойскими терригенными, частично угленосными образованиями, подобными одновозрастным отложениям Новосибирского архипелага. В толще осадочных образований здесь возможно благоприятное сочетание коллекторских и экранирующих горизонтов. О возможном наличии в этой толще залежей нефти и газа свидетельствуют притоки газа, полученные в колонковых скважинах в дельте р. Яна. Состав газа, по данным А. И. Колосапова, подобен составу газа из поверхностных газопроявлений на Усть-Вилюйском газовом месторождении. Наиболее перспективным районом является Тас-Тахский прогиб, имеющий сравнительно большие размеры (400×80 км); остальная территория, вероятнее всего, малоперспективна на поиски нефти и газа.

Основные направления дальнейших поисковых и разведочных работ

Территория Якутии, как видно из приведенных выше материалов, располагает потенциальными ресурсами нефти и газа, из которых лишь незначительная часть разведана по промышленным категориям. Перспективные земли, особенно в платформенной части республики, занимают обширные площади. Степень их перспективности различна и определяется, главным образом, литологическими и структурными факторами, историей геологического развития, наличием прямых признаков

нефтегазоносности. Оценка перспектив нефтегазоносности зависит и от степени геолого-геофизической изученности отдельных площадей, причем эта зависимость, естественно, существенно влияет на обоснованность прогнозов.

В западной части ЯАССР, исходя из указанных выше факторов, можно выделить высокоперспективные (первой и второй категории), перспективные, малоперспективные и бесперспективные земли (см. рис. 1). К высокоперспективным землям первой категории относятся площади, непосредственно прилегающие к промышленно-газоносным районам и характеризующиеся однотипными с этими районами разрезом и благоприятными структурными условиями, а также территории, являвшиеся на протяжении нескольких геологических эпох крупными зонами нефтегазонакопления. К землям этой категории относятся зона структурных террас и выступов, прилегающая к северному склону Хапчагайского поднятия; расположенный вблизи последнего района Нижне-Тюнгского погребенного поднятия; Хоргочунская флексура на северном борту Вилюйской синеклизы; части Линденской и Лунхинской впадин с выявленными в их пределах структурами; вся область Ботуобинской седловины, а также прилегающая к ней часть Ангаро-Ленской погребенной антеклизы; район Айхальского выступа кристаллического фундамента на юго-западной окраине Анабарского массива.

К землям высоких перспектив второй категории отнесены районы с весьма благоприятными литологическими и структурными условиями для образования залежей нефти и газа и районы с большим стратиграфическим диапазоном перспективных отложений, с которыми связаны прямые признаки нефтегазоносности или горизонты, продуктивные в промышленно-газоносных районах. К ним принадлежат значительная часть Линденской впадины; южная окраина Вилюйской синеклизы; Кемпендяйская впадина; западный борт Ленской ветви Предверхоанского прогиба; Келимьяр-Куогостахский вал и осевая часть Предбайкальского прогиба; юго-западная часть Анабарского массива и Суханский прогиб.

К перспективным отнесены территории, обладающие при большой мощности осадочного чехла менее благоприятными литологическими и структурными предпосылками нефтегазоносности, чем рассмотренные выше. Они охватывают восточную часть Линденской и Ыгыаттанскую впадины; северную часть южного борта Вилюйской синеклизы; впадины в осевой части Предверхоанского прогиба; платформенное и пригеосинклинальное крыло Лено-Анабарского прогиба; Ангаро-Ленский прогиб и Березовскую впадину; северный склон Алданского щита и Алдано-Майское перикратонное опускание; значительную часть Анабарского массива; восточную часть Тунгусской синеклизы, а также зоны сочленения Вилюйской синеклизы с прилегающими регионами.

Малоперспективные земли включают территории с небольшой (до 1000 м) мощностью осадочного чехла, прилегающие к Анабарскому массиву и Алданскому щиту, к Якутскому, Оленекскому и Мунскому сводовым поднятиям и районы интенсивных складчатых дислокаций на пригеосинклинальных крыльях краевых прогибов. Наконец, к бесперспективным землям отнесены территории щитов и складчатых зон, а также сводовые части Якутского, Сунтарского и Оленекского поднятий с малой (до 500 м) мощностью осадочного чехла.

В малоизученной восточной части Якутской АССР в настоящее время отсутствуют основания для выделения высокоперспективных земель. Наиболее перспективной территорией можно считать Индигиро-Зырянский прогиб, обладающий благоприятными литологическими предпосылками, и, возможно, благоприятными структурными условиями для

образования залежей нефти и газа. Менее перспективны Момский и Тас-Тасхский прогибы, которые имеют несравненно меньшие размеры и, по-видимому, менее благоприятные структурные условия. Остальные территории Восточной Якутии должны быть отнесены к категории мало-перспективных в связи с малой мощностью отложений и широким проявлением вулканической деятельности.

Главные задачи дальнейших поисковых и разведочных работ по каждой из отдельно взятых перспективных территорий ЯАССР (провинций, областей и т. п.) и возможные первоочередные объекты на этих территориях рассмотрены выше в соответствующих разделах.

ИСКОПАЕМЫЙ УГОЛЬ

В 1973 г. в серии томов «Геология месторождений угля и горючих сланцев» издан том 9 «Угольные бассейны и месторождения Забайкалья, Якутской АССР, Дальнего Востока, о. Сахалин и островов Ледовитого океана», в котором подробно охарактеризованы все угольные бассейны и месторождения Якутии. Поэтому в настоящем очерке описания угольных бассейнов и отдельных месторождений не приведены.

За годы Советской власти на территории Якутской АССР установлено широкое площадное распространение угленосных отложений (каменноугольных, пермских, юрских, меловых и третичных), выявлены крупные перспективные запасы ископаемых углей и созданы предпосылки для быстрого развития угольной промышленности. В пределах Якутии расположены основная часть Ленского и восточная часть Тунгусского, Южно-Якутский и Зырянский бассейны мезозойского угленакопления. Северное и северо-восточное обрамление Анабарского массива и западные крылья Орулганского и Куранахского антиклинориев выделены как площади пермского угленакопления. В нижнем течении р. Алдана обособлена Нижне-Алданская площадь третичного угленакопления. Известны также отдельные угленосные районы и месторождения на севере и северо-востоке Якутской АССР, приуроченные к мезозойским и третичным отложениям.

Геологические исследования угольных ресурсов Якутской АССР приобретают систематический характер с 1925 г., когда было начато изучение Кангаласского и Сангарского месторождений. В 1928 г. было начато промышленное освоение Сангарского, в 1930 г. — Кангаласского, в 1934 г. — Зырянского, в 1940 г. — Джебарики-Хайского и в 1943 г. — Согинского месторождений. Первые полукустарные разработки угля в Южной Якутии начались в 1933 г. вскоре после строительства автомагистрали, в процессе которого были вскрыты многочисленные выходы угольных пластов в Алдано-Чульманском районе.

В результате планомерного изучения установлено, что площадь распространения угленосных отложений составляет более 520 тыс. км² или более 17% площади республики. На кадастровом учете по Якутской АССР состоит 1834 углепроявления. Из них в 637 случаях — это угольные пласты мощностью до 0,5 м, в 231 — от 0,5 до 0,7 м, в 387 — от 0,7 до 1,3 м, в 436 — от 1,3 до 3,5 м и в 43 — от 3,5 до 45—55 м. Большая часть этих углепроявлений не изучена. Разведочные работы с подсчетом запасов проведены только на 41 месторождении республики.

Геологические запасы ископаемых углей Якутии (исключая Анабаро-Хатангский и Оленекский угленосные районы, а также Лено-Анабарскую площадь пермского угленакопления) по подсчету, выполненному в 1968 г., определены в 2830 млрд. т. Движение геологических запасов (в млрд. т) по Якутии происходило следующим образом: в 1927 г. — 0,11; в 1937 г. — 203,16; в 1956 г. — 2687,29; в 1968 г. — 2830. При под-

счете учитывались, в основном, угольные пласты с кондиционными мощностями (более 0,7 м для каменных углей и 1 м для бурых углей). Подсчеты геологических запасов в 1968 г. показывают, что Якутская АССР располагает колоссальными запасами ископаемых углей.

Таблица 3

Распределение геологических запасов угля по бассейнам (млрд. т)

Угленосные бассейны	Всего	По зонам глубин, м			
		0-300	300-600	600-1200	1200-1800
Ленский	2591,45	533,45	614	828	616
Южно-Якутский	40,05	22,15	7,2	6,9	3,8
Тунгусский	33	33			
Зырянский	50,2	10,9	9,2	16,5	13,6
Итого	2714,7	599,5	630,4	851,4	633,4

Распределение геологических запасов по бассейнам приведено в табл. 3. По степени достоверности из общих геологических запасов только 10 млрд. т отнесены к группе действительных и вероятных, что наглядно демонстрирует низкую степень разведанности угленосных отложений Якутии. Балансом запасов ископаемых углей по Якутской АССР на 1.1.1975 г. учтены запасы по 41 наиболее изученному месторождению.

Таблица 4

Распределение балансовых запасов углей по бассейнам на 1.1. 1975 г. (млн. т)

Угленосные бассейны	Число месторождений с балансовыми запасами	Категории		
		A+B	A+B+C ₁	C ₂
Ленский	17	568,7	1213,6	1011,4
Южно-Якутский	15	447,0	2754,2	2409,6
Зырянский	5	51,3	147,0	
Тунгусский	1	0,4	0,9	
Прочие	3	15,6	32,7	5,7
Всего по ЯАССР	41	1083,0	4148,3	3426,7

По категориям балансовые запасы распределяются следующим образом: A+B+C₁ — 4,1 млрд. т, C₂ — 3,4 млрд. т. Распределение балансовых запасов по бассейнам показано в табл. 4.

Прогнозные кондиционные запасы углей по подсчету 1968 г. определены в 2608 млрд. т, или более 92% от общих геологических запасов Якутской АССР. Такое соотношение кондиционных и некондиционных геологических запасов положительно характеризует угленосные бассейны Якутии.

В качественном отношении кондиционные геологические запасы углей подразделяются на две большие группы. В первую группу включены бурые угли, запасы которых подсчитаны в сумме 1618 млрд. т, в том числе лигнитов — 115 млрд. т. Вторую группу образуют каменные угли, их кондиционные геологические запасы определены в 990 млрд. т,

из них коксующиеся угли составляют 100 млрд. т. В восточной части Тунгусского бассейна на долю каменных углей приходится 91% общих геологических запасов. Коксующиеся угли практически отсутствуют. В Южно-Якутском бассейне обнаружены только каменные угли, при этом 89% общих геологических запасов или 24,8 млрд. т составляют угли коксующихся марок. В Зырянском бассейне из 50,2 млрд. т геологических запасов каменных углей 37 млрд. т можно отнести к коксующимся маркам. В Ленском бассейне запасы каменных углей определены в 889 млрд. т или 35% общих кондиционных запасов, коксующихся углей — в 38 млрд. т. Распределение кондиционных запасов углей по маркам приведено в табл. 5.

Таблица 5

Качественный состав кондиционных геологических запасов углей (млн. т)

Марки углей	Всего запасов, млн. т	По зонам глубин, м			
		0—300	300—600	600—1200	1200—1800
Б ₁	115 000	11 500			
Б ₂ +Б ₃	1 503 000	383 000	390 000	563 000	167 000
Д	525 300	64 300	62 000	102 000	297 000
Д—Г	259 900	57 900	90 900	54 400	56 700
Г	100 200	23 700	17 300	29 400	29 800
Г—Ж	429				429
Ж	40 550	16 900	5 200	3 250	15 200
Ж—К	8 760	2 470	6 290		
К	28 410	8 560	2 020	15 000	2 830
К—ОС	1 390				1 390
ОС	20 140	1 230	3 000	5 310	10 600
ОС—Т	608				608
Т	3 927	276	745	356	2 550
ПА	35	35			
А	261		53	132	76
Итого	2 607 910	673 371	577 508	772 848	584 183

Угленакопление на территории Якутии проявилось в разных структурных условиях. В каменноугольную и пермские эпохи оно было приурочено к западным краевым частям Верхоянской миогеосинклинали (начальные стадии ее развития) и восточной окраине Тунгусской синеклизы. Юрское и меловое угленакопление локализовалось в Предверхомянском краевом прогибе, Момо-Зырянской впадине, Вилюйской синеклизе и во впадинах Алданского щита и по времени совпало с завершением развития Верхоянской миогеосинклинали (формирование угленосных молассоидных формаций) и активизацией в пределах щита. Третичное угленакопление связано с орогенным этапом развития Верхоянской складчатой области и ограничивалось такими наложенными впадинами, как Нижне-Алданская, Кенгдейская, Омолойская и другие на территории Северо-Восточной и Восточной Якутии.

Угленакопление началось в раннекаменноугольную эпоху и с разной интенсивностью продолжалось вплоть до неогена включительно. Об интенсивности угленакопления в отдельные этапы можно судить по табл. 6. Главнейшим этапом угленакопления был раннемеловой. Наиболее интенсивно угленакопление происходило в начале раннемелового этапа. Площади распространения высокоугленосных отложений этой эпохи (батыльхская свита Ленского бассейна, верхняя часть горкитской

свиты Южно-Якутского бассейна и их стратиграфические эквиваленты) весьма перспективны для увеличения геологических и разведанных запасов. Позднеюрский этап занимает второе место по интенсивности угленакопления и также представляет интерес для развития сырьевой базы угольной промышленности, особенно в пределах Южно-Якутского и Ленского бассейнов.

Таблица 6

Распределение геологических запасов по этапам угленакопления* (млрд. т)

Угленосные бассейны и площади	Каменно-угольный	Пермский	Ранне-среднеюрский	Позднеюрский	Раннемеловой		Третичный
					начало	конец	
Ленский			уп.	867,85	1417,2	300,1	
Южно-Якутский			10	25,05	5		
Тунгусский	2	31,4			16,7	33,5	
Зырянский	уп**	0,3					
Западно-Верхоянская							113,4
Нижне-Алданская				0,6	0,3	уп	7,2
Восточная Якутия							
Всего по эпохам	2	31,7	10	892,9	1439,2	333,6	120,6
То же в процентах	0,07	1,12	0,36	31,55	50,85	11,79	4,36

* Без учета запасов по Лено-Анабарской площади пермского угленакопления (более 10 млрд. т) и Анабаро-Хатангскому и Оленекскому угленосным районам (по подсчету 1956 г. запасы составляют 170 млрд. т).

** уп — угленосные проявления и мелкие месторождения.

Каменноугольное угленакопление

Наиболее ранние угленакопления Якутии связаны с начальными стадиями развития Верхоянской миогеосинклинали и имеют раннекаменноугольный возраст. Они представлены маломощными (до 0,15—0,2 м) прослойками и линзочками углей типа антрацитов в континентальных отложениях былыкатской свиты Орулгана и тремя пластами антрацитов мощностью 0,2—0,6 м в верхней части прибрежно-морских отложений атырдахской свиты Хара-Улаха. Суммарные мощности нижнекаменноугольных угленосных отложений определяются в 300—850 м. В средне- и позднекаменноугольные эпохи угленакопление на территории Верхоянья практически прекращается, в миогеосинклинальном прогибе накапливались в эти эпохи преимущественно морские и прибрежно-морские осадки.

На территории Сибирской платформы угленакопление локализовалось в пределах Тунгусской синеклизы и связано с временем формирования катской свиты среднекаменноугольного возраста. Мощности катской свиты достигают 110 м, наиболее насыщены прослоями углей верхние 20—25 м разреза свиты. Всего насчитывается до восьми пластов и прослоев углей мощностью от 0,2 до 2,4 м. Большая часть пластов имеет сложное строение, в западном направлении (к центру Тунгусской синеклизы) строение пластов угля упрощается и они более вы-

держаны по простиранию. Геологические запасы этого возраста в восточной (Якутской) части Тунгусской синеклизы могут быть определены в 2 млрд. т.

Пермское угленакопление

Угли этого возраста более широко распространены на территории Якутии и известны в восточной части Тунгусской синеклизы, на северо-востоке Анабарского массива, на западных склонах Орулганского и Куранахского антиклинориев и юго-восточном склоне Бараинского антиклинория Верхоянской складчатой области.

В Верхоянье осадконакопление происходило в геосинклинальных условиях. Здесь мощность пермских терригенных отложений достигает 3000—5500 м. Прослой углей зафиксированы практически по всему разрезу нижнепермских и верхнепермских отложений Западного Верхоянья и Орулгана. Прослой тощих углей, полуантрацитов и антрацитов располагаются среди морских и прибрежно-морских образований, имеют сложное строение и мощности до 0,1—0,2 м. Наиболее насыщена углями верхняя треть разрезов дулгалахской свиты Западного Верхоянья и Орулгана мощностью до 200—250 м. Эта часть разрезов свиты представлена существенно континентальными отложениями, среди которых отмечено от 2 до 15 прослоев углей типа антрацитов мощностью от первых сантиметров до 4 м. В мощных угольных пластах наблюдаются породные прослой. Геологические запасы позднепермских углей определены в 0,3 млрд. т.

Угленакопление в восточной части **Тунгусской синеклизы** и на северо-востоке **Анабарского массива** происходило, вероятно, в течение всего пермского периода. В Тунгусской синеклизе угленосны нижнепермские отложения бургу克林ской свиты и верхнепермские отложения пеляткинской свиты. Мощность продуктивных отложений в средней части бургу克林ской свиты составляет 18—20 м, а число угольных пластов достигает шести (три из них имеют мощности 0,4—2,4 м). В верхней части свиты угленосность ослабевает. Угленасыщенность отложений пеляткинской свиты выше. Выделяется компактный продуктивный горизонт с пятью угольными пластами суммарной мощностью 5,5 м. Характерной чертой угленосности пермских континентальных отложений является невыдержанность угольных пластов по простиранию (расслаивание, резкие изменения мощностей и т. д.). Среди пермских различаются длиннопламенно-газовые и бурые угли. В отдельных выходах встречены высокометаморфизованные угли (паровичножирные или даже коксовые), обязанные своим происхождением термальному воздействию пластовых интрузий траппов. Запасы пермских углей восточной части Тунгусской синеклизы определены в 31,4 млрд. т.

На северо-востоке Анабарского массива накопление углей происходило в континентальных и прибрежно-морских условиях. Мощности накопившихся пермских терригенных осадков 200—500 м. Наиболее угленасыщенными являются верхнепермские песчано-глинистые отложения. К востоку от р. Анабар, в бассейне р. Оленек и междуречье Оленек — Лены выявлены лишь тонкие угольные прослойки мощностью 0,1—0,3 м, быстро выклинивающиеся по простиранию и не имеющие промышленного значения. К западу от р. Анабар открыты угольные пласты рабочей мощности (1,1—1,7 м) и простого строения, как правило, сопровождающиеся тремя пластами меньшей (0,1—0,5 м) мощности. По степени углефикации угли длиннопламенные (в отдельных выходах газовые) кларенового и кларено-дюренового состава. Запасы пермских углей этого района можно определить в 10 млрд. т.

Юрское угленакопление

Юрское угленакопление в промышленных масштабах происходило на огромных площадях: в пределах Предверхоанского прогиба, Анабаро-Хатангского прогиба, Вилюйской синеклизы, наложенных впадин Алданского щита и Момо-Зырянской впадины.

В юрский период началось угленакопление в **Ленском бассейне**, охватывающем территории Предверхоанского прогиба и Вилюйской синеклизы. Вероятно, в Ленский бассейн следует включать и территорию Анабаро-Хатангского прогиба. Юрская угленосность бассейна связана с осадками ранне-, средне- и позднеюрской эпох и по времени совпадает с заключительными стадиями развития Верхоянской миогеосинклинали. Степень угленосности накопившихся осадков неодинакова в разных частях бассейна. Максимальной угленасыщенностью характеризуются юрские отложения в южной и западной частях Ленского бассейна.

Раннеюрские углепроявления локализованы в отложениях укугутской свиты мощностью до 200—270 м, широко распространенной в Вилюйской синеклизе и на северном склоне Алданской антеклизы. В раннеюрскую эпоху сформировались многочисленные линзы и маломощные (до 0,5 м) прослои бурых углей. Только в западной части Вилюйской синеклизы мощности пластов подобных углей достигают 2,5 м. В среднеюрскую эпоху на северном склоне Алданской антеклизы и в Вилюйской синеклизе продолжалось накопление бурых углей, но мощности сформировавшихся пластов редко достигают 0,8—2,2 м. В конце эпохи угленакопление продвинулось на север Ленского бассейна в пределы Жиганского района. Здесь в нижней половине разрезов джаской свиты¹ в платформенной части района отмечены тонкие пласты и линзы углей, не имеющие промышленной ценности.

В позднеюрскую эпоху угленакопление распространилось на большую часть Ленского бассейна. Угли рабочей мощности (средние 1,5—3 м, максимальные — до 10 м и более) установлены в Жиганском, Сангарском, Томпо-Тумаринском, Нижне-Алданском, Якутско-Кангаласком, Хандыгском, Тюкяно-Линденском, Нюрбинском, Кемпендяйско-Наманинском, Синском и Вилюйском угленосных районах. Мощности верхнеюрских угленосных отложений закономерно изменяются с запада на восток от 200—300 м (борта Вилюйской синеклизы) до 800—1000 м и более (Предверхоанский краевой прогиб). Всего насчитывается до 30 пластов и прослоев углей, более 10 из них имеют рабочие мощности. Наибольшая угленасыщенность отмечается в верхней части разрезов верхнеюрских отложений (бергенская свита в центральной части Вилюйской синеклизы, в Усть-Вилюйском районе, в разрезах Намской и Бахынайской опорных скважин и ее стратиграфические эквиваленты в других районах Ленского бассейна). В нижней части встречены линзы или единичные пласты углей небольшой мощности в отдельных разрезах, не прослеживающиеся далеко по простиранию.

Позднеюрские угли разнообразны по качественному составу. Подмечено, что степень метаморфизма и характер угленосности изменяются одновременно с изменениями фациального состава и увеличением мощностей позднеюрского терригенного комплекса. По бортам Вилюйской синеклизы пластов угля меньше, чем в центральных частях синеклизы и Предверхоанском прогибе, но мощности пластов угля в пределах первых метров больше (2—3, а некоторых 10—15 и даже 30 м). К центральным частям синеклизы и пригеосинклиналию крылу

¹ По результатам геологического картирования НПО «Аэрогеология» возраст свиты установлен как средне-позднеюрский.— *Прим. ред.*

Предверхоанского прогиба число пластов и прослоев увеличивается в 2—3 раза при одновременном уменьшении мощностей до 0,8—1 м, редко мощности пластов достигают 2,5—3 м. По бортам синеклизы и в приплатформенных частях прогиба распространены бурые угли. В синеклизе на глубинах более 1200—1500 м они замещаются каменными (близки длиннопламенным, а на глубине свыше 3000 м — первично-жирным).

Устанавливается зональность метаморфизма углей в Предверхоанском прогибе. Углетрографические и химические исследования показали, что здесь известны угли всех петрографических классов и типов. Бурые угли характерны для платформенных частей прогиба, к востоку они постепенно сменяются слабометаморфизованными каменными углями. Средне- и высокометаморфизованные каменные угли (вплоть до отощенно-спекающихся и тощих) образуют сравнительно узкую полосу шириной равной первым десяткам километров в пригеосинклинальных частях прогиба. Геологические запасы позднеюрских углей Ленского бассейна определены в 867,85 млрд. т.

В **Южно-Якутском бассейне** интенсивно проявилось юрское угленакopление, локализованное в крупных наложенных впадинах (Чульманская, Токинская и др.) и совпавшее по времени с активизацией тектонических движений в пределах Алданского щита. Угленакopление, как и в Ленском бассейне, началось в раннеюрскую эпоху. В нижнеюрских отложениях встречены тонкие пропластки и пласты гумусово-сапропелевого угля мощностью до 0,3—0,7 м. Мощности нижнеюрских угленосных отложений достигают 450 м.

В среднеюрскую эпоху интенсивность угленакopления в наложенных впадинах Алданского щита возросла, о чем наглядно свидетельствует величина геологических запасов каменных углей эпохи в 10 млрд. т. В среднеюрских отложениях (дурайская свита) зафиксировано до 29 пластов угля мощностью 0,1—3,5, реже 9,6 м, в том числе от 3 до 10 пластов с рабочими суммарными мощностями 3,9—9,6 м. Мощности среднеюрских отложений 450—550 м.

Позднеюрское угленакopление представляет основную промышленную ценность Южно-Якутского бассейна. В эту эпоху образовалось около 25 млрд. т геологических запасов каменных углей. Мощности верхнеюрских угленосных отложений (горкитская свита без нерюнгринской подсвиты, возраст которой, по мнению С. С. Каримовой, А. Н. Пахомова и других, раннемеловой) составляют 700—800 м, а, возможно и более. В них установлено от 15 до 40 пластов каменных углей общей мощностью в десятки метров, в том числе от 9 до 25 с суммарной рабочей мощностью более 10 м.

По марочному составу средне- и позднеюрские угли включают 79% жирных, 18% коксовых и 3% отощенно-спекающихся. Степень углефикации увеличивается с глубиной.

На территории Восточной Якутии угленакopление проявилось в юрский период в незначительных масштабах и локализовалось в южной части Момо-Зырянской впадины.

Меловое угленакopление

Меловое угленакopление по площади распространения и объему накопившихся углей не имеет себе равных на территории Якутии и за ее пределами. Особенно выделяется раннемеловая эпоха, геологические запасы которой определены в 1772,8 млрд. т. Наиболее интенсивно угленакopление происходило в начале раннемеловой эпохи (батылыхская свита и ее стратиграфические эквиваленты в Ленском бассейне, верх-

няя часть горкитской свиты в Южно-Якутском бассейне, ожогинская свита в Зырянском бассейне и др.).

В **Ленском бассейне** общий план раннемелового угленакопления унаследован от позднеюрского плана. Расширились лишь площади угленакопления на север в пределы Булунского района. Устойчивое накопление углей происходило в разных структурных условиях: на платформе, на бортах и в центральной части Вилюйской синеклизы и Предверхооянского краевого прогиба. В результате мощности высокоугленосных нижнемеловых отложений на платформе и в приплатформенной зоне прогиба изменяются от первых сотен метров до 4000 м в пригеосинклинальной зоне прогиба (Сангарский район и др.). На огромной территории бассейна в раннемеловую эпоху установились континентальные условия осадконакопления, лишь на севере (Булунский район) в отдельные периоды существовал морской бассейн, что и определяет наименьшие перспективы этих площадей на обнаружение промышленных запасов угля.

В южной части бассейна угленосность начала эпохи связана с отложениями батылхской свиты (Сангарский, Вилюйский, Нижне-Алданский, Тюкяно-Линденский и другие районы). В это время накопилась основная доля геологических запасов углей Якутии — около 50%. Мощности свиты изменяются в широких пределах: от 260 м (платформенные районы) до 1850 м (пригеосинклинальная зона Предверхооянского прогиба). Велика угленасыщенность разрезов свиты, пласты углей занимают равноправное место в чередовании основных пород: песчаников, алевролитов и аргиллитов. Например, в Сангарском районе насчитывается от 10 до 44 пластов углей, в том числе от 5 до 18 пластов суммарной рабочей мощности от 5,2 до 41,7 м. Есть сведения, что общее число угольных пластов в районе достигает 60, а максимальная мощность отдельных пластов 22 м. В Хандыгском районе в разрезе свиты выявлено 37 пластов углей, в том числе более 5 рабочих общей мощностью 8,2 м. Пласты углей имеют простое строение и хорошо выдержаны по простиранию.

В середине раннемеловой эпохи угленакопление в южной части Ленского бассейна значительно ослабло. Образовавшиеся в это время отложения эксеняхской свиты (280—1200 м) содержат преимущественно тонкие (0,1—0,6 м) пласты и линзы углей (редко отмечается один пласт рабочей мощности) в нижней и верхней частях разрезов. Только в самых восточных районах (Хандыгский) в эксеняхской свите число и мощности пластов углей увеличиваются. Так, в районе месторождения Джебарики-Хая при разведочном бурении в разрезе свиты зафиксировано до 24 пластов суммарной мощностью 11,85 м, в том числе 6 пластов с рабочей мощностью 8,25 м.

В конце раннемеловой эпохи вновь наблюдается усиление угленакопления. Угленосность этого времени связана с нижней частью разреза хатырыкской свиты и ее стратиграфических эквивалентов. Мощности свиты определяются в 400—750 м, имея тенденцию увеличения в сторону пригеосинклинальной зоны Предверхооянского краевого прогиба. В Сангарском районе в отложениях свиты установлено до 26—29 пластов углей, из них 11 с рабочей мощностью 0,7—5,5 при общей мощности 26 м; в Вилюйской синеклизе — до 12 пластов, в том числе пять мощностью 0,5—1,5—2,2 м; в Нижне-Алданском районе — до 40 пластов и прослоев, в том числе до 7 с рабочей мощностью 0,7—1,8, реже 4,6 м.

В северной части Ленского бассейна (Булунский район) угленакопление началось не раньше позднего валанжина и связано с отложениями булунской свиты и ее стратиграфических аналогов в Оленекском и Анабаро-Хатангском районах. Установлены маломощные угольные пла-

сты, быстро выклинивающиеся по простиранию, редко отложения свиты содержат пласты мощностью до 1—1,2 м. Угленакопления аптского века в Булунском районе связаны с отложениями огонер-юряхской свиты, мощность которой изменяется от 15 до 280—320 м. В ней содержится до 40 пластов высокозольных углей сложного строения. В Оленекском районе в разновозрастных отложениях появляется до четырех угольных пластов суммарной мощностью 8 м. В западном направлении к Анабаро-Хатангскому району отложения огонер-юряхской свиты выклиниваются. Угленакопление конца раннемеловой эпохи в Оленекском районе приурочено к отложениям укинской (60—450 м) и чарчкской (300—500 м) свит. В укинской свите наблюдалось до 10 угольных пластов, в том числе семь пластов с рабочей мощностью 3—5 м. В чарчкской свите выявлено до 20 пластов, из них пять с рабочей мощностью 1—2 м. В Анабаро-Хатангском районе угленосны санга-салинская (30—60 м) и огневская (30—90 м) свиты, в каждой из которых установлено один-два угольных пласта с рабочей мощностью 1—3 м, реже 5 м и несколько тонких угольных пропластков. Следует подчеркнуть, что в северной части Ленского бассейна в раннемеловую эпоху наименьшая продуктивность угленосных формаций характерна для Булунского района. В южном, северном и западном направлении от Булунского района продуктивность раннемеловых угленосных формаций, мощности и количество угольных пластов возрастают при одновременном упрощении строения пластов и повышении качества углей (уменьшение зольности и др.).

Подмеченные закономерности изменений мощностей, строения и качественного состава для позднеюрских углей сохраняются и для раннемеловых углей Ленского бассейна. По мере увеличения мощностей нижнемеловых отложений в сторону пригеосинклинальной зоны Предверхоанского краевого прогиба наблюдается увеличение числа угольных пластов до многих десятков с одновременным сокращением мощностей отдельных пластов. Соответственно изменяется и сложность строения угольных пластов. В пределах платформенных районов (Синский, Кемпендяйско-Наманинский и др.) в течение раннемеловой эпохи образовались исключительно бурые угли, общие запасы которых превышают 50% общих геологических запасов ископаемых углей эпохи. В центральных частях Вилюйской синеклизы при палеоглубинах более 1200—1500 м бурые угли замещаются каменными (близки длиннопламенным). Каменные угли практически всех ступеней метаморфизма (вплоть до коксовых и тощих) характерны для пригеосинклинальной зоны Предверхоанского прогиба, образуя протяженную полосу шириной всего в десятки километров. Западнее степень углефикации быстро понижается и в основной части полосы каменных углей преобладают марки типа длиннопламенных и газовых углей.

Угленакопление в позднемеловую эпоху в пределах Ленского бассейна локализовалось в центральной части Вилюйской синеклизы и сопредельных районах Предверхоанского краевого прогиба. Здесь накопилась толща песков и песчаников с прослоями глин и лигнитов. Общая мощность угленосных отложений увеличивается к центральной части синеклизы от 150 до 420 м. Позднемеловая угленосность изучена слабо, можно лишь предполагать ее ограниченное распространение.

Геологические запасы углей, накопленных в меловой период, определены в 1717,3 млрд. т.

В Южно-Якутском бассейне структурный план раннемелового угленакопления унаследован от позднеюрского. Угленакопление продолжалось в пределах крупных наложенных впадин (Чульмаканская, Токинская и др.) и протекало в условиях дальнейшей активизации тектони-

ческих движений на территории Алданского щита. Оно сопровождалось поднятиями в областях сноса, проявлениями вулканизма и накоплением во впадинах мощных континентальных толщ. Наиболее важная в промышленном отношении раннемеловая угленосность приурочена к верхней части горкитской свиты. В отложениях свиты установлены и разведаны угольные пласты мощностью в десятки метров, хорошо выдержанные по площади. Примером является пласт «Мощный» Нерюнгринского месторождения мощностью от 8—10 до 56 м. В северной части месторождения мощности пласта от 20—25 до 45—56 м, в южной части он расщепляется на ряд угольных пластов мощностью до 8—10 м каждый [Бредихин И. С., 1966]. Более поздние раннемеловые угленакопления Южно-Якутского бассейна связаны с отложениями холодниканской (до 550 м) и ундытканской (470 м) свит. В холодниканской свите содержится до пяти угольных пластов невыдержанной мощности, из которых от двух до четырех достигают рабочих мощностей 1,2—1,8, реже 4—24 м. В ундытканской свите зафиксированы маломощные угольные пласты, из них только один имеет мощность 0,2—1,5 м. По марочному составу раннемеловые угли бассейна отнесены к жирным, коксовым и отощенно-спекающимся. Общие геологические запасы раннемеловых углей бассейна определены в 5 млрд. т.

В **Зырянском бассейне** раннемеловое угленакопление связано с формированием мощного континентального терригенного зырянского комплекса, расчленяемого на три свиты (снизу вверх): ожогинскую, сиялпскую и буоркемюсскую. В ожогинской свите установлено до восьми угольных пластов мощностью от 0,45 до 1,4 м. Они тяготеют к средней части разреза свиты. Более угленасыщены отложения сиялпской свиты, в которой наблюдается до 45—60 угольных пластов мощностью от 0,4 до 4,2 м. Максимальной угленасыщенностью характеризуется буоркемюсская свита.

В районе Зырянского месторождения разведочным бурением вскрыто 43 угольных пласта мощностью от 0,4 до 7,8 м, 15 из них детально разведаны. Выделяются три угленосных горизонта: нижний с 12 угольными пластами мощностью от 0,8 до 2 м, средний с 14 пластами мощностью от 0,4 до 7,3 м и верхний с 17 пластами мощностью от 0,4 до 7,8 м. Все раннемеловые угли Зырянского бассейна относятся к каменным, по степени углефикации среди них различаются жирные, длиннопламенные и газовые. Прогнозные геологические запасы раннемеловых углей бассейна определены в 50,2 млрд. т.

Раннемеловое угленакопление на остальной части территории **Восточной Якутии** проявилось в ограниченных масштабах. Известны угольные пласты рабочей мощности в южной части Инъяли-Дебинского синклиория. Они приурочены к нижней части нижнемеловых прибрежно-морских и континентальных отложений. Сильный метаморфизм углей в районе Дарпирского месторождения, вероятно, обусловлен влиянием гранитоидных интрузий. Бурые угли обнаружены в нижнемеловых вулканогенно-осадочных отложениях Анюйской зоны (правобережье р. Мал. Анюй).

Угленосные нижнемеловые отложения установлены также в центральной части о. Котельного и на юго-западе о. Бенета (Новосибирские острова). Здесь среди песчаников и глинистых пород балыктахской свиты обнаружено от 5 до 7 угольных пластов мощностью от 0,25 до 7,5 м.

Третичное угленакопление

Третичное угленакопление достаточно широко проявилось на территории Якутии и по времени совпало с орогенным этапом развития

Верхоянской складчатой области. Третичные угленосные отложения локализованы в пределах таких кайнозойских наложенных впадин, как Нижне-Алданская, Кенгдейская, Омолойская и др. Наиболее интенсивно угленакопление протекало в Нижне-Алданской впадине, где сформировались многочисленные пласты бурых углей с геологическими запасами в 113,4 млрд. т.

Угленосность **Нижне-Алданской площади** неогенового угленакопления приурочена к отложениям верхней части тандинской свиты, распространенной от устья р. Ханчала (левый приток р. Лены) на западе до меридионального участка р. Алдана на востоке и от предгорий Верхоянья на севере до широты г. Якутска на юге. Мощности угленосных отложений последовательно увеличиваются на левобережье р. Алдана с юга на север от нескольких до 60 м, достигая на правобережье р. Алдана 220—300 м (район Нижне-Градыгской антиклинали). С юга на север последовательно увеличивается и число угольных пластов — от 2—5 (район минимальных мощностей) до 16—19 в центральных частях впадины. В районах максимальных мощностей отложений (Нижне-Градыгская антиклиналь и др.) число пластов сокращается до десяти при одновременном сокращении мощностей отдельных пластов. Мощности угольных пластов изменяются от 0,1 до 26,3 м, большинство имеют мощности от 1 до 10,5 м. Наиболее мощные пласты распространены на левобережье р. Алдана. Для пластов характерно простое строение, только в четырех случаях встречаются пласты с породными прослоями. Анализ разрезов скважин на Тандинском, Баягинском и Таттинском буровых профилях показывает, что большинство пластов прослеживаются на расстояние от нескольких до десятков километров. Угли Нижне-Алданской площади напоминают уплотненный торф с включениями слабо измененной древесины.

На севере и северо-востоке **Якутской АССР** в палеогеновое и неогеновое время накопление угленосных отложений происходило в крупных эрозионно-тектонических депрессиях. В Кенгдейской впадине угленосны палеогеновые отложения, в которых установлено от одного до трех угольных пластов мощностью до 2,7 м. Они выдержаны по мощности и прослежены на расстояние до 50 км. Палеогеновые угли впадины относятся к группе лигнитов. В смежных районах установлены и другие местоположения палеогеновых углей: Согинское месторождение на правобережье бухты Тикси и Быковское месторождение на правом берегу Быковской протоки (устье р. Лены). Мощности угольных пластов на этих месторождениях иногда достигают 18,7 м. Угли месторождений типично бурые или относятся к группе лигнитов. Вероятно, к палеогеновым относятся и наиболее молодые угли Новосибирских островов, по степени углефикации принадлежащие зрелым бурым и группе лигнитов. Насчитывается до 10—20 пластов подобных углей мощностью от 1 до 6 м, суммарные их мощности достигают 51 м.

Неогеновое угленакопление локализовалось в пределах Омолой-Янского междуречья, бассейна р. Уяндина, нижнем течении р. Индигирки и бассейне р. Неры. В указанных районах в неогеновых отложениях установлено от одного до 10—12 пластов лигнитов мощностью 0,2—20,7 м. Как правило, пласты имеют линзовидное строение и их мощности уменьшаются к бортам кайнозойских впадин. Например, в бассейне р. Уяндина суммарная мощность пластов на периферии впадины составляет 3,4 м, а в центральных частях увеличивается до 23,1 м.

Суммарные геологические запасы третичных углей Восточной Якутии определены в 7,2 млрд. т. Месторождения этих углей представляют практический интерес для удовлетворения нужд близлежащих горнодобывающих предприятий.

Широкое распространение угленосных отложений на территории Якутии, геологические запасы ископаемых углей практически всех марок создают исключительно благоприятные условия для развития энергетики и коксохимической промышленности во многих районах республики.

На современном этапе экономического развития Якутской АССР наибольший практический интерес представляют коксующиеся угли Южно-Якутского бассейна. Здесь имеются детально разведанные месторождения (Нерюнгринское, Чульмаканское и др.), подготовленные для проектирования и закладок угледобывающих предприятий большой мощности, в том числе предприятий с карьерным способом отработок угольных пластов. Окончание строительства Байкало-Амурской магистрали позволит получить нашей стране резервную топливную базу, использовать угли Южно-Якутского бассейна для планируемого нового центра черной металлургии, обеспечить потребности в углях всей металлургической промышленности востока страны.

В Ленском бассейне наиболее перспективны для промышленного освоения месторождения коксующихся и энергетических углей Сангарского, Хандыгского, Якутско-Кангаласского и Нюрбинского угленосных районов, расположенных в непосредственной близости от основных водных транспортных магистралей Якутии — рек Лены, Алдана и Вилюя. Угли этих районов могут использоваться для удовлетворения энергетических потребностей горнодобывающих предприятий и местной промышленности.

Практическая значимость других бассейнов и районов ниже и определяется потребностями развивающейся горнодобывающей промышленности Якутии.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ

Сведения о наличии на территории Якутии горючих сланцев относятся к 30-м годам текущего столетия. В 1930 г. И. П. Атласов при изучении разреза карбонатных образований по р. Лене на участке от р. Синяя до г. Покровска выделил в составе нижнекембрийских отложений толщу битуминозных темно-серых известняков с прослоями битуминозных сланцев. В 1936 г. С. И. Киселев опробовал выходы горючих сланцев у пос. Джелинда и в бассейне р. М. Куонамка, положив начало изучению Оленекского кембрийского сланцевого бассейна. В конце 30-х и 40-х годов работами Н. П. Туаева, Н. С. Алексейчика, И. Г. Козлова, К. М. Кругловой, А. А. Леонтовича, Н. Д. Шкляева, В. З. Скорохода, А. Н. Матвеева, В. А. Ярмолюка установлена и изучена битуминозность верхнепротерозойских и кембрийских отложений бассейнов рек Мая и Юдома.

Изученность сланценосности территории Якутии надо признать низкой, проявления горючих сланцев изучены только при проведении маршрутных исследований, мелко- и среднемасштабного геологического картирования. Но и при таком уровне изученности обращает внимание широкое распространение сланцевых формаций в пределах Якутской АССР и сходное структурное положение сланцевых бассейнов. Малгинский позднепротерозойский сланцевый бассейн приурочен к северо-восточному склону Алданского щита, Синско-Майский кембрийский бассейн — к северному склону Алданского щита, Оленекский кембрийский бассейн — к юго-восточному склону Анабарского массива и мезозойские проявления горючих сланцев — к чехлу Колымского срединного массива. Таким образом, все сланценосные формации Якутии принадлежат к классу платформенных и характеризуются выдержанностью

мощностей (десятки метров) и распространением на больших площадях.

Наиболее древний **Малгинский позднепротерозойский сланцевый бассейн** расположен в бассейне р. Мая, только самая северная его часть охватывает территорию Якутии. Структурно бассейн приурочен к Майской впадине Учуро-Майской плиты и юго-западной окраине Майского синклиория. Битуминозные известняки и горючие сланцы слагают верхний горизонт малгинской свиты майской серии верхнего протерозоя. На территории Якутии эти отложения, как правило, перекрыты верхнепротерозойскими и, частично, кембрийскими отложениями. В западных и центральных частях Майской впадины горизонт сложен битуминозными известняками и доломитами с прослоями горючих сланцев, а его мощность определяется в 10—30 м. На юго-восточной окраине Майской впадины и смежных с нею районах Майского синклиория битуминозность пород горизонта уменьшается, исчезают горизонты горючих сланцев и одновременно увеличиваются мощности до 30—50 м. Общая площадь распространения горючих сланцев превышает 10 тыс. км². Битуминозные известняки хорошо горят в костре, а горючие сланцы загораются в тонких плитках от спички. Горючие сланцы, по данным Н. П. Туаева, содержат 0,19—0,51% битумов, содержания битумов в известняках достигают 0,24%. Битумы состоят из следующих компонентов (в %): углерод 90,36, водород 7,64, сера 0,56, азот и кислород 1,44, влага 1,22 и зола 0,26. Среди битумов различают керогены и карбоиды (48,38%), асфальтиты (16,84%), смолы (29%) и масла (6,35%). Содержание растворимого битума, экстрагируемого хлороформом, достигает 51,62%, а выход летучих на органическое вещество определяется в 51,3%. Следует подчеркнуть отсутствие специальных исследований содержания и состава органического вещества из малгинских горючих сланцев. Их битумы изучались, главным образом, для определения перспектив нефтеносности верхнепротерозойских отложений Майской впадины и смежных территорий. Но и эти скудные материалы позволяют предположить, что малгинские горючие сланцы могут служить ценным сырьем для газовой и химической промышленности. Н. В. Черский (1971) указывал на высокие концентрации в этих сланцах в бассейне р. Мая смол — до 5%.

Более изучены кембрийские горючие сланцы. Палеотектоническая схема В. М. Евтушенко и Э. Г. Конторовича (1969) показывает, что кембрийская доманиковая формация протягивалась широкой полосой от нижнего течения р. Мая на юге до нижнего течения р. Оленек на севере. К западу от линии нижнее течение р. Мая — устье р. Синяя — верхнее течение р. Оленек (район устья р. Арга-Сала) битуминозность пород сильно сокращается. Подобные изменения зафиксированы на восток от полосы распространения доманиковой формации. В пределах хр. Сетте-Дабан (восточная часть) и Хара-Улах разновозрастные образования представлены слабо битуминозными карбонатными породами с большими мощностями.

В области распространения кембрийской доманиковой формации можно выделить два крупных бассейна: на юге — Синский и на севере — Оленекский.

Оленекский сланцевый бассейн располагается в бассейнах рек Анабар и Оленек. Общая площадь бассейна превышает 150 тыс. км² и может быть увеличена за счет продолжения его на юг, где предполагается развитие пород доманиковой формации, перекрытых юрскими отложениями.

Структурно бассейн приурочен к северо-восточной окраине Сибирской платформы. Основными структурными элементами бассейна являются юго-восточные склоны Анабарского массива, Оленекское и Мун-

ское поднятия и Суханский прогиб. В геологическом строении территории участвуют архейские, протерозойские, палеозойские и мезозойские образования. Пологозалегающие образования платформенного чехла представлены верхнепротерозойскими терригенно-карбонатными, кембрийскими карбонатными, верхнепалеозойскими и мезозойскими терригенными (последние по периферии бассейна) отложениями. Только на отдельных участках платформенного чехла зафиксированы куполовидные складки и флексуры.

В отложениях кембрийской системы, заключающих сланценосный продуктивный горизонт, на основании комплексов ископаемых фаун выделены все три отдела. Сланценосность характерна для отложений ленского яруса нижнего отдела и амгинского яруса среднего отдела системы; объединяемых в составе куонамского горизонта. Наиболее полные разрезы горизонта известны в бассейнах рек Анабар, Мал. Куонамка, Желинде, Улахан-Юрэх, Торкукуй, Беенчима (Бороллуолаах), Кыран, Оленек и др. Горизонт сложен пестрыми глинистыми известняками, битуминозными известняками и горючими сланцами. Мощности горизонта в бассейне р. Оленек (нижние течения рек Некекит, Мерчимдэн и др.) определяются в 40—57 м. В южном направлении к нижнему течению р. Муны не наблюдается заметных изменений мощностей (50—60 м). На западе Оленекского сланцевого бассейна (реки Мал. Куонамка, Желинде, Арга-Салаа и верхнее течение р. Оленек) мощности горизонта сокращаются до 25 м. На севере и северо-востоке бассейна зафиксированы наименьшие мощности горизонта — 5—7 м.

Мощности прослоев горючих сланцев куонамского горизонта изменяются от сантиметров до 4—5 м и более. Всего насчитывается от 4—5 до нескольких десятков прослоев сланцев. В объемном отношении горючие сланцы составляют от 10 (?) до 30—40% всех пород куонамского горизонта.

Горючие сланцы горизонта состоят, в основном, из глинистого материала с примесью алевролитовых частиц, кремнезема и карбоната. В отдельных прослоях обнаруживается значительное количество тонкодисперсного пирита (?), реже он встречается в форме стяжений. Темные тона окрасок практически всех пород горизонта обусловлены большой примесью органического вещества — до 20—30%. Оно обнаруживается как в рассеянном состоянии, так и в форме натеков и корочек по трещинам и пустотам. Элементарный состав органического вещества довольно постоянен: углерод 78—84%, водород — 8—11%, кислород и азот 5—7%. Детального анализа и природы органического вещества горючих сланцев куонамского горизонта не проводилось. Предварительное изучение показало, что в сланцах содержатся битумы как углистого, так и нефтяного рода, но последние отличаются от типичных малым количеством асфальтовых соединений. Органическое вещество горючих сланцев плохо растворяется в органических растворителях. Обращает внимание тонкая горизонтальная слоистость, иногда микрослоистость (листоватые разности) сланцев.

Теплота сгорания оленекских горючих сланцев изменяется от 500 до 2600 ккал/кг. Теплота сгорания сухого сланца достигает 3000—5000 ккал/кг, а горючего органического вещества — до 7100 ккал/кг. Листоватые разности легко воспламеняются от спички, толстоплитчатые загораются при более высокой температуре. Качественные показатели горючих сланцев: влага 0,8—3,2%, зола 50—83,4%, углекислота — 0,5—30%, сера 0,5—2,5%. Выход летучих достаточно велик и составляет 26—27%, а на горючую массу до 76%. При термической обработке из сланцев извлекается от 6—7 до 27,6% смол, что позволяет рассматривать их как ценное химическое сырье.

В процессе проведения геологического картирования выходы горючих сланцев куонамского горизонта зафиксированы в большом числе местоположений. Во многих из них пласты горючих сланцев имеют рабочие мощности от 3—4 м и более, но теплота сгорания ниже 1500 ккал/кг. Не исключена сильная выветрелость отбирившихся из естественных обнажений образцов для проведения аналитических исследований. Горючие сланцы, отвечающие современным требованиям по качеству и мощностям пластов, установлены в верхнем и среднем течении р. Оленек, в бассейнах рек Беенчима (Бороллуолаах) и Мал. Куонамка.

Некекитское сланцепроявление расположено на правом берегу р. Оленек в районе устья р. Некекит. В 1961 г. Н. А. Борщева описала здесь следующий разрез куонамского горизонта (снизу вверх):

Ленский ярус

- | | |
|---|------------|
| 1. На известняках алданского яруса нижнего кембрия, вероятно, согласно залегают глинистые породы (по составу отвечают гидрослюдам с примесью галлуазита, карбоната и зерен пирита) | 0,15—0,2 м |
| 2. Черные и темно-коричневые листоватые горючие сланцы с линзочками выветрелых ожелезненных пород в кровле, с остатками брахиопод и трилобитов | 4,15 „ |
| 3. Чередующиеся листоватые горючие сланцы, зеленовато-коричневые листоватые аргиллиты и зеленовато-серые глинистые известняки с остатками трилобитов | 1,4 „ |
| 4. Коричнево-зеленоватые битуминозные известняки, чередующиеся с коричневыми горючими сланцами и кремнистыми породами. Мощности прослоев сланцев не превышают 1—3 см | 1 „ |
| Амгинский ярус | |
| 5. Чередующиеся черные и темно-коричневые листоватые горючие сланцы, темно-коричневые известково-глинистые и известково-кремнистые породы и темно-коричневые желвакообразные и органические известняки; мощности прослоев горючих сланцев | 0,1—0,3 „ |
| 6. Чередующиеся горючие сланцы, известково-глинистые и известково-кремнистые сланцы, плитчатые и массивные глинистые, органогенные и кремнистые породы | 19—20 „ |
| 7. Серые пятнистые массивные известняки с остатками трилобитов | 1,4 „ |
| 8. Темно-коричневые листоватые горючие сланцы, чередующиеся с известково-глинистыми и известково-кремнистыми сланцами; мощности прослоев горючих сланцев от 0,15 до 0,5 м | 2,7 „ |

Суммарная мощность куонамского горизонта горючих сланцев 43 м. Подобная литологическая характеристика горизонта сохраняется и на смежных участках лево- и правобережья р. Оленек (бассейн рек Мерчимдэн, Солохут, Кыран и др.).

В разрезе горизонта Некекитского сланцепроявления насчитывается более десяти пластов и пропластков горючих сланцев. Мощности пластов не превышают 0,1—0,5 м, только один пласт простого строения в нижней части горизонта имеет мощность 4,15 м. Качество сланцев пласта рабочей мощности, по данным технического анализа одной штупфной пробы, характеризуется следующими показателями: влага 2,9%, зола 64%, углекислота 28%, сера 2,5% и теплота сгорания 2600 ккал/кг.

Ниже по течению р. Оленек в районе устья р. Солохут расположено сланцепроявление Голокют. Здесь мощности прослоев горючих сланцев изменяются от сантиметров до нескольких метров. В сланцах содержится влаги 2,9%, золы 63,87%, серы 2,5% и летучих 27,76%. Выход летучих на горючую массу составляет 76,62%. Общая теплотворная способность сланцев достигает 2591 ккал/кг, а на горючую массу 7179 ккал/кг. При термической обработке из сланцев получены полукокс 83,62%, смолы 6,35%, а газ и потери определены в 15,8%. Элемен-

тарный состав органического вещества сланцев следующий: углерод 78,87%, водород 8,55%, кислород 3,9%, сера 6,89% и азот 1,79%.

В бассейне р. Кыран наиболее мощный (5 м) пласт горючих сланцев также приурочен к нижней части куонамского горизонта. Технические анализы бороздовых проб выветрелых горючих сланцев показали, что их качество не остается постоянным: влага 2,7—3,5%, зола 72,1—86,1%, сера 0,5—1,2% и теплотворная способность 866—1160 ккал/кг. Установлено, что теплотворная способность горючей массы достигает 5090—5590 ккал/кг.

Ряд сланцепроявлений известен в верхнем течении р. Оленек в районе пос. Оленек. Горючие сланцы слагают до одной трети разреза куонамского горизонта. Мощности прослоев изменяются от 7—30 см до 2,7 м при мощности горизонта около 25 м. По наблюдениям В. Я. Кабанькова в 1955 г., наиболее мощные пласты сланцев имеют простое строение. Качество сланцев по результатам химического анализа двух штуфных проб из прикровельной и припочвенной частей пласта характеризуется следующими показателями: влага 2,2—2,7%, зола 70—77%, углекислота 0,8—3,8% и сера 0,8—0,9%. Теплота сгорания определена в 1300—1900 ккал/кг.

Беевичское сланцепроявление расположено на левобережье одноименной реки в 30 км от ее впадения в р. Оленек, к северо-востоку от пос. Куойка. В разрезе куонамского горизонта мощностью 55—57 м в 1960 г. Г. М. Покровский и Н. А. Цейдлер выделили три мощных (3,5—4; 2,5—3 и 11,5 м) пласта горючих сланцев. Практически эти пласты представляют собой один мощный пласт сложного строения. Особый интерес вызывает самый верхний пласт мощностью 11,5 м. Он сложен горючими сланцами с редкими прослоями известняков мощностью до 0,1 м. Технического исследования качества сланцев этого перспективного проявления не проведено.

Группа куонамских сланцепроявлений установлена в бассейне р. Мал. Куонамка и на смежных площадях. Здесь мощность куонамского горизонта не превышает 25—30 м. Мощности прослоев горючих сланцев изменяются от сантиметров до 1 м, реже 1,8—2 м. Содержания органического вещества достигают 20—30%. Для сланцев характерна высокая зольность (76%) и относительно высокий выход смол (6,9%). Летучие составляют около 68% от общего количества горючих. Элементарный состав органического вещества: углерод 73,02%, водород 8,12%, кислород, азот и сера 18,86%.

Приведенные материалы показывают слабую изученность оленекских горючих сланцев. Все наблюдения выполнены на немногочисленных естественных обнажениях территории Оленекского сланцевого бассейна. В результате можно только предполагать большое площадное распространение отдельных пластов горючих сланцев и, соответственно, их большие геологические запасы. В 1956 г. И. М. Мигай и К. К. Демюкидов выполнили первый подсчет геологических запасов сланцев Оленекского бассейна на основе материалов маршрутных исследований и мелкомасштабного геологического картирования. Эти запасы были оценены в 112 млрд. т, в том числе кондиционные в 22 млрд. т. В 1968 г. Н. П. Поляков, А. В. Александров и другие определили геологические запасы горючих сланцев уже в 849 млрд. т, из них кондиционные запасы составили 254 млрд. т (при подсчете кондиционных запасов принята минимальная теплотворная способность сланцев в 1500 ккал/кг). Такая оценка Оленекского сланцевого бассейна указывает на его промышленную значимость для развития энергетики северо-западных районов Якутской АССР, для районов, где нет других видов энергетического сырья. Следует также отметить возможность использования горючих

сланцев для сланцехимической промышленности и получения высококалорийного газа. Горючие сланцы Оленекского бассейна заслуживают дальнейшего изучения еще и потому, что в них обнаружены концентрации ванадия, молибдена, никеля, кобальта и других металлов.

Второй по величине **Синско-Майский кембрийский сланцевый бассейн** расположен в пределах северного склона Алданского щита и охватывает бассейны рек Мая, Амга и среднее течение р. Лены (районы нижних течений рек Синяя и Буотама). Общая площадь бассейна велика и почти сопоставима с площадью Оленекского бассейна, но сланцевосные отложения на большей ее части перекрыты среднекембрийскими карбонатными и юрскими терригенными отложениями.

На юго-востоке бассейна прослой горючих сланцев приурочены к отложениям иниканской свиты, впервые выделенной в 1939 г. В. А. Ярмолюком в Юдомо-Майском районе. Иниканская свита может быть сопоставлена с куонамским горизонтом горючих сланцев Оленекского бассейна, рассмотренного выше. В среднем течении р. Лены (район нижнего течения р. Синяя) прослой горючих сланцев установлены только в нижней половине ленского яруса, отложениях синской свиты [Зеленов К. К., 1955].

К юго-западу и западу от основной полосы распространения горючих сланцев наблюдается последовательное замещение их слабо битуминозными и небитуминозными карбонатными породами. К западу от устья р. Синяя породы с повышенной битуминозностью (горючие сланцы) полностью исчезают из разрезов кембрийских отложений. На восток и северо-восток от полосы распространения горючих сланцев в сторону Майского синклинали битуминозность пород иниканской свиты также заметно уменьшается.

В Юдомо-Майском районе иниканская свита представлена преимущественно карбонатными породами: известняки 63% (в том числе глинистые слабодоломитистые 38% и битуминозные 25%); доломиты 18%; кремнистые породы 16%; аргиллиты 2% и мергели 1% [Неволин В. С. и др., 1974]. Характерно для иниканской свиты наличие карбонатно-кремнисто-глинистых пород и горючих сланцев. Многие породы имеют полосчатую текстуру за счет послойного обогащения глинистым и органическим веществом. Горючие сланцы представляют собой тонко-слоистые карбонатные породы, отдельные слои которых обогащены глинистым и органическим веществом. При нагревании на костре сланцы расслаиваются, воспламеняются и горят коптящим пламенем. Мощности иниканской свиты Юдомо-Майского района определяются в 45—50 м и сопоставимы с мощностями куонамского горизонта Оленекского сланцевого бассейна.

Органическое вещество в породах иниканской свиты содержится в концентрированной и рассеянной формах. Подмечена тесная связь глинистого и органического вещества. При повышении глинистости пород содержания органического вещества возрастают до 10% и более. По данным Е. М. Евтушенко и М. П. Красильниковой, органическое вещество имеет сапропелитовую природу (с примесью гумусового материала).

В породах иниканской свиты, как и в горючих сланцах куонамского горизонта Оленекского бассейна, при литогеохимическом опробовании обнаружены повышенные концентрации молибдена, ванадия, меди, никеля, кобальта и других металлов.

В отложениях синской свиты в среднем течении р. Лены горючие сланцы слагают до 30% разрезов. Они размещаются почти равномерно среди доминирующих плотных известняков. Мощности прослоев сланцев изменяются от 0,1 до 2,5 м, реже до 4 м (р. Синяя и р. Лена у с. Син-

ское). Мощности синской свиты по р. Лене у с. Синское составляют около 40 м, увеличение мощностей свиты до 80 м наблюдается к нижнему течению р. Буотама.

Горючие сланцы имеют темно-серую, почти черную окраску, шероховатый излом и листоватую отдельность. Содержание органического вещества достигает в сланцах 25% (17,2% органического углерода). Подобные разности легко загораются от спички. Органическое вещество располагается в виде нитевидных и каплевидных включений, ориентированных строго параллельно друг другу и определяющих листоватость сланцев. Качественные показатели горючих сланцев следующие: зола до 57%, сера до 0,45%, выход летучих до 15,1%. Битумы состоят из масел (19,87%), смол (49,4%) и асфальтенов (30,7%).

Таким образом, на территории Якутской АССР располагаются три крупных сланцевых бассейна: Малгинский протерозойский, Оленекский и Синско-Майский кембрийские. Наиболее перспективны Оленекский и Синско-Майский бассейны, геологические запасы горючих сланцев первого определены в 849 млрд. т. Степень изученности сланцев этих бассейнов низка. Сейчас можно предполагать использование сланцев для развития энергетики и сланцехимической промышленности и попутного извлечения из них молибдена, ванадия и других металлов. В ближайшие годы необходимы специальные исследования условий локализации указанных металлов в сланцах, изучение качества смол сланцев и перспектив использования сланцев для получения высококалорийного бытового газа.

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЖЕЛЕЗО

Месторождения и проявления железных руд на территории Якутской АССР многочисленны и разнообразны. Они известны в южных, центральных и восточных частях республики и приурочены к метаморфическим образованиям кристаллического фундамента и отложениям осадочного чехла Сибирской платформы, осадочным отложениям и магматическим породам Верхояно-Колымской складчатой области и Колымского срединного массива. Возрастной диапазон формирования железорудных месторождений и проявлений огромен — от раннего архея до кайнозоя включительно. По количеству и масштабам месторождений наибольшее практическое значение имеют руды Южной Якутии. Здесь, в пределах Алданского щита, разведаны архейские железорудные месторождения. Центральные и восточные районы Якутской АССР на железные руды изучены слабо; выявленные здесь мелкие месторождения и проявления пока не представляют промышленной ценности.

Первые сведения о наличии на территории Якутии железняков содержатся в материалах экспедиций XVIII—XIX веков И. Г. Гмелина, П. Ф. Анжу, М. М. Геденштрома, Ф. П. Врангеля. Уже в 1732 г. в окрестностях г. Якутска был открыт железодельный завод на базе местных «печеночных» руд. Этот завод просуществовал до конца XVIII века. Кустарная выплавка железа производилась также местными жителями в бассейнах рек Буотама, Вилюя и Колымы вплоть до 20-х годов текущего столетия. В 1927—1949 гг. производилась разведка Ботомского месторождения. В 1946—1954 гг. в бассейне р. Колымы разведано месторождение Победное.

Систематические поиски и разведка железорудных месторождений были начаты в 1950 г. в Южной Якутии, где наметилось исключительно благоприятное сочетание месторождений магнетитовых и гематитовых руд с месторождениями коксующихся каменных углей.

Впервые «железные руды хорошего качества» в бассейне р. Сутам упомянуты в 1849 г. участником экспедиции Ахте и Меглицкого Дудиным. В 1928—1932 гг. Ю. А. Билибин наблюдал в Центрально-Алданском районе проявления мезозойских контактово-метасоматических магнетитовых руд. В 1931 г. Д. С. Коржинский обнаружил магнетитовые кварциты в бассейне р. Тимптон, а в 1938 г. А. И. Кукс отметил глыбы магнетитовых и титаномагнетитовых руд в бассейнах рек Учур и Сутам.

В 1937 г. А. И. Иванов открыл мартитизированные магнезиально-силикатные магнетитовые руды важного в Южной Якутии промышленного типа оруденения (Сиваглинское месторождение). В 1946 г. топограф В. А. Сапожников выявил в бассейне р. Леглиер крупную магнитную аномалию (район Тинского месторождения) и сообщил о находке магнетита по р. Ыллымах. В 1949 г. партией треста «Сибгеолнеруд» при

поисках флогопита по обломкам железных руд в делювии было найдено Таежное месторождение и открыто месторождение Гематитовое.

В 1950—1962 гг. на территории Южной Якутии были проведены комплексные геолого-геофизические исследования, была выявлена Алданская железорудная провинция, а ее основные месторождения разведаны. Большой вклад в геологическое изучение железорудных районов провинции внесли И. Д. Ворона, А. П. Ильных, Г. Н. Киселев, В. В. Курицын, Л. М. Минкин, Л. Н. Малков, В. А. Луконина, Л. М. Реутов, И. М. Фрумкин и многие другие. Промышленную оценку месторождений провели И. А. Кобеляцкий, В. Ф. Козлов, В. М. Кравченко, С. П. Механшин, В. А. Перваго, А. И. Пухарев, А. М. Сафонов, В. Т. Сорокин и др.

Типы железорудных месторождений и районирование

На территории Якутской АССР выделено не менее 14 генетических типов месторождений и проявлений железа эндогенного, экзогенного и метаморфогенного происхождения от архейского до кайнозойского воз-

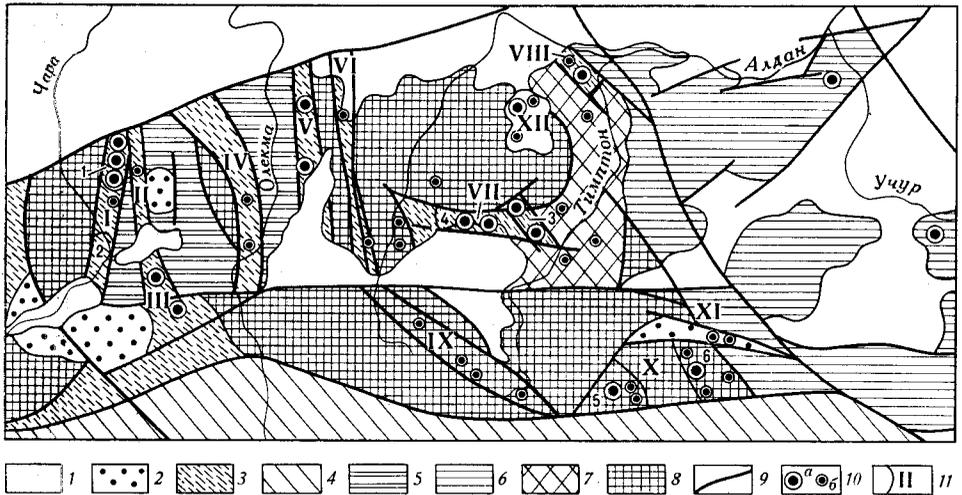


Рис. 13. Схема районирования Алданской железорудной провинции.

1 — верхнепротерозойско-кайнозойские отложения платформенного чехла; 2 — нижнепротерозойские орогенные отложения в прогибах и впадинах; 3—8 — архейские метаморфические образования кристаллического фундамента Алданского щита: 3 — борсалинская, 4 — становая, 5 — олекминская, 6 — джелтулинская, 7 — тимптонская и 8 — иенгская серни; 9 — разломы; 10 — железорудные месторождения (а) и проявления (б); 11 — границы железорудных зон, районов и их номера. Районирование: Чаро-Олекминская с Ималыкским (1) и Суломатским (2) районами, II — Токкинская, III — Ханнинская, IV — Тасмиелинская, V — Олекмо-Амгинская, VI — Верхне-Амгинская; Алдано-Тимптонская с Ивалыкским (1) и Суломатским (2) районами, VII — Дес-Леглинерская с Леглинерским (3) и Дес-Сиваглинским (4) районами, VIII — Эмельджакский район, IX — Холодниканский район, X — Сутамо-Гонамская с Гонамским (5) и Сутамским (6) районами, XI — Нуямский район, XII — Центрально-Алданский район

раста (табл. 7). Несомненное промышленное значение имеют архейские метаморфогенные месторождения трех генетических типов: осадочный метаморфизованный; осадочный метаморфизованный, преобразованный гидротермальным метасоматозом; метаморфический магнезиально-скарновый.

Распределение железорудных месторождений в пределах республики весьма неравномерное. Так как наиболее важный геотектонический контроль пока изучен не для всех типов оруденения, то для районирования последовательно применены лишь три принципа: распрост-

Генетическая классификация месторождений и проявлений железа Якутии

Генетическая группа	Генетический тип	Рудоносная формация	Разновидность руд	Масштаб оруденения, основные рудные объекты
I. Метаморфогенная серия				
I-A метаморфизованная	I-A-1 Осадочный метаморфизованный	Железисто-кремнистая: терригенная, вулканогенная (метабазитовая)	Железистые кварциты и богатые руды магнетитовые, железослюдковые, часто с силикатами	Средние и крупные месторождения (Ималыкское, Нелюкинское, Тарыннахское)
	I-A-2 осадочный метаморфизованный, преобразованный гидротермальным метасоматозом	Железисто-кремнистая метабазитовая (?)	Железистые кварциты и богатые руды маритовые и спекуляритовые с баритом и хлоритом	Мелкие месторождения (Гематитовое)
I-B метаморфогенная, точнее не определенная	I-A-3 осадочный (переотложенный остаточный?) метаморфизованный	Глиноземистые гнейсы	Магнетитсодержащие кордиерит-силлиманитовые гнейсы	Проявления (Джегоркитское)
	I-B-4 метаморфогенный магнетитно-скарновый	Карбонатная щелочноземельно-железистая в основных кристаллосланцах	Магнетитовые (редко маритовые) с форстеритом, клиногумитом, диопсидом, флогопитом, пирротинном, пиритом, иногда со скаполитом	Средние и крупные месторождения (Таежное, Пионерское, Сиваглинское)
II. Эндогенная серия				
II-A магматическая	II-A-5 раннемагматический	Метабазитовая, трапповая	Вкрапленность магнетита в амфиболитах, базальтах	Проявления (Амедичинское)
	II-A-6 позднемагматический	Габбро-анортозитовая http://jurassic.ru/	Гнезда и вкрапленность титаномагнетита в габбро-пироксенитах	Мелкие месторождения (Кавактинское)

I-Б Карбонатитовая	II-Б-7 метасоматический	Карбонатитовая	Апатит-магнетитовые с пиррохлором	Средние месторождения (Арбарастахское)
II-В скарновая	II-В-8 контактово-метасоматический магнезиально-скарновый	Гипабиссальные щелочно-земельные интрузивы в доломитах	Магнетитовые с форстеритом, диопсидом, флогопитом и сульфидами	Мелкие месторождения (Голец Паленый)
	II-Г-9 гидротермально-секционный	Обычно трапповая — дайки долеритов в доломитах и песчаниках	Брекчии с гематитовым, сульфидно-магнетитовым цементом	Проявления (Наманинское)
II-Г гидротермальная	II-Г-10 гидротермально-метасоматический	То же	Массивные и вкрапленные магнетитовые и гематитовые с кварцем, кальцитом, сульфидами	Проявления (Дабанское)

III. Экзогенная серия

	III-A-11 терригенно-осадочный	Терригенная (песчаники, аргиллиты)	Оолитовые, гематитовые, гётит-гидрогётитовые с пиролюзитом	Мелкие месторождения (Атугей-Сугамское, Ботомское)
III-A осадочная	III-A-12 хемогенно-осадочный	То же Карбонатная (доломиты, известняки)	III-A-12-а: сидеритовые; сферосидеритовые III-A-12-б: гематитовые с доломитом, кальцитом	Проявления (Вилюйчанское) Проявления (Победное)
	III-A-13 россыпной (литифицированный)	Терригенная (песчаники)	Магнетит- и маргитсодержащие песчаники	Проявления (Улахан-Юрьевское)
III-Б выветривания	III-Б-14 остаточный карстовый	Карбонатная (доломиты, известняки)	Бурые железняки	Проявления (Дюлюнг-Эдиское)

раненность, территориальная близость и общность происхождения месторождений и проявлений. По указанным признакам произведено следующее районирование территории Якутской АССР. В Южной Якутии выделены Чаро-Токкинская (включая Ималыкский район), Токкинская, Ханинская, Тас-Миелинская, Олекмо-Амгинская, Верхне-Амгинская, Дес-Леглиерская (в составе Леглиерского и Дес-Сиваглинского районов), Сутамо-Гонамская (в составе Сутамского и Гонамского районов) железорудные зоны и Эмельджакский, Холодниканский, Центрально-Алданский и Нуямский железорудные районы (рис. 13). В Центральной Якутии обособляются Алдано-Амгинский, Лено-Чарский, Ботомский, Лено-Мальканский и Лено-Вилюйский железорудные районы. На территории Восточной Якутии выделен только Колымский железорудный район.

Железорудные зоны и районы Южной Якутии с общими прогнозными запасами более 10 млрд. т руды обособлены в самостоятельную Алданскую железорудную провинцию. Провинция приурочена к центральной и западной частям Алданского щита. С учетом геолого-структурных особенностей и характера распространения железорудных формаций эту провинцию можно подразделить на Чаро-Олекминскую (первые шесть железорудных зон, в которых преобладают месторождения и проявления позднеархейской метаморфогенной железисто-кремнистой формации) и Алдано-Тимптонскую (характерны месторождения позднеархейской метаморфогенной карбонатной щелочноземельно-железистой формации и др.) субпровинции.

Железорудные месторождения метаморфогенной серии Южной Якутии

Месторождения карбонатной щелочноземельно-железистой формации

Они известны только в пределах Алдано-Тимптонской субпровинции в центральной части Алданского щита. Месторождения магнетитовых магнезиально-силикатных (магнезиально-скарновых) руд этой формации (тип 1-Б-4) наиболее разведаны и изучены. Большая часть месторождений формации сосредоточена в Леглиерском, Дес-Сиваглинском и Эмельджакском железорудных районах. Месторождения структурно приурочены к широтному межкупольному Унгра-Тимптонскому синклинию, ограниченному системами глубинных разломов и выделяемому иногда как протоавлакоген [Железорудные формации..., 1972]. Железные руды локализованы в породах позднеархейской дес-леглиерской серии (по прежним схемам — Федоровской свиты). Лишь единичные мелкие месторождения и проявления (Маган-Тасское и др.) обнаружены в породах желтулинской и тимптонской метаморфических серий архея Алданского щита.

Мощности главной рудовмещающей формации (дес-леглиерской серии) определяются в 2300—3100 м. В составе серии преобладают метавулканы основного состава, подчиненное значение имеют интрузивные и метаморфизованные осадочные породы. Эти породы в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций метаморфизма превращены в гнейсы и кристаллические сланцы, составляющие около 85—90% объема серии. На долю метаморфизованных карбонатных и существенно магнезиально-силикатных (метаморфических и метасоматических) пород приходится 10—15% объема серии.

Распределение упомянутых метаморфических пород в разрезе серии неравномерное. Пласты и линзы карбонатных пород (доломитовые, редко кальцитовые мраморы, кальцифиры) вместе с магнезиальными скарнами и железными рудами сосредоточены в четырех продуктивных

горизонтах мощностью от 100—200 м до 320—560 м (снизу вверх): медведевском, леглиерском, ниричинском и хатыминском.

Внутри продуктивных горизонтов пластообразные рудные залежи чередуются с пластами, линзами и прослоями гнейсов, кристаллических сланцев, диопсидовых, роговообманковых пород, доломитовых и других мраморов или кальцифиров. Мощности пластов и последовательность чередования разновидностей пород серии изменчивы, но присутствие карбонатных пород обязательно — в этом проявляется литологический контроль оруденения.

Рудные залежи совместно с вмещающими породами смяты в складки нескольких порядков. Контуры железорудных районов в пределах Унгра-Тимптонского синклинория определяют крупные складки двух основных форм: широкие брахискладки (Дес-Хатыминская синклиналь, см. рис. 17) и узкие линейные складки (Леглиерская синклиналь, рис. 14). Эти структуры или их рудоносные части совпадают с зонами глубинных разломов — Нимнырским и Янгинским.

Морфология и размещение рудных залежей не зависят от положения в пределах складчатых структур: железорудные месторождения обнаружены в замках (Таежное), в шарнирах (Центрально-Десовское) и на крыльях (Десовское, Леглиерское и др.) складок. Складки высших порядков, разрывные нарушения и будинаж-структуры лишь усложняют строение месторождений и влияют на зональность рудных тел.

Преобладают пластовые и субпластовые рудные залежи, нередко образующие ярусы. Соотношения мощностей залежей к их длинам изменяются от 1 : 50 до 1 : 100, гораздо реже 1 : 15—1 : 25.

Руды залегают обычно среди доломитовых мраморов или кальцифиров и отделены от них зонками метасоматических пород мощностью 0,5—1,5 м. Иногда они встречаются среди магнезиальных скарнов. Очень редко вкрапленность магнетита переходит в карбонатные породы без их скарнирования. Метасоматическое инфильтрационное замещение межрудных гнейсов и кристаллических сланцев диопсидовыми и диопсид-флогопитовыми породами наиболее выражено в зонах интенсивного развития складчатых и флексурно-будинажных деформаций.

В сложнодислоцированных участках возникают небольшие секущие залежи, рудные гнезда и жилы с метасоматическими ореолами пироксенового и пироксен-флогопитового состава. В результате локальной миграции железа возникли рудные жилы и мелкие секущие тела, оперяющие пластовые залежи на участках разрывных нарушений. Последующие деформации соответствуют самостоятельным этапам тектогенеза (протерозой, мезозой), проявившимся в уже полностью консолидированных породах. Они создали разломы, секущие и смещающие железорудные залежи и заполненные милонитами, брекчией, дайками диабазов и сиенит-порфиров.

Общепризнано, что все перечисленные процессы тектогенеза и минералообразования в породах железорудной формации сыграли большую преобразующую роль и в равной мере проявились как в рудных залежах, так и во вмещающих породах. Связь с ними магнетитового оруденения весьма проблематична. Поэтому генезис железорудных месторождений в настоящее время невозможно определить точнее как метаморфогенный, хотя существует множество мнений и обширная литература [Перваго В. А., 1966; Пухарев А. И. 1958; Сердюченко Д. П., 1955; Энтин А. Р., 1966 и др.]

Из всех мнений о генезисе алданских железорудных месторождений наиболее приемлемым можно считать представление, что железные руды являются первичноосадочными образованиями, претерпевшими региональный метаморфизм с наложением более поздних процессов мета-

соматоза. Исследования последних лет, выполненные Г. Н. Киселевым, В. В. Курицыным, Ар. Н. Угрюмовым, свидетельствуют о существенной роли основного вулканизма в процессе накопления железа и формирования месторождений в Дес-Леглиерской железорудной зоне.

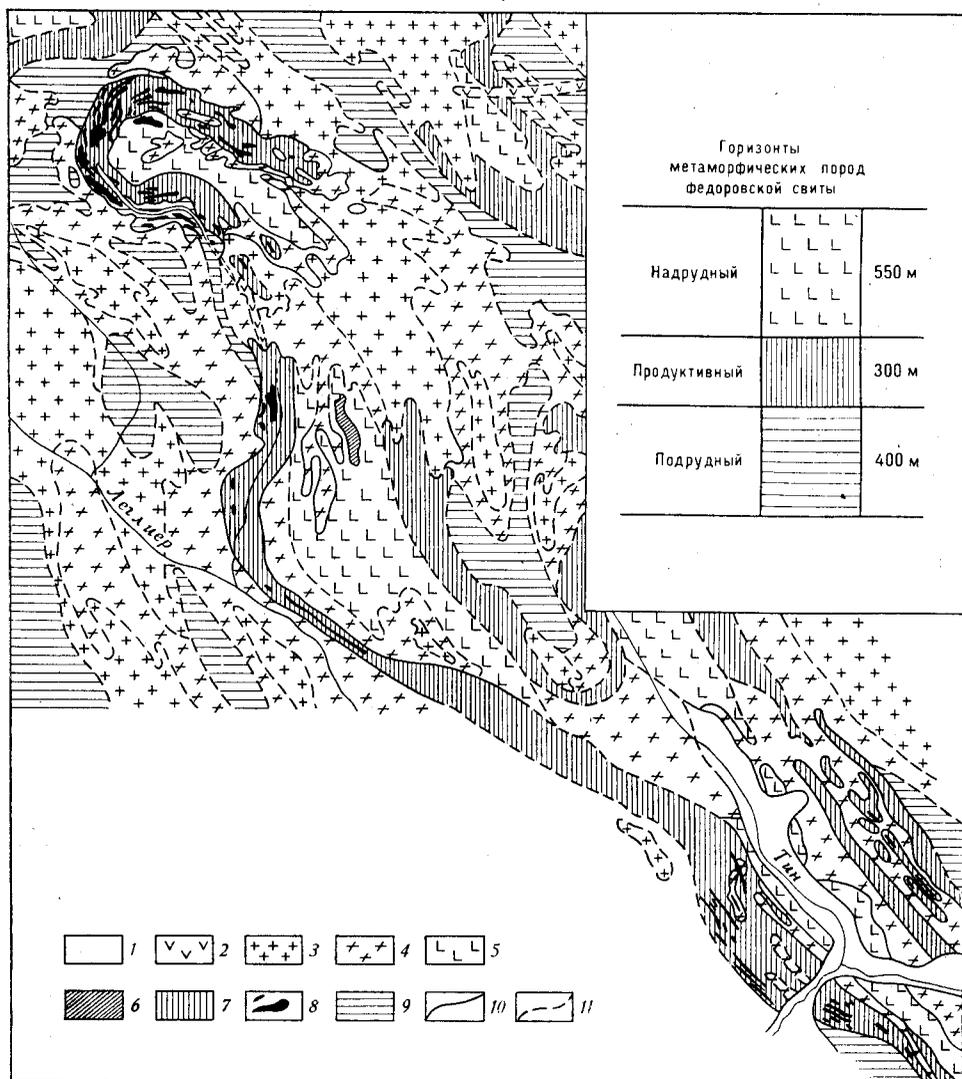


Рис. 14. Структурная схема Леглиерского железорудного района.

1 — четвертичные отложения; 2 — сиенит-порфиры; 3 — биотит-амфиболовые и аляскитовые граниты с полями мигматитов; 4 — мигматиты архейских метаморфических пород; 5 — гнейсы и кристаллосланцы надрудного горизонта; 6 — кварц-барит-гематитовые руды; 7 — гнейсы и магнезиально-силикатные породы леглиерского продуктивного горизонта; 8 — магнетитовые руды; 9 — амфибол-пироксеновые кристаллосланцы подрудного горизонта; 10 — геологические контуры по разведочным данным; 11 — то же, по геологосъемочным

Большая часть железных руд представлена магнетитовыми разновидностями со значительным содержанием сульфидов. Окисленные (мартиновые) руды составляют всего 2—4% запасов.

Магнетит представлен двумя генерациями. Первая (до 95%) — изометричные, овальные на контакте с сульфидами, зерна размером 0,5—2 мм. Вторая (до 5%, редко более) — образует тончайшие жилки, раз-

мер зерен 0,01—0,1 мм, в псевдоморфозах серпентина по форстериту и клиногумиту, либо ашарита по людвигиту в комплексных борато-магнетитовых рудах. Среди сульфидов преобладают пирротин, реже пирит и халькопирит, незначительно развиты сфалерит и молибденит.

В богатых рудах распространены массивная и грубополосчатая сланцеватая текстура. Бедным рудам присущи гнездовая и вкрапленная, а скаполит-салит-магнетитовым — ритмичная тонкополосчатая текстуры. Основная структура руд сидеронитоподобная: магнетит главной генерации размещается в межзерновом пространстве силикатов.

Таблица 8

Средний химический состав магнетитовых руд, вес. %
(по А. И. Пухареву)

Компоненты	Ортосиликатные		Метасиликатные		Салит-скаполитовые
	богатые	вкрапленные	богатые	вкрапленные	
Железо	50,03	36,7	48,05	35,5	41,58
Кремнезём	10,02	15,2	15,4	25,7	24,84
Глинозём	1,5	2,7	4,1	5,2	5,75
Окись магния	13,1	13,9	6,1	9,1	2,13
Окись кальция	0,6	1,2	2,3	5,4	6,45
Сера	2,3	1,8	2	1,62	1,91
Фосфор	0,06	0,05	0,03	0,02	0,04
Медь	0,06	0,06	0,1	0,09	0,05
Цинк	0,03	0,03	0,01	0,01	Сл.
Двуокись титана	0,03	0,04	0,08	0,15	0,2
Кобальт	0,009	0,008	0,014	0,013	0,008
Вольфрам	Сл.	0,005	Сл.	Сл.	Сл.
Ванадий	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Марганец (MnO)	0,11	0,13	0,06	0,20	—
Модуль основности руд	1,19	0,85	0,43	0,47	0,28

В большинстве месторождений одновременно развито несколько типов руд. Метасиликатные руды с клинопироксенами преобладают в небольших месторождениях и залежах. В крупных месторождениях они занимают краевые части рудных тел, образуя закономерный ореол вокруг ортосиликатных руд. Салит-скаполит-магнетитовые руды широко распространены только на Пионерском и Комсомольском месторождениях. Химический состав магнетитовых руд Таежного месторождения приведен в табл. 8.

Как видно из таблицы, руды обладают повышенной и высокой основностью. Все они сернистые, малофосфористые, обычно малотитанистые. Только в рудах месторождений Эмельджакского района содержание двуокиси титана, связанного в титаномагнетите, достигает 0,4—2,5%. Повышенное содержание меди определяется в рудах Тинского и Сиваглинского месторождений.

Кобальт на 75% заключен в пирротине и пирите, остальной — в магнетите. Молибден распространен в равной мере как в рудах, так и в любых вмещающих породах. Вольфрам и ванадий связаны в решетке магнетита.

Почти повсеместно магнетитовые руды у поверхности сохранились без существенных изменений. До глубины 2—5 м преобладает физическая дезинтеграция минеральных зерен, окисляются и выщелачиваются лишь сульфиды. Только на Сиваглинском, Тит-Эргинском и Комсомоль-

ском месторождениях распространены руды, окисленные во время формирования предъюдомской коры выветривания.

Подошва размытой коры выветривания неровная и опускается по зонам трещиноватости до 100 м, редко более. Характерные процессы гипергенного минералообразования: мартитизация магнетита, окисление сульфидов и полное их выщелачивание, хлоритизация магнезиальных силикатов и т. п.

Благодаря крупнозернистости магнетитовые руды легкообогатимы магнитной сепарацией. Окисленные бедные мартитовые и полумартитовые руды Сиваглинского месторождения труднообогатимы. По технологическим свойствам можно выделить несколько сортов руд, требующих самостоятельных схем обогащения.

До 95% разведанных запасов составляют магнетитовые руды, богатые сульфидной серой, но чистые по фосфору и меди. Они легко обогащаются путем двухстадиальной магнитной сепарации при извлечении 94% железа и содержании его в концентрате 62—63%. Магнетитовый концентрат сульфидных руд содержит более 1% серы, успешно удаляющейся при необходимой для всех типов руд агломерации. Руды Сиваглинского и Таежного месторождений содержат 0,01—0,02% кобальта. При селективном выделении получают медные концентраты, но они некондиционны по кобальту.

Большинство месторождений имеет благоприятные гидрогеологические условия как для открытой, так и для подземной отработки.

Все детально и предварительно разведанные месторождения, за исключением перекрытых карбонатными породами, при значительной площади выходов рудных тел на дневную поверхность могут быть отработаны в основном открытым способом, так как мощности рыхлых отложений не превышают 1—2,5 м.

В **Леглиерском железорудном районе** известно 18 разведанных месторождений. Они размещаются в леглиерском и медведевском продуктивных горизонтах дес-леглиерской серии, формирующей Леглиерскую синклиналь. Наиболее крупным является Таежное месторождение (см. рис. 14).

Таежное месторождение. Железные руды этого месторождения полностью сконцентрированы в леглиерском продуктивном горизонте мощностью 320 м (рис. 15, 16). В составе горизонта выделены три пачки: нижняя рудная (120—200 м), гнейсовая межрудная (40—80 м) и верхняя рудная (до 120 м).

Разрез нижней рудной пачки начинается с Главной залежи мощностью до 150—200 м. Залежь включает линзовидные прослои амфибол-пироксеновых кристаллических сланцев и амфибол-биотитовых гнейсов мощностью до 5—15 м. Иногда межрудные прослои сложены доломитовыми мраморами. Обособленные рудные прослои Главной залежи, заключенные между линзами гнейсов, имеют зональное строение: приконтактные зоны — слабо оруденелые роговообманковые породы; внутренние зоны — пироксен-флогопит-магнетитовые руды; центральные зоны — ортосиликатные разности руд: серпентин-форстерит-флогопит-магнетитовые. На южной границе месторождения в кровле Главной залежи наблюдается мощная пачка кальцифиров, в зоне контакта которой многократно чередуются прослои руд, диопсидовых пород, кальцифиров и гнейсов (см. рис. 16, разрезы АБВ и ГДЕ). Главная залежь на обоих флангах месторождения постепенно погружается на восток и становится слепой. До выклинивания она не прослежена. Всего в нижней пачке известно 8 залежей железных руд.

Межрудная пачка представлена на южном крыле диопсид-биотитовыми, а на северном — силлиманит-биотитовыми с графито-гнейсами.

Верхняя рудная пачка с пестрым невыдержанным петрографическим составом и изменчивой мощностью включает 10 крупных рудных тел. Она сложена диопсид-биотитовыми гнейсами, чередующимися с маломощными пластами и короткими линзами доломитовых мраморов, диопсидовых, диопсид-флогопитовых пород и силлиманит-биотитовых

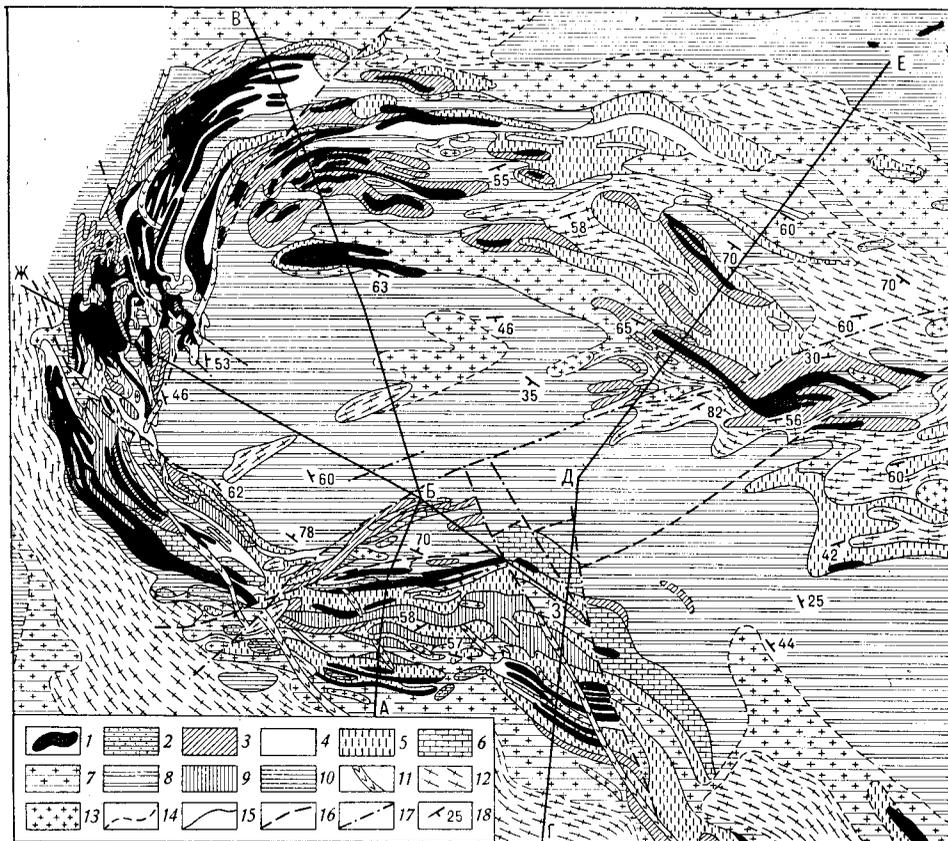


Рис. 15. Структурная схема месторождения Таежное.

1 — магнетитовые руды; 2 — пироксен-андрадитовые скарны; 3 — кристаллические сланцы, частично метасоматически замещенные силикатами магнезия; 4 — диопсидовые, диопсид-флогопит-роговообманковые, роговообманковые, форстерит-серпентиновые и другие магнезиально-силикатные породы; 5 — диопсид-полевошпатовые «околоскарновые» породы; 6 — доломитовые мраморы и кальцифиры; 7 — гнейсы и кристаллосланцы гранитизированные; 8 — биотит-силлиманитовые, диопсид-силлиманитовые гнейсы и кварцито-гнейсы; 9 — биотит-пироксеновые кристаллосланцы; 10 — амфибол-пироксеновые кристаллосланцы; 11 — сиенит-порфиры; 12 — мигматиты; 13 — граниты интрузивные (ортотектиты); 14 — геологические границы предполагаемые, 15 — то же, установленные, 16 — разрывные нарушения 1-й фазы, 17 — разрывные нарушения 2-й фазы, 18 — элементы залегания

гнейсов. Рудные залежи длиной 400—800 м при мощности 30—50 м. В этой пачке полностью преобладают диопсид-флогопит-магнетитовые руды.

Вышеležающий «надрудный» горизонт сложен преимущественно биотит-силлиманитовыми, силлиманит-кордиеритовыми и биотитовыми гнейсами. На северном фланге месторождения в этом горизонте встречаются две рудные залежи. Они сложены роговообманково-магнетитовыми и салит-полевошпат-магнетитовыми рудами.

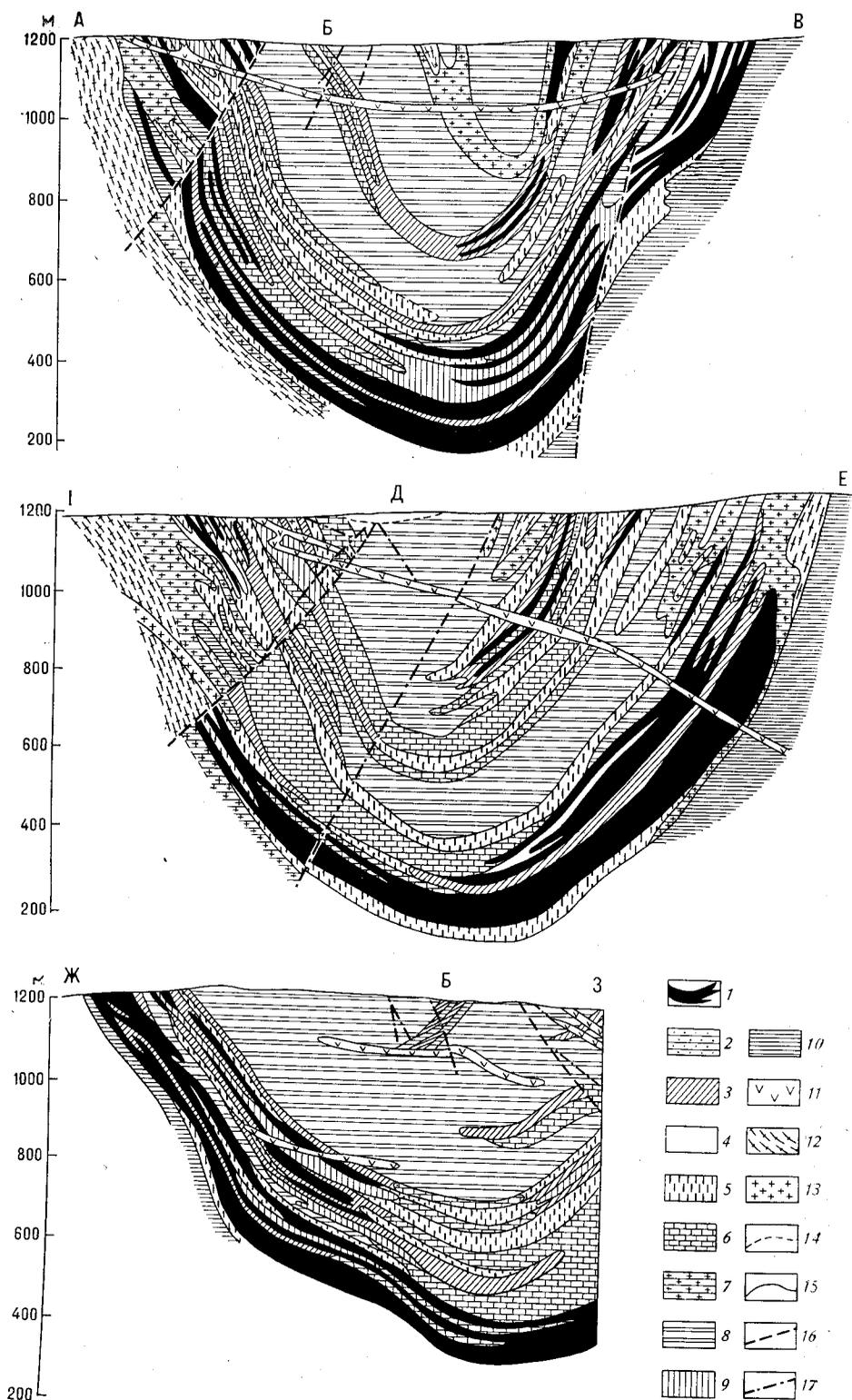


Рис. 16. Разрезы месторождения Таежное.
Условные обозначения те же, что на рис. 15.

Рудное поле расположено в замке Леглиерской синклинали (см. рис. 14, 15). Складчатая структура осложнена флексурно-будиными деформациями, контролирующими участки усиленной гранитизации и постмагматического инфильтрационного метасоматоза, и разрывными нарушениями с амплитудой от 10 до 150 м. Главная залежь на выходах будинирована и часто теряет пластообразную форму, лучше сохранившуюся на глубине. Углы падения пород составляют 35—50°, на южном фланге они возрастают до 70—75°.

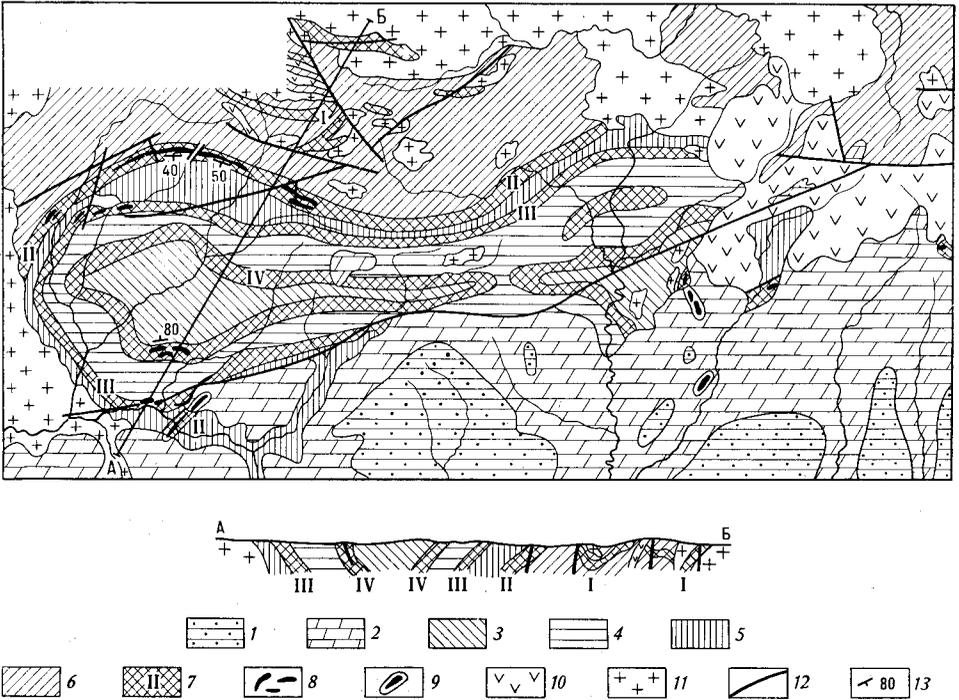


Рис. 17. Структурная схема Дес-Сиваглинского железорудного района (по В. Ф. Козлову).

1 — мезозойские терригенные отложения; 2 — доломитовые известняки нижнего кембрия; 3 — надхатыминский горизонт биотит-амфиболовых гнейсов и кристаллосланцев; 4 — безымянный горизонт биотит-амфиболовых гнейсов; 5 — десовский горизонт — биотит-амфиболовые гнейсы, кристаллосланцы, реже биотит-альмандиновые гнейсы с графитом; 6 — любкаайский горизонт — биотит-амфибол-пироксеновые гнейсы и кристаллосланцы, иногда с графитом и сидлиманитом; 7 — продуктивные горизонты: I — медведевский, II — леглиерский, III — ниричинский, IV — хатыминский, 8 — магнетитовые месторождения; 9 — закрытые кембрийскими отложениями слепые рудные тела; 10 — сиенит-порфиры; 11 — граниты и гранит-пегматиты (архейского возраста ?); 12 — разрывные нарушения (протерозойские?), 13 — элементы залегания

Преобладающим типом руд на месторождении являются магнетитовые ортосиликатные с массивной и вкрапленной текстурой (около 80% запасов). Магнетитовые метасиликатные массивные, вкрапленные и полосчатые составляют 20% запасов. Запасы Таежного месторождения по категориям А+В+С₁+С₂ составляют 1288 млн. т, в том числе по А+В+С₁ — 707 млн. т. Среднее содержание железа в рудах 45,37%, серы 2,13%, фосфора 0,04%. Прирост запасов возможен за счет глубоких горизонтов месторождения.

По расчетам института Гипроруда, запасы Таежного месторождения могут обрабатываться открытым способом. После отработки месторождения до глубины 300—400 м потребуются доизучение нижних горизонтов, разведанных пока по категории С₁+С₂.

Дес-Сиваглинский железорудный район расположен в пределах северного крыла Дес-Хатыминской синклинали (рис. 17). Здесь сконцентрировано 8 разведанных месторождений (в том числе два крупных — Пионерское и Десовское), которые образуют две группы — восточную (Сиваглинскую) и западную (Десовскую). Район почти целиком сложен метаморфическими породами дес-леглиерской серии. На юге архейские образования перекрыты доломитовыми известняками юдомской свиты.

Разрез дес-леглиерской серии включает медведевский (мощность 100—200 м), леглиерский (560 м), наричинский (100—150 м) и хатыминский (200 м) рудосносные горизонты, разделенные пачками безрудных кристаллических сланцев и гнейсов мощностью по несколько сотен метров каждая. Широко развиты магматические образования архейского, протерозойского и мезозойского возраста. Продуктивные горизонты образуют Дес-Хатыминскую синклиналь широтного простирания с углами падения 35—60° на северном и 50—80° на южном крыле (см. рис. 17).

В Дес-Сиваглинском районе преобладают сравнительно маломощные (5—20 м), но выдержанные пластообразные магнетитовые залежи. Лишь для Сиваглинского месторождения характерны короткие (400—540 м) линзовидные рудные тела. В отличие от руд Леглиерского района, здесь метасиликатные руды резко преобладают над ортосиликатными. Лишь первично магнетитовые руды Сиваглинского месторождения превращены в мартитовые и полумартитовые разности, распространяющиеся до глубины 100 м.

Эмельджакский железорудный район расположен в пределах одноименной синклинали на левобережье низовьев р. Тимптон. Этот район на железо наименее изучен. Здесь предварительно разведано только Эмельджакское месторождение, находящееся южнее пос. Эмельджак. Среди образований дес-леглиерской серии выделяются два продуктивных горизонта. Они сложены диопсидовыми породами, диопсидсодержащими кристаллическими сланцами, линзами доломитовых мраморов и пластообразными согласными залежами форстерит- и гиперстен-магнетитовых руд с содержанием железа 37,9—68%.

Сведения об основных месторождениях магнетитовых магнезиально-силикатных руд приведены в табл. 9.

Метаморфизованные месторождения железисто-кремнистых формаций

Рудопоявления и месторождения этого типа (I-A-1) широко распространены на территории Алданского щита. Важнейшие из них располагаются в его западной части и обнаружены в 1955—1958 гг. аэромагнитными поисками под руководством В. А. Ларионова, В. М. Тишкина, В. В. Сусленикова, О. С. Белоглазовой и др. Промышленное значение докембрийских железисто-кремнистых формаций Алданского щита определилось в 1961—1962 гг. В Ималыкском районе Чаро-Токкинской рудной зоны начаты поисково-разведочные работы.

Повсеместно преобладают бедные железные руды, требующие обогащения, — железистые кварциты, редко встречаются проявления богатых руд. Основная текстура руд микрослоистая с шириной слоек 2—5 мм, часто пльчатая. Ритмично чередуются существенно кварцевые, рудные и силикатные слои. В богатых рудах отсутствуют кварцевые слои. Рудные минералы представлены магнетитом, мартитом, железной слюдкой и спекуларитом. Состав силикатов, текстура и структура руд зависят от степени метаморфизма.

В сравнительно редко встречающихся условиях зеленосланцевой фации основные силикаты пород — хлорит и биотит; текстура их ясно-

слоистая, структура наиболее мелкозернистая (размер зерен 0,02—0,1 мм). В преобладающей амфиболитовой фации метаморфизма для пород характерны амфиболы (актинолит, куммингтонит-грюнерит); проявляется линзовидно-полосчатая текстура, укрупняются до 0,5 мм размеры зерен минералов. Для гранулитовой фации характерны пироксены (салит, гиперстен), линзовидно-полосчатая и даже неяснополосчатая, с участками гнездовой текстуры, размер зерен возрастает до 1—2 мм, редко более.

Основные химические компоненты железистых кварцитов — кремнезем, окись и закись железа, общее содержание которого изменяется в пределах 23—42% и возрастает в богатых рудах до 51—64% (табл. 10). Содержание вредных примесей незначительно. Таким образом, железистые кварциты Южной Якутии по своему составу близки к составу хорошо изученных месторождений кристаллического основания Русской платформы.

Железисто-кремнистые формации в разрезе докембрийских образований Алданского щита повторяются неоднократно. Стратиграфический фактор контроля является их главной геологической особенностью.

Раннеархейские месторождения железистых кварцитов играют основную роль в Сутамском, Гонамском, Холодниканском и отчасти известны в Леглиерском железорудных районах. Многочисленные проявления железорудной минерализации близкого генезиса встречены также среди мощных горизонтов нижнеархейских кварцитов в бассейне р. Амедици. Все месторождения приурочены к иенгрской (курультинской) и тимптонской метаморфическим сериям (верхнеалданская, нимнырская, федоровская свиты и их аналоги).

Железистые кварциты парагенетически связаны с различными метабазами (основные чарнокиты, ортоамфиболиты, метагаббро) и кварцитами, что позволяет отнести их к вулканогенно-осадочному метабазитовому типу. Железные руды и вмещающие породы раннего архея прогрессивно метаморфизованы в условиях гранулитовой фации.

Месторождения незначительные по размерам. Обычно наблюдается от двух до пяти пластовых залежей мощностью 2—10 м, редко более 20 м протяженностью до 600—2000 м. Характеристика типичных месторождений приведена в табл. 9. Из них наиболее крупное — Ягиндя в Сутамо-Гонамской железорудной зоне. Все они не разведаны.

Особое место занимает предварительно разведанное месторождение Г е м а т и т о в о е, расположенное в центре Леглиерского железорудного района. Оно имеет форму синклинали складки длиной до 1000 м, опрокинутой на восток под углами 55—65°. Складка расположена в ядре Леглиерской синклинали (см. рис. 14). В основании рудной пачки залегают амфиболиты, венчающие разрез надрудной толщи силлиманитовых кварцито-гнейсов Таежного месторождения. Синклинал расчленена мощным продольным разрывным нарушением. В его зоне железистые кварциты и вмещающие породы интенсивно раздроблены и преобразованы гидротермально-метасоматическими процессами, в связи с чем месторождение выделено в самостоятельный генетический тип (I-A-2). Рудные тела представлены мощной линзой (85—600 м) и тремя мало-мощными пластообразными залежами-спутниками. В рудной толще средней суммарной мощностью 120 м чередуются прослой и линзы брекчиевидных кварц-барит-спекуляритовых руд, силлиманит-кордиеритовых кварцитов, кварц-хлоритовых сланцев и реликтов мартитовых кварцитов.

Основная часть руд содержит 25—40% железа (35,13% в среднем). Встречаются и богатые руды с содержаниями железа более 50%. Запа-

Важнейшие железорудные месторождения Южной Якутии
(промышленные типы I—A—1 и I—B—4)

Месторождение и район	Стратиграфическое положение и состав пород	Морфология и состав рудных залежей, %	Строение рудного поля	Запасы руд, млн. т
Леглиерское. Леглиерский, к СВ от пос. М. Нимыр, в долине р. Леглиер	Среди магматитов и гранитизированных гнейсов и кристаллосланцев с прослоями доломитовых мраморов (леглиерский горизонт)	Пластообразная залежь длиной 1050 м и мощностью 25—30 м. Руды пироксен- и форстерит-магнетитовые. Fe 45, 17—46, 46; S 2,17—2,23; P 0,02—0,04; Cu до 0,15	Моноклиальное падение пород и руд в южном крыле Леглиерского синклинория к СВ под углами 55—65°	C ₁ 28,9 C ₂ 26,1 (утверждено ГКЗ)
Тинское. Леглиерский. Водораздел рек Леглиер и Тин	Среди гнейсов, диопсид-амфиболовых пород и мраморов леглиерского горизонта. Подрудная толща — амфиболовые кристаллосланцы	Рудные линзы длиной 120—1000 м и мощностью 5—20 м. Руды диопсид-магнетитовые. Fe 42, 42; S 0,35 (в медистых — 1,55), P 0,02	9 согласных залежей на нескольких уровнях толщи мощностью 300 м в южном крыле леглиерского синклинория. Длина поля 1300 м при ширине до 300 м. Падение пород к СВ под углами 45—60°	C ₁ 15,9 C ₂ 11,8 (утверждено ГКЗ)
Пионерское. Дес-Сиваглинский, на ВСВ от пос. Хатыми	Среди мраморов и салитскополитовых кристаллосланцев хатыминского горизонта	Две пластообразные согласные залежи длиной 1100 и 500 м, мощностью до 30 и 60 м, глубиной более 1500 м. Руды салит- и скаполит-магнетитовые. Fe 41,58; S 1,91; P 0,04	Моноклиальное падение пород и руд к востоку под углами 70—75°	A+B+C ₁ 103,8 C ₂ 34,1 (утверждено ГКЗ)
Десовское. Дес-Сиваглинский. В верховьях рек П. и Л. Дес (притоки р. Сал-Кюель), на СВ от пос. Б. Хатыми	Среди диопсид-амфиболовых и диопсид-флогопитовых скарнов и гнейсов, доломитовых мраморов леглиерского горизонта	Пластообразные и линзовидные залежи длиной до 1200—2500 м и мощностью 5—40 м. Руды диопсид-амфибол- и серпентин-магнетитовые. Fe 35; S 0,91—1,29; P 0,04	Серия сближенных согласных залежей с моноклиальным падением на юг под углами 35—60° в северном крыле Дес-Хатыминского синклинория. Длина поля более 10 км	C ₁ 175,9 C ₂ 136,2 (утверждено ГКЗ)
Сиваглинское. Дес-Сиваглинский	Среди доломитовых мраморов, магнезиальных скарнов гранитизированных пироксе-	Пластообразные и сложной формы согласные залежи длиной от 120 до 544 м при мощ-	5 залежей в толще мощностью более 500 м на южном крыле Дес-Хатымин-	A+B+C ₁ 26,4, в том числе 12,2 мартитовых руд (утверждено ГКЗ)

Эмельджакское, Эмельджакский. Южнее пос. Эмельджак

Ягиндя. Сутамо-Гонамская зона, Гонамский район. В долине р. Ягиндя

Верхне-Дауркачанское. Сутамо-Гонамская зона, Сутамский район. Правый склон правого притока р. Даур-Качан в его верховье

Джелтуктакское. Олекмо-Амгинская зона. Правобережье р. Джелтукта (правый приток р. Крестях)

Нелюкинское. Олекмо-Амгинская зона. На левобережье р. Нелюки (левый приток р. Чуги)

Ималыкское. Чаро-Токкинская зона, Ималыкский район. Истоки р. Ималык (правый приток р. Чары)

новых гнейсов и кристаллосланцев леглиерского горизонта

Среди диопсидовых пород, кристаллосланцев, биотитовых гнейсов и доломитовых мраморов медведевского (?) горизонта

Среди пироксен-плаггиоклазовых гнейсов и кварцитов иенгурской серии и гранитов

Среди магнетит-гиперстен-плаггиоклазовых и гранат-гиперстен-плаггиоклазовых кристаллосланцев иенгурской серии

Среди слюдяно-роговообманковых гнейсов с прослоями амфиболитов и кварцитов борсалинской серии

Среди амфиболовых, биотитовых, гранитовых гнейсов и кристаллосланцев, слюдяных кварцитов борсалинской серии

Среди биотитовых гнейсов, их мигматитов и амфиболитов с прослоями гранат-амфиболовых, слюдяных кристаллосланцев и кварцитов темулякитской свиты борсалинской серии

ности 11—110 м. Руды мартиновые и магнетитовые, в том числе медистые. Fe 51,4—55; S 0,1—2,31; P менее 0,1; Cu (в медистых) 0,24

Пластообразные согласные залежи мощностью от 8—15 до 60 м. Руды форстерит-гиперстен-магнетитовые. Fe 37,9—68,0; содержания S и P незначительны

Пластообразные тела магнетитовых кварцитов длиной до 900 м и мощностью до 30—150 м. Fe 25,6—36,5

Пластообразные залежи гиперстен-магнетитовых кварцитов мощностью до 70 м. Fe 37,0

Пласты магнетитовых железистых кварцитов мощностью 15—20 м, прослеженные на 5000 м. Fe 30,6; S 0,006—0,11; P 0,145

Пласты мартитовых и магнетитовых кварцитов мощностью 15—20 м (в раздувах до 40—55 м). Fe 38,65; S 0,004; P 0,017

Пласты и пачки пластов и линз магнетитовых кварцитов мощностью до 50—120 м. Общее Fe 27, Fe магнетитовое 23; S, P 0,02—0,08

ского синклиория. Падение на север под углами 30—45°. Поле осложнено сбросом и интрузией гранитов

Две параллельные залежи с изменчивым северным и южным падением под углами 75—80°. Поле осложнено сбросом с амплитудой смещения 200 м (в плане)

Два параллельных пласта согласно залегающих среди толщи вмещающих пород с почти отвесным падением

Линейное: две параллельные крутопадающие залежи, по простиранию не оконтурены

Три рудных пласта, смятых в складки меридионального простирания с падением под углами 50—80°

Согласное и параллельное залегание двух рудных пластов, падающих под углами 70—80° на ЮЗ и ЮВ

Сложноскладчатое и микроблоковое с крутым встречным падением рудных пластов под углами 85—60°

C₁+C₂ 20,1

Прогнозные запасы от 54,3 до 150

Прогнозные запасы 5,0

C₂ 125
Прогнозные запасы до глубины 500 м—175

C₁ 39,4
C₂ 78,9. Всего с прогнозными запасами до глубины 500 м—525

Прогнозные запасы до глубины 500 м—884

Химический состав железистых кварцитов
(в %)

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	43,6	53,94	66,3	40,17	44,62	68,32	44,62	24,52	44,08	24,4	5,21
TiO ₂	0,308	0,385	0,114	0,086	0,27	0,016	0,026	3,92	0,09	0,159	0,142
Al ₂ O ₃	1,08	0,31	0,7	1,19	2,06	0,51	0,76	18,9	2,31	1,55	1,94
Fe ₂ O ₃	33,36	39,78	19,68	53,12	24,63	21,47	36,37	45,3	22,06	69,05	61,55
FeO	16,56	3,31	12,67	2,09	21,78	8,08	14,1	2,3	24,43	2,6	29,66
MnO	0,076	0,006	0,1	0,02	0,4	0,03	0,2	0,02	0,15	0,02	0,071
MgO	2,42	0,48	0,28	0,55	2,72	0,62	3,0	0,24	2,74	0,036	1,34
CaO	1,6		0,15		1,0	0,44	0,56	0,22	1,94	0,1	0,35
Na ₂ O+K ₂ O	0,53	2,1	0,25	0,35	0,18	0,37	0,3	0,38	0,53	0,39	0,29
H ₂ O	0,04	0,13	0,22	0,02		0,16	0,19			0,2	0,06
П.п.п.	0,73	0,13	0,41	0,84	2,01					1,14	0,85
Сумма	100,3	100,57	100,87	98,44	99,67	100,15	100,28	99,79	99,77	99,65	100,46
P ₂ O ₅	0,354	0,059	0,103	0,041	Не обн.	0,13	0,15	0,36	0,28	0,167	0,103
S		0,008									0,005
CO ₂	1,16	—	0,28	1,56						1,04	1,24
Fe _{вал}	35,56	30,78	23,11	39,44	34,66			34,49	34,45	51,18	64,44

Примечание. 1 — актинолит-магнетитовые кварциты (Холодниканское месторождение); 2 — сидерит-мартиитовые кварциты (Гематитовое месторождение); 3 — спекулярит-магнетитовые кварциты (месторождение Ягидья); 4 — маршаллитизированные мартиитовые кварциты (Нелюкинское месторождение); 5 — гронерит-магнетитовые кварциты (Чарское месторождение); 6 и 7 — железистые кварциты (Ималынский район); 8 — гематитовые кварциты (Ханинский район); 9 — магнетитовые кварциты (Ханинский район); 10—11 — богатые руды среди железистых кварцитов; 10 — Нелюкинское месторождение; 11 — Олекминское месторождение.

сы железных руд категории C_1+C_2 составляют 37,4 млн. т, прогнозные — 50 млн. т.

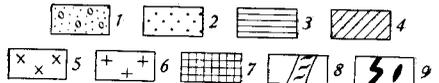
Позднеархейские месторождения железистых кварцитов располагаются в западной части Алданского щита. Все они приурочены к борсалинской метаморфической серии верхнего архея, слагающей, главным образом, субмеридиональные рифтоподобные прогибы — палеоавлакогены [Железорудные формации..., 1972]. Эти структуры и определяют контуры Чаро-Токкинской, Токкинской, Ханинской, Тас-Миелинской, Олекмо-Амгинской, Верхне-Амгинской железорудных зон, объединяемых в составе Чаро-Олекминской субпровинции Алданской провинции.

Борсалинская серия расчленена на темулякитскую и тяньскую свиты. Основные пласты железистых кварцитов сосредоточены в верхней части темулякитской свиты мощностью около 1000 м (например, железистые кварциты месторождений Ималыкского района). Здесь руды ассоциируют преимущественно с метаморфизованными вулканогенными породами основного и ультраосновного состава (ортоамфиболиты, актинолитовые, роговообманковые, серпентин-тальковые сланцы). Метаморфические породы первично-



Рис. 18. Схематическая геологическая карта Ималыкской группы железорудных месторождений (по В. А. Кудрявцеву и Г. В. Бирюлькину).

1 — нерасчлененные четвертичные отложения; 2 — верхнепротерозойские отложения (песчаники, конгломераты, доломиты); 3—4 — верхнеархейские отложения субанского комплекса (3 — тяньская свита — биотитовые, биотит-гранатовые гнейсы, кварциты; 4 — темулякитская свита — серпентин-тальковые, тальковые, амфиболовые сланцы); 5 — мезозойские щелочные магматические породы; 6 — позднеархейские граниты; 7 — позднеархейские гранито-гнейсы; 8 — бластомилониты, катаклазиты; 9 — горизонты железистых кварцитов



осадочного происхождения (сланцы, гнейсы, кварцито-гнейсы и кварциты) имеют в разрезах рудных горизонтов подчиненное значение. Их роль увеличивается в вышележащей тяньской свите, где также характерны высокоглиноземистые гнейсы и кристаллические сланцы. В тяньской свите обнаружены пласты железистых кварцитов (Тарагайское месторождение Ханинской зоны и др.).

Наиболее крупные месторождения железистых кварцитов сосредоточены в **Ималыкском районе** (рис. 18) Чаро-Токкинской железорудной зоны, протяженность которой по простиранию вместе с Чарским районом (Читинская область) не менее 180 км. В Ималыкском районе выявлено десять железорудных месторождений, почти непрерывно сменяющих друг друга по простиранию структур на расстоянии 50 км от р. Тарын-Юрях (правый приток р. Чара) — на юге до р. Торго (левый приток р. Токко) — на севере. Основные месторождения Ималыкского района — Тарынахское, Горкитское, Ималыкское, Кебектинское.

Описываемый район приурочен к Кебектинской синклинали (см. рис. 18 и рис. 19) субмеридионального простирания протяженностью 50 км при ширине 8—12 км. Синклиналь сложена метаморфическими образованиями темулякитской свиты борсалинской серии. От смежных образований более древней олекминской серии Кебектинская синклиналь отделена с востока и запада разломами.

По простиранию синклиналь разбита диагональными сбросами северо-западного простирания на 4 блока длиной по 10—18 км, соответствующие рудным полям (с юга на север): Эксачинское, Ималыкское, Кебектинское и Тарынахское. Глубина эрозионного среза и положение в современной морфоструктуре у каждого блока различны. Основные

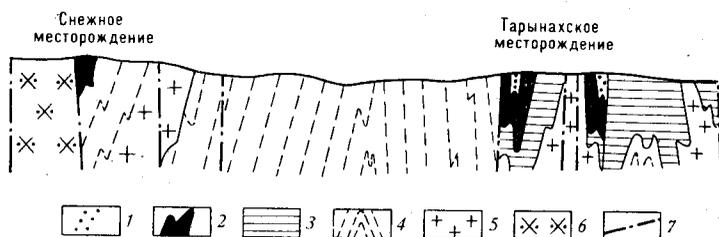


Рис. 19. Схематический геологический разрез Кебектинского синклинория (по В. А. Кудрявцеву и А. М. Сафонову).

1—4 — Борсалинская серия, верхнеархейские образования: 1 — надрудная толща; 2 — рудная толща. 3 — подрудная толща, 4 — мигматиты и гнейсы основания структуры; 5 — граниты (архей), 6 — сиенит-порфиры; 7 — разрывные нарушения

особенности геологического строения железорудных месторождений одинаковы и потому достаточно ограничиться характеристикой наиболее изученного Тарынахского месторождения, в котором заключено около половины прогнозных запасов железных руд района.

Тарынахское месторождение расположено на водоразделе рек Торго и Кебекте, к северу от пос. Чара. Оно приурочено к восточной половине Тарынахского тектонического блока Кебектинской синклинали. Поверхность блока наиболее поднята в окружающем рельефе на высоту 1100—1300 м над уровнем моря. Длина месторождения по выходам рудных горизонтов составляет 10 км, а площадь — 45 км².

Стратиграфический разрез рудоносной темулякитской свиты мощностью до 2000 м начинается с подрудной толщи, которая сложена в основном биотитовыми гнейсами с пластами амфиболитов и кварц-плагиоклазовых пород, условно названных «лептитам». Вверх по разрезу количество «лептитов» и особенно амфиболитов существенно возрастает. В верхней части разреза залегает пачка амфиболитов, слюдяных и гранат-биотитовых гнейсов с маломощными прослоями кварц-мусковитовых кристаллических сланцев. Породы здесь обогащены турмалином и гранатом. Разрез заканчивается пластом амфиболитов мощностью до 65 м.

Далее следует рудная толща, которая выделяется по присутствию железистых кварцитов. Пласты и линзы последних образуют один, возможно, два самостоятельных рудных горизонта, неоднократно повторяющиеся в разрезе вследствие складчатости. Рудные горизонты на 50—70% сложены магнетитовыми и силикат-магнетитовыми железистыми кварцитами с прослоями магнетит-куммингтонитовых железистых сланцев. Остальной объем занят кварцитами, кристаллическими сланцами кварц-слюдяного, двуслюдяного гранат-амфиболового и иного состава, в меньшей мере — биотитовыми гнейсами, «лептитам» и амфиболитами.

В межрудных пачках рудной толщи распространены биотитовые гнейсы, амфиболиты, амфиболовые и амфибол-эпидот-плаггиоклазовые кристаллические сланцы. Этими же породами заканчивается стратиграфический разрез темулякитской свиты на месторождении. Большинство пород рудной и надрудной толщ, в том числе и железистые кварциты, обогащены турмалином.

В разрезе темулякитской свиты распространены доскладчатые интрузивы метаморфизованных перидотитов, горнблендитов и габбро. Они пространственно сопряжены с амфиболитами и обычно залегают согласно с вмещающими породами в форме пластообразных тел мощностью до 200—300 м и протяженностью до 3—5 км.

Степень метаморфизма кристаллических пород темулякитской свиты отвечает амфиболитовой фации. Весь комплекс метаморфических пород в позднеархейское время преобразован соскладчатой объемной метасоматической гранитизацией с образованием обширных полей пород с порфиробластической структурой, различных мигматитов и ультраметагенных гранитоидов.

В пределах Тарынахского месторождения часто встречаются породы дайковых формаций протерозойского и мезозойского возраста, приуроченные к зонам разломов различного простираения. При этом более древние из них представлены дайками основных пород, а более молодые — дайками и мелкими штоками пород щелочного и щелочноземельного состава.

С магматическими породами связаны многочисленные зоны гидротермального изменения пород борсалинской серии, в том числе проявления интенсивной сульфидной минерализации.

Комплекс кристаллических пород перекрыт чехлом элювиально-делювиальных четвертичных отложений мощностью 1—10 м. Под ним в виде разбросанных островков сохранились рифейская площадная кора выветривания кристаллических пород мощностью до 5—20 м и сопряженные с нею карманы выветривания в зонах приразломной трещиноватости, опускающиеся на глубину до 50—100 м.

На Тарынахском месторождении установлены две параллельные рудные залежи многопластового строения — восточная и западная. Протяженность первой 7 км, мощность 16,3—293 м. Вторая главная залежь прослежена по простираению на 9,1 км, ее мощность составляет 66,3—332,5 м (рис. 20).

Структурное положение залежей окончательно не выяснено. Наиболее вероятно принадлежность каждой из них к узким синклиналим складкам с размахом крыльев от 100 до 900 м, опрокинутым на восток. С этим связано довольно однообразное, по преимуществу западное, крутое падение рудных пластов под углами 60—90° (см. рис. 19, 20). Крылья складок осложнены продольной и поперечной складчатостью высших порядков, которые во многом объясняют локальные изменения направления падения пород с западного на восточное.

Обе синклинали сложены породами рудных горизонтов, периодически в их ядрах появляются пачки безрудных пород надрудной толщи. Рудные складки (залежи) на всем протяжении разделены безрудной антиклиналью шириной 600—700 м, которая сложена породами подрудной толщи. Контакт антиклинали с восточной залежью осложнен мощной (150—200 м) субмеридиональной зоной разлома, по которой залежь смещена вверх по вертикали на величину в сотни метров. Обе залежи разбиты системами разломов северо-восточного и северо-западного, отчасти широтного и меридионального направлений на отдельные блоки длиной 600—3000 м. Амплитуда вертикальных перемещений по ним достигает 100 м и более. Вследствие этого рудные пачки относительно

устойчивы и увязываются по простиранию лишь внутри отдельно взятых блоков, но резко меняют свое строение на границах между блоками.

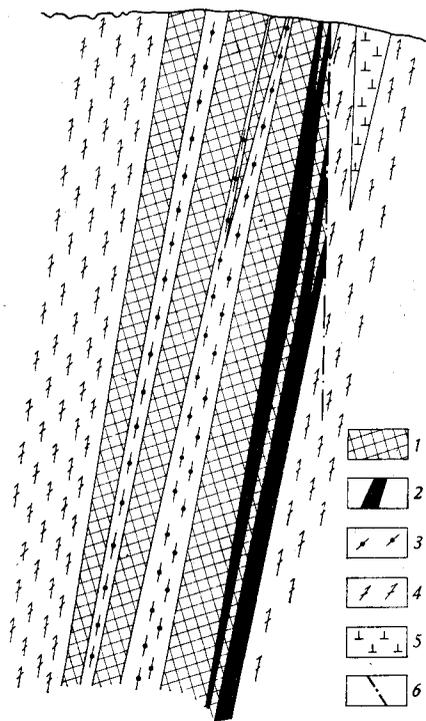
В целом месторождение можно представить как систему ступенчато расположенных тектонических блоков, взброшенных относительно друг друга в общем направлении с севера на юг. Суммарная амплитуда смещения южной части относительно северной составляет 400—600 м.

Внутреннее строение залежей сложное, многопластовое (см. рис. 20). В них наблюдается 9—18 пластов, линз и пропластков железистых кварцитов мощностью от десятков сантиметров до 48 м, разделенных прослоями безрудных пород (кварциты, слюдяные сланцы, гнейсы, мигматиты, граниты и др.). Все они по простиранию неустойчивы и не увязываются между собой даже на расстоянии 600 м. Возможна корреляция только рудных пачек.

Содержание железа общего породным интервалам, включенным в подсчет запасов с учетом прослоев пустых пород, составляет 21,5—34,1%, а магнетитового 20—29%. Ожидаемая концентрация обеих форм железа в сырой руде с учетом разубоживания составляет, соответственно, 20—30 и

Рис. 20. Геологический разрез главной залежи Тарынахского месторождения.

1 — магнетитовые железистые кварциты; 2 — богатые магнетитовые руды; 3 — слюдяные, гранатовые кристаллические сланцы и кварциты; 4 — гнейсы биотитовые, мигматиты; 5 — амфиболиты; 6 — разрывные нарушения



20—25%. Количество вредных примесей — серы и фосфора незначительно и не превышает 0,02—0,08%.

Основными разновидностями руд являются магнетитовые и силикат-магнетитовые железистые кварциты. Силикаты представлены куммингтонитом, гастингситом, актинолитом, в меньшей мере — биотитом, хлоритом и гранатом, редко встречаются гиперстен и салит. Совершенно незначительную часть составляют магнетит-железослюдковые кварциты (единичные прослои мощностью 2—3 м).

Текстура руд массивная, микрослоисто- и линзовидно-полосчатая с шириной элементарных слоев 2—5 мм. Хорошая раскристаллизация рудных зерен (0,2—0,4 мм) способствует их легкому освобождению из сростков с нерудными минералами при обогащении. Благодаря размыву площадной коры выветривания руды с поверхности окислены (мартитизированы) незначительно. Нередки выходы на поверхность неокисленных руд.

Лабораторными испытаниями на обогатимость двух проб неокисленных руд массой 200—400 кг, которые выполнены институтом «Механобрчермет», установлена легкая обогатимость железистых кварцитов. Показано, что уже при измельчении — 0,074 мм возможно получение магнетитовых концентратов с содержанием железа 66—70%.

Важнейшим технологическим свойством руд является их способность к выделению отвальных хвостов сухой магнитной сепарации при крупности дробления 25—30 мм. Наряду с бедными легкообогащаемыми рудами в отдельных сечениях рудных тел обнаружены согласные линзы богатых магнетитовых руд, не требующих обогащения. Содержание в них железа 53—58%, мощность 4—20 м.

Единичными разведочными скважинами рудные залежи прослежены пока на глубину 350—650 м. По данным наземной магниторазведки, глубина их распространения по простиранию месторождения неодинакова и составляет в центре 2300—2800 м, а на флангах 600—800 м.

Горнотехнические и гидрогеологические условия отработки месторождения благоприятны.

В этом отношении Тарынахскому месторождению намного уступают другие крупные месторождения района — И мал ы к с к о е и Гор к и т с к о е, которые располагаются в водосборной долине речки И мал ы к и частично или полностью перекрыты чехлом рифейских осадочных пород, в том числе карбонатных — закарстованных.

Прогнозные запасы легкообогащаемых бедных руд Тарынахского и еще четырех основных месторождений И мал ы к с к о г о р а й с к о г о района с содержанием железа в сырой магнетитовой руде 22—23% (ориентировочно), доступные открытой разработке, составили не менее 3,3 млрд. т (табл. 11).

За счет остальных пяти мелких месторождений района (Торгинское, Снежное, Михайловское, Кудуминское и Эксачинское) возможно прирастить их до 4 млрд. т. При увеличении глубины подсчета до 1000 м прогнозные запасы железных руд составят не менее 8 млрд. т.

Ханинская железорудная зона располагается в бассейне р. Хани на границе Якутской АССР и Амурской области. Здесь в составе верхнеархейской борсалинской серии, по данным В. А. Кудрявцева и Р. И. Ахметова, выделены два продуктивных горизонта в темулякитской (нижний) и тяньской (верхний) свитах. Нижний горизонт сложен метаморфизованными эффузивами основного состава с пластами магнетитовых кварцитов мощностью 2—15 м. В верхнем горизонте преобладают высокоглиноземистые гнейсы и кварциты с пластами железистых лютогенитов, силлиманит-гематитовых и гематитовых кварцитов мощностью 10—50 м. Протяженность выходов железорудных пластов обоих горизонтов достигает 6—15 км. Руды верхнего горизонта содержат ванадий, титан, кобальт и бор, что резко отличает их от руд нижнего горизонта и повышает их практическую ценность. Эти руды заслуживают внимания как сырье для получения легированных сталей.

В нижнем горизонте Ханинской зоны выявлено Ч у л а н г д и н с к о е месторождение (магнетитовые кварциты) с прогнозными запасами в 200 млн. т. К верхнему горизонту приурочено Т а р а г а й с к о е месторождение с прогнозными запасами богатых (не требующих обогащения) гематитовых руд в 400 млн. т и бедных гематитовых руд в 700 млн. т. Имеющиеся сведения позволяют оценить прогнозные запасы богатых и бедных железных руд района в 1,5 млрд. т.

Таблица 11
Распределение прогнозных запасов по основным месторождениям И мал ы к с к о г о р а й с к о г о района

Месторождение	Средняя глубина подсчета, м	Минимальные прогнозные запасы, млрд. т
Тарынахское	380	1,483
Кебектинское	285	0,21
И мал ы к с к о е	500	0,884
Горкитское	370	0,673
Нижне-Горкитское	300	0,079
В с е г о	300—500	3,329

Олекмо-Амгинская железорудная зона располагается на между-речье Олекма — Нелюка — Амга (верхнее течение) и простирается в меридиональном направлении почти на 200 км от излучины р. Олекмы у пос. Джикимда на севере до долины р. Тунгурча на юге. Зона охватывает ряд месторождений и проявлений железистых кварцитов, залегающих в тяньской свите борсалинской серии верхнего архея. Здесь пока выявлены два месторождения — Н е л ю к и н с к о е и Д ж е л т у к т а т с к о е, разведанные с поверхности канавами. Ряд рудопроявлений и интенсивных магнитных аномалий не изучены. На названных месторождениях руды представлены тонкополосчатыми магнетитовыми кварцитами, которые на Нелюкинском месторождении частично мартитизированы с образованием богатых мартит-лимонитовых руд. Рудные кварциты слагают два — четыре протяженных до 10—12 км пласта мощностью 15—20 м, а также отдельные линзы длиной 0,1—2 км при мощности 0,5—1,5 м. Содержание железа общего в магнетитовых кварцитах изменяется в пределах 25—42%, составляя в среднем 38,6% для Нелюкинского и 30,6% для Джелтуктатского месторождений. В мартит-лимонитовых рудах содержание железа повышается до 53—58%. На месторождениях подсчитаны запасы руд: на Нелюкинском по категории $C_1 + C_2$ — 118,3 млн. т, на Джелтуктатском по категории C_2 — 125 млн. т. Прогнозные запасы значительно больше. Так, для Нелюкинского месторождения они составляют 525 млн. т руды, а для Джелтуктатского месторождения — 175 млн. т. Учитывая, что перспективы весьма слабо изученной Олекмо-Амгинской зоны не исчерпываются двумя выявленными месторождениями, прогнозная оценка зоны в целом определяется не менее чем в 1,5 млрд. т.

Две особенности железорудных месторождений зоны существенно повышают их экономическую ценность: во-первых, относительно высокое содержание железа в рудах; во-вторых, относительная близость к месторождениям Дес-Леглиерской зоны, руды которых характеризуются высокой основностью и в металлургии могут быть использованы лишь совместно с кислыми рудами типа железистых кварцитов Олекмо-Амгинской железорудной зоны.

Непосредственно с востока к Олекмо-Амгинской железорудной зоне примыкает интенсивная **Верхне-Амгинская магнитная аномалия**, имеющая протяженность в меридиональном направлении более чем 200 км. Магнитовозмущающие тела, в основном, скрыты под чехлом верхнепротерозойских, кембрийских и юрских осадочных отложений. Природа аномалии изучена недостаточно. В основном аномалия обусловлена ортоамфиболитами и кристаллическими сланцами основного состава, содержащими магнетит и титаномагнетит в количествах до 20%. Среди этих пород известны редкие мелкие тела железистых кварцитов. Такая ассоциация пород характерна для низов борсалинской серии, где пока не известны практически интересные концентрации железа.

Железорудные месторождения эндогенной серии Южной Якутии

Многочисленные мелкие месторождения и проявления железорудного оруденения эндогенного происхождения плохо изучены и их геологическая позиция выяснена недостаточно.

Раннемагматический тип метабазитовой формации (II-A-5) установлен на правобережье р. Амедичи. Здесь в толще биотит-амфиболовых гнейсов с прослоями кварцитов борсалинской серии залегают пласто- и линзообразные тела ортоамфиболитов и магнетитосодержащих метагаббро мощностью до 220 м и протяженностью до 2500 м. Рудные тела в ортоамфиболитах образуют согласные крутопадающие четковидные по-

лосы меридионального простирания. Их мощности составляют 7—15 м и протяженность 50—150 м. Руды вкрапленные, убогие и содержат всего 11,8—18,2% железа и титан в ильмените, количество которого около 5%. Нерудные минералы — актинолит (до 85%), биотит, серпентин, карбонаты и апатит.

Проявления позднемагматического типа габбро-анортозитовой формации (II-A-6) архейского возраста известны в Холодниканском районе и на правом берегу р. Тимптон (верхнее течение) в вершине ключа Апсакан (К а в а к т и н с к о е, А п с а к а н с к о е и др.) Наиболее крупные из них Кавактинское месторождение приурочено к расслоенной интрузии архейских норитов, габбро-норитов, габбро-пегматитов и пироксенитов в зоне сочленения Алданского щита и Становика. Интрузия представлена серией субпластовых тел мощностью до 200 м. Мелкие тела сложены пироксенитами, крупные дифференцированы по составу от норитов до пироксенитов. В восточной части интрузива обнаружено титаномагнетитовое оруденение на площади в 3,75 км². Оруденение вкрапленного типа и распределено неравномерно. Руда состоит из ильменита и титаномагнетита (15,62%), магнетита (14,4%), апатита (6%) и нерудных.

Карбонатитовая формация метасоматического типа (II-B-7) представлена Арбарастахским месторождением в восточной части Алданского щита, на левом берегу р. Юдома. Месторождение приурочено к одноименному массиву позднепротерозойских ультраосновных щелочных пород. В плане массив имеет овальную форму и площадь около 42 км². Массив характеризуется концентрически-зональным строением. Повсеместно в пироксенитах и перидотитах массива обнаруживается магнетит в большем или меньшем количестве. Магнетит содержит от 2 до 10% двуокиси титана. Пироксениты центральной части массива вмещают карбонатитовые и магнетитовые тела. В центре массива располагается крутопадающая столбообразная залежь магнетит-apatитовых пород, в плане имеющая форму линзы сложных очертаний размером 1200×525 м. Руды состоят из магнетита, титаномагнетита, апатита, хондродита, актинолита, кальцита, флогопита и диоксида. Подчиненную роль играют сульфиды, титанит, циркон, пироксенол, перовскит и бадделит. Текстура руд пятнистая и полосчато-линзовая, структура среднезернистая. Содержания железа в массивных рудах определяются в 18—32%. Прогнозные запасы апатит-магнетитовых руд составляют 80 млн. т.

В скарновую группу включены контактово-метасоматические месторождения (тип II-B-8) Центрально-Алданского железорудного района. Они приурочены к экзоконтактам мезозойских щелочноземельных гипабиссальных интрузивов с юдомскими и кембрийскими карбонатными отложениями. Залежи магнетитовых магнезиально-скарновых руд незначительны по размерам.

Наиболее значительное месторождение, оцененное поверхностными горными выработками, известно на гольце Паленом. Магнетитовые руды с хондродитом, диоксидом, флогопитом и серпохлоритом содержат примесь мартита, пирита, халькопирита. В других месторождениях известен людвицит. Содержание рудных компонентов составляет (в %): Fe₂O₃ 39,2—69,4; FeO 9,8—23,4; TiO₂ 0,25; MnO 0,02—0,77. Максимальные прогнозные запасы в цепочке залежей мощностью до 4 м при длине до 30—70 м (каждая) порядка 10—15 млн. т.

Гидротермальное оруденение представлено метасоматическим и секреционным типами (II-G-9, 10) — Беркакитское и Тас-Миэляхское проявления. Мелкие рудные линзы мощностью не более 2—3 м располагаются в зонах дробления диоритов и иных пород, сло-

жены они обломками брекчии в спекуляритовом и магнетитовом цементе. Содержания железа 28—29%, прогнозные запасы не превышают 0,5 млн. т.

Экзогенные типы оруденения встречаются среди образований орогенного комплекса. Наиболее интересны проявления осадочных гематитовых руд в нижнепротерозойских толщах (тип III-A-11), сохранившихся в грабенах на южном склоне Алданского щита, отчасти в других его районах (А т у г е й - С у т а м с к и е в Нуямском районе).

Известны только мелкие пластовые залежи мощностью 1—5 м, прослеженные по делювиальным высыпкам на 500—2500 м. Руды грубо-слоистые с оолитовой и пизолитовой структурой и состоят из дисперсного и колломорфного гематита с примесью глинистых минералов и кварцевых песчинок. Содержание Fe_2O_3 75,97%, FeO 0,5%. Прогнозные запасы железа в отдельных проявлениях не превышают 1—5 млн. т.

Железорудные районы Центральной, Западной и Восточной Якутии

На этой территории наиболее широко распространены и лучше изучены экзогенные осадочные месторождения (типы III-A-11). Некоторые из них разведаны. Второстепенную роль играют эндогенные и метаморфизованные осадочные месторождения (типы II-A-5; II-Г-9, 10; I-A-1). Лишь отдельные из них разведаны с поверхности.

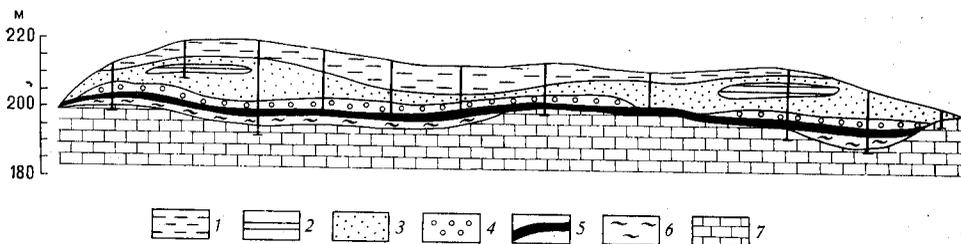


Рис. 21. Разрез Ботомского месторождения марганцевистых бурых железняков.
1 — покровные четвертичные суглинки; 2—4 — отложения укугутской свиты нижней юры: 2 — ар-гиллиты и алевролиты, 3 — песчаники, 4 — конгломераты; 5 — пласт бурых железняков; 6 — аллювиальные глины; 7 — кембрийские карбонатные породы

Месторождения оолитовых, землистых и плотных гётит-гидрогётитовых руд (бурых железняков) широко распространены на северном склоне Алданского щита, где выявлены Ботомский и Лено-Мальканский железорудные районы. Для Лено-Вилуйского района характерны сидеритовые руды.

Ботомский железорудный район расположен в нижних течениях рек Буотама и Лютенге (правые притоки р. Лены) в непосредственной близости от г. Якутска. Уже в XVIII веке, как упоминалось выше, здесь на базе местных руд был организован железоделательный завод. В районе отчетливо выражен стратиграфический литолого-фациальный контроль в размещении залежей бурых железняков (рис. 21). Повсеместно эти залежи подстилают нижнеюрские и песчано-конгломератовые отложения укугутской свиты и залегают на эродированной неровной поверхности ниже- или среднекембрийских карбонатных отложений. Формирование залежей связано с поздне триасовой корой выветривания. Перекрывающие залежи базальные конгломераты укугутской свиты также содержат значительное количество (до 30%) окислов и гидроокислов железа (в форме цемента). Снизу вверх по разрезу укугутской свиты содержания железа постепенно уменьшаются. Эти критерии использо-

ваны при определении границ районов и перспективных площадей для поисков бурых железняков (по выходам базальных слоев укугутской свиты на поверхность или по изогипсам погружения этих слоев на глубину 50—100 м).

Месторождения бурых железняков в Ботомском районе — Ботомское, Куртангское и Лютенгское — представлены пологозалегающими пластовыми залежами и обособленными линзами (см. рис. 21) мощностью 0,2—3,5 м. В длину они достигают 1400 м при ширине до 700 м и площади 0,64—1,2 км² (Сырсарская и Даркылахская залежи Ботомского месторождения). Перекрывающие их базальные железистые конгломераты укугутской свиты имеют большие площади распространения. Руды на 75—80% сложены гидроокислами железа и марганца (гётит, гидрогётит, лимонит, псиломелан, манганит, пиролюзит), на 20—25% — опалом и обломками полевых шпатов, кварца и слюд. Руды содержат (в %) в среднем: железа 32,5—37,7; марганца 5,8—8,5; серы 0,03—0,08 и фосфора 0,04—0,41. Запасы железа, разведанные по категориям В+С₁, в Ботомском месторождении составляют 3 млн. т, Куртангском — 0,08 млн. т. Прогнозные запасы железа в Лютенгском месторождении оцениваются в 14 млн. т. Для руд этих месторождений характерны весьма высокие концентрации марганца (в отдельных случаях они достигают 18—40%).

Лено-Малыканский железорудный район расположен западнее Ботомского на левобережье р. Лены. Многочисленные проявления плотных бурых железняков распространены на площади около 300—350 км² и представлены делювиальными высыпками и глыбами до 0,5 м в поперечнике. Геологическая позиция проявлений аналогична таковой месторождений Ботомского района. В проявлениях в бассейне р. Суола помимо бурых железняков известны линзы конгломератов и песчаников с железистым цементом, обломки и конкреции лимонитовой руды с содержаниями железа до 42,7% и марганца — 2%. В восточной части района установлены гидротермальные проявления магнетитовых руд с сульфидами (Аччыгый-Юрхское и др.), связанные с поясом протяженных даек долеритов трапповой формации триасового возраста. Повсеместно рудопроявления не изучены.

Остаточные гётит-гидрогётитовые руды (тип III-B-14) встречаются в небольших масштабах на **Алдано-Амгинском междуречье**, что и позволило условно выделить одноименный железорудный район (Дюлюнг-Эдисское проявление и др.). Преобладают пористые, землистые, ноздреватые или плотные бурые железняки с оолитовой или колломорфной структурой. Они содержат (в %): железа 49,2—59; марганца 0,1—0,7; серы 0,02—0,18 и фосфора 0,02—0,32. Скопления руд этого типа совместно с глинистыми продуктами кор выветривания залегают на плоской закарстованной поверхности кембрийских карбонатных пород вблизи юрских терригенных отложений и в делювии.

Лено-Вилуйский железорудный район выделен по многочисленным проявлениям сидеритовых руд (тип III-A-12) на обширной площади Вилуйской синеклизы, в бассейнах р. Вилуй и ее притоков: Мархи, Чоны и др. Они представлены конкрециями, прослоями, линзами и пластами сидерита и сферосидерита среди терригенных отложений (обычно песчаники) юрского, мелового, реже пермского возраста. Иногда им сопутствуют проявления бурых железняков. В крупнейших проявлениях (Вилуйчанское, Тенкенское) пласты сидерита мощностью до 1 м прослежены на 4 и 1,5 км. Содержание (в %) железа в рудах 21,2—43,4; марганца 1,1—6,7; фосфора 0,09. Оценка прогнозных запасов руд в отдельных проявлениях составляет от 80—100 тыс. т до 30—40 млн. т в Вилуйчанском месторождении.

Лено-Чарский железорудный район приурочен к зоне разломов в центральной части Березовской впадины, сложенной карбонатными и глинисто-карбонатными породами (кембрий — силур). С разломами и сопутствующими им дайками субщелочных долеритов связаны гидротермальные рудопроявления и мелкие месторождения магнетита.

В гидротермально-метасоматических Дабанском и Бирюкском месторождениях рудные тела линзо- и пластообразной формы залегают согласно среди известняков, доломитов и гипсоносных карбонатных аргиллитов. Мощности залежей 1—10 м. Руды массивные магномагнетитовые, с гранатом, хлоритом, кальцитом, иногда гематит-магнетитовые с гипсом и ангидритом. Они содержат железа 19—57,5%, примесь ванадия 0,2% и никеля 0,09%.

В гидротермально-секреционном Наманинском месторождении линзообразная залежь длиной 62 м и мощностью до 6,5 м приурочена к апофизу мощной дайки долерита, секущей толщу известняков и доломитов. Руда представлена брекчией вмещающих пород, сцементированной и замещенной магнетитом, и содержит 46,3% железа.

Все три месторождения разведаны с поверхности канавами, шурфами и одной скважиной. Запасы руд практически не оценены. В районе заслуживает также упоминания гидротермально-метасоматическое проявление в г. Олекминске на горе Сопка. Оно представлено рудной залежью мощностью до 40 м среди карбонатных пород раннекембрийского возраста на их контакте с интрузивом сиенит-порфилов. Руда магнетитовая, окварцованная, с сульфидами и содержит до 68,5% магнетита. Проявление не изучено.

Кроме перечисленных районов, в Западной Якутии известны многочисленные, но мелкие магнетитовые проявления на восточном и южном бортах Тунгусской синеклизы и в пределах Анабарского массива. В пределах синеклизы они связаны с трапповой формацией триасового возраста и относятся к раннемагматическому и гидротермально-метасоматическому типам. На Анабарском массиве рудопроявления представлены архейскими глубокометаморфизованными железистыми кварцитами, залегающими среди гнейсов в форме линз мощностью от 1—2 до 15—20 м и протяженностью до 200—300 м. В обоих регионах проявления не изучены.

Колымский железорудный район расположен в пределах контура палеозойских отложений Приколымского антиклинального поднятия. Здесь распространены мелкие месторождения осадочных гематитовых руд, залегающих среди доломитов и известняков девонского возраста (Потапова, 1959).

Наиболее крупное и разведанное месторождение — Победное находится восточнее пос. Зырянка. Оно приурочено к западному крылу синклинальной структуры. Рудоносный горизонт прослежен на 18 км и включает залежи пластообразной формы длиной 150—600 м при мощности от 2 до 20 м. Руды на 75—97% состоят из скрытокристаллического или мелкозернистого гематита, незначительна примесь сульфидов, карбоната, кварца. Содержания железа изменяются в пределах 46—70%. Запасы руд по категориям $C_1 + C_2$ составляют 12 млн. т.

Помимо основного типа месторождений в песчаниках спиридоновской свиты обнаружены прослой мощностью 0,2—0,3 м, обогащенные магнетитом, мартитом и, по-видимому, ильменитом (литифицированные россыпи). Содержание железа в них достигает 34%, титана 8,5% (проявление Улахан-Юрье и др.).

Железорудные ресурсы Якутской АССР

Железорудные ресурсы Якутии оценены только в пределах Алданской провинции (табл. 12). По количеству разведанных запасов на первом месте стоят месторождения Дес-Леглиерской зоны, наиболее изученные и подготовленные к освоению. Положительными факторами их оценки служат: а) территориальная близость к крупнейшему на востоке СССР Южно-Якутскому бассейну коксующихся углей; б) наличие богатых руд и легкая обогатимость подавляющей части руд; в) возможность открытой разработки почти всех месторождений; г) комплексность железных руд; д) обилие вспомогательных видов сырья для черной металлургии и разнообразие других полезных ископаемых в Алданском горнопромышленном районе.

Прирост запасов железных руд Дес-Леглиерской зоны возможен за счет доразведки глубоких горизонтов и флангов изученных месторождений, а также путем открытия новых, главным образом, слепых месторождений и залежей в Леглиерском и Дес-Сиваглинском районах. Промышленная значимость месторождений позднеархейской железисто-кремнистой формации, сконцентрированных в Чаро-Токкинской субпровинции, резко возросла в связи с начавшимся сооружением Байкало-Амурской железнодорожной магистрали; железистые кварциты Чаро-Олекминской субпровинции обладают хорошей обогатимостью, по структурно-минералогическим особенностям они соответствуют наиболее легкообогатимым разновидностям этих руд; по химическому составу и низкому модулю основности рудные концентраты железистых кварцитов являются кислыми и могут служить необходимой добавкой к высокоосновным концентратам Таежного и других месторождений Дес-Леглиерской зоны.

Перечисленные факторы позволяют рекомендовать форсировать поисково-разведочные работы в Ималыкском районе с целью уточнения прогнозных и прироста балансовых запасов железных руд. Вторыми по очередности оценки являются Ханинская и Олекмо-Амгинская зоны. Прогнозные запасы легкообогатимых, чистых от вредных примесей железных руд этих районов совместно с главными месторождениями Алдано-Тимптонской субпровинции достигают 10 млрд. т.

Резко возросшие требования к размерам промышленных месторождений и качеству руд позволяют говорить о бесперспективности в настоящее время Сутамского и Холодниканского районов Южной и всех районов Восточной и Центральной Якутии.

ТИТАН

Месторождения и проявления титана разнообразного состава и генезиса установлены практически во всех металлогенических провинциях Якутии: Алданской, Байкало-Становой, Анабарской (Западно-Якутской), Лено-Вилуйской и Верхояно-Колымской. Однако из-за отсутствия специальных исследований наши знания особенностей титановой минерализации и закономерностей ее размещения в пределах отдельных регионов весьма схематичны. Наиболее полные сведения имеются по Алданской провинции.

Алданская провинция

Проявления титановой минерализации приурочены преимущественно к архейским метаморфическим толщам. Среди них различаются про-

Таблица 12

Запасы железных руд Алданской провинции
(млн. т)

Железорудные зоны, районы и типы руд	Месторождения	Содержание Fe, %	Разведанные запасы по категориям		Общие запасы (с прогнозными)
			A+B+C ₁	C ₂	
Леглиерский район. Руды магнетитовые, на Гематитовом месторождении кварц-барит-гематитовые	Таежное	45,3	706,9	581,4	1700
	Магнетитовое	43,7	9,7	1,8	15
	Тинское	42,4	15,9	11,8	40
	Заречное	49,2	3,7	—	5
	Леглиерское	45,8	28,9	26,1	80
	Болотное	н. о.	—	—	0,5
	Рохма	38,9	—	4,4	6
	Нальчик	н. о.	—	—	1,5
	Мраморное	41,0	—	—	0,6
	Право-Канкунское	39,0	1	1,7	3
	Любкакайское	53,8	—	—	4
	Никак	42,9	—	4,4	5
	Елкин Ключ	н. о.	—	—	0,5
	Турское	45,0	—	—	0,6
	Мало-Нимнырское Гематитовое	38,7	—	—	0,9
Итого		—	28,4	9,0	50
Дес-Сиваглинский район. Руды магнетитовые, на Сиваглинском месторождении—мартиновые и магнетитовые	Сиваглинское	53,4	796,0	640,6	1912,6
	Пионерское	41,5	46,4	—	26,4
	Комсомольское	34,6	103,8	34,1	180,0
	Десовское	35,0	25,4	17,4	50
	Тит-Эргинское	51,4	175,9	136,2	500
	Савгельское	34,2	4,9	20,3	50
	Ниричинское	—	—	16,1	40
	Новое	Не определялось	—	—	49
Дорожный	То же	—	6	6	
Итого		—	—	40,4	50
Эмельджакский район. Руды магнетитовые. Сутамо-Гонамская зона. Магнетитовые руды — железистые кварциты Нуямский район. Оолитовые гематитовые руды Холодниканский район. Железистые кварциты Олекмо-Амгинская зона. Железистые кварциты Ималькский район. Железистые кварциты Ханнинская зона. Железистые кварциты Центрально-Алданский район. Магнезиально-силикатные магнетитовые руды	Эмельджакское и др.	39	338,4	271,4	951,4
	Всего	—	8,6	11,5	200
	Ягиндя и др.	23	—	—	500*
	Атугей-Сутамское	50	—	—	25
	Холодниканское и др.	65	—	1,4	25
	Джелтуктатское и ор.	30	39,5	203,9	1500
	Ималькское, Тарынахское и др.	25	—	—	4000**
	Тарагайское и др.	25—40	—	—	1500
	Голец Паленый и др.	35	—	—	20
	Всего по провинции			1182,5	1128,8

* Оценка произведена В. А. Перваго [1966].

** До глубины 300—500 м запасы, пригодные для открытой отработки. Прогнозные запасы до глубины 1000 м составят не менее 8 млрд. т.

явления метаморфогенного и магматогенного происхождения. Экзогенные проявления представлены аллювиальными россыпями плиоценового, раннечетвертичного и голоценового возраста.

Коренные проявления

Многочисленная группа проявлений титановой минерализации связана с архейскими железорудными месторождениями Алданского горно-промышленного района. В большей части этих месторождений титан содержится в малых количествах (0,05—0,2, реже до 0,4—0,9% двуокиси титана). Но на фоне беститанистых и малотитанистых руд намечаются участки, на которых магнетит или гематит ассоциируют с титаномагнетитом, ильменитом, реже с рутилом. Интересны в отношении титаноносности вмещающие метаморфические породы железорудных месторождений — в них иногда обнаруживаются значительные количества рутила. Наиболее перспективны в отношении титана участки в бассейнах рек Сутам, Мал. Нимыр и Ыллымах, Эмельджак и Бол. Ыллымах.

На западе Алданской провинции, в Чаро-Токкинском районе повышенные концентрации титана установлены в железистых кварцитах борсалинской серии позднеархейско-раннепротерозойского возраста. По результатам спектрального анализа железистые кварциты содержат более 1% титана. Химический анализ показал содержания двуокиси титана до 4,89%. Вероятные минеральные формы титана в кварцитах — титаномагнетит и титанит (сфен).

В Алданской провинции установлены и магматогенные проявления титановой минерализации. В **Амедицинском** железорудном проявлении оруденение вкрапленного типа располагается в пласто- и линзообразных телах метагаббро. Титановые минералы представлены ильменитом, содержания двуокиси титана достигают 5%.

Лучше других изучено магматогенное проявление титановой минерализации в верхнем течении р. Кавакты, расположенное в зоне сочленения Алданской и Байкало-Становой провинций.

Кавактинское проявление приурочено к расслоенной интрузии архейских норитов, габбро-норитов, габбро-пегматитов и пироксенитов, залегающей среди архейских биотитовых, пироксеновых и амфиболовых гнейсов. Интрузия занимает в плане 14 км² и представляет собой серию субпластовых тел мощностью до 200 м. Мелкие тела сложены пироксенитами, крупные дифференцированы по составу от норитов и габбро-норитов до пироксенитов. По периферии интрузива встречены габброидные пегматиты.

В восточной части интрузива на площади в 3,75 км² обнаружено вкрапленное титаномагнетитовое оруденение, представленное ильменитом и титаномагнетитом (15,62%); магнетитом (14,4%); апатитом (6%) и нерудными (64%). Содержания двуокиси титана превышают 4%. На основании крупных размеров оруденелых участков А. Н. Угрюмов высказал мнение о возможности обнаружения в пределах Кавактинского проявления промышленных титаномагнетитовых руд. Другим примером такого типа проявлений является **Апсаканское**, титаномагнетитовые руды которого локализованы в гнейсах.

В 1961 г. А. И. Пухарев выделил протерозойские железные руды района хр. Зверева в самостоятельный тип докембрийских магнетитовых руд с ванадием и титаном.

К группе карбонатитовых железорудных формаций метасоматического типа принадлежит **Арбарастахское** комплексное месторождение, занимающее центральную часть одноименного массива карбонатитов.

В рудах этого месторождения в повышенных количествах отмечается титаномагнетит. Титан из руд подобных месторождений может добываться попутно при извлечении основных полезных компонентов.

В пределах Алданской провинции обнаружены многочисленные проявления титановой минерализации, связанные с мезозойскими магматическими породами ультраосновного и основного состава.

В Алданской провинции широко распространен титанит (сфен). Он обнаружен во вмещающих породах железорудных месторождений в виде тонких каемок вокруг зерен магнетита или титаномагнетита, в диоксидовых, роговообманково-пироксеновых, диопсидо-биотитовых парагнейсах, почти мономинеральных параамфиболитах и скаполитовых сланцах архея Южной Якутии. По мнению Д. П. Сердюченко, концентрации титанита и размеры его зерен (до 0,5—2,5 см в длину) превышают значения, свойственные акцессорным примесям. Максимальные значения отмечены в бассейнах рек Тин, Неричи, Салах и др.

Россыпные проявления

В Алданской провинции распространены россыпные проявления титана плиоценового и четвертичного возраста. Наибольшее их число приурочено к аллювиальным отложениям верхнего течения р. Алдан и его правых притоков.

Таблица 13
Содержание ильменита в россыпных проявлениях р. Б. Нимныр, кг/м³

Проявление	Ильменит
Больше-Нимнырское—1	26—42
Больше-Нимнырское—2	8—120
Керакское	28—62
Монахское	28—68

В бассейне р. Нимныр выявлено несколько россыпных проявлений и одно непромышленное месторождение. Повышенные концентрации титановых минералов были прослежены на 20 км. На одном из участков долины протяженностью 4,8 км определены следующие параметры россыпи: ширина — 37 м, средняя мощность песков — 1 м. Россыпь сложноструйчатого строения с резко изменчивыми содержаниями ильменита — от 0,8 до 57,3 кг/м³.

Другие россыпные проявления в бассейне р. Б. Нимныр изучены очень слабо. По данным Л. М. Реутова, в этой группе проявлений, помимо ильменита (табл. 13), содержится циркон.

В бассейне реки Нимныр возможно обнаружение и промышленных концентраций титановых и сопутствующих им минералов.

Практический интерес представляет группа россыпных проявлений в долине р. Алдан на отрезке от устья р. Селигдар до устья р. Учур. Эта группа известна как **Верхнеалданская россыпь**. Протяженность ее более 500 км. Строение сложное и характеризуется локализацией полезных компонентов в плиоценовых, раннечетвертичных и современных аллювиальных отложениях. А. А. Котов в 1961 г. установил, что россыпь является примером комплексных россыпей. В составе тяжелых минералов аллювиальных отложений здесь установлены в повышенных концентрациях титаномагнетит, магнетит, ильменит, лейкоксен, рутил, гранаты и другие минералы.

Основной титановый минерал россыпи — ильменит. Почти вся масса ильменита (93%) по крупности относится к классу 0,25—0,1 мм. Химический анализ установил содержание в нем 40,5% двуокиси титана. Средние валовые содержания ильменита в алданском аллювии составляют 8 кг/м³, с учетом выхода крупнообломочного материала — 11 кг/м³, а в шлиховых слоях — 120 кг/м³. Кроме ильменита, в россыпи постоян-

но отмечается рутил. Средние содержания рутила близки к 100 г/м^3 , в тяжелых песках из естественных шлихов они возрастают до $1—27 \text{ кг/м}^3$. Из других титановых минералов отмечены лейкоксен, анатаз и брукит.

Магнетиты преобладают в шлиховых концентратах россыпи. Они представлены зернами неправильной формы различной степени окатанности; редко — кристаллами или их фрагментами. По крупности основная масса магнетитов (93,5%) принадлежит классу $0,25—0,1 \text{ мм}$. Среди магнетитов опознаются также титаномгнетиты и магномагнетиты. Химический анализ показал, что магнетиты содержат 67% железа и 4,7% двуокиси титана. Средние валовые содержания магнетитов составляют 12 кг/м^3 , с учетом выхода крупнообломочной фракции — 18 кг/м^3 .

Содержания тяжелых минералов в аллювии россыпи составляют в среднем 38 кг/м^3 . Максимальные концентрации приурочены, как правило, к приустьевым частям правых притоков р. Алдана, размывающих в своих верхних течениях архейские метаморфические комплексы с коренными проявлениями титановой минерализации.

Помимо Верхнеалданской россыпи, в пределах Алданского щита имеется ряд перспективных площадей. Таковы бассейны рек В. Тимптон, Олекмы, Нюкжа, Сутам, Кавакта и истоки р. Алдана.

Анабарская (Западно-Якутская) провинция

В Анабарской, как и Алданской, провинции широко развиты разнообразные по генезису месторождения и проявления титана. Среди коренных можно выделить магматогенные и метаморфогенные. Экзогенные проявления титана связаны с эпохами формирования кор выветривания и устанавливаются в верхнепалеозойских (?), верхнетриасовых, нижнеюрских, палеогеновых и четвертичных отложениях, часто весьма различных по своему происхождению.

Коренные месторождения и проявления

Большая часть магматогенных месторождений и проявлений титана приурочена к кимберлитовым телам провинции. Главным титановым минералом в них является ильменит (пикроильменит); в некоторых кимберлитовых телах в небольших количествах обнаруживается перовскит. Химическим анализом установлено, что ильменит состоит из 46—48% двуокиси титана, 13—18% окиси трехвалентного железа, 26—28% окиси двухвалентного железа, 8—9% окиси магния.

Примером таких магматогенных месторождений титана являются кимберлитовые тела. Ильменит представлен округлыми зернами изометричной и неправильной формы. Крупные зерна ($5—6 \text{ мм}$ в поперечнике) представляют собой агрегаты мелких сросшихся зерен. По крупности зерна распределяются в следующих классах: $0,2—1 \text{ мм}$ — 50,02%; $1—3 \text{ мм}$ — 35,5%. В базальтоидных и брекчиевидных разностях кимберлитов концентрации ильменита близки и составляют 2,91 и 2,93 кг/т (или 7,47 и 7,15 кг/м³) соответственно. С глубиной содержания ильменита практически не изменяются: в одном из пересечений в верхней части одной трубки они определены в 3,19 кг/т, на нижних горизонтах — 3,02 кг/т.

Укукитское месторождение титана также приурочено к кимберлитовым телам. Содержания двуокиси титана изменяются от 4 до 10%. Повышенные содержания ильменита в шлиховых пробах в районе месторождения указывают на возможность обнаружения еще ряда рудных тел.

Другой тип магматогенных проявлений титановой минерализации связан с трапповыми формациями раннетриасового возраста. Перспективной представляется группа проявлений, расположенная в 48—62 км от устья р. **Алымджах** (левобережье р. Вилюй в среднем течении) и приуроченная к одноименной дифференцированной интрузии. Ильменит в виде обильной вкрапленности ассоциирует с феррагаббро, в последнем отмечается титанистый пироксен. Вкрапленность наблюдается, в основном, полосами шириной 30—40 м и протяженностью 100—200 м. Содержание двуокиси титана в них изменяется от 2,3 до 5,8%, хромита достигает 0,5%.

В. Л. Масайтис в 1970 г. указывал на возможность обнаружения раннемагматических скоплений титановых руд в пределах Оленекского поднятия, связанных с породами хорбосуонского комплекса докембрийского возраста. Перспективны также эффузивные и интрузивные породы наманинского комплекса средне-позднедевонского возраста.

В провинции известны и метаморфогенные проявления титановой минерализации. Они локализованы в метаморфических породах Анабарского массива. Примером такого проявления является **Осурское**, расположенное в среднем течении р. Осур. Здесь выделяются кварц-магнетитовые и гранат-кварц-магнетитовые кристаллические сланцы, прослеживающиеся в виде полосы северо-западного простирания шириной до 100 м. В магнетите, по результатам опробования, содержится до 3—4% титана. Содержания магнетита в породах достигают 30—60%, а иногда и 80—90%.

Россыпные проявления

Широкое распространение коренных месторождений и проявлений предопределило большое число россыпных проявлений титана разного генезиса и возраста. Самые древние из них располагаются в средне-верхнекаменноугольных и пермских континентальных отложениях Далдыно-Алакитского района. Шлиховым опробованием в них установлены россыпные проявления ильменита с невыясненными перспективами.

В Мало-Ботуобинском районе представляют интерес россыпные проявления ильменита, связанные с размывом поздне триасовой коры выветривания. Проявления локализованы в отложениях иреляхской свиты, вероятно, поздне триасового возраста, сложенной песками, алевролитами и глинами с прослоями гравелитов, углей и сидерита.

Одна из таких россыпей расположена на левобережье р. **Иирэлээх**. Континентальные отложения иреляхской свиты выполняют здесь обширную эрозионно-тектоническую депрессию. Насчитывается пять продуктивных горизонтов, их мощности достигают 6,7 м. Ильменит составляет 21,8—35,6% тяжелой фракции. Различаются две морфологические разновидности ильменита. Первая представлена угловато-овальными, реже угловатыми зернами с корродированной поверхностью, характерными для ильменита из кимберлитовых тел. Вторая — мелкими зернами таблитчатого облика с остатками кристаллографических граней, происходящих, вероятно, из проявлений титана, связанных с траппами. Основная часть ильменита по крупности принадлежит классу 0,5—2 мм (90%). Содержания ильменита в россыпи изменяются от десятков граммов до 8,6 кг/м³, составляя в среднем 1,9 кг/м³. Кроме ильменита в россыпи отмечены рутил и анатаз.

Заслуживает рассмотрения проявление ильменита в пределах **Мачобинской впадины** на правобережье р. Иирэлээх (среднее течение). В нижней части разреза мезозойских отложений впадины зале-

гает иреляхская свита мощностью в первые десятки метров. Подстилается свита образованиями остаточной коры выветривания мощностью 0,1—0,5, реже 6,5 м. В составе свиты выделяются два слоя. Нижний сложен глинами и песками с галькой, гравием и прослоями гравелитов и конгломератов. Для верхнего характерны своеобразные гравийные породы с разнообразными сферическими стяжениями сидерита. Гравий представлен сильно выветрелыми породами, почти нацело превращенными в глинистые минералы галлуазито-каолининового ряда. Тяжелой фракции свойственна ильменитовая минеральная ассоциация. Ильменит содержится в больших количествах, иногда слабая мономинеральные линзообразные прослойки мощностью до сантиметра.

Основные перспективы провинции в отношении россыпей ильменита исследователи связывают с прибрежно-морскими плинсбах-тоарскими отложениями Хатат-Юлэгирского междуречья. Повышенные концентрации ильменита в них возникли в результате размыва, вероятно, поздне триасовой коры выветривания на траппах и переотложения из промежуточных коллекторов (иреляхская и укугутская свиты). Хататское проявление этого типа располагается на водоразделе рек Хата и Юлэгир. Оно приурочено к пляжевым отложениям, образовавшимся в позднем плинсбахе в условиях сочетания подводной авандельты крупной реки и прибрежно-морского мелководья. В разрезе наблюдается более десятков мономинеральных прослоев ильменита, мощности которых изменяются от первых до десятков сантиметров. Концентрации ильменита в отдельных пробах достигают 170 кг/м^3 . Перекрывающие тоарские отложения также содержат ильменит в количествах до 45 кг/м^3 . Высокие содержания ильменита в современном аллювии рек района ($10\text{—}12 \text{ кг/м}^3$), обусловленные размывом древних россыпей, указывают на перспективность этой части Ботубинского поднятия.

Палеогеновые (?) проявления ильменита обнаружены в бассейне р. Мархи. Здесь в гравийно-песчаных третичных отложениях обнаружены линзы и прослойки мощностью 2,5—5 см с высокими концентрациями ильменита. Суммарные мощности песков с ильменитом можно оценить в 2,2 м. Ильменита в песках содержится, вероятно, не менее $100\text{—}120 \text{ кг/м}^3$. К палеогеновым (?) относятся и другие россыпные проявления, локализующиеся в так называемых «высоких галечниках».

Ильменит широко распространен в современных аллювиальных отложениях провинции. Наибольшие его концентрации в аллювии отмечаются вблизи кимберлитовых тел, а также выходов пород базитовых формаций и мезозойских терригенных отложений. Такие проявления известны в бассейнах рек Иирэлээх, Мал. Ботубоя, Далдын и др. Содержания ильменита в этих проявлениях изменяются от 1 до 10 кг/м^3 , а по отдельным объектам достигают 110 кг/м^3 .

Лено-Виллюйская провинция

В пределах провинции повышенные концентрации титановых минералов установлены в меловых, третичных и четвертичных отложениях Приверхоанского прогиба и смежных площадей. М. И. Кочетов и П. М. Охлопков в 1964 г. в нижнемеловых и плиоценовых отложениях Кенкеме-Ленского междуречья в пробах из керн скважин выявили высокие концентрации титановых минералов. В комплексах тяжелой фракции преобладает ильменит, в ассоциации с ним обнаружены рутил, лейкоксен, титанит, циркон и гранаты.

В толще дат-палеогеновых глинисто-песчаных (с каолинитом) отложений повышенные концентрации титановых минералов (ильменита, рутила, лейкоксена в ассоциации с титаномагнетитом и цирконом) установлены в Кендейской впадине (правобережье р. Лены в нижнем течении), на Лено-Вилуйском и Линде-Вилуйском междуречьях.

В толще миоцен-плиоценовых отложений повышенные концентрации титановых минералов и циркона приурочены к разнозернистым кварцевым пескам в пределах Нижнеалданской и Градыгской кайнозойских впадин. В тяжелой фракции преобладает ильменит. В нижнечетвертичных отложениях заслуживающие внимания концентрации ильменита, титаномагнетита, циркона и рутила установлены в аллювиальных галечниках нижнего течения р. Алдана и аллювиально-дельтовых образованиях в нижнем течении р. Лены (Бедерская и Булунканская впадины). Содержания тяжелых минералов там достигают 20—30 кг/м³ и более. К числу интересных проявлений этой группы относится **Буйское** на левом берегу р. Алдана, приуроченное к плиоценовым отложениям. В естественном обрыве высотой 15 м вскрывается толща кварцевых песков. Пески содержат 20—30 кг/м³ ильменита, 40—50 кг/м³ гранатов при наличии весовых примесей других тяжелых минералов. Среди россыпных проявлений, приуроченных к нижнечетвертичным отложениям, отметим **Мамонтовогорское** на левом берегу р. Алдана. Здесь, в одном из лучших обнажений кайнозойских отложений в Якутии, выделяется 5—15-метровая толща обохренных цементированных галечников, прослеживающаяся на 3 км. Галечники содержат 5—15 кг/м³ ильменита, 5—10 кг/м³ титаномагнетита, 0,5—1,5 кг/м³ рутила и циркона.

В современных аллювиальных отложениях бассейнов рек с указанными выше проявлениями титана формируются россыпные проявления голоценового возраста. В них содержания ильменита и титаномагнетита достигают 10—25 кг/м³, гранатов — 20—30 кг/м³.

Верхояно-Колымская провинция

Коренные проявления

В пределах провинции обнаружен ряд коренных проявлений титана, связанных с интрузиями ультраосновных, основных и других пород. Наиболее древние из них приурочены к интрузивным образованиям докембрийского (позднепротерозойского) возраста Селенянского горст-антиклинария. В дунитах Уядинских массивов выявлены небольшие шпиль (3×5 см) и гнезда (от 5×10 до 8×20 см), выполненные, главным образом, титаномагнетитом, пирротином и хромитом. Титановая минерализация установлена также в Калгынском штокообразном массиве амфиболитизированных габбро и габбро-диоритов.

В других районах Колымского срединного массива и его обрамления проявления титановой минерализации связаны с мезозойскими интрузивными породами. Таково, например, проявление **Ильменитовое**, расположенное в бассейне р. Стюрюктях (левый приток р. Индигирки). Оно приурочено к интрузии габбро-диабазов позднеюрского возраста. В габбро-диабазе наблюдается магнетит-ильменитовое вкрапленное оруденение. Площадь распространения оруденелых пород около 73 км². Содержания двуокиси титана в них достигают 0,62—1,44%. В рудах обнаружена примесь ванадия в количествах 0,01—0,1%.

Интересен в отношении титаноносности **Догдинский грабен**. М. А. Галкин указал следующие содержания двуокиси титана в поздне-меловых — палеогеновых магматических породах: в диабазе до 2,68%;

эссексит-диабазе до 2,59%; камптоните — до 3,3%; тешените 2,72—2,79% и мончиките 4,87—5,06%.

Упомянем также проявление **Кыс-Полонез**, расположенное к юго-западу от пос. Оймякон. Ильменитовые руды локализованы в дайках габбро-сиенитов. Протяженность самой крупной дайки 8 км, мощность 30—40 м, а в раздувах до 170 м. Максимальные содержания двуокиси титана 3,3%.

Россыпные проявления

Россыпные проявления ильменита и других титановых минералов приурочены преимущественно к обрамлению Колымского срединного массива. Выделяется Рассохинская площадь с россыпными проявлениями ильменита. Одно из них располагается в долине ручья **Таас-Тумус** (бассейн р. Рассохи). Высокие концентрации ильменита локализованы в песчано-галечных отложениях русла, поймы и надпойменных террас. Содержания ильменита определены А. А. Котовым в 30—40 кг/м³. Основная масса ильменита представлена в классе 0,3—0,1 мм (99,1%). Протяженность россыпи примерно 10 км. Вблизи обнаружено еще одно проявление — аномальные концентрации ильменита зафиксированы в русловом и пойменном аллювии **р. Солдат** на протяжении 25 км. Содержания ильменита достигают 20—40 кг/м³. Основная масса ильменита содержится в классе 0,1—0,3 мм (97,2%).

Из других россыпных проявлений можно отметить россыпь ручья **Ильменитового**, делювиально-пролювиальную россыпь хребта **Суор-Уйтэ**.

На островах Новая Сибирь, Котельный и Б. Ляховский размыв среднепалеозойских вулканогенных отложений обусловил накопление в русловых отложениях водотоков и на пляжах ильменита и титаномагнетита. В современных русловых отложениях и на пляже в юго-восточной части острова Б. Ляховский протяженность скоплений составляет десятки метров. Содержания ильменита в шлихах изменяются от 1 до 50 кг/м³, с ним ассоциируют циркон и касситерит. Для выявления прибрежно-морских титаносных россыпей необходимы специальные исследования.

Изложенный материал свидетельствует о широком распространении на территории Якутии разных по происхождению, величине и концентрациям месторождений и проявлений титана. Заслуживают внимания многочисленные метаморфогенные проявления ильменита и особенно приуроченные к железорудным месторождениям в связи с предстоящим их освоением. Следует уделить внимание поискам и изучению наиболее ценных рутиловых руд. Интересны также кимберлитовые тела и связанные с ними россыпи, хотя следует учитывать, что основная часть титана здесь сконцентрирована в магнезиальном ильмените-пикроильмените, технология извлечения из которого двуокиси титана разработана слабо. Подлежат изучению и россыпные проявления титана в бассейне р. Алдан.

МАРГАНЕЦ

Геологические предпосылки показывают, что на территории Якутии возможно обнаружение промышленных концентраций марганца. Поиски и изучение марганцевых руд в южной и центральной частях Якутской АССР, наиболее экономически освоенных, обретают большое народнохозяйственное значение в связи с планирующимся созданием на базе южноякутских месторождений железа и коксующихся углей нового центра черной металлургии страны.

Алданская провинция

В провинции в месторождениях магнезиально-силикатных железных руд архейского возраста содержания марганца низкие и, по данным А. И. Пухарева, изменяются от сотых до десятых долей процента. Такие же содержания свойственны рудам месторождений железистых кварцитов раннепротерозойского возраста Чаро-Токкинского и Олекминского железорудных районов.

На западе Алданского щита обнаружены проявления марганца, приуроченные к докембрийским карбонатным породам в пределах Угуйского грабена. Примером таких проявлений является **Олонноконское**. По ручью Олоннокон (бассейн р. Токко) встречена пачка кремнистых доломитов намалинской свиты раннепротерозойского возраста мощностью 3—7 м и протяженностью 7 км. В 1969 г. В. И. Салаткин наблюдал здесь марганцевые минералы в виде натечных агрегатов, образующих прослойки мощностью до 0,1 м. Кремнисто-карбонатная ассоциация пород, по мнению В. М. Мишнина, позволяет рассматривать данное проявление как перспективное на поиски докембрийских карбонатных марганцевых руд.

Определенный интерес для поисков карбонатных марганцевых руд представляют и кембрийские карбонатные отложения северного склона Алданского щита. При гидрохимических исследованиях в полях распространения кембрийских отложений установлено, что марганец принадлежит к группе широко распространенных химических элементов в природных водах Южной Якутии. Коэффициент вероятности обнаружения марганца в природных водах высок и достигает в среднем течении р. Алдан 1,3. В 1960 г. К. А. Басков описал на правом берегу р. Алдан у острова **Букачан-Арыта** источник, приуроченный к выходам отложений куторгиновой свиты нижнего кембрия. Минерализация вод источника достигает 363 мг/л при рН—7. Содержания марганца в водах источника определены в интервале 235—705 мг/л, в водах отмечены также повышенные концентрации железа, цинка и других элементов. Анализ опыта гидрогеохимических исследований в Сибири показывает, что подобные аномальные концентрации марганца в водах могут формироваться непосредственно на участках развития марганцевой минерализации или в пределах рудных полей олово-полиметаллических месторождений, для которых характерно присутствие карбоната марганца.

Ханинское проявление расположено в нижнем течении р. Хани (левобережье р. Олекмы) и приурочено к юрским континентальным отложениям. Оно представлено маломощными (до 60 см) прослоями лимонитизированных либо частично окисленных сидеритовых руд. По данным химических анализов, содержания железа в рудах достигают 39,56%, марганца 9,14%, серы 0,185%, фосфора 0,155%.

Анабарская провинция

Проявления марганца известны на восточном склоне Анабарской антеклизы. Они локализованы в известняках позднепротерозойской унгуохтахской свиты. Одно из таких проявлений **Уджинское**, расположенное в верхнем течении р. Уджа. Здесь наблюдаются линзообразные тела кремнисто-карбонатных пород мощностью 0,3—0,7 м и протяженностью первые десятки метров. Содержания марганца достигают 15,22%. Проявления можно оценивать как перспективные на докембрийские карбонатные марганцевые руды, но расположены они в неблагоприятных экономических условиях.

В бассейне р. Мал. Куонамка, на левых склонах долины р. Биригинде открыто три участка развития своеобразных родонит-спессартиновых скарнов. В 1965 г. А. И. Пономаренко и Г. Д. Пономаренко установили локализацию скарнов вдоль узких зон разрывных нарушений северо-западного простирания. Эти нарушения по диагонали секут складки в архейских метаморфических породах. Обломки и глыбы скарнов (объем глыб иногда достигает 1 м³) прослежены на расстояние 100—200 м, мощность скарнов, вероятно, не менее 3—5 м. Для скарнов характерно обилие черных налетов окислов и гидроокислов марганца и мелкая рудная вкрапленность. Основные минералы скарнов: марганцевый гранат (30—80%), родонит (до 30—50%), андрацит (0—10%), спессартин (1—5%) и кварц (до 5%). Рудные минералы представлены пирротинном, пентландитом, кобальтином, халькопиритом, самородным висмутом, арсенидами кобальта и никеля, манганитом и др. Содержание окиси марганца в скарнах определено в 14,6%.

Лено-Вилуйская провинция

Марганцевая минерализация, представляющая практический интерес, в пределах провинции связана с залежами бурых железняков, приуроченных к стратиграфическому контакту кембрийских карбонатных и юрских терригенных (укугутская свита) отложений. Бурые железняки широко распространены в нижних течениях рек Буотамы, Лютенге, бассейнах рек Марха, Намана и других. От района Ботомских месторождений выходы бурых железняков прослежены на запад почти на 450 км, на юг и юго-восток вплоть до Алдано-Амгинского междуречья. Еще в 1950 г. И. П. Атласов определил площадь распространения бурых железняков в 3000 км², сейчас эта цифра может быть увеличена более чем вдвое. Эту территорию Д. А. Кибанов и В. В. Колпаков предложили выделить как Центрально-Якутский железорудный бассейн.

Наиболее изученное **Ботомское** месторождение (см. рис. 21) представлено пластообразной залежью бурых железняков мощностью до 1,5—3 м и площадью около 1 км². Рудный пласт сложен массивными и грубослоистыми железняками, перекрытыми базальными конгломератами укугутской свиты. Выше конгломератов залегают ожелезненные песчаники или охристые пески с галькой, гравием и железистыми конкрециями мощностью до 7—10 м. Суммарная мощность перекрывающих рудный пласт отложений (включая и кайнозойские) изменяется от 2 до 30 м.

Руды сложены гётитом, гидрогётитом, лимонитом и окислами марганца (манганитом, пиролюзитом и псиломеланом). Структуры руд колломорфная, оолитовая, зернистая, микрослоистая, колломорфнооолитовая и зернистослоистая, последние две преобладают. Различают руды трех разновидностей. Первая представлена кусковатыми и пористыми бурыми железняками с содержаниями марганца от 2 до 14%. В оолитовых рудах содержания марганца увеличиваются до 17,98%. Наибольший интерес представляют порошковатые черные руды, которые можно рассматривать как чисто марганцевые. Они выполняют небольшие гнезда в рудах первой разновидности. Содержания марганца в порошковатых рудах достигают 41%. В этих рудах значительны концентрации глинозема — до 10—12%. В. Ф. Донцов и П. Д. Перелетов указывали, что при промывке ботомских руд содержание марганца в них может достигать 40—45%. Среднее содержание марганца по Ботомскому месторождению (Сыр-Сарский участок) определено в 5,84%, а запасы в 172 тыс. т. Специального изучения марганценосных бурых

железняков и ассоциирующих с ними пород в районе Ботомского месторождения не проведено. Не исключено открытие здесь пластообразных залежей собственно марганцевых руд. Черные глины с марганцевыми минералами находились в районе **Ботомского, Лютенгского** месторождений и участка **Хара-Уу**.

Другие проявления бурых железняков располагаются в сходной геологической ситуации. Близки они и по содержанию марганца. В рудах **Куртангского** месторождения средние содержания марганца составляют 6,5%, максимальные — 8,83%, Лютенгского месторождения — соответственно 8,49 и 15,22%, проявления Эдис на Алдано-Амгинском междуречье — 7,52%. Сближает все месторождения и проявления малое количество вредных примесей в рудах: серы 0,02—0,13%, фосфора 0,02—0,41%, кремнезема до 26,7%.

Марганцовистые бурые железняки имеют экзогенное происхождение и связаны с размывом мощной поздне триасовой коры выветривания. По времени формирования бурые железняки сопоставимы с иреляхской свитой Ботубинского поднятия и смежных регионов.

В 1964 г. установлен ряд, вероятно, стратиформных проявлений марганцевой минерализации южнее района Ботомских месторождений. На **участке Кетема** на левом берегу р. Лены обнаружены пластообразные рудные тела, залегающие согласно с доломитами и известняками кетеманской свиты. Основные рудные минералы: пирит, галенит, сфалерит, лимонит и вады. На западе участка обнаружен коренной выход вадов мощностью до 1 м с содержаниями марганца от 1 до 10%. Близки по морфологии и составу оруденелые зоны **участка Малая Кетема**. Здесь вскрыты лимонитизированные выветрелые породы с мелкой шлировой вкрапленностью пиролюзита, которого более 5%. Возможно, что указанные проявления являлись источниками, за счет которых обогащались марганцем поздне триасовые коры выветривания. Участки **Кетема** и **Малая Кетема** перспективны на обнаружение чисто марганцевых руд. В их пределах выходы вадов не связаны с выходами бурых железняков.

Ботомские месторождения и проявления марганцовистых бурых железняков расположены в зоне сочленения мезозойского чехла южного борта Вилюйской синеклизы с кембрийскими карбонатными отложениями северного склона Алданского щита. На этом основании можно предполагать обнаружение подобных руд и на северном борту, где отложения мезозойского чехла синеклизы контактируют с кембрийскими карбонатными отложениями южного склона Анабарского массива. В **бассейне р. Арга-Тюнг** на закарстованной поверхности известняков чокунской свиты верхнего кембрия установлены бурые железняки. Они выполняют карстовые полости глубиной 7—10 м и площадью в десятки квадратных километров, ориентированные вдоль разрывных нарушений северо-западного простирания. Химический состав бурых железняков не изучался, но текстурные особенности и характерный черный цвет цемента позволяют предполагать наличие в них гипергенных соединений марганца.

Гипергенная марганцевая минерализация в пределах провинции установлена и в более молодых корах выветривания. Практический интерес представляет поздне меловая кора выветривания в долине **р. Тюнг**. Она сформирована на алевролитах сеномана и перекрывается отложениями сенонского яруса. В верхней части разреза коры выветривания залегает мощная (до 100 м) пачка глинистых песков со стяжениями железняков и марганцевых руд (до 19% окиси марганца). Р. О. Габала изучал поздне меловую кору выветривания также на правом берегу **р. Линдэ**. В верхней пачке глинистых песков мощностью 15 м он

установил скопления марганцевых конкреций, составляющих 1—2% от общего объема песков. Конкреции сложены гидроокислами железа, браунитом (?) и минералами группы пиролюзита. Содержание марганца в конкрециях достигает 19,31%. Помимо конкреций в песках наблюдаются многочисленные прожилки и дендриты подобного состава.

Проявления марганца обнаружены в кайнозойских песчано-галечниковых отложениях **Пилкинского предгорного прогиба** (среднее течение р. Лены в районе устья р. Витим). В. М. Мишнин высказал мнение о связи их с формированием палеогеновой инфильтрационной коры выветривания. В зоне цементации коры выветривания, мощность которой достигает 2,8 м, многочисленны (до 15—20% от общего объема породы) марганцевые конкреции. Содержания окиси марганца в конкрециях определяются в 16%. Марганцевые минералы представлены пиролюзитом, псиломеланом и браунитом (?). Выдержанность зоны цементации на значительных расстояниях и постоянное присутствие в шлихах из водотоков района минералов марганца позволяют считать Пилкинский прогиб перспективным для поисков марганцевых руд.

Другие проявления марганца в Лено-Вилуйской провинции представлены пластами сидеритов в юрских морских отложениях Вилуйской синеклизы. По результатам химических анализов, в сидеритах **Вилуйчанского** и **Мало-Джелинского проявлений** содержится 21,2—43,4% железа и 1—6,7% марганца. Мощности пластов сидеритов достигают 2 м и протяженность до 4 км.

Тунгусская и Верхояно-Колымская провинции

В Тунгусской провинции известно **Харбылагарское проявление** гидротермального генезиса, расположенное в верхнем течении р. Вилуй. Оно приурочено к контакту нижнепермских отложений с траппами. Здесь в делювии встречены щебень и глыбы магнезиоферрита, магнетита и кальцита. Содержания марганца определены в 5,88%.

В Верхояно-Колымской провинции повышенные концентрации марганца отмечены в отложениях эчийской свиты и ее стратиграфических эквивалентов в средней части разрезов нижнепермских отложений Верхоянского мегантиклинория. На р. Собопол **проявление Суорган-Хайдылып** расположено среди окварцованных песчаников и алевролитов, где встречена пластовая залежь, сложенная марганцевыми и железистыми карбонатами, мощностью от 3 до 60 см и протяженностью 60 м. Содержания металлического марганца в штуфных пробах определены в 10%. Подобные проявления установлены в верхнем течении руч. Чуоркандже (**приток р. Бесюке**) и других.

Проявления марганца мелового возраста связаны с латеритным выветриванием по породам базальто-андезитовых покровов в Сунтаро-Лабынкырском поднятии провинции. Таково **проявление Дюстачан**, где в вулканогенных породах дюстачанской свиты установлено обогащение выветрелых пород минералами марганца. Наиболее интенсивно выветривание проявлено в зонах повышенной трещиноватости.

В Верхояно-Колымской провинции известны гидротермальные проявления марганца. Содержания марганца в них достигают 9,9%. Минералогически представлены они преимущественно мангансидеритом, локализующимся в маломощных прожилках, жилах и зонах дробления.

Из вышеизложенного материала следует, что марганцевая минерализация широко распространена на территории Якутии, особенно в южной части Лено-Вилуйской провинции и связана с эпохами формирования кор выветривания. Специализированные работы на марганец сле-

дует сконцентрировать в районе Ботомских месторождений и на смежных площадях Центрально-Якутского железорудного бассейна. Необходимо оценить продуктивность на марганец широко развитой здесь позднеtriasовой коры выветривания и продуктов ее перестроения. Прогнозные запасы марганца только в бурых железняках Ботомских месторождений при содержаниях в 6—8% можно определить в 7—10 млн. т. В 1962 г. В. В. Еловских оценил прогнозные запасы железа в Ботомских месторождениях в 30 млн. т. Марганцовистые бурожелезняковые руды легкоплавки, содержат мало вредных примесей (серы и фосфора), пригодны для производства марганцовистых чугунов и могут использоваться для подшихтовки при выплавке сталей. Прогнозная оценка запасов марганца в бурых железняках всего Центрально-Якутского железорудного бассейна может быть увеличена после проведения специальных исследований в 5—10 раз. Кроме этого, не исключается возможность обнаружения в районе Ботомских месторождений и всего Центрально-Якутского бассейна месторождений и чисто марганцевых руд.

Следует выполнить также работы по оценке перспектив Южной Якутии на поиски докембрийских и кембрийских карбонатных марганцевых руд. Заслуживают внимания проявления марганца в среднепротерозойских отложениях с кремнисто-карбонатной ассоциацией пород в бассейне р. Токко в непосредственной близости от Чаро-Токкинского железорудного района. В качестве объектов для специальных исследований могут быть рекомендованы и железисто-глинистые и карбонатные породы лахандинской свиты Сетте-Дабана, и ее стратиграфические эквиваленты, образовавшиеся за счет размыва мощной позднепротерозойской коры выветривания.

ВАНАДИИ

На территории Якутии обнаружено несколько типов ванадиевой минерализации.

В рудах малоизученных **Кавактинского, Апсаканского и Амедицинского** железорудных проявлений, связанных с основными и ультраосновными магматическими породами архейского возраста, повышенные концентрации ванадия устанавливаются при уровне концентраций двуокиси титана около 4—5%.

В зоне сочленения Алданского щита и области Становика вероятны и протерозойские титаномагнетитовые руды с ванадием, связанные с раннепротерозойскими интрузиями основного состава (габброиды, реже анортозиты).

Другой тип ванадиевой минерализации связан с позднеархейскими — раннепротерозойскими железистыми кварцитами борсалинской серии на западе Алданского щита. Повышенные концентрации ванадия приурочены к кварцитам верхнего горизонта (по данным химических анализов достигают 0,03—0,21% пятиокиси). Такие содержания хорошо выдержаны по простиранию верхнего горизонта в пределах **Кабаньского, Тарагайского** и других участков. В большинстве проанализированных кварцитов достаточно велики и концентрации титана — до 4,39%. Вероятные минеральные формы титана в кварцитовых рудах — титаномагнетит и титанит. Третьей полезной примесью железных руд верхнего горизонта является кобальт.

На территории Алданского щита есть и гидротермальные проявления ванадиевой минерализации, связанные с мезозойскими интрузиями авгитовых, эгириин-авгитовых, реже роговообманковых сиенитов. В Центрально-Алданском районе непосредственно в пределах массивов сие-

нитов в зонах тремолитовых и флогопит-диопсидовых скарнов обнаружены жилы кварц-лимонит-флюоритового, кварц-актинолитового и актинолит-тремолитового состава с ванадинитом. Не исключается возможность обнаружения в Центрально-Алданском и других районах распространения мезозойского щелочного магматизма минерализованных зон дробления с ванадиевой минерализацией.

На территории Южной Якутии известны и россыпные проявления ванадия. В разделе «Титан» рассматривалась **Верхнеалданская комплексная россыпь**, которая характеризуется повышенными концентрациями в кайнозойских отложениях ильменита, титаномагнетита, магнетита и других минералов. В концентратах этих трех минералов устанавливается ванадий. Подобные россыпные проявления установлены и в нижнем течении р. Алдан (**Буйское, Мамонтовогорское и др.**).

Практический интерес в качестве ванадиевого сырья на территории Якутии представляют горючие сланцы Оленекского бассейна. В горючих сланцах куонамского горизонта установлены повышенные концентрации ванадия (до 1%) и молибдена.

Горючие сланцы других бассейнов (Малгинский позднепротерозойский, Синско-Майский кембрийский) также могут быть перспективны на обнаружение повышенных концентраций ванадия. Следует в первую очередь опробовать горючие сланцы и битуминозные породы синской свиты в разрезах нижнекембрийских отложений среднего течения р. Лены и иниканской свиты в разрезах ниже- и среднекембрийских отложений бассейна р. Мая, располагающихся в выгодных экономических условиях.

Повышенные концентрации ванадия достаточно постоянно обнаруживаются в угольных месторождениях и проявлениях Якутии (Оленекский район и др.). Ванадий установлен также в бурых углях **Мавринского** месторождения в Жиганском районе. В Сангарском районе ванадию часто сопутствуют концентрации других металлов. Попутное извлечение ванадия, вероятно, может производиться при использовании углей для энергетических нужд и для целей химической промышленности.

В пределах Верхояно-Колымской провинции известны проявления ванадия, связанные, как и в Алданской провинции, с титаномагнетитовыми рудами. Такие руды установлены в бассейне р. Индигирки (р. **Сюрюктя**х и др.) и других районах обрамления Колымского срединного массива. Россыпные проявления ванадия, образовавшиеся за счет разрушения титаномагнетитовых руд, расположены в бассейнах рек **Рассохи, Солдат** и др. При этом ванадий концентрируется в ильмените.

Не исключена возможность обнаружения в Якутии и других комплексных руд с ванадием. Интересны в этой связи **Оленекское** месторождение битумов в нижнепермских отложениях Оленекского района, мезозойские глинистые отложения с фосфоритами в нижнем течении р. Лены и другие геологические образования Якутии с повышенной ролью битумов.

ХРОМ

Для большей части территории Якутской АССР характерно слабое развитие ультраосновного магматизма (исключая кимберлитовый магматизм Сибирской платформы), с которым обычно связано промышленное хромитовое оруденение. Хромиты в шлиховых пробах установлены во многих районах: в пределах Алданского щита, Становика, Анабарского массива, областей распространения кимберлитового магматизма Сибирской платформы и обрамления Колымского срединного

массива, однако содержания хромитов, как правило, не превышают единичных знаков. Только в ограниченном числе местоположений известны концентрации хромитов, представляющие интерес. Шлиховые ореолы рассеяния связаны с разрушением трех основных типов коренных проявлений: в массивах ультраосновных и основных пород, в кимберлитовых телах и в докембрийских метаморфических комплексах основного состава.

В Алданской провинции проявления хромитов приурочены большей частью к массивам ультраосновных пород.

Инаглинское проявление расположено к западу от г. Алдана, в верхнем течении руч. Инагли и связано с одноименным массивом ультраосновных и щелочных пород.

Хромитовое оруденение массива приурочено к дунитам. Оруденение рассеянно-вкрапленное, наблюдаются шпильры с хромитом, число которых не превышает 3% от общей массы породы.

Суммарные содержания пятиоксида хрома достигают первых десятых долей процента. В связи с низкой концентрацией хромитов и сравнительно небольшими размерами Инаглинского массива рассматриваемое проявление может представлять промышленный интерес только в комплексе (форстеритовые огнеупоры, вермикулит и др.).

В долине руч. Инагли за счет разрушения дунитов сформировано хромитовое россыпное месторождение. В аллювиальных отложениях долины обнаружены крупные (до 2 см в поперечнике) зерна хромшпинелидов и их агрегаты. Содержания хромшпинелидов (преобладает алюмохромит) изменяются от нескольких граммов до нескольких килограммов на 1 м³, среднее содержание 600 г/м³, в нижнем течении руч. Инагли содержания увеличиваются до 1—15 кг/м³.

Еще менее изучены проявления хромитов в других районах Алданской провинции. По результатам спектрального анализа выявлены повышенные концентрации хрома (более 1%) в перидотитовых массивах архейского возраста на водоразделе рек Алгома и Нуям (**Туксаянская группа, массивов**). В этих массивах хром ассоциирует с повышенными концентрациями кобальта и никеля.

В бассейне р. Ыллымах в кайнозойских отложениях зафиксированы высокие содержания хромитов, составляющих до 25—75% шпильра, тогда как в большинстве других районов они обнаруживаются в редких знаках. В Центрально-Алданском районе, бассейнах рек Дур и Дес содержания хромитов достигают 0,05—1 кг/м³.

В западной части Алданского щита в метаосадочных образованиях нижнего протерозоя известно несколько **стратиформных проявлений хрома**. Они локализируются в метапесчаниках чародоканской свиты. В цементе метапесчаников установлен волконскоит (?). По результатам спектрального анализа содержания хрома достигают 1—2%, химический анализ показал содержания хрома в количестве 0,7%. Проявления можно рассматривать как возможный источник сырья для производства минеральных красок.

Следует отметить также высокую хромитонность пород мезозойской лейцитово-гранитной формации Центрально-Алданского района, где щелочные основные и ультраосновные породы формации содержат 0,1—0,26% окиси хрома. Верхне-Якобитское поле распространения мезозойских щелочных основных и ультраосновных пород в районе выделяется аномальным содержанием хромитов в аллювии дренирующих его водотоков.

В районах Становика также выявлены отдельные аномалии хрома и шлиховые проявления хромитов. Можно предполагать их связь с

разновозрастными массивами основных и ультраосновных пород этого региона. Интерес к этому региону с целью поисков хромитового оруденения обосновывается тем, что здесь известны гидroxимические ореолы рассеяния хрома.

В Анабарской провинции открыто большое число россыпных проявлений хромшпинелидов, связанных с разрушением среднепалеозойских и мезозойских кимберлитовых тел. Хромдиопсид является характерным аксессуаром кимберлитов Сибирской платформы. Максимальные содержания хрома в кимберлитах не превышают 0,03%. Но при столь малых содержаниях при разрушении кимберлитов образованы достаточно обширные шлиховые ореолы рассеяния. Содержания хромшпинелидов, как правило, не превышают единичных зерен. Но в отдельных случаях они увеличиваются до сотен и тысячи зерен на 10 л промытой породы. В бассейнах ручьев Улахан — Курунг — Юрях и Сылага (**Сылагинское** поднятие) обнаружены высокие концентрации хромшпинелидов в отложениях катской и пеляткинской свит. В базальных слоях катской свиты хромпикотит встречается крайне неравномерно. В 102 шлихах число зерен хромпикотита в классе 1 мм превышает 20—30 на 10 л промытой породы, реже оно достигает 400—1030 зерен. В пеляткинской свите максимальное число зерен хромшпинелидов определено в 720.

Повышенные концентрации хромитов установлены в траппах раннетриасового возраста. Содержания хромитов в **Алымджахской** дифференцированной интрузии, упоминавшейся выше (см. раздел «Титан»), достигают 0,5%.

В Верхояно-Колымской провинции известны разновозрастные основные и ультраосновные магматические породы, с которыми связано хромитовое оруденение. Наиболее изучено хромитовое оруденение **Селенняхского кряжа** [Некрасов И. Я., 1962]. Здесь на лево- и правобережье р. **Уяндина** выявлены три массива ультраосновных пород позднепротерозойского возраста, в которых среди серпентинитов залегают линзовидные тела дунитов. Хромитовое оруденение в дунитах представлено небольшими шлирами (3×5 см) и гнездами (от 5×10 до 8×20 см), выполненными хромитом, титаномagnetитом и пирротинном. Содержания хромита выше в слабо серпентинизированных разностях дунитов. Малые масштабы проявления ультраосновного магматизма не позволяют рассматривать данные проявления как перспективные.

Интересные проявления хрома открыты на правобережье р. Колымы (нижнее течение р. Шаманиха и др.) в бассейне р. **Уянкан**, где установлены повышенные содержания (0,01—1%) хрома. Они приурочены к кварцитам в нижней подсвите ороекской свиты позднепротерозойского возраста. Мощности прослоев кварцитов с повышенными содержаниями хрома — от одного до нескольких десятков метров. Эти прослои хорошо прослеживаются по простиранию на расстояние несколько километров. Минералогическое изучение тяжелой фракции кварцитов показало присутствие в ней хромовой слюдки (фуксита). В этом районе можно ожидать открытие и чисто хромитового оруденения. Повсеместно в поле распространения протерозойских отложений Приколымского поднятия в шлиховых пробах из кайнозойских отложений отмечается хромит. Отметим в этом районе повышенные содержания (до 0,06%) хрома в небольших интрузивных телах и дайках габбро и габбро-диабазов позднепротерозойского и каменноугольного возраста.

На современном уровне изученности представляют интерес хромитовое оруденение Инаглинского массива и хромитовые россыпи в пределах массива, которые могут быть отработаны дражным способом.

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

МЕДЬ, СВИНЕЦ И ЦИНК

История открытия и изучения

Месторождения и рудопоявления меди, свинца и цинка распространены по всей территории Якутии и в той или иной мере определяют металлогенический облик ее разнородных рудоносных площадей.

История открытия и изучения медного и полиметаллического оруденения Якутии и смежных областей насчитывает около 250 лет. Первые попытки разработок медных и свинцовых руд в Ленском районе относятся к началу XVIII века. В 1774—1779 гг. Петр Метенев организовал плавку свинцовых руд месторождения Эндыбал в Верхоянских горах. Первооткрывателем руд этого месторождения является местный житель А. П. Кычкин (1765 г.). Первым исследователем полиметаллических руд Южного Верхоянья следует считать русского рудознатца Афанасия Метенева, который, проверяя заявку Шарипова, описал в 1747 г. ряд свинцовых проявлений в бассейнах правых притоков Алдана, рек Халыя и Тыры. Наиболее ранние упоминания ленских и верхоянских месторождений в научной литературе принадлежат И. Г. Гмелину [1733 г.], Лосеву [1815 г.], Ф. П. Врангелю [1820 г.], М. М. Гендштруму [1830 г.], М. Злобину [1831 г.], А. Озерскому [1844 г.], Н. Шукину [1844 г.] и Н. Меглицкому [1850 г.]. В 1863 г. Райский опубликовал сведения о полиметаллических рудах по рекам Марха, Миль, Алдан и его правому притоку р. Утома (возможно, имелась в виду р. Юдома). В 1891 г. В. А. Обручев изучал проявления медной и свинцовой минерализации в составе нижнепалеозойских отложений Ленского района и высказал предположения о первичноосадочной природе рудных концентраций. А. А. Семенов открыл в Западном Верхоянье несколько свинцовых месторождений, а в 1921 г. опубликовал их краткое описание и оценку. В 1929 г. были развернуты поисковые и разведочные работы под общим руководством С. С. Смирнова, которые послужили ему основой для первого металлогенического районирования Верхоянья.

Интересным открытием в 1940 г. явилось выявление Ю. К. Дзевановским и А. С. Кирилловым Юдомского полиметаллического месторождения в составе доломитов одноименной свиты.

В течение 50—70-х годов свинцово-цинковые месторождения Якутской АССР изучали А. И. Аверченко, А. В. Алдошин, В. А. Амузинский, Ю. Н. Бадарханов, В. М. Базилевский, Н. В. Белозерцева, Г. П. Богданов, И. Г. Волкодав, А. К. Голоков, О. Г. Гомбоев, В. А. Груздев, Н. Н. Гурьев, С. В. Домохстов, Д. А. Дорофеев, В. В. Еловских, Н. Г. Зиновьев, Ю. П. Ивенсен, Л. Н. Индолев, Н. В. Ичетовкин, М. М. Константинов, Б. Д. Мельников, Д. П. Мощенко, Г. Г. Невойса, Г. И. Неронский, Л. Г. Павлов, В. С. Прокопьев, О. П. Разгонов, Н. К. Силичев, А. А. Скобелев, В. И. Толстопятенко, Ю. А. Филимонов, В. Ф. Цвирко и др.

Важным открытием является обнаружение в Кыллахском поднятии ряда стратиформных свинцово-цинковых месторождений, приуроченных к доломитам юдомской свиты (В. А. Ян Жин-шин, А. И. Горбунов, Р. В. Базилевская, А. К. Иогансон, А. В. Старников и др.). В этом районе были выявлены многочисленные уровни стратиформной медной и свинцово-цинковой минерализации в составе верхнепротерозойских и кембрийских осадочных толщ. Аналогичные типы стратифицированного оруденения отмечены в терригенно-карбонатных отложе-

ниях нижнего и среднего палеозоя в хребтах Хараулах и Орулган, в Приколымском и Оленекском поднятиях и других местах.

Важнейшие исследования и обобщения по геологии, литологии, минералогии и геохимии рассеянных элементов полиметаллических месторождений Южного Верхоянья были сделаны в 1963 г. Д. А. Дорофеевым. В 1974 г. Л. Н. Индолев и Г. Г. Невойса описали полиметаллические и олово-полиметаллические месторождения Восточной Якутии. Олово-полиметаллические месторождения Верхоянья охарактеризованы в монографии Б. Л. Флерова, Л. Н. Индолева, Я. В. Яковлева и Б. Я. Бичус [1971 г.].

В настоящее время на территории Якутии известно много месторождений и проявлений свинцово-цинковых и медных руд, а также олово-сульфидных и других комплексных месторождений, содержащих минералы меди, свинца и цинка. Все они приурочены к окраинным структурно-формационным областям Сибирской платформы, к окаймляющим ее складчатым поясам и к зонам активизации в пределах стабильных блоков. Ряд объектов располагается на склонах и в обрамлениях Анабарского и Алданского щитов и Колымского массива и во внутренних частях платформы, часть месторождений, в той или иной степени изученных, сосредоточена на территории Верхоянско-Колымской металлоносной провинции.

ОСНОВНЫЕ ЭПОХИ ОБРАЗОВАНИЯ МЕДНОГО И СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Медное и свинцово-цинковое оруденение Якутии и сопредельных областей формировалось в течение длительного промежутка времени, охватив практически все выделенные во введении тома металлогенические эпохи.

Значительных месторождений свинца и цинка, достоверно связанных с архейскими металлогеническими эпохами, в пределах Якутии не установлено. Наиболее ранней эпохой образования медных руд Якутии является **среднеархейская**. В эту эпоху меденакпление проявилось в связи с образованием мощных вулканогенно-осадочных толщ тимптонской эпохи.

Первично меденосные железисто-кремнисто-карбонатные осадки эпохи были затем интенсивно метаморфизованы в позднеархейско-раннепротерозойскую (раннесубганскую) эпоху. Можно выделить следующие разновидности руд: форстерит-магнетитовые, людвижит-магнетитовые, пироксен-магнетитовые, мартитовые и магнетитовые. Медьсодержащие железные руды в той или иной степени обогащены сульфидами (пирротин, халькопирит, борнит, халькозин, ковеллин и др.). Наиболее высокие концентрации меди отмечены в рудах Сиваглинского месторождения.

Важным является изучение меденосности вулканогенно-осадочных образований борсалинской серии верхнего архея, в которых локализованы железные руды формаций железистых кварцитов, обогащенные кобальтом и ванадием — характерными спутниками медно-молибденового оруденения.

Некоторая часть медно-молибденовых проявлений с заметными примесями вольфрама, локализованная в субганских гранитах и прорванных ими метаморфических породах тунгурчинской серии, предположительно связывается с указанными гранитами. Возможно выявление кобальто-медно-никелевого оруденения в парагенезисе с габброидами и ультрабазитами позднеархейского аммунакитского комплекса, в кото-

рых гистеромагматические и позднемагматические железные руды обогащены никелем и кобальтом.

Удоканская раннепротерозойская эпоха меденакпления интенсивно проявлена на западном склоне Алданского щита, а главным образом, в пограничных с Якутией районах Читинской области, где в пределах наложенного на архейский фундамент Кодаро-Удоканского прогиба накопилась десятикилометровая толща меденосных терригенных отложений удоканского комплекса нижнего протерозоя. В Якутии, в пределах Угуйской, Олдогсинской и Нижне-Ханинской впадин развиты синхронные удоканским отложения угуйского комплекса, сходные в формационном отношении. В песчаниках сеймдинской серии на восточном фланге Угуйской впадины (грабена) обнаружены проявления полуокисленных медно-сульфидных руд. Они проявлены непосредственно под базальными слоями кебектинской свиты условно среднепротерозойского возраста. Пласты темных песчаников с неравномерно распределенной вкрапленностью медных минералов достигают мощности первых метров. Обычным медным минералом является несомненно гипергенный малахит, реже отмечаются сульфиды: халькопирит и ковеллин, в существенных количествах наблюдается гематит.

Следует указать на присутствие в составе отложений металлоносной сеймдинской серии строматолитовых и кремнистых доломитов, в которых возможно обнаружение стратиформного свинцово-цинкового оруденения. Отмеченный в этих доломитах в значительных количествах марганец является обычным элементом-спутником свинцово-цинковых руд подобного типа.

С позднепротерозойской (учуро-майской) металлогенической эпохой, особенно ярко проявившейся в юго-восточной части Якутии, связано накопление в пределах Алдано-Майского перикратонного прогиба огромной (мощностью около 7 км) толщи терригенно-карбонатных отложений учуро-майского комплекса и образование целого ряда рудоносных уровней медной и полиметаллической минерализации, распределенных по всему разрезу комплекса. К пестроцветным, по всей вероятности, вулканогенно-осадочным алеврито-глинистым и пестроцветным песчаникам приурочены концентрации медных минералов (халькозина, борнита, халькопирита). Таковы меденосные пестроцветные песчаники, алевролиты, глинистые и глинисто-кремнистые яшмовидные породы, реже мергели в димской, талынской, бикской, мускельской, лахандинской и усть-кирбинской свитах. Медистые сланцы — это, как правило, тонкоритмичнослоистые осадки, в которых медная минерализация тяготеет к основаниям миллиметровых и сантиметровых микроритмов. Медистые песчаники представлены более мощными (до 1 м) пластами. Меденосные прослои, ассоциирующие с красноцветами, отличаются различными оттенками зеленой окраски. Характерен парагенезис медных руд с железистоокисными и железосиликатными. Так, к примеру, в талынской свите с яшмовидными медными рудами ассоциирует трехметровая залежь гематито-магнетитовых мелкоолитовых руд и темно-красные, богатые железом, алевролиты и аргиллиты с обильной сырью мелких магнетитовых октаэдров. Вкрапления магнетита иногда фиксируются в сине-зеленых меденосных прослоях так же, как и халькопиритовые — в красных железистоокисных.

Мощность меденосных пачек изменяется от первых сантиметров до 1 м и более. Промышленное значение выявленных проявлений невелико, но при прослеживании минерализованных уровней могут быть встречены и более крупные скопления металлов. По мнению Н. С. Малича, перспективны латеральные зоны перехода от молассоидных к пестроцветным глинисто-карбонатным формациям. В Учуро-Майском

районе пестроцветные и вулканогенные фации характерны и для нижних свит верхнего протерозоя. Они более перспективны на медь, чем их черноцветные и сероцветные аналоги в более северных участках.

Возможность обнаружения в Якутии стратиформных свинцово-цинковых месторождений в черносланцевых вулканогенно-терригенных комплексах верхнего докембрия представляется вполне реальной. На смежных площадях известны скопления колчеданно-полиметаллических руд в черносланцевых породах верхнего протерозоя в юго-западной части Бодайбинского синклиория. Аналогичные руды могут быть найдены в северной части Патомского нагорья и других районах. По возрасту этому металлоносному уровню соответствуют и близкие в формационном отношении мелкие стратиформные проявления в толще черных углистых отложений мускельской свиты Кыллахской металлогенической зоны. Они представлены сериями маломощных (0,1—1,5 м) прослоев большой протяженности доломитистых песчаников с густой вкрапленностью и просечками галенита и сфалерита, реже халькопирита и пирита. Для этих горизонтов характерны повышенные концентрации марганца, достигающие 1% и более. Интересна вкрапленность светлого сфалерита и пирита в сероцветных терригенных алевролитопесчаниковых отложениях нижней части кандыкской свиты (уйская серия), также локализующаяся в пластах доломитистых песчаников. Аналогичные вкрапления сфалерита и халькопирита наблюдались в верхней части этой же свиты. Вполне вероятно нахождение аналогичных рудных пластов в черносланцевых толщах гонамской, омахтинской, малгинской и других свит учуро-майского комплекса.

Не менее интересны в отношении рудоносности и многие карбонатные горизонты этого комплекса. В некоторых из них отмечены слои доломитов с обильной прожилково-вкрапленной существенно галенитовой минерализацией. Таковы пласты доломитов с прослоями и стяжениями сингенетических силицитов в средних частях омахтинской (димской) и светлинской свит (проявления Перекатное и Димское). Позднепротерозойский (рифейский) возраст имеют многочисленные мелкие барит-полиметаллические проявления, наложенные на закарстованные доломиты гонамской свиты непосредственно ниже перекрывающих ее с угловым несогласием песчаников эннинской (талынской) свиты. Песчаники, обогащенные пиритом и хромовой слюдкой, заполняют множество межслоевых и секущих карстовых пустот в доломитах гонамской свиты. В карстогенных песчаниковых жилах изредка наблюдаются вкрапления и гнезда халькопирита. Галенит-сфалеритовые, иногда окисленные руды и гнездообразные обособления самородной серы отмечены в горизонте карбонатных пород четвертой лахандинской подсвиты, а сфалеритовые вкрапления — в битуминозных доломитах ее первой подсвиты. В сидеритовых прослоях и конкрециях в терригенных пачках в лахандинской свите установлен сфалерит.

Позднепротерозойские магматические образования, представленные силлами и дайками диабазов и габбро-диабазов, содержат иногда медную и медно-никелевую сингенетическую минерализацию. Мощность силлов хребта Улахан-Бам достигает 300 м. А. И. Старников описал медное проявление Хара-Кэм, представляющее эруптивную брекцию, пропитанную халькопиритом. Дайки диабазов со шлирами и вкрапленными рудами халькопирит-пирротинового состава наблюдаются в ядре и восточном крыле Горностахской антиклинали. Медно-никелевая шлирово-вкрапленная минерализация в позднепротерозойских диабазовых дайках известна в южной части Анабарского массива.

В юдомскую эпоху отлагались карбонатные осадки почти повсеместно на юго-востоке Якутии, обогащенные свинцом и цинком. С этим ме-

таллогеническим уровнем связаны в Якутской АССР свинцово-цинковые руды со своеобразным комплексом элементов-примесей. Месторождения Сардана, Перевальное, Уруй и проявления довольно строго приурочены к единому горизонту доломитов в верхней подсвите юдомской свиты. Мощность рудных тел достигает полутора десятков метров, свинец и цинк присутствуют в отношении 1:4—5. Свинцово-цинковая минерализация юдомского возраста отмечена в структурной скважине по р. Лене, на южном склоне Вилюйской синеклизы, на западном склоне Анабарского массива. Предполагается юдомский возраст минерализации, образовавшей интенсивные гидрохимические аномалии свинца на северном склоне Алданского щита. Базальные слои юдомской свиты, состоящие из пестроцветных песчаников, почти повсеместно в Кыллахской зоне содержат вкрапленность медных минералов. Эта свита начинается либо конгломератами с гематитовым или пиритовым цементом, либо крупнозернистыми медистыми песчаниками. Наиболее меденосным может оказаться суордахский тип разреза юдомской свиты в восточной части Кыллахской зоны, где базальные песчаники имеют повышенную мощность (150—200 м) и обособлены В. А. Ян Жин-шином в самостоятельную начерскую свиту. В верхних ее слоях встречены грубые светло-серые песчаники с довольно густой халькопиритовой вкрапленностью. Медистые песчаники образуют несколько маломощных (20—30 см) горизонтов.

Раннепалеозойская металлогеническая эпоха привела к образованию уровней медной и свинцово-цинковой, вероятно, экзогенной минерализации в осадочных кембрийско-ордовикских толщах. Вкрапленные руды сфалерит-галенитового состава отмечены в карбонатных породах от нижнего кембрия до среднего ордовика включительно на огромных площадях. Некоторые рудные горизонты известны еще с начала XVIII века. Мелкие прожилки и вкрапленность сфалерита в известняках чабурского горизонта алданского яруса встречены на Уджинском и Оленекском поднятиях. Такие же существенно цинковые, но более богатые стратиформные руды выявлены в доломитах амгинского яруса в Хараулахском хребте. В пределах Юдомо-Майского и Сетте-Дабанского складчато-глыбовых поднятий свинцово-цинковая и медная минерализация наблюдается в карбонатных породах пестроцветной свиты нижнего кембрия, в среднекембрийской чайской свите.

В пестроцветных мергелях чайской свиты помимо меди в заметных количествах отмечаются барий и марганец. В усть-майской свите наблюдался слой седиментационных конглобрекций с мелкими кристаллами и прожилками галенита. Вкрапленность пирита, галенита и сфалерита известна в нижнеордовикских терригенно-карбонатных породах восточного склона Сетте-Дабана. В Ботуобинской седловине скважиной вскрыты минерализованные кембро-ордовикские породы. Прожилки, друзы в пустотах и кристаллы галенита совместно с пиритом, кальцитом и битумами эпизодически фиксировались в керне скважины на протяжении почти 90 м. Вероятно, весь северо-восточный борт Тунгусской синеклизы может рассматриваться как перспективный на этот вид стратиформного оруденения. Обнаруженное в 1965 г. Джелидинское проявление также приурочено к пиритизированным известнякам усть-кутской свиты ордовика. Кембрийский возраст имеют давно известные проявления Синско-Титарынского участка Ленского района.

Обогащенность мезозойских сульфидных залежей ряда районов Алданской провинции медью, свинцом, цинком, а также постоянная приуроченность залежей к кембрийским и юдомским отложениям в местах непосредственного налегания их на породы архейского фундамента может рассматриваться как свидетельство повсеместной экзогенной ру-

доносности базальных слоев юдомских и кембрийских осадков. Если это так, то наибольшей первичной металлоносностью на северном склоне Алданского щита должны отличаться участки понижений в рельефе фундамента, как это имеет место в полиметаллических провинциях.

На территории юга Якутии известен ряд раннепалеозойских проявлений медистых песчаников (Пилкинское, Ньюское, Кабулахское), в которых пестроцветные горизонты усть-кутской свиты содержат 0,3—0,5-метровые слои песчаников с малахитом и халькопиритом.

У юго-западных границ Якутии, в пределах Ленского бассейна медистые песчаники разрабатывались еще в 1731 г. Здесь слои медистых песчаников размещены по всему разрезу верхнекембрийских и ордовикских отложений, локализуясь в пестроцветных песчано-глинистых породах верхнеленской, усть-кутской, криволицкой, чертовской и макаровской свит. Карбонатные усть-кутские отложения также повсеместно вмещают свинцовое оруденение.

Кремнисто-углистый черносланцевый комплекс иниканской свиты нижнего кембрия Кыллахской зоны и смежных районов обогащен целым комплексом полезных компонентов, среди которых выделяются фтор, фосфор, ванадий, молибден и медь. Тонкие просечки халькопирита можно часто наблюдать в фосфоритовых желваках, однако значительных концентраций колчеданных руд выявить пока не удастся. Произведенная Ю. К. Бурковым обработка геохимических данных для рудоносных черносланцевых пород холодниканского месторождения и иниканских выявила их геохимическую тождественность. В этой связи представляется интересным изучение металлоносности иниканской свиты в пределах конседиментационных прогибов (восточная часть Кыллахской зоны и другие участки).

Со среднепалеозойской металлогенической эпохой связано образование осадочных и вулканогенных свинцово-цинковых, медных и медно-полиметаллических руд. Пестроцветные терригенные отложения девона (артыканская свита) Орулгана содержат пласты зеленых песчаников с медным оруденением. Руды борнитовые, борнит-халькопирит-пиритовые, иногда по простиранию сменяются гематитовой минерализацией. Бывают они массивными, чаще прожилково-вкрапленными или пятнистыми. В этом районе в вышележащих известняках нижнекаменноугольной агакуканской свиты Б. Д. Мельников и Л. М. Израилев установили стратиформное свинцово-цинковое оруденение. Мощность рудного пласта 0,4 м. Рудные минералы: галенит, халькопирит, сфалерит. В Приколымском поднятии сходные по формационной принадлежности руды найдены были в 1963 г. (проявления Право-Каменское и Горное). Рудоносный пласт представлен пластом почти черных известняков среднего девона мощностью 4—4,5 м. Рудный минерал — галенит образует неравномерно рассеянные по породе зерна размером 2—3 мм. В непосредственной близости от этого участка открыто проявление Слезовка, представленное пластами доломитистых известняков арходонской свиты среднего девона мощностью 2—5 м, сильно сульфидизированных. Тонкая рассеянная вкрапленность распределена по всей мощности пластов, а жилы и прожилки тяготеют к нижней части рудной пачки.

На этом же стратиграфическом уровне у восточной границы Якутии в 1960 г. выявлено Урультинское свинцово-цинковое месторождение стратиформного типа в краевой части Омудевского поднятия (Тасканская зона). Рудные тела на месторождении залегают в доломитах и доломитистых известняках среднего девона и сложены сфалеритом, галенитом, пиритом, флюоритом и антраксолитом. Они имеют простую — пластовую форму, согласную с напластованием пород. Возможно, что многие мелкие проявления свинцово-цинковой минерали-

зации в кислых эффузивах кедонской серии также имеют девонский возраст.

Проявления самородной меди, наблюдаемые в девонских вулканических породах основного состава, в районе периклинального замыкания Сетте-Дабанского антиклинория очень мелкие и представлены прожилками и гнездами в эпидотизированных миндалекаменных диабазах. Медь в прожилках ассоциирует с эпидотом, кварцем и кальцитом. Крупные медные самородки неоднократно встречались в аллювии р. Джалкан, но в коренном залегании не обнаружены. В скарпах под интрузивной трапповой залежью девонских диабазов Г. Ф. Гурин в 1947 г. впервые отметил и разведкал небольшое медно-сульфидное месторождение Россомаха, в котором, помимо главенствующих халькопирит-борнитовых руд, присутствуют секущие их эпидотовые жилки с самородной медью.

В северной части Сетте-Дабана установлено широкое распространение вкрапленной медной минерализации также в девонских отложениях. В разрезах Джалканского эффузивно-осадочного комплекса среднего — верхнего девона установлено до трех горизонтов медного оруденения.

Первый (нижний) меденосный горизонт имеет региональное распространение и приурочен к нижней части бурхалинской свиты, сложенной базальтовыми порфиридами и туфами первого покрова. В туфогенных породах в подошве и кровле горизонта выявлена вкрапленная и прожилковая халькопиритовая минерализация. В средней части свиты в темных слабо битуминозных доломитах выделяется горизонт мощностью 4 м с флюоритовой минерализацией (прожилки и просечки).

Второй меденосный горизонт локализован в брахиоподовых известняках в кровле бурхалинской свиты. Оруденение вкрапленное существенно халькопиритовое и фиксируется в виде четковидных линз мощностью 1—3 м в пределах пачки мощностью около 40 м. С сегеняхской свитой, представленной в районе толщей базальтов с подчиненными пачками и линзами пород карбонатного состава в средней части, связана убогая медная минерализация — редкие вкрапленники халькопирита и борнита в миндалинах мандельштейновых базальтов. В доломитовой толще условно маучанской и тороговой свит в средней части выявлены кварцевые жилы с гнездами халькозина и блеклой руды.

Наиболее перспективные медепроявления приурочены к третьему горизонту. В бассейне р. Менкюле в средней части верхнедевонских отложений выделяется пачка (30 м) туфопесчаников с прослоями туфалевролитов, в которых зафиксировано три прослоя с богатым медным оруденением мощностью по 40 см, разделенных безрудными интервалами. Для нижнего характерны вкрапленные халькозиновые руды, для среднего — прожилки и вкрапленность халькозина, а на отдельных участках — сплошные халькозиновые руды с борнитом, для верхнего — вкрапленные халькопирит-халькозиновые руды.

В этом районе обнаружены проявления медной минерализации на контактах базальтов с известняками верхней свиты среднего девона. В мраморизованных, участками рассланцованных известняках содержатся мелкие до пылевидных вкрапления халькопирита, пирита, борнита. Мощности линз с подобной минерализацией достигают 12 м при протяженности в сотни метров.

В восточном борту Вилюйской синеклизы в трахибазальтах намаинской свиты известно медно-сульфидное проявление с небольшим количеством самородной меди. В. Л. Масайтис отмечает обогащенность среднепалеозойских базальтов медью, свинцом, цинком и полагает, что ряд мелких проявлений свинцовой и медной минерализации в преде-

лах Вилюйско-Мархинской и Чаро-Синской зон разломов на флангах Вилюйской синеклизы и в Предпатомском прогибе связаны со среднепалеозойским трапповым магматизмом. Представляет геологический интерес зона убогого медного оруденения в породах Лединского ультраосновного щелочного комплекса в Сетте-Дабане, выявленная в 1963 г. В. Ф. Мехоношиным.

В конце среднего палеозоя, позднем палеозое и раннем мезозое в Верхоянской миогеосинклинали происходило накопление верхоянского терригенного комплекса в условиях непрерывного геосинклинального развития. Верхоянский комплекс (вместилище многих разнообразных эндогенных месторождений, в том числе медных и свинцово-цинковых) довольно слабо изучен в отношении первичной металлоносности. Иногда обнаруживается приуроченность некоторых типов оруденения к толщам определенного состава и возраста. Геохимическое изучение разреза верхоянского комплекса, предпринятое в последние годы, показало дифференцированный характер распределения рассматриваемых компонентов в осадках различного состава и возраста. А. С. Чернобровкин на юге Западного Верхоянья установил, что пестроцветные аргиллиты и алевролиты индского яруса содержат почти на порядок больше меди, песчаники — цинка. Количество цинка в индских песчаниках в 20 раз превышает фоновое для верхоянского комплекса. Медистые песчаники в составе пестроцветной формации нижнего триаса обнаружены в Южном Верхоянье. Не исключено, что наблюдавшиеся в полях контактово-метаморфизованных пород позднепермского, позднего и раннеюрского возраста пласты скарированных известковых песчаников с густой вкрапленностью галенита, сфалерита и халькопирита были обогащены этими элементами еще на стадии седиментации.

Общей чертой литологического положения этих металллоносных пластов является приуроченность к черноцветным алевроито-глинистым горизонтам, где песчаниковые слои занимают резко подчиненное положение. Все это указывает на перспективность Верхоянья в отношении поисков стратиформных колчеданно-полиметаллических месторождений. В пределах Омuleвского поднятия своеобразный типично платформенный комплекс перемежающихся карбонатных и терригенно-вулканогенных туфокремнистых осадков с рядом стратиграфических перерывов каменноугольного и пермского возраста перспективен на поиски вулканогенно-осадочного медно-свинцового оруденения и стратиформных свинцово-цинковых руд в карбонатных породах.

Конседиментационный (начальный) магматизм проявлялся в разных частях миогеосинклинального прогиба и в разное время. Известны серии диабазовых силлов и туфы в нижнепермских отложениях Южного Верхоянья и Омuleвского поднятия, туфы, покровы базальтов и силлы в основании нижнего триаса Западного Верхоянья, вулканические базальты и андезиты и тешениты среди юрских осадков. Причастность триасового магматизма к меденосности пестроцветных осадков этого времени подтверждается наличием самородной меди в кровле эффузивной диабазовой залежи в верховье р. Бегиджан. В ассоциации с пестроцветными туфо-аргиллитами и туфо-алевролитами усть-кельтерской свиты присутствуют маломощные залежи оолитовых железных руд глинисто-гётитового состава. Таким образом, парагенетическая связь меденакпления и образования железных осадочных руд проявляется и на этом стратиграфическом уровне.

В якутской части Тунгусской синеклизы обнаружены проявления второго типа медного оруденения, связанного с раннемезозойской тектоно-магматической активизацией Сибирской платформы, относящиеся к формации магматогенных медно-никелевых руд. В рудных обособ-

лениях отмечаются пирротин, кубанит, халькопирит, пентландит. В это же время сформированы проявления самородной меди (медно-цеолитовые) в эффузивах Тунгусской синеклизы. У юго-западной границы Якутии в бассейне р. Непа известен маломощный, но протяженный пласт медьсодержащих песчаников в составе юрских терригенных отложений.

В позднемезозойскую эпоху образованы эндогенные полиметаллические и комплексные полиметаллоносные оловянные и другие месторождения Верхояно-Колымской металлогенической провинции, медно-молибденовые и комплексные месторождения и проявления Алданской и Становой провинций. Практически все виды полезных ископаемых, возникших в это время, относятся к генетическому типу гидротермальных месторождений, в той или иной мере связанных с магматическими очагами. Все изученные месторождения полиметаллов и меди представляют собой локальные образования, тяготеющие к периферии небольших гранитоидных массивов, к роговиковым полям над скрытыми массивами, к телам субвулканов и вулканическим полям, либо к участкам развития многочисленных даек различного состава. Свинцово-цинковые месторождения сульфидно-антимонитового типа располагаются за пределами ореолов контактово-метаморфизованных пород. Оловоносные полиметаллические, медно-вольфрамовые, олово-медно-вольфрамовые и олово-сульфидные месторождения повсеместно тяготеют к ореолам контактовых роговиков, к субвулканическим массивам, реже — к эпикальным частям небольших гранитоидных массивов. Медно-молибденовые проявления у восточной границы Якутии в пределах Анюйско-Омолонского блока размещаются в телах гранодиорит-порфиров, интрузирующих андезит-базальтовую толщу мелового возраста. Сходные медно-молибденовые проявления, обнаруженные в Становой провинции, тяготеют к экзоконтактам интрузивных тел мезозойских гранодиорит- и гранит-порфиров, располагаясь в архейских метаморфических породах. На Алданском щите медно-молибденовые проявления и сульфидные комплексные месторождения обычно ассоциируют с вулканогенно-субвулканическими и интрузивными комплексами мезозойских субщелочных и щелочных пород. При этом медно-молибденовая минерализация локализуется главным образом в разнообразных архейских породах, в то время как сульфидная — преимущественно в карбонатных комплексах верхнего протерозоя и кембрия и реже в подстилающих породах фундамента.

Поскольку в Верхоянье и в смежных районах магматические очаги, конкретные интрузивные тела и дайковые свиты, как правило, тяготеют к зонам глубинных разломов, рудные месторождения, проявления рассматриваемых типов оруденения располагаются исключительно в этих зонах. Четковидный прерывисто-узловой характер размещения локальных рудно-магматических комплексов объясняется их преимущественной локализацией в местах пересечений глубинных разломов ортогональных и диагональных систем.

Значительные концентрации свинца и цинка связаны с полиметаллическими и олово-полиметаллическими месторождениями. Возрастные соотношения олово-сульфидного и полиметаллического типов оруденения бывают различными. В пределах свинцово-цинковых месторождений типа Верхне-Менкеченского мелкие рудные жилки оловоносных мрамитово-пирротиновых полиметаллов, генетически связанные с мелкими штоками гранитоидов на флангах месторождения, оказываются более поздними образованиями по отношению к главному типу оруденения. В то же время свинцово-цинковая ассоциация, образующая внешнюю зону жил и прожилков, вокруг касситерит-сульфидных месторож-

дений часто оказывается секущей, наложенной по отношению к более высокотемпературному оловянно-медному оруденению.

Субэаральный вулканизм среднего состава ранне- и позднемелового возраста сопровождался интенсивной пиритизацией андезитов и туфов. В пиритизированных породах фиксируется бедная вкрапленная медно-сульфидная минерализация.

ТИПЫ МЕДНОГО И СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Данные о вещественном составе и морфологии рудных тел, структурно-вещественная характеристика комплексов вмещающих горных пород, а также сведения о взаимоотношениях рудных магматических и осадочных образований позволяют выделить шесть главных типов медных и свинцово-цинковых месторождений.

Группа эндогенных месторождений включает: 1) магматические медно-никелевые месторождения; 2) жильные и штокверковые месторождения меди и полиметаллов и комплексные месторождения с медью, свинцом и цинком в силикатных породах; 3) жильные и штокверковые свинцово-цинковые месторождения в карбонатных породах.

Группа стратиформных месторождений включает: 1) стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных породах; 2) стратиформные колчеданно-полиметаллические месторождения в силикатных породах; 3) стратиформные медные месторождения в силикатных породах.

В состав некоторых из перечисленных структурно-вещественных типов входят месторождения и проявления той или иной формационной принадлежности и различных минеральных типов.

Для каждого из типов оруденения, помимо общих, существуют свои специфические закономерности размещения.

Магматические медно-никелевые месторождения, связанные с дифференцированными габбро-долеритовыми интрузиями, весьма характерны для западной и северо-западной частей Сибирской платформы, представляющих собой область развития траппового магматизма. В пределах Якутии располагается восточная часть Тунгусской провинции, где широко распространены трапповые интрузии раннемезозойского возраста, в части которых установлено вкрапленное медно-никелевое оруденение. Протерозойские базитовые дайки кенгендинского комплекса с вкрапленным и шлировым медно-никелевым оруденением выявлены в южной части Анабарского массива. Существует возможность обнаружения подобных месторождений на северном склоне массива и в Уринском антиклинории. В Сетте-Дабане медная минерализация обнаружена в диабазах верхнепротерозойского силла в бассейне р. Аллах-Юнь, в диабазовых дайках на р. Белой, в породах девонских силлов, по р. Россомаха. Никель в этих проявлениях не определялся.

Жильные и штокверковые месторождения меди и полиметаллов и комплексных с медью, свинцом и цинком руд в силикатных породах образуют самую многочисленную группу. Сюда входят свинцово-цинковые месторождения Верхояно-Колымской провинции и жильные гидротермальные комплексные олово-сульфидные, медно-вольфрамовые и другие месторождения этой же провинции, медно-молибденовые проявления Алданской и Становой провинций и мелкие проявления меди и полиметаллов в других районах. Устойчивые минеральные ассоциации, зональность и стадийность оруденения, морфология рудных тел, отношение к магматическим породам и другие критерии дают возможность дифференцировать эту обширную группу месторождений по формационному принципу. При этом выделяются формации самородной меди

или медно-цеолитовая, медно-молибденовая или медно-порфи́ровая, медно-вольфрамовая (шеелит-халькопирит-скарновая), собственно галенит-сфалеритовая, касситерит-сульфидная, барит-полиметаллическая и сурьмяно-полиметаллическая с ртутью. Сравнительная характеристика перечисленных формаций приведена в табл. 14. Она показывает большое сходство составов всех формаций, что является следствием и свидетельством сходства условий и источников рассмотренных типов оруденения Якутии. Собственно полиметаллические формации являются крайними членами ряда золоторудных и оловорудных формаций. Переходными к полиметаллическим членам этих рядов являются комплексы и касситерит-сульфидные месторождения.

Наибольшее число полиметаллических проявлений и месторождений жильного и штокеркового типов сосредоточено в пределах Яно-Полоусной, Западно-Верхоянской, Яно-Адычанской, Южно-Верхоянской, Кыллахской, Алданской и Становой металлогенических зон.

Формация самородной меди распространена в северной части Сетте-Дабана и пока имеет лишь минералогический интерес. Проявления самородной меди на речках Джалкан и Ольчан приурочены к пластам диабазовых вулканических покровов средне-позднедевонского возраста. В аллювиальных отложениях найдены самородки меди массой до 15 кг. Подобные проявления обнаружены также в триасовых покровах диабазов Орулгана. Известны они и в ряде смежных областей. Перспективна для поисков этого типа оруденения восточная часть Тунгусской синеклизы с широко развитым трапповым вулканизмом. В этом районе траппы часто сильно изменены в результате постмагматической гидротермальной деятельности.

Медно-молибденовая формация (медно-порфи́ровая) относится к наиболее перспективным. Проявления меди с примесью молибдена и висмута распространены в пределах Анюйско-Олойского блока к северу от Омолонского массива. Для этих проявлений характерными морфологическими типами являются штокерки, минерализованные зоны дробления с прожилково-вкрапленным оруденением. Подобные проявления могут быть встречены в якутской части Анюй-Олойского блока в полях вулканических пород с малыми субвулканическими интрузиями. Можно ожидать их открытие и в Куйдусунской впадине, на Алазейском поднятии, Уяндино-Ясачнинском вулканогенном поясе и др.

Одним из основных районов развития медно-молибденовой минерализации являются Алданская и Становая провинции, где зоны бедного прожилково-вкрапленного оруденения ассоциируют с субвулканическими телами гранит- и гранодиорит-порфиров (Становая провинция), с субщелочными вулканоплутоническими комплексами. Оруденение локализуется в архейских породах, в зонах катаклаза, зонах кремне-щелочного метасоматоза, скарнирования и пропилитизации. Рудные минералы (галенит, халькопирит, молибденит) образуют в зонах густую тонкую вкрапленность, крупнопорфировые гнездовые и прожилковые обособления. Мощности зон вкрапленной сульфидной минерализации достигают десятков, а протяженность — сотен метров. Наиболее перспективна Томмот-Эльконская зона развития щелочных мезозойских интрузий. В ее пределах выявлены многие геохимические аномалии свинца, цинка, меди, молибдена и благородных металлов. Изученность объектов медно-молибденовой минерализации слабая.

Медно-вольфрамовая формация (шеелит-халькопирит-скарновая или формация вольфрамоносных скарнов) является важным типом комплексных руд со значительными содержаниями вольфрама (в основном шеелит) и меди. Месторождения формации предположитель-

но могут рассматриваться как стратиформные, так как оруденение локализуется в пластах скарнированных известняков среди алевролит-глинистой толщи пород и практически не выходит за пределы этих пластов. Единственное месторождение этого типа описано в очерке «Олово и вольфрам». Медное оруденение месторождения связано с сульфидной минеральной ассоциацией, для которой характерны халькопирит, пирротин, сфалерит, станнин, висмутин, самородный висмут и др.

Касситерит-сульфидная или касситерит-силикатно-сульфидная формация является одним из важнейших эндогенных образований Восточной Якутии в отношении олова, а также и рассматриваемой триады. Выделяются группы месторождений, в которых вторым ведущим компонентом руд является медь; группа месторождений с большим количеством сульфидов цинка и, наконец, группа месторождений с высокими содержаниями свинца и цинка, что отражено в выделении минеральных типов формации: халькопиритового, сфалеритового и галенит-сфалеритового (см. табл. 14).

Халькопиритовый тип формации зафиксирован в Западно-Верхоянском и Полоусненском районах. Характерной чертой типа является повышенное содержание минералов вольфрама (вольфрамит и шеелит).

Сфалеритовый тип касситерит-сульфидной формации, характеризуемый резким преобладанием цинка над двумя другими элементами рассматриваемой триады, представлен месторождениями Яно-Борулахской зоны. В рудах Улахан-Эгеляхского месторождения сфалерит относится к группе главных минералов и выделяется в составе сульфидно-карбонатной минеральной ассоциации. Данный тип отличается от халькопиритового меньшими содержаниями вольфрамовых минералов, турмалина, станнина, сульфосолей олова и большими — хлорита.

Галенит-сфалеритовый минеральный тип формации наиболее характерен для центральной части Южно-Верхоянского синклиория, где он ассоциирует с субвулканическими и вулкано-плутоническими комплексами меридионального Юдомского пояса. Проявления и месторождения типа известны в периферийных частях поперечных рудо-магматических рядов Адычанского брахиантиклинория, а также в краевых частях отдельных оловорудных узлов Восточной Якутии. В Южном Верхоянье подобные рудные объекты расположены в Верхне-Аллахском и Верхне-Эмкырчанском субвулканах с преобладанием пород кислого состава, либо ассоциируют с их «апофизами» в осадочных толщах. Для этих месторождений характерна приуроченность к местам пересечения зон глубинных разломов и локализация в сериях разрывов двух, реже трех простираний. Руды сложены галенитом, марматитом и пирротинном при близких или равных содержаниях первых двух. Широко развиты сульфосоли свинца. Типоморфным минералом руд является тиллит, обычно замещенный псевдоморфным агрегатом галенита и касситерита. Вольфрамит в парагенезисе с ранним касситеритом и кварцем наблюдается в малых количествах. Из околорудных изменений вмещающих пород ведущую роль играет серицитизация, ей подчинены хлоритизация и карбонатизация.

Галенит-сфалеритовая формация, как указано выше, непрерывными переходами связана с минеральными типами касситерит-сульфидной формации, что доказывает их принадлежность к единому в вещественном и генетическом отношении ряду формаций.

Представителями галенит-мартит-пирротинового типа галенит-сфалеритовой формации могут быть мелкие месторождения Дыбинского узла и др. Рудные тела этого типа, как и предыдущих трех минеральных типов касситерит-сульфидной формации (что также подчеркивает их общность), представлены сложными ветвящимися жилами, реже

Главные типы медных, свинцово-цинковых
и полиметаллических месторождений Якутии

Рудная формация	Минеральный тип	Минеральный состав: 1 — главные, 2 — второстепенные, 3 — примеси, 4 — редкие минералы	Морфология рудных тел	Вмещающие породы	Типичные гидротермальные изменения
Медно-никелевая		1. Пирротин, халькопирит, пентландит, кубанит, магнетит. 2. Пирит, бравоит, валлерит, сфалерит, виолорит, ильменит	Горизонты вкрапленного и шлирового оруденения	Такситовые габбро-долериты, монтичеллит-пироксеновые мраморы в подошве интрузии	
Самородной меди		1. Пренит, пумпеллит. 2. Медь, эпидот, кальцит, ломонтит, доломит, хлорит, серицит. 3. Адуляр, хризоколла, битум	Серии прожилков, гнезда, вкрапленность	Миндалекаменные диабазы, туфы	1. Эпидотизация, окварцевание. 2. Хлоритизация, пренитизация, пумпеллитизация и т. д.
Медно-молибденовая		1. Пирит, халькопирит, борнит. 2. Халькозин, молибденит, галенит, сфалерит	Штокверковые зоны, жилы	Гранодиориты, гранит-порфиры, эффузивы, кислые дайки	Серицитизация, окварцевание, карбонатизация
Медно-вольфрамовая (шеелит-халькопиритовая скарновая)		1. Кварц, пирротин, пироксен, кальцит. 2. Халькопирит, шеелит, гранат, клинодоундидий, актинолит, биотит, хлорит, плагиоклаз. 3. Пирит, висмутин, сфалерит, висмут, тетрадимит, станнит, арсенопирит, блеклые руды, антимонит, джемсонит, вольфрамит, везувиан, пренит, циркон, сфен, флюорит, касситерит, сидерит, магнетит, ильменит	Пологая пластовая залежь, согласная с вмещающими породами	Скарнированные известняки, скарны среди ороговикованных алевролитов и аргиллитов	Скарнирование, хлоритизация
Касситерит-сульфидная	Халькопиритовый	1. Кварц, турмалин, пирротин. 2. Халькопирит, пирит, касситерит, вольфрамит, сидероплезит, серицит, хлорит, станнин. 3. Сфалерит, рутил,	Сложные жилы, минерализованные зоны, штокверковые зоны	Аргиллиты, алевролиты, песчаники ороговикованные	Турмалинизация, хлоритизация, серицитизация

То же	Сфалеритовый арсенопиритово-пирротиновый	галенит, висмут, блеклая руда, рутил, апатит. 4. Шеелит, висмутин, галеновисмутит, антимонит, пираргирит, буланжерит 1. Пирротин, пирит, сфалерит, кварц. 2. Арсенопирит, халькопирит, галенит, турмалин, хлорит, параанкерит, олигонит, касситерит. 3. Станнин, магнетит, рутил. 4. Кубанит, валлериит, халькопирротин, блеклая руда, пираргирит, циркон, графит, висмут	Минерализованные зоны дробления, сложные жильные тела	Аргиллиты, песчаники, диоритовые порфиры	Турмалинизация, хлоритизация, серицитизация
" "	Галенит-сфалеритовый	1. Галенит, марматит, пирротин, пирит, кварц, кальцит. 2. Арсенопирит, олигонит, родохрозит, доломит, хлорит. 3. Халькопирит, станнин, касситерит, флюорит, сидерит. 4. Тетраздрит, пираргирит, вольфрамит, шеелит, тиллит, джемсонит, диафорит, магнетит, анатаз	Сложные ветвистые жилы, минерализованные зоны дробления, пояса вкрапленных руд	Липариты, дациты, гранит-гранодиорит-порфиры, песчаники, алевролиты	Серицитизация, хлоритизация, карбонатизация
Галенит-сфалеритовая	Галенит-марматит-пирротиновый	1. Марматит, пирротин, пирит, кварц. 2. Галенит, арсенопирит. 3. Халькопирит, станнин, валлериит, марказит, касситерит, кальцит, анкерит, серицит. 4. Висмут, висмутин	Сложные ветвящиеся жилы, минерализованные зоны	Песчаники, алевролиты, роговики	Серицитизация, пиритизация, окварцевание, карбонатизация
Галенит-сфалеритовая	Скарноидный	1. Кварц, диопсид, геденбергит, амфиболы, эпидот, клиноцоизит. 2. Галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, арсенопирит, родонит, родохрозит, кальцит, альбит, пренит. 3. Актинолит, хлорит, пирит, магнетит, касситерит. 4. Апатит, циркон	Пластовые метасоматические тела	Скарнированные железисто-известковистые песчаники среди ороговикованных углистых аргиллитов, алевролитов	Скарнирование, эпидотизация, хлоритизация

Рудная формация	Минеральный тип	Минеральный состав: 1 — главные, 2 — второстепенные, 3 — примеси, 4 — редкие минералы	Морфология рудных тел	Вещающие породы	Типичные гидротермальные изменения
Галенит-сфалеритовая	Тетраэдрит-галенит-сфалеритовый	1. Сфалерит, галенит, пирит, манганосидерит, кварц. 2. Арсенопирит, тетраэдрит, анкерит. 3. Халькопирит, пирит, пирротин, бурнонит, буланжерит, джемсонит, халькопирротин, валлериит, кальцит, хлорит, графит	Межпластовые седущие жилы	Песчаники, алевролиты	Серицитизация, хлоритизация
То же	Галенит-сульфоантимонитовый	1. Сфалерит, галенит, кварц, олигонит, манганосидерит. 2. Пирит, диафорит, мангананкерит, родохрозит. 3. Пираргирит, тетраэдрит, халькопирит, касситерит, арсенопирит, кальцит, хлорит, серицит, графит. 4. Пирротин, марказит, фрейбергит, джемсонит, полибазит, акантит, стефанит, алабандин, канфильдит, штроймерит, бурнонит, станнин, франкеит, апатит, касситерит, магнетит, рутил, анатаз	Сложные жильные зоны в тектонических нарушениях, минерализованные зоны дробления	Алевролиты, аргиллиты	Окварцевание, пиритизация, редко арсенопиритизация, серицитизация, карбонатизация
Барит-полиметаллическая		1. Галенит, сфалерит, халькопирит, борнит, пирит, барит, кварц. 2. Тетраэдрит, борнит	Субпараллельные и линзовидные залежи, согласные с вещающими породами	Глинистые сланцы, туфопесчаники, туффиты, липариты	Пиритизация, окварцевание, серицитизация, хлоритизация, аргиллитизация, баритизация
Золото-сульфидная	Галенит-сфалеритовый	1. Галенит, сфалерит, пирит, кварц. 2. Карбонаты, пирротин, халькопирит. 3. Блеклая руда, пираргирит, штернбергит, халькозин, магнетит	Тела выполнения — жилы и метасоматического замещения	Песчаники, аргиллиты	Пиритизация, серицитизация, карбонатизация, окварцевание

То же	<p>Полисульфидный</p> <p>1. Халькопирит, пирит, гематит, кварц, анкерит, кальцит. 2. Галенит, пирротин, сфалерит, сидерит, хлорит, серицит, мушкетовит, борит. 3. Висмут, галеновисмутин, сульванит, шеелит, тетраэдрит, фрейбергит, фаматинит, буланжерит, калаверит, шеелит, кобальтин, молибденит</p> <p>1. Галенит, сфалерит, антимонит, кварц, сидерит. 2. Буланжерит, бурнонит, джемсонит, пирит, арсенопирит. 3. Станнин, халькопирит, блеклая руда, киноварь, касситерит, шеелит, висмут</p>	Горизонтальные метасоматические залежи, крутопадающие жилы и зоны, участки рассеянной вкрапленности	Доломиты, оолитовые известняки, глинистые доломиты, граниты, сиенит-порфиры	Пиритизация, анкеритизация, кальцитизация
Сурьмяно-полиметаллическая с рутью	Сложные жильные тела. Минерализованная зона дробления	Алевролиты, прослой песчаников	Пиритизация, аргеритизация, серицитизация, пиритизация, карбонатизация	

минерализованными зонами дробления. Размещаются рудные тела в терригенных породах верхоянского комплекса в периферийных частях роговиковых полей.

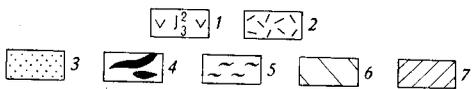
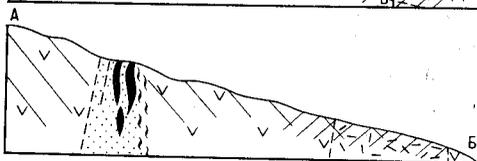
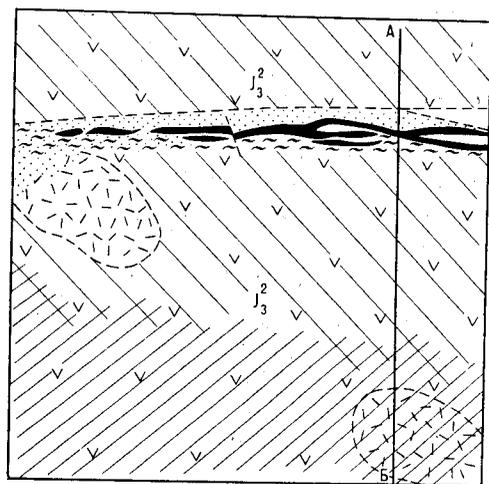
Проявления вкрапленных полиметаллов в скаринованных пластах известковистых песчаников среди алевролитоглинистых контактово-минерализованных пород известны в Южном Верхоянье. Содержания сульфидов достигают 10—15%. Полиметаллическая минерализация ассоциирует со сложным парагенезисом силикатных минералов контактово-инфильтрационного генезиса. Среди последних установлены диопсид, эпидот, клиноцоизит, актинолит, хлорит, альбит и пренит. Рудные минералы представлены пирротином, халькопиритом, блеклыми рудами и др., чаще преобладают первые два.

Полиметаллическое существенно сфалеритовое оруденение в сидерофиллитовых метасоматитах впервые отмечено В. И. Тычинским. Оруденение приурочено к экзоконтактам Эмкырчанского массива, полю биотитовых роговиков. В роговиках выявлены жилы и линзы руд, сложенных сидерофиллитом, гранатом (альмандином), цинковой шпинелью, кварцем, флюоритом и сфалеритом, пирротином, халькопиритом и, реже, галенитом. Сфалерит наблюдается в виде мельчайших зерен в зонах роста граната и биотитовом агрегате. Вблизи жил сидерофиллитового состава наблюдается метасоматическое замещение пород биотитом, гранатом, реже — игольчатый андалузитом. В рудах содержится цинк, меньше свинца.

Свинцово-цинковые месторождения галенит-сфалеритовой формации известны в Южном и Западном Верхоянье. В месторождениях этого типа почти не проявлена вертикальная зональность. Минерализованные зоны дробления с этим типом минерализации имеют большую протяженность и вертикальный размах оруденения на многие сотни метров. Оруденение формировалось позднее даек основного и среднего

состава, руды, в свою очередь, рассекаются дайками основного и кислого состава.

Л. Н. Индолев и Г. Г. Невойса [1974] условно выделяют два этапа становления полиметаллического оруденения. В течение первого образовались месторождения тетраэдрит-галенит-сфалеритового типа (Чочимбал, Раннее и др.) Месторождения галенит-сульфоантимонитового типа (Верхне-Менкеченское, Алтайское, Безымянное, Мангазейское и др.) рассматриваются как образования позднего этапа.



Значительные количества полиметаллов устанавливаются в рудах месторождений золото-сульфидной формации Якутии. Содержания меди в отдельных пробах иногда достигают десятков процентов. В этих рудах содержится свинец и цинк (см. табл. 14). Такие месторождения могут быть выделены в меденосный колчеданный тип.

Барит - полиметаллическая формация установлена в пределах Уяндино-Ясачинского вулканогенного пояса.

Наиболее изученное Ходойдохское месторождение

Рис. 22. Схематическая геологическая карта Ходойдохского месторождения.

1 — верхнеюрские осадочно-вулканогенные породы; 2 — субвулканические тела липаритов; 3 — кварц-серцитовые окололожильные изменения; 4 — рудные тела; 5 — зоны разрывных нарушений; 6 — карбонат-хлоритовые изменения; 7 — кварц-хлорит-альбитовые изменения

(рис. 22, 23) барит-полиметаллической формации находится в зоне крупных разрывных нарушений северо-западного простирания, осложняющих юго-западное обрамление Колымского срединного массива. Оно выявлено среди осадочно-вулканогенных образований позднеюрского возраста. Рудные тела локализованы в нижней части разреза верхнекемериджских и нижневолжских отложений, представленных чередующимися песчано-глинистыми сланцами с липаритами, туфолипаритами, туфопесчаниками и туфами. В районе месторождения осадочно-вулканогенные отложения смяты в асимметричную шириной более 1 км синклиналию складку.

Рудное тело приурочено к зоне межпластового разрывного нарушения, которая в виде обохренного пласта туфолипаритов хорошо прослеживается на местности. Рудное тело залегает согласно с вмещающими породами и имеет линзообразную форму. Основными рудными минералами являются сфалерит, галенит, халькопирит, пирит и барит. В зависимости от их количественных соотношений выделяются следующие типы руд: халькопирит-галенит-сфалеритовый и пирит-халькопиритовый.

Халькопирит-галенит-сфалеритовые руды преимущественно массивные, реже полосчатые и приурочены к висячему и лежащему бокам,

а также к обоим флангам рудного тела. Эти руды являются наиболее богатыми. Пирит-халькопирит-галенит-сфалеритовые руды характеризуются четко выраженной линейно-полосчатой текстурой и слагают центральные части рудного тела. Пирит-халькопиритовые руды образуют лишь линзы со слабо выраженной полосчатой текстурой за счет нечетко выраженных полос галенита и сфалерита. Мощности линз составляют 1—3 м. Рудное тело сопровождается висячем и лежащем боках бедным вкрапленным оруденением вмещающих пород, ширина их не превышает 3 м. Доминирующим минералом здесь является пирит. Помимо Ходойдохского месторождения в рассматриваемом районе выявлены и другие близкие в формационном отношении проявления. Они представлены оруденелыми зонами и залежами в девонских карбонатных отложениях и среднеюрских терригенно-карбонатных породах в зоне экзоконтакта массива гранитоидов.

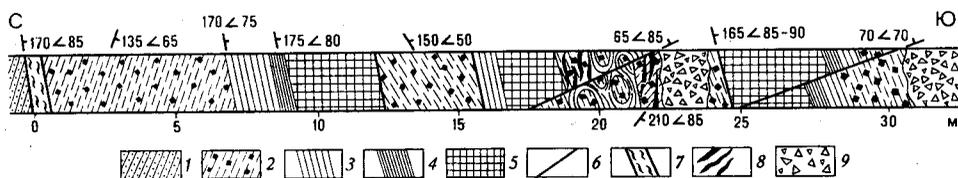


Рис. 23. Строение восточной части рудной зоны Ходойдохского месторождения.

1 — сланцы; 2 — пиритизированные метасоматиты; 3 — слабо полосчатые барит-полиметаллические руды; 4 — резко полосчатые барит-полиметаллические руды; 5 — существенно пиритовые руды; 6 — зоны разрывных нарушений; 7 — зонки тектонической глинки; 8 — кварц-карбонатные прожилки с бедной вкрапленностью сульфидов; 9 — делювиальные свалы

Слабая изученность района, комплексный характер колчеданных руд и структурно-морфологический тип рудных тел позволяют высоко оценивать перспективы данного типа эндогенного оруденения на обнаружение скоплений полиметаллических руд.

Сурьмяно-полиметаллическая с ртутью формация не образует на территории Восточной Якутии значительных рудных объектов и представлена в Западном Верхоянье или обособленными проявлениями (Озерное), или развивается на флангах ртутных и сурьмяно-ртутных месторождений. В рудах формации галенит и сфалерит являются главными минералами, но выделялись они раньше киновари и антимонита.

Жильные и штокерковые месторождения свинца и цинка, реже меди в карбонатных породах являются перспективным типом, однако пока их роль в общем балансе полиметаллических месторождений Якутии незначительна. Небольшие жильные проявления катагенетической природы сопровождают стратиформное оруденение юдомского уровня, фиксируются они в Алданской провинции и в краевых частях Вилюйской и Тунгусской провинций, где отмечены жилки галенита в обогащенных свинцом карбонатных породах нижнего ордовика. Есть основания предполагать, что источником металлов в жилах являются сами осадочные породы.

Своеобразное барит-полиметаллическое оруденение жильного типа установлено в доломитах трехгорной свиты верхнего протерозоя в бассейне р. Белая. Здесь короткие жилы кристаллического барита и кварца содержат густую вкрапленность и гнезда галенита, клейофана и халькопирита, ассоциирующие с карстогенными жилами пиритсодержащих песчаников непосредственно ниже контакта несогласно залегающей на доломитах песчаниковой толщи талынской (эннинской) свиты. Близкоповерхностный характер полиметаллического оруденения, подтверж-

даемый ассоциацией барита и безжелезистого сфалерита, приуроченность к участку окарствования позволяют относить данное проявление к позднепротерозойским гидротермальным (?) образованиям. Отмечаются также кварц-карбонатные жилы, рассеченные жилами песчаникового состава.

Перспективными площадями для поисков жильно-метасоматического регенерированного оруденения в карбонатных толщах являются районы широкого распространения протерозойских и палеозойских карбонатных отложений и прорывающих их гранитов. Наибольший интерес представляют районы обрамления Колымского срединного массива, где установлено широкое распространение свинцово-цинкового оруденения стратиформного типа.

Стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных породах относятся к группе галенит-сфалеритовых формаций. Оруденение сходного состава широко распространено в карбонатных отложениях верхнего кембрия и ордовика Сибирской платформы, в доломитах и известняках среднего девона Приколымского поднятия, в нижнекаменноугольных известняках западной части Орулганского антиклинария и др.

Характерными чертами данного типа оруденения являются приуроченность его к краевым частям платформы или окраинным частям Колымского срединного массива, согласное, иногда многоярусное расположение залежей среди вмещающих осадочных пород платформенного чехла, строгая приуроченность к определенным литологическим горизонтам, как правило, доломитового состава, которые прослеживаются на огромных площадях. Так, например, свинцово-цинковое оруденение в верхнеюдомских отложениях характерно для Кыллахского поднятия, подобное оруденение отмечено также на западном склоне Анабарского массива и в керне скважины на южном борту Вилюйской синеклизы. Столь же велика распространенность верхнепротерозойских, кембрийских, ордовикских и девонских уровней. В последние годы руды этого типа встречены в составе димской (омахтинской) и светлинской (верхи эннинской) свит верхнего протерозоя.

Руды этого типа имеют повсеместно простой галенит-сфалеритовый, существенно галенитовый или существенно сфалеритовый состав, в зависимости от палеотектонической и палеогеографической обстановок седиментации рудовмещающих толщ. Так, существенно сфалеритовые руды Сахаринской впадины Кыллахской зоны по мере удаления от нее обогащаются галенитом, и в пределах соседствующих палеоподнятий руды имеют в основном галенитовый состав. Стратиформные руды распределены в разных структурно-формационных зонах Якутии, находятся в разной степени эпигенетического преобразования. Рудonosные известняки в кембрии и ордовике Сибирской платформы изменены не более чем до стадии катагенеза и поэтому повсеместно представлены бедными однообразными вкрапленными, реже прожилково-вкрапленными типами. В пределах месторождений с богатыми рудами, как правило, в большей степени проявлены эпигенетические процессы, затушевывающие их первичные структурно-текстурные и морфологические особенности.

Металлоносные толщи трансформированы в значительной степени. Рудная вкрапленность играет незначительную роль, а основной объем металлов заключен в согласных пластовых и линзовидных залежах массивных руд, метасоматически развивающихся по эпигенетическому доломиту. Структуры руд крупнокристаллические, текстуры разнообразные, характерные и для секущих гидротермальных месторождений. Собранные материалы по месторождениям Сардана, Уруй

свидетельствуют о длительной и сложной истории формирования рудных концентраций, охватившей периоды раннего, возможно, седиментогенного накопления металлов и периоды их интенсивного постседиментационного преобразования. Последние и привели к образованию промышленных руд за счет первично рассеянного бедного оруденения. Но при этом оруденение не выходит за пределы маломощной пачки верхнеюдомской подсвиты. Для таких месторождений характерен своеобразный набор элементов-примесей. Следует обратить внимание на возможность обнаружения ртутно-полиметаллического и чисто ртутного оруденения, сопутствующего полиметаллическому.

Свинцово-цинковое оруденение в силикатных породах представлено проявлениями, локализованными в существенно черносланцевой верхнемускельской подсвите на западном и восточном крыльях Горностахской антиклинали. По данным А. И. Горбунова, В. Ф. Мехоношина и др., в разрезе верхнемускельской подсвиты имеется три рудоносных горизонта. В нижнем совмещена медная и свинцово-цинковая минерализация, в среднем и верхнем — преобладают галенит и сфалерит с подчиненным количеством халькопирита и пирита, заключенных в пластах доломитистых песчаников и песчаных доломитов. Отмечается удивительная выдержанность стратиграфического положения рудоносных горизонтов, постоянство литологического состава независимо от тектонического положения, характера геологического строения района и интенсивности проявления магматизма. Это позволяет считать оруденение типично стратиформным. В формационном отношении оно близко к вулканогенно-осадочным месторождениям Енисейского края.

Интересна находка вкрапленного сфалеритового оруденения в просях доломитистых песчаников кандыкской свиты. Э. И. Кутырев полагает, что аналогичное оруденение может быть обнаружено в толще пород верхоянского терригенного комплекса. Это положение хорошо согласуется с широким развитием черносланцевых толщ разного возраста на территории Якутии, приуроченности к ним повышенных содержаний меди, свинца, цинка в определенных литолого-стратиграфических горизонтах и т. д. А. В. Амузинский отмечал широкое распространение в Западном Верхоянье пластов скарнированных известковых песчаников с вкрапленным свинцово-цинковым и медным оруденением.

В последние годы стратиформное медное и свинцово-цинковое оруденение выявлено в вулканогенно-терригенных нижнеюрских отложениях Тарынского субвулкана.

Стратиформное медное оруденение в силикатных породах представлено проявлениями формаций медистых песчаников и медистых сланцев, формаций метаморфизованных меденосных железных руд. В известной мере «стратиформными» являются также и вулканогенные месторождения медно-цеолитовой формации и метасоматические залежи медно-вольфрамовых и медноколчеданных руд, рассмотренных выше.

Формации медистых песчаников и сланцев ассоциируют с терригенными обычно пестроцветными толщами угуйского комплекса раннепротерозойского, учуро-майского позднепротерозойского, юдомского, раннепалеозойского, среднепалеозойского и раннемезозойского возраста.

Вблизи Кодаро-Удоканского прогиба возможно обнаружение месторождений медистых песчаников в пределах ряда впадин, где уже зафиксированы проявления меди в песчаниках станнахской и кебектинской свит среднего протерозоя. Меденосна также толща димской свиты верхнего протерозоя. Медная минерализация представлена вкрапленностью халькопирита в ярко-зеленых мелко- и среднезернистых песча-

никах. Медистые песчаники юдомской свиты Кыллахской зоны в кембрийских, ордовикских, среднедевонских и нижнетриасовых отложениях парагенетически связаны с пестроцветными формациями терригенных осадков. Наиболее интересные проявления этого типа обнаружены в отложениях талынской, димской, мускельской, лахандинской и усть-кирбинской свит верхнего протерозоя Кыллахской зоны. Все уровни медного оруденения приурочены к определенным стратиграфическим горизонтам и прослеживаются на большие расстояния. Медная минерализация представлена вкрапленностью халькозина и халькопирита, приурочена к пластам зеленых кремнистых и известковистых аргиллитов и мергелей. При этом медные минералы тяготеют в пределах пластов к более грубозернистым породам.

В настоящее время месторождения меди, свинца и цинка известны в отдельных районах Верхояно-Колымской металлогенической провинции. В пределах этой провинции выделяются стратиформные месторождения Кыллахской зоны и жильные месторождения Южно-Верхоянской зоны, меньшее значение имеют гидротермальные месторождения Западного Верхоянья, Полоусненского и Яно-Адычанского районов.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН И РАЙОНОВ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Кыллахская зона

Эта металлогеническая зона расположена в юго-восточной части Сибирской платформы и охватывает дислоцированную восточную зону Алдано-Майского перикратонного опускания или Юдомо-Майского складчато-глыбового поднятия [Тектоническое строение..., 1964]. С востока с зоной соседствует Сетте-Дабанское складчато-глыбовое поднятие. В пределах зоны известны свинцово-цинковые месторождения Якутии. Медное оруденение зоны изучено еще недостаточно.

Кыллахская металлогеническая зона вытянута в меридиональном направлении более чем на 1000 км при ширине от 40 до 120 км. В пределах Кыллахской зоны развиты терригенно-карбонатные отложения позднепротерозойского и раннепалеозойского возраста, частично перекрытые в южной и юго-западной частях толщами нижнепермских алевритовых и нижнеюрских песчаниковых отложений. Наиболее древние верхнепротерозойские (рифейские) отложения учурской серии приурочены к ядерным частям крупной антиклинали.

Специализация Кыллахской зоны на стратиформное свинцово-цинковое и медное оруденение проявляется весьма отчетливо, хотя изучение его находится в начальной стадии.

В зоне выделяются следующие основные типы медного и свинцово-цинкового оруденения: доминирующий тип — стратиформные свинцово-цинковые руды в карбонатных породах; второстепенные типы — стратиформные свинцово-цинковые руды в терригенных породах и (стратиформные) медные руды в терригенных породах, представленные медистыми песчаниками и медистыми сланцами; (стратиформные) медные проявления в карбонатных породах, а также свинцово-цинковые жильные проявления в терригенных, карбонатных породах и карбонатитах, вкрапленное и шлировое медное оруденение в силлах и дайках диабазов и габбро-диабазов.

К стратиформным свинцово-цинковым месторождениям в карбонатных породах относятся месторождения Кыллахской зоны.

Главным продуктивным горизонтом является верхняя подсвита юдомской свиты.

Верхнеюдомский полиметаллический продуктивный горизонт выходит на дневную поверхность в крыльях складчатых структур на огромной площади. Общая протяженность выходов металлоносной юдомской свиты на дневную поверхность составляет около 1300 км. Наиболее перспективны участки с карбонатным составом юдомской свиты по сравнению с участками, где она имеет терригенно-карбонатный состав.

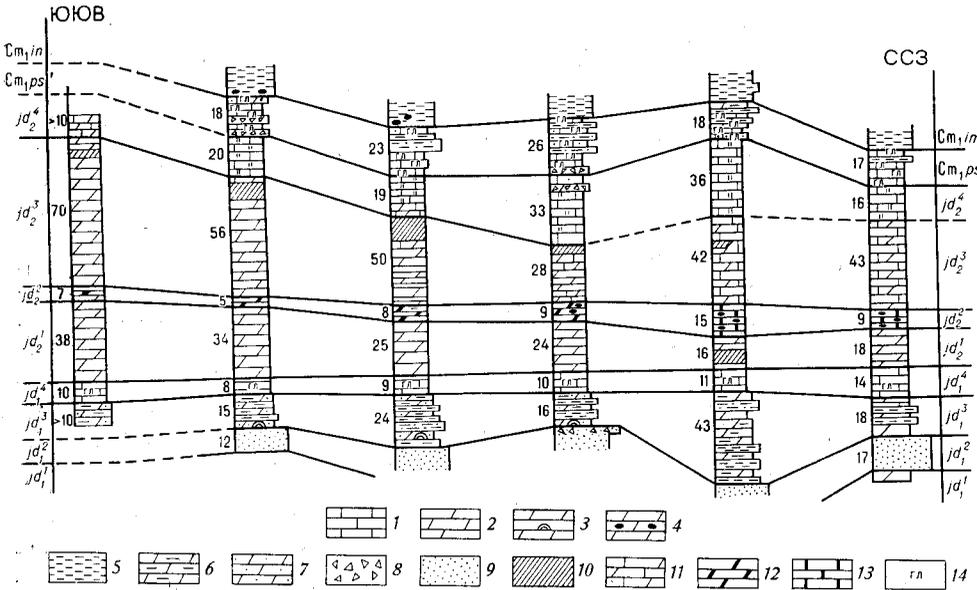


Рис. 24. Схема сопоставления разрезов юдомской свиты.

1 — известняки; 2 — доломиты; 3 — строматолитовые доломиты; 4 — доломиты с конкрециями фосфоритов; 5 — аргиллиты; 6 — глинистые доломиты; 7 — песчаные доломиты; 8 — брекчии известнякового и доломитового состава; 9 — песчаники; 10 — рудные тела; 11 — доломитистые известняки; 12 — битуминозные доломиты, 13 — битуминозные известняки, 14 — глауконит, Cm₁in — инниканская свита, Cm₁ps — пестроцветная свита, Pt₁jd — Cm₁ — юдомская свита

Стратиграфический контроль этого основного для Кыллахской полиметаллической зоны типа оруденения выражается в постоянной приуроченности промышленных руд к верхней подсвите юдомской свиты. Основной рудолокализирующей стратиграфической единицей на месторождениях этой зоны является 30—60-метровая (третья снизу) пачка верхнеюдомской подсвиты, в пределах которой наблюдается сравнительно небольшое по размаху «скольжение» оруденения, связанное с литологической изменчивостью ее состава (рис. 24).

Литологический контроль проявлен в строгой парагенетической связи богатых метасоматических руд с доломитами пока не вполне ясного генезиса, но имеющих метасоматический облик. Оруденение также связано с определенными литолого-фациальными типами разрезов юдомской свиты в целом. Имеющиеся сведения доказывают обязательность интенсивного эпигенетического преобразования первичноосадочных пород, выраженного в формировании вторичных сахаровидных и, особенно, полосчатых «бурундучных» доломитов по первичным карбонатным породам. Отсутствие подобных новообразований типично для слаборудоносных или безрудных участков, хотя имеются случаи проявления интенсивной эпигенетической доломитизации без присутствующего ей оруденения. Спутником богатых руд являются скопления пере-

кристаллизованных битумов (антракосолит), образующих включения и гнезда в доломитах размером до 1 см. Намечены некоторые региональные закономерности литолого-фациального контроля оруденения. Например, выявляется зависимость между типами разрезов юдомской свиты в целом и относительно ее рудоносностью, которая заключается в рудонасыщенности карбонатных (Юдомского и Хамнинского) типов и практической безрудности терригенно-карбонатного (Суордахского) типов разрезов свиты. Намечается также, что некоторые латеральные перерывы в рудоносности приходятся на те участки, где верхняя рудоконтролирующая подсвита редуцирована, как это наблюдается в северной части Кылахаского поднятия.

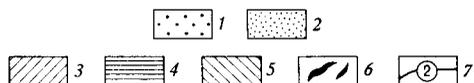
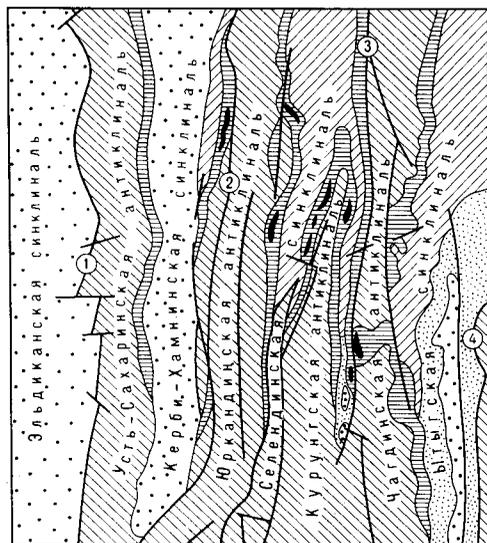


Рис. 25. Структурная схема Сарданского рудного узла. Составил А. И. Старников.

1 — нижнеюрские отложения; 2 — нижнепермские отложения; 3 — кембрийские отложения; 4 — юдомская свита; 5 — верхнепротерозойские отложения; 6 — рудные залежи; 7 — разрывные нарушения и их номера: 1 — Нельканский, 2 — Гувиндинский, 3 — Акринский, 4 — Улахан-Бамский разломы

около 30° , восточное имеет близвертикальное и запрокинутое залегание, вдоль оси синклинали проходит на запад Курунтская антиклиналь. Продольные взбросы осложняют крутые крылья названных структур и прослеживаются на значительные расстояния. Кроме них на месторождении широко развиты мелкие поперечные и диагональные малоамплитудные разрывы типа сдвигов и сбросо-сдвигов.

Согласные с осадочными породами рудные тела месторождения приурочены к верхнеюдомской подсвите, которая в пределах рудного поля расчленяется на четыре пачки (снизу вверх): массивных среднезернистых светло-серых доломитов мощностью от 8 до 35 м, битуминозных черных слоистых известняков и доломитов мощностью до 30 м; известняков и доломитистых известняков с гнездами, линзами и прослоями метасоматического крупнокристаллического доломита (30—97 м); кремнистых слоистых и пятнисто-брекчиевидных известняков (5—55 м).

Некоторые эмпирические закономерности структурного контроля промышленного стратиформного оруденения заключаются в приуроченности рудных тел к крутым восточным крыльям синклиналей (Селендинской, Керби-Хамнинской и др.), а также к крыльям осложняющих их продольных антиклиналей типа Курунтской и мелким изгибам. В пологих западных крыльях синклиналей выявляются либо маломощные укороченные рудные тела, либо бедное вкрапленное оруденение, выклинивающееся с глубиной.

Некоторые эмпирические закономерности структурного контроля промышленного стратиформного оруденения заключаются в приуроченности рудных тел к крутым восточным крыльям синклиналей (Селендинской, Керби-Хамнинской и др.), а также к крыльям осложняющих их продольных антиклиналей типа Курунтской и мелким изгибам. В пологих западных крыльях синклиналей выявляются либо маломощные укороченные рудные тела, либо бедное вкрапленное оруденение, выклинивающееся с глубиной.

Месторождение Сардана (рис. 25) открыто А. И. Горбуновым. Главная структура месторождения — Селендинская синклинали. Она имеет довольно сложную асимметричную форму, западное крыло ее наклонено в сторону оси структуры под углом

В третьей пачке располагаются все известные рудные тела. Бедное прожилково-вкрапленное оруденение фиксируется в битуминозных доломитах и известняках второй пачки. Рудные горизонты выходят на дневную поверхность на крыльях Селендинский и Бойтахской синклиналей, в Безымянной моноклинали и на замыкании Курунгской антиклинали.

На площади рудного поля выделяется несколько участков, среди которых наиболее значительным является Центральный, который находится на восточном опрокинутом крыле Селендинской антиклинали.

Породы восточного крыла антиклинали и рудные тела наклонены на восток под углом $70-85^\circ$ и рассечены широтными сдвигами амплитудой 10—20 м. Рудовмещающие доломиты имеют пятнистое и полосчатое (бурундучного облика) сложение. Вскрытые рудные тела Центрального участка могут быть сгруппированы в две согласные с вмещающими осадочными породами рудные залежи, выше и ниже которых в доломитах наблюдается лишь бедное прожилковско-вкрапленное оруденение.

Первая рудная залежь состоит из разрозненных, реже совмещенных рудных тел, разделенных в случае их ярусного расположения маломощными (2—5 м) доломитовыми прослоями с убогим оруденением. Рудные тела первой залежи имеют субпластовую форму и мощность, варьирующую от 1,5 до 20 м. Выявляется пологое южное склонение обогащенных блоков. Отношение свинца к цинку в рудах залежи составляет от 1:2 до 1:18, чаще всего это отношение равняется 1:4—5.

Вторая рудная залежь располагается южнее первой и также состоит из рудных тел, параметры которых и условия залегания аналогичны Первой залежи. Отношение свинца к цинку определено в 1:3—1:5. Различают массивные, прожилково-вкрапленные и вкрапленные руды.

Морфология рудных тел месторождения Сардана в целом однотипна. Одно из наиболее изученных рудных тел Первой залежи имеет форму согласной с вмещающими породами линзы сплошных руд, тупо выклинивающейся в обе стороны. Установлено южное, под углами $40-60^\circ$, склонение рудного тела.

Прожилково-вкрапленное оруденение часто строго приурочивается к определенным литологическим горизонтам и образует тела пластовой формы с выдержанными параметрами.

Внутреннее строение рудных тел обычно довольно сложное. Так, в вышеупомянутом рудном теле от висячего к лежащему боку наблюдаются доломитовые брекчии с прожилками и вкрапленностью сфалерита и доломита с густовкрапленными и массивными тонкозернистыми сфалеритовыми рудами с просечками доломита, окруженными зонками укрупненного сфалерита; далее расположены сахаровидные доломиты с вкраплениями сфалерита; затем — тонкозернистые тонкополосчатые сфалеритовые руды, сменяющиеся однородными тонкозернистыми, затем мелкозернистыми доломитами с густой вкрапленностью сфалерита и отдельными кристаллами галенита, ниже наблюдаются полосчатые массивные галенит-сфалеритовые руды, представленные чередующимися полосками тонкозернистого сфалерита с полосами крупнозернистой руды галенит-сфалерит-доломитового состава.

Свинцово-цинковые руды характеризуются разнообразием структурно-текстурных разновидностей, главными из которых являются сравнительно однородные тонко-мелкозернистые полосчатые руды и менее однородные средне-крупнозернистые до грубозернистых гнездово-прожилково-вкрапленные руды. Первые имеют существенно сфалеритовый с примесью галенита состав, вторые — галенит-сфалеритовый и сфале-

рит-галенитовый. Помимо указанных доминирующих типов отмечаются прожилково-вкрапленные галенит-сфалеритовые убогие руды с пиритом. Вмещающие породы, как правило, несут в той или иной мере рассеянную вкрапленность и просечки пирита, реже галенита и сфалерита.

Главными рудными минералами месторождения являются сфалерит, пирит и галенит. Прочие рудные минералы относятся к категории примесей (халькопирит), малораспространенных примесей (арсениопирит, пирротин и блеклые руды). Главными нерудными минералами являются доломит и кальцит.

Сфалерит резко преобладает над галенитом и пиритом. Он представлен почти безжелезистыми и маложелезистыми светлоокрашенными разновидностями желтовато-коричневого, желтовато-серого, зеленовато-серого цветов. Наиболее распространены две его разновидности: тонкозернистая с реликтами колломорфного сложения и средне-крупнокристаллическая. Для сфалеритов Сарданы характерны примеси ртути, меди и других металлов. Медь присутствует в составе эмульсионного халькопирита, минеральная форма прочих элементов не установлена и предполагается их изоморфное вхождение в решетку сфалерита.

Галенит уступает сфалериту в количественном отношении и представлен гнездами, вкраплениями, прожилками, часто секущими сфалерит. Обычно галенит крупнозернистый, до гигантозернистого, иногда это давленный «свинчак». Галенит содержит в виде примесей сурьму, мышьяк и теллур.

Окисленные руды для месторождения Сардана не характерны. Набор гипергенных минералов обычен для руд подобного состава: церуссит, смитсонит, англезит, скородит, лимонит.

Месторождение Перевальное расположено к западу от Сарданинского. Верхнеюдомская подсвета здесь имеет мощность 160 м и представлена указанными выше четырьмя пачками. Третья рудовмещающая пачка так же сильно метасоматически преобразована, «доломитизирована», как и на месторождении Сардана. Рудные тела локализованы в крутом восточном крыле Керби-Хамнинской синклинали. Крыло Керби-Хамнинской синклинали осложнено региональным продольным Гувиндинским взбросом, сопровождаемым серией оперяющих и параллельных ему разрывов. К востоку от взброса обнажаются верхнепротерозойские породы ядра Юркандинской антиклинали, прорванные дайками и sillами диабазов. Выявленные на месторождении три рудных тела удалены один от другого по простиранию рудовмещающей пачки на 1,5—2 км.

Первое рудное тело плитообразно-линзовидной формы располагается в кровле третьей доломитовой пачки согласно с вмещающими породами, которые в запрокинутом крыле Керби-Хамнинской синклинали имеют крутое (50—60°) восточное падение. В рудном теле выделяются блоки прожилково-вкрапленных руд с прослоями массивных и сильно дробленых и окисленных руд, в основном, представленные доломитово-лимонитовой сыпучкой с обломками давленого галенита и дресвой кавернозного доломита. В составе первичных руд резко преобладает сфалерит, образующий прожилки, вкрапления и гнезда.

Отношение свинца к цинку варьирует от 1:9 до 1:30. Близки по составу и морфологии другие рудные тела. Соотношения свинца к цинку в южном направлении становятся еще более низкими и достигают 1:40.

Месторождение Уруй (рис. 26) открыто Р. В. Базилевской и А. К. Иогансоном. Геологическое строение в основном сходно с месторождениями Сардана и Перевальное. На месторождении более интенсивно развиты разрывная тектоника, имеются многочисленные диа-

базовые дайки обычно близмеридионального простираения. Залегание осадочных пород устькирбинской, юдомской, пестроцветной и иниканской свит более спокойное — углы падения достигают 40—50°. В структурном отношении рудное поле представляет полосу перехода от Чалдинской антиклинали к Бытахской синклинали, сочленяющихся по зоне (ширина 100—150 м) Акринского регионального разлома. Восточный фланг месторождения охватывает пологий свод антиклинали, центральная часть совпадает с крылом синклинали и зоной Акринского разлома. Последний представлен серией продольных параллельных разрывов с западным падением амплитудой до 200 м. Углы падения плоскостей нарушений с глубиной возрастают от 40 до 75°. Полости мелких разрывов часто выполнены гидротермальными доломитами, расщеченными, в свою очередь, кварц-доломитовыми и доломит-кальцитовыми жилками с пиритом и сфалеритом. Рудовмещающие сахаровидные доломиты развились по известнякам и меняют свое положение в разрезе, образуя живообразные апофизы в известняках.

Рудные тела обладают сложной линзовидно-столбообразной формой, широким диапазоном вариаций структурно-текстурных особенностей, интенсивности оруденения и состава. Последний меняется от существенно галенитового до сфалеритового, что отражается в изменениях свинцово-цинкового отношения от 4 : 1 до 1 : 10.

Южно-Верхоянская зона

В пределах этой зоны известны эндогенные месторождения олово-полиметаллических руд. Южно-Верхоянская металлогеническая зона объединяет центральную и восточную части Южно-Верхоянского синклинория. Территория сложена породами верхоянского комплекса от раннепермского до среднеюрского возраста мощностью около 10 км и, частично, перекрывающимися их на востоке меловыми вулканитами Охотско-Чукотского вулканогенного пояса мощностью (во впадинах) до 2—3 км.

Верхоянский комплекс синклинория подразделяется на шесть терригенных формаций, последовательно сменяющих одна другую снизу вверх: алевроито-глинистая, песчано-алевритовая, песчаная (конгломератово-песчаная), песчано-глинистая пестроцветная, песчаная (конгломератово-песчаная) и песчано-глинистая.

В алевроито-глинистую формацию включены толща каменноугольного и пермского возраста мощностью до 5 км, развитая в основном в западной зоне синклинория. Она обнажена лишь в пределах брахиантиклинали в восточной зоне синклинория. Литологический состав отложений данной формации довольно однообразен: аргиллиты и алевролиты с редкими пластами песчаников. При этом песчаники позднекаменноугольного и переходного ранне- и позднепермского возраста являются типичными граувакками, а для кукканской свиты низов перми характерен более простой кварцево-полевошпатовый состав песчаных прослоев.

Песчано-алевритовая формация (около 2000 м) объединяет в южных районах отложения верхнедыбинской подсвиты и менкеченской свиты и повсеместно четко ограничена сверху подошвой чисто песчаниковой чамбинской свиты. Нижняя и верхняя границы формации к северу становятся все более высокими, в бассейне р. Сунтар к этой формации могут быть причислены более молодые отложения чамбинской и имтачанской свит. Данная формация сложена флишоидным чередованием песчаников с алевролитами при подчиненной роли аргиллитов. В верхнедыбинской подсвите на юге выделяются кремнистые горизонты.



В песчаную (конгломератово-песчаную) формацию (200—1500 м) в центральной и южной частях синклинория отнесены чамбинская и имтачанская свиты. На юге в бассейне р. Амга обе свиты сокращаются в мощности до 200 м. На севере данная формация по мере погружения синклинория фашиально переходит в песчано-алевроитовую. Ту же формационную принадлежность в связи со сходством литологического состава имеют отложения нижнетриасовой сеторымской и среднетриасовой малтанской свит и верхнетриасовые карнийские и нижненорийские отложения. Песчаники и гравелиты чамбинской и малтанской свит имеют олигомиктовый состав, для имтачанской свиты, особенно ее верхней части, типичны граувакки с заметным содержанием туфового материала. Сложный состав имеют песчаники, гравелиты и конгломераты карнийского яруса.

Песчано-глинистая пестроцветная формация (300—700 м) объединяет отложения индского яруса и нижнеоленинские слои нижнего триаса. Глинистый черносланцевый состав имеют породы нижней и верхней частей формации. Пестроцветные песчано-глинистые осадки характерны для средней части некучанской свиты, верхи которой сложены песчаниками. К югу формация сокращается в объеме и затем постепенно фашиально переходит в песчаную.

В песчано-глинистую формацию включены отложения норийского и рэтского ярусов и юрской системы мощностью 3 км. В составе их равное доленое участие принимают олигомиктовые песчаники, алевролиты и глинистые сланцы.

В группе меловых вулканогенных формаций выделены две андезитовые и две липаритовые формации. Раннемеловая и позднемеловая андезитовые соответствуют авлинской свите и нижнекогарской подсвите соответственно. Обе формации представлены толщами андезитов мощностью до 600 м, реже андезито-базальтов и трахиандезитов и туфов среднего состава. Липаритовые формации отвечают диустачанской свите и верхнекогарской подсвите и сложены липаритовыми и липаритово-дацитовыми игнимбритами и кислыми туфами. Нитканская свита осадочно-вулканогенных пород отнесена к вулканогенно-молассовой формации.

Помимо эффузивов магматические породы Южно-Верхоянской зоны представлены складчатыми многофазными гранитоидными батолитами, большим числом мелких интрузивов, крупными кислыми субвулканами и множеством даек различного состава от габброидов и щелочных габброидов до ультракислых и кислых субщелочных. Большую часть магматических тел трассируют крупные продольные глубинные разломы типа структурных швов, остальные приурочены к зонам разломов иных направлений.

Для зоны характерно сложное складчато-блоковое строение. В качестве магно- и рудоконтролирующих элементов выступают разломы южноверхоянской меридиональной, курумской широтной, сетаньинской северо-западной и сунтарской (яно-адычанской) северо-восточной систем и тесно связанные с ними пликативные структуры.

Рис. 26. Литолого-структурная схема Уруйского месторождения. Составили: В. Д. Конкин, В. М. Крутий.

1 — получская свита (песчаники), 2 — чайская свита (известняки, мергели, аргиллиты); 3 — нитканская свита (битуминозные аргиллиты, известняки и доломиты); 4 — пестроцветная свита (известняки, доломиты); юдомская свита: 5—6 — верхнеюдомская подсвита (5 — доломиты, 6 — песчаные доломиты); 7—8 — нижнеюдомская подсвита (7 — алевроитистые доломиты, 8 — песчаники); 9 — диабазы; 10 — рудные тела; 11 — разрывные нарушения; 12 — геологические границы (а — согласные, б — несогласные); 13 — элементы залегания пород

В Южном Верхоянье эндогенные гидротермальные рудные полиметаллические месторождения и месторождения других металлов, существенно обогащенные свинцом, медью и цинком, отнесены к галенит-сульфоантимонитовому и галенит-марматит-пирротиновому минеральным типам галенит-сфалеритовой формации, к галенит-сфалеритовому и арсенопирит-пирротиновому типам касситерит-сульфидной формации.

Условно к гидротермальным проявлениям отнесены пласты инфильтрационных скарноидов, реже скарнов с вкрапленной полиметаллической минерализацией, развившиеся по пластам железисто-известковистых песчаников. Предполагается, что эти оруденелые пласты представляют собой стратиформные руды, возникшие задолго до складчатости и магматизма и преобразованные затем в контактовых ореолах интрузий. В составе пестроцветной песчано-глинистой формации раннетриасового возраста присутствуют пласты медистых песчаников. Кроме того, отмечены своеобразные руды сидерофиллит-альмандин-галенит-сфалеритового состава, образующие мощные жилы в кровле массивов лейкократовых гранитов. Эти образования, вероятно, являются продуктом контактового метаморфизма хлоритово-сульфидных руд, более ранних по отношению к массивам.

Полиметаллическое и олово-полиметаллические месторождения в Южном Верхоянье располагаются в наиболее прогнутой части синклинория и приурочены к магмо- и рудоконтролирующим глубинным разломам вышеперечисленных систем. Большинство оловянных и полиметаллических месторождений расположено в пределах зон влияния глубинных разломов, причем половина из них приурочена к узлам пересечения разломов.

Магматический контроль выражается в постоянной локализации медно-вольфрамовых, касситерит-сульфидных и полиметаллических месторождений марматитового типа в ореоле гранитоидных интрузий либо в субвулканах, в отчетливо проявленной и закономерной зональности распределения типов оруденения относительно плутонов и т. д., но основные полиметаллические месторождения обычно практически не проявляют связи с гранитоидами и очень часто удалены от них на десятки километров, а зональность оруденения проявлена в них крайне слабо.

Литолого-стратиграфический контроль оруденения проявлен в приуроченности всех свинцово-цинковых месторождений и проявлений (галенит-сульфоантимонитовый тип галенит-сфалеритовой формации) к породам нижней алеврито-глинистой формации. Оруденение касситерит-сульфидной формации, напротив, локализуется вблизи осевой части Южно-Верхоянского синклинория в песчано-алевритовых породах от позднепермского до среднеюрского возраста и в меловых магматических породах. Месторождения касситерит-сульфидной формации практически не встречаются ниже верхней границы каменноугольно-пермской алеврито-глинистой формации.

В Южном Верхоянье распределение полезных ископаемых носит отчетливый зонально-узловой характер. Наиболее важные рудно-магматические зоны имеют либо меридиональное, либо северо-западное простирание. Важнейшие узлы сосредоточения свинцово-цинковых и касситерит-сульфидных месторождений находятся в местах пересечения магмоконтролирующих зон.

Дыбинский рудный узел располагается в северо-западной части металлогенической зоны в своде коробчатой Дыбинской антиклинали, вблизи ее поперечного флексурного перегиба, в месте пересечения Минорско-Кидерикинского продольного и Кутинского северо-западного глубинных разломов. На площади узла развиты алеврито-глинистые и

флишоидные песчано-алевритовые породы ранне-позднепермского возраста, прорванные Дыбинским массивом адамеллитов и многочисленными субмеридиональными и субширотными дайками различного состава. Среди последних выделяются диабазы, лампрофиры, гранодиорит-порфиры и плагиопорфиры и поздние кварцевые порфиры и внутрирудные диабазы. Дыбинская антиклиналь пересекается региональным северо-восточным Имтачанским разломом сунтарской системы.

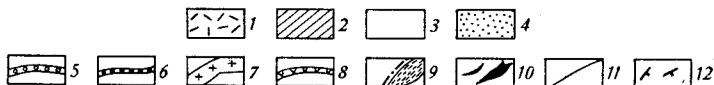
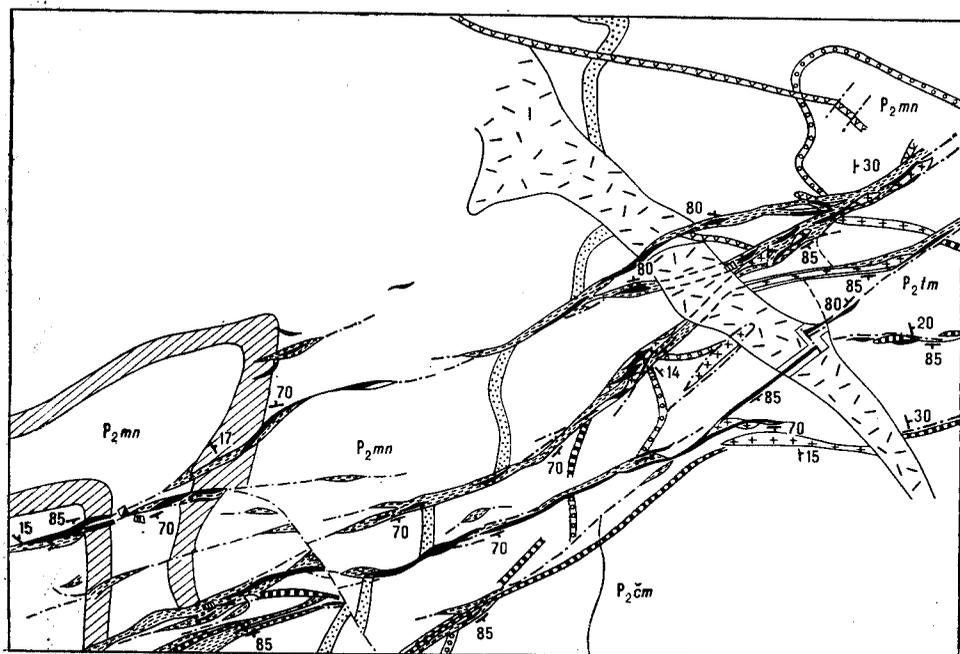


Рис. 27. Структурная схема Верхне-Менкеченского месторождения (по Н. В. Белозерцевой, А. А. Скобелеву).

1 — кайнозойские рыхлые отложения (над некоторыми рудными телами сняты); 2 — мелкозернистые песчаники; 3 — глинистые сланцы; 4 — среднезернистые песчаники; 5 — конгломераты; 6 — дайки диабазовых порфиритов; 7 — дайки гранит-порфир, гранодиорит-порфир и плагиопорфир; 8 — дайки лампрофиров; 9 — рудовмещающие зоны смятия и расланцевания; 10 — рудные тела; 11 — границы свит и горизонтов; 12 — углы падения осадочных пород и разрывных нарушений, P_2mn — отложения менкеченской свиты, P_2cm — отложения чамбинской свиты

Наиболее типичным рудным объектом данного узла является Верхне-Менкеченское свинцово-цинковое месторождение (рис. 27), открытое С. В. Домохотовым в 1952 г. Оно размещается в алевrolитах с одиночными песчаниковыми пластами верхнеменкеченской подсвиты, перекрытыми на флангах существенно песчанниковой толщей чамбинской свиты. Кулисообразно распределенные рудные тела месторождения локализованы в пределах мощных зон дробления и милонитизации северо-восточного направления, входящих в зону регионального Имтачанского разлома сунтарской системы. Вдоль разлома на флангах месторождения располагаются мелкие галенит-мартиновые и касситерит-сульфидные проявления, приуроченные к небольшим полям контактово-метаморфизованных пород.

В пределах этой полосы широко распространены дайки гранит-порфир, порфиритов и лампрофиров. Последние, как правило, заключены

в сколовых трещинах субширотного, запад-северо-западного простирания. Дайки гранит-порфиров, диабазовых и диоритовых порфиров обычно приурочиваются к полостям нарушений и трещин, составляющим зону Имтачанского разлома.

В пределах Верхне-Менкеченского месторождения полоса Имтачанского разлома состоит из трех субпараллельных протяженных зон смятия, сопровождающихся более мелкими оперяющимися трещинами (см. рис. 27). Строение их в плане и, вероятно, в разрезе четковидное.

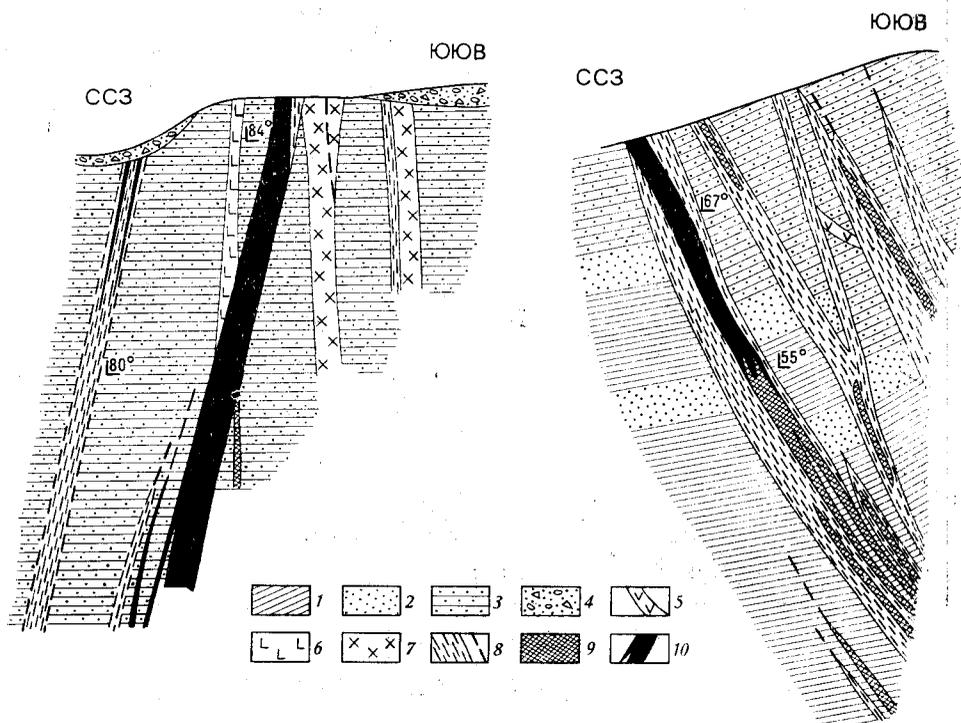


Рис. 28. Профили рудных тел Верхне-Менкеченского месторождения.

1 — аргиллиты; 2 — песчаники; 3 — алевролиты; 4 — наносы; 5 — порфиры; 6 — лампрофиты; 7 — порфиры; 8 — зоны смятия и тектонические швы, 9 — сфалерит; 10 — галенит

По простиранию они переходят в тонкие, обычно безрудные швы, которые затем вновь разрастаются в участки большой мощности.

Главные рудные тела имеют выдержанное северо-восточное простирание и крутое (70—75°) падение к юго-востоку (рис. 28, 29). Морфологически они представляют собой линзовидные жилы, раздробленные и растащенные в результате пострудных деформаций вдоль зон смятия. В местах изгибов или сопряжения нескольких тектонических трещин возникают обогащенные участки — рудные столбы, которые имеют крутое склонение и большую протяженность по вертикали, чем в плане. Несколько рудных тел приурочено к субширотным трещинам. Северная зона смятия вмещает три рудных тела, одно из них на восточном фланге, изменяя простирание на субширотное, соединяется с другой рудовмещающей зоной, в которой рудное тело представляет собой зону смятия с дайками измененных порфиров, то образующей блоки, то сильно редуцированной в мощности. Южная зона смятия включает рудное тело, состоящее из отдельных кулисообразно расположенных линз.

На участках смятия механически прочные песчаники и алевролиты образуют блоки среди перемятых глинистых сланцев. Контакты этих пород всегда тектонические, по ним фиксируются перемещения с амплитудами до сотен метров. Зоны рассланцевания пронизаны по всей мощности кварцевыми, карбонатными и сульфидными прожилками, а на контактах указанных блоков локализуются более мощные рудные жилы и линзы. Оруденение преимущественно развито в песчаниках и дайках порфиров.

В большинстве случаев рудные тела месторождения представляют собой минерализованные зоны дробления и смятия (см. рис. 27), в ко-

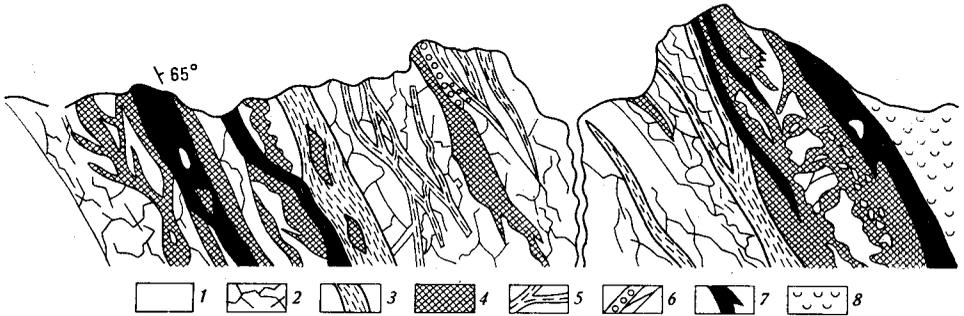


Рис. 29. Морфология рудного тела Верхне-Менкеченского месторождения (по Л. Н. Индолеву).

1 — недислоцированные песчаники; 2 — трещиноватые песчаники; 3 — рассланцованные породы; 4—5 — сфалерит I генерации массивной и прожилковой текстуры; 6 — кварц; 7 — галенит II генерации; 8 — аллювиальные отложения

торых серии кулисообразных жил и линз выполнения перемещаются с участками прожилково-сетчатого оруденения. Вкрапленное оруденение и прочие явления метасоматоза играют незначительную роль.

Минеральный состав руд довольно разнообразен. Главные минералы представлены сфалеритом, галенитом, кварцем, олигонитом, манганосидеритом; второстепенные — пиритом, диафоритом, манган-анкеритом, родохрозитом. Характерными минералами-примесями являются пирраргирит, тетраэдрит, овихит, буланжерит, кальцит, хлорит, серицит, графит. К группе малораспространенных и редких минералов относятся пирротин, марказит, станнин, фрейбергит, джемсонит, полибазит, аргентит (акантит), стефанит, штрмейрит, бурнонит, франкеит, апатит, рутил, анатаз, лейкоксен.

Зональность в пределах собственно Верхне-Менкеченского месторождения устанавливается с большим трудом и выражается в некотором возрастании относительного содержания галенита на верхних горизонтах и в небольшом повышении железистости сфалерита и появлении в нем эмульсионных вкраплений валюгенит-халькопирита и пирротина — на нижних.

Джабынский рудный узел расположен на пересечении Перевальнинского разлома сунтарской системы и северо-западного глубинного Верхне-Конгорского разлома. Здесь наблюдаются в виде цепочки гранитоидные массивы, дайковые серии и многочисленные проявления, в расположении которых намечается определенная последовательность. В юго-восточной части зоны находятся проявления, ассоциированные с довольно крупными кислыми интрузиями, далее по простиранию зоны в купольных частях почти нескрытых массивов находятся проявления касситерит-сульфидной формации, затем отмечаются галенит-марматит-пирротинные жилы по периферии роговикового поля в ассоциации со

свитой даек различного, в том числе кислого, состава и, наконец, в северо-западной части зоны, в пределах рассматриваемого узла фиксируются руды галенит-сульфоантимонитового состава.

На территории Джабынского узла породы нижнепермской черносланцевой формации, представленные алевролитами, аргиллитами с одиночными пластами песчаников, слагают укороченную коробчатую антиклиналь северо-восточного простирания.

Типичным объектом узла является Алтайское свинцово-цинковое месторождение.

Алтайское свинцово-цинковое месторождение было обнаружено в 1955 г. В. С. Кравцовым. Месторождение приурочено к сводовой части и крутому западному крылу Джабынской антиклинали коробчатого типа.

Джабынская антиклиналь пересекается разрывными нарушениями нескольких систем, среди которых выделяются: сбросы и сдвигосбросы, согласные с осью складки (простирание $15-30^\circ$), зоны смятия и рассланцевания субширотного и северо-восточного простирания, диагональные по отношению к складкам и представляющие собой право- и левосторонние сдвиги, и поперечные трещины разрыва северо-западного простирания ($290-310^\circ$). Разрывы всех систем залечены дайками основных пород, а зоны смятия являются единственными рудовмещающими структурами.

Алтайская серия зон смятия состоит из крутопадающих субпараллельных разломов, ветвящихся или соединяющихся друг с другом по простиранию. Рудными телами Алтайского месторождения являются минерализованные участки зон смятия и рассланцевания, которые характеризуются широким развитием сетчатых прожилков, переходящих в участки брекчиевидной и брекчиевой текстуры, а иногда в жилы выполнения массивной текстуры. Руды в различной степени динамометаморфизованы.

Минеральный состав месторождения очень сложный, а количественные соотношения и содержания минералов изменяются в широких пределах как во всем рудном поле, так и в отдельных рудных телах. Свинец всюду преобладает над цинком. На наиболее перспективных участках их соотношение достигает 2:1. В рудах выделяются следующие минеральные ассоциации: арсенопирит-пирит-кварцевая с касситеритом, сфалерит-пирит-сидеритовая, галенит-анкерит-кварцевая и галенит-кварц-кальцитовая. Сфалерит-пирит-сидеритовая ассоциация отделена от более молодой ассоциации этапом интенсивного динамометаморфизма. Сфалерит представлен маложелезистой (около 4%) разновидностью, а сидерит — марганцевистой разностью.

Галенит-анкерит-кварцевая ассоциация обычно совмещена с ранними ассоциациями, редко галенит образует самостоятельные жилы. Массивный галенит подвержен перекристаллизации с образованием гранобластовых струйчатых агрегатов.

Следует подчеркнуть общие особенности состава руд Алтайского месторождения. К ним относятся значительная телескопированность одновременных минеральных ассоциаций в пространстве (образование смешанных руд и сложных жил) и во времени (отсутствие четких перерывов между стадиями минерализации, кроме этапа динамометаморфизма между второй и третьей стадиями), широкое проявление дисульфидов железа и отсутствие его моносульфида — пирротина, наличие касситерита, преобладание галенита над сфалеритом (представленным маложелезистой разностью), развитие явлений перекристаллизации минеральных агрегатов, связанной с интенсивным динамометаморфизмом руд в зонах смятия.

Верхне-Эмкырчанский узел. В пределах узла известны Зарницынское, Кутинское и Верхне-Кутинское месторождения. Помимо их выявлены олово-полиметаллические и другие проявления. Рудные объекты сосредоточены в северном замыкании Юдомского наложенного вулканогенного прогиба, причем большая часть их локализована в породах центральной части прогиба — Винто-Халыинского липарит-гранит-порфирового субвулкана и меньшая — в осадочных терригенных породах перми, триаса и меловых эффузивных породах. Породы наклонены в сторону субвулкана и прорваны мелкими штоками и массивами лейкократовых и кварцевых диоритов. Вместилищами рудных тел являются многочисленные разрывы северо-западного, реже меридионального направлений, совпадающие с ориентировкой Кутинского и Эмкырчанского глубинных разломов, пересекающихся в этом месте, и лишь часть рудных зон и некоторые дайки имеют северо-восточное простирание, располагаясь над проекцией на дневную поверхность Хороньского глубинного разлома.

В размещении типов оруденения на площади Верхне-Эмкырчанского узла намечаются некоторые элементы зональности, по краям вулcano-тектонического прогиба располагаются полиметаллические и железо-колчеданные проявления с повышенными содержаниями вольфрама, так как только в этих местах в аллювии постоянно обнаруживаются шеелит, реже гюбнерит. Вмещают эти проявления осадочные породы и интенсивно сульфидизированные (пиритизированные) андезиты нижней свиты вулканогенного комплекса. Большая часть месторождений в пределах самого субвулкана принадлежит галенит-сфалеритовому минеральному типу касситерит-сульфидной формации.

Месторождение Зарницынское может быть рассмотрено в качестве типичного представителя оловоносных полиметаллических месторождений в породах субвулканов. Оно обнаружено в 1955 г. М. Г. Зиновьевым.

Рудные тела месторождения Зарницынского локализованы в массивных липаритах и гранит-порфирах Винто-Халыинского субвулкана, вблизи места пересечения восточной ветви меридионального Эмкырчанского и северо-западного Кутинского глубинных разломов. Рудное поле имеет вид полосы север-северо-восточного простирания. Рудовмещающими структурами являются протяженные разрывные нарушения меридионального и северо-западного направления.

Наиболее крупные слегка извилистые рудные тела месторождения простираются преимущественно в меридиональном направлении, морфология их изменчива. Местами — это типичные трещинные жилы выполнения, иногда — минерализованные зоны дробления или пояса сетчато-прожилковых и вкрапленных руд. В интервалах с затухающим оруденением по простиранию рудолокализирующих структур или по бокам рудных тел наблюдаются зоны рассеянной рудной вкрапленности. При прослеживании рудовмещающих нарушений отмечается многократная смена типов оруденения.

Характерной чертой месторождения является широкое развитие вдоль тектонических нарушений мощных зон гидротермально измененных осветленных пород: хлорит-серицитовых, серицитовых и карбонат-серицитовых метасоматитов.

Минеральный состав руд: главные минералы — арсенопирит, марказит, омионит, родохрозит, доломит, хлорит; минералы-примеси — халькопирит, станнин, касситерит, флюорит, сидерит и редкие минералы — тетраэдрит, пираргирит, вольфрамит, шеелит, тиллит, джемсонит, диафорит, магнетит, анатаз.

Процесс минералообразования протекал в несколько стадий. С галенит-сфалерит-пирротиновой стадией связано отложение главной массы промышленных руд месторождения. Соотношения главных минералов зависят от глубины вскрытия рудных тел. На верхних горизонтах развита биминеральная сфалерит-галенитовая ассоциация, в которой доминирует галенит при резко подчиненной роли пирротина; с глубиной возрастает относительное количество сфалерита и затем пирротина вплоть до образования пирротиновых руд с редкой вкрапленностью галенита и сфалерита. По восстанию происходит изменение состава минералов-примесей: на глубоких горизонтах в пирротиновых рудах присутствует мелкозернистый касситерит в тесной ассоциации с ранним кварцем, арсенопиритом и халькопиритом, отмечается вольфрамит. На верхних горизонтах исчезают вольфрамит и арсенопирит, почти исчезает ранний кварц, но появляются маложелезистый хлорит и мельчайшие выделения пираргирита, джемсонит, станнин и тиллит.

Кутинское месторождение расположено к западу от Зарницинского месторождения и приурочено к восточному крылу узкой синклинальной складки меридионального простирания. Вмещающие породы представлены верхнепермской песчано-алевролитовой толщей. В рудном поле осадочные породы прорваны небольшим массивом гранит-порфиоров и в небольшой степени контактово-метаморфизованы. С востока по тектоническому контакту они граничат с гранит-порфирами Винто-Халыинского субвулкана. На месторождении известны жилы меридионального простирания с крутым ($60-75^\circ$) падением к востоку. Руды месторождения, морфология рудных тел близки таковым месторождения Зарницинского. Оба они являются типичными близповерхностными образованиями.

Албынское проявление открыто Г. П. Павловым. Локализовано проявление в структуре типа кальдеры проседания у западного края Винто-Халыинского субвулкана, вмещающие породы представлены верхнетриасовыми песчаными отложениями, перекрытыми вблизи проявления эффузивами кислого состава мелового возраста. В районе проявления известен мелкий шток лейкократовых фаялитовых гранитов. Рудные тела являются жилами выполнения с массивной мелко-, среднезернистой структурой. Иногда жилы расчленяются на серию мелких жилок, уступая затем место прожилковым зонам и зонам вкрапленного оруденения. В рудах представлены следующие минералы (в порядке их распространенности): галенит, пирит, сфалерит, кварц, карбонат, халькопирит, пирротин, блеклая руда, пираргирит, штернбергит, халькозин и магнетит.

Вмещающие рудные тела песчаники интенсивно березитизированы, пиритизированы, карбонатизированы и окварцованы. Отмечается наложение оруденения на горизонты вулканогенных пород, которые участками также березитизированы.

Верхне-Аллахский рудный узел входит в состав зоны широкого развития олово-полиметаллической минерализации, приуроченной к Юдомскому меридиональному наложенному вулканогенному прогибу и тяготеет к западной части Верхне-Аллахского субвулкана. Субвулкан сложен дацитами краевой и главной фаций и прорывающими их субпластовыми телами адамеллит- и гранодиорит-порфиоров и, реже, мелкозернистых адамеллитов и гранодиоритов. Подстилающие вулканогенные образования пермские и триасовые терригенные отложения наклонены в сторону субвулкана. Месторождения локализованы как в породах субвулкана, так и терригенных толщах.

Джатовское месторождение открыто в 1956 г. М. Г. Зиновьевым. Месторождение отнесено к галенит-марматит-пирротиновому

минеральному типу касситерит-сульфидной формации. Расположено оно на западном фланге Верхне-Аллахского субвулкана, в эффузивных породах мелового возраста и триасовых терригенных отложениях. Рудные тела приурочены к дайкоподобному телу гранодиорит-порфиров или к его контактам. Рудные тела локализованы в зонах разрывных нарушений северо-западного и меридионального простираний и опирающихся их трещинах. Рудные тела тяготеют к тектонической границе эффузивных пород и верхнетриасовых отложений и представлены относительно короткими кулисообразно расположенными трещинно-метасоматическими жилами, соединенными проводниками в единые тела, реже они сменяются зонами прожилково-вкрапленного оруденения. Очень характерны ответвления и апофизы. Осадочные породы в пределах месторождения слабо контактово-метаморфизованы, а эффузивные образования интенсивно гидротермально изменены.

Руды Джатонского месторождения по составу напоминают руды месторождения Зарницы. Главные минералы представлены пирротинном, галенитом, сфалеритом, второстепенные — арсенопиритом, халькопиритом и редкие — касситеритом, станнином, тиллитом, магнетитом, шеелитом и др.

Детаньжинское месторождение находится восточнее Джатонского и локализовано целиком в дацитах и гранодиорит-порфирах. Оно открыто в 1957 г. Г. И. Неронским.

Рудные тела имеют северо-западное простирание и северо-восточное крутое (40—50°) падение. По морфологическим особенностям различают трещинные жилы выполнения и метасоматические жилы. Для рудных тел характерна асимметричность, четкие ограничения, отсутствие метасоматической рудной минерализации в боковых породах. По простиранию такие жилы часто сменяются зонами прожилково-вкрапленного оруденения, которое, в свою очередь, переходит в метасоматические рудные тела. Руды в осевой части подобных жил имеют линзовидное строение. Текстура руд массивная, брекчиевидная, вкрапленная и прожилково-вкрапленная.

Западно-Верхоянская зона

Западно-Верхоянская зона размещается в пределах Куранахского антиклинория, сложенного каменноугольными и пермскими терригенными породами.

Наиболее интересные проявления полиметаллов связаны с поздне-мезозойскими интрузивными образованиями. К разлому субмеридионального простирания на восточном крыле антиклинория приурочен интрузивный ряд, в состав которого входят Хобойоту-Эчийский массив и несколько мелких штоков, сложенных гранодиоритами. Массивы сопровождаются одновременными с ними дайками гранодиорит-порфиров и кварцевых порфиров и более поздними дайками лампрофиров.

Эндыбальский рудный узел. Узел расположен в пределах восточного крыла Куранахского антиклинория. Основной складчатой структурой узла является флексурообразная Эндыбальская антиклиналь второго порядка субмеридионального простирания (345°). Магматические проявления узла представлены Эндыбальским штоком гранодиорит-порфиров и серией даек того же состава.

Месторождения рудного узла приурочены преимущественно к сводовой части Эндыбальской антиклинали либо к мелким складкам более высоких порядков, осложняющих ее крылья.

Верхне-Эндыбальское месторождение известно с конца XVIII века; в 1774—1779 гг. на нем было пройдено несколько штолен.

Рудное поле месторождения сложено толщей алевролитов с мало-мощными прослоями песчаников и аргиллитов кыгылтасской свиты. Оно приурочено к тектонической зоне шириной до 400 м в присводовой части антиклинали. В южной части широко развиты тектонические брекчии, шириной до 30 м. Важную роль играют секущие вертикальные и крутопадающие разрывные нарушения северо-западного, субмеридионального и северо-восточного простираний, к которым приурочены дайки кварцевых порфиров и рудные тела, пересекающие их. На фоне слабой сульфидизации брекчий в пределах месторождения выделяются зоны интенсивно минерализованных пород, в которых размещены кварц-карбонат-сульфидные жилы и серии оперяющих прожилков. Отмечаются также пластовые тела.

Минеральный состав жил следующий: главные — пирит, сфалерит, галенит, манганосидерит, редкие — кальцит, хлорит, пирит, фрейбергит, диафорит, джемсонит и др.

Безымянное месторождение характеризуется широким развитием разнообразных низкотемпературных сульфосолей свинца и серебра, представляющих большой минералогический интерес.

Основные рудные тела Безымянного месторождения локализованы в косо секущих напластование трещинах скальвания, размещенных в пластах крупнозернистых трещиноватых песчаников, а также в межпластовых трещинах на контакте песчаников и алевролитов кыгылтасской свиты на восточном крыле Эндыбальской антиклинали. Рудные тела характеризуются довольно прихотливой морфологией, наличием пережимов и раздувов.

Жилы сложены преимущественно кварц-карбонат-галениновыми и кварц-карбонат-галенит-сульфоантимонитовыми рудами. Наиболее богатые жилы в центральных частях представлены карбонат-диафоритовыми рудами, которые к флангам постепенно сменяются сначала кварц-карбонат-галенит-сульфоантимонитовыми, а затем кварц-карбонат-галениновыми рудами.

Рудные жилы, приуроченные к нижнему пласту песчаников, отличаются от основных рудных тел. По минеральному составу среди них выделяются кварц-карбонат-арсенопиритовые, станнин-халькопирит-карбонатные и кварц-карбонат-фрейбергитовые.

В рудах месторождения установлено 23 гипогенных минерала. Наиболее характерным является широкое распространение овихиита, диафорита, миаргирита, пираргирита и др.

Мангазейское месторождение известно с 1882 г. (рис. 30). В геологическом строении месторождения принимают участие породы кыгылтасской и эчийской свит нижней перми. Основной рудовмещающей структурой является Мухаалканская антиклиналь, которая осложняет восточное крыло Эндыбальской антиклинали.

Основным морфологическим типом руд на месторождении являются жилы выполнения. На месторождении установлены кварц-карбонат-сульфидные жилы, из них наиболее крупные Михайловская, Кузьминская и Церусситовая. Первая приурочена к контакту песчаников и аргиллитов верхней части кыгылтасской свиты. Жила характеризуется наличием плавных изгибов по простиранию и падению. Она представляет собой типичную трещинную жилу выполнения простой морфологии, иногда с мелкими оперяющими прожилками. Местами морфология ее усложняется и появляются раздувы и пережимы. Отчетливо проявлена вертикальная зональность оруденения. В своих верхних частях

жила сложена преимущественно галенитовыми рудами массивной текстуры. С глубиной преобладающая роль переходит к сфалериту и манганосидериту с подчиненным количеством других сульфидов и сульфосолей. На нижних горизонтах наиболее широко распространены темный сфалерит, арсенопирит, пирит.

Кузьминская жила приурочена к трещине межпластового срыва на контакте песчаников и аргиллитов и характеризуется невыдержанной мощностью, наличием разветвлений, раздувов и пережимов. Целузитовая жила располагается между первыми двумя и приурочена к маломощному прослою песчаников эчийской свиты. В рудах Мангазейского месторождения установлено 27 гипогенных минералов. Кроме главных рудных минералов (галенита и сфалерита) установлены овихит, фрейберит, диафорит, пираргирит, миаргирит. Из нерудных минералов преобладают манганосидерит, кварц, анкерит. Месторождение относится к галенит-сульфоантимонитовому типу галенит-сфалеритовой формации.

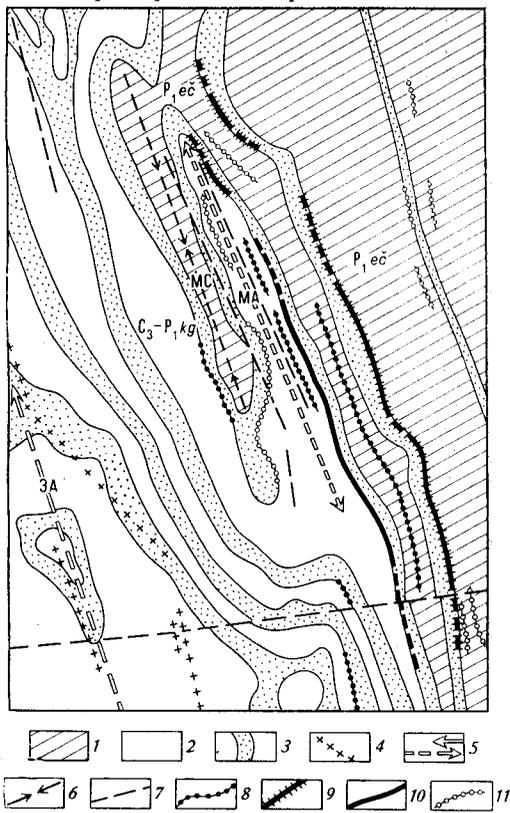


Рис. 30. Схема геологического строения Мангазейского месторождения (по И. Г. Волкодаву и В. А. Каширцеву).

1 — глинистые сланцы эчийской свиты нижней перми; 2 — алевролиты кыргылтасской свиты нижней перми; 3 — пласты песчаников кыргылтасской и эчийской свит; 4 — дайки кварцевых порфиров; 5 — оси антиклиналей второго и более высоких порядков (ЭА — Эндыбальская антиклиналь, МА — Мухаалканская антиклиналь); 6 — оси синклиналей (МС — Мангазейская синклиналь); 7 — разрывные нарушения; 8 — галенитовые жилы; 9 — фрейбергит-галенитовые жилы; 10 — сульфоантимонит-сфалерит-галенитовые жилы; 11 — кварцевые жилы

Ньюктоминский рудный узел приурочен к сводовой части Имтанджинской антиклинали, сложенной алевролитами и песчаниками имтанджинской, солончанской и кыргылтасской свит. В его пределах развиты месторождения и проявления малосульфидной кварцевой, молибденит-кварцевой, касситерит-сульфидной и галенит-сфалеритовой формаций.

Чочимбальское проявление расположено на левобережье р. Дьянышка. Оно известно с 1934 г. Проявление локализовано в своде Имтанджинской антиклинали и осложняющих ее более мелких складках, сложенных песчаниками и алевролитами имтанджинской и солончанской свит. Рудные тела представлены секущими и пластовыми жилами. Крутопадающие секущие жилы имеют длину менее первых десятков метров.

Минеральный состав жил: главные — манганосидерит, кварц, сфалерит, пирит, арсенопирит; редкие — кальцит, пирротин, бурнонит, буланжерит, валлериит, халькопирротин, графит, хлорит, серицит.

Проявление Раннее расположено к югу от Чочимбальского. Геолого-структурная позиция проявления аналогична Чочимбальскому. Оруденение относится к тетраэдрит-галенит-сфалеритовому типу га-

лениит-сфалеритовой формации. Среди рудных тел установлены секущие субмеридионального простирания и межпластовые жилы. Минеральный состав проявления следующий: главные — арсенопирит, тетраэдрит, анкерит; примеси — халькопирит, пирротин, магнетит, бурнонит, кальцит, графит, гемиморфит, магнезит, родохрозит.

Хобяту-Эчийский рудный узел приурочен к Имтанджинской антиклинали и смежным с ней Эберендьянской и Верхне-Молодокской синклиналям субмеридионального простирания. Осадочные породы представлены верхнекаменноугольными и пермскими отложениями. Они интродуцированы гранодиоритами и гранодиорит-порфирами Хобяту-Эчийского массива и более мелкими интрузиями и дайками, в том числе лампрофиров.

Разнообразное оруденение рудного узла представлено проявлениями молибденит-кварцевой, вольфрамит-кварцевой, касситерит-сульфидной, галенит-сфалеритовой и других формаций.

Имтанджинское месторождение узла приурочено к зоне разрывных нарушений. На месторождении устанавливаются два разорванных во времени этапа минерализации. Ранний этап характеризуется развитием доинтрузивных полиметаллических, а поздний — оловорудных жил, секущих дайки гранодиорит-порфиров (апофизы Хобяту-Эчийского массива). Первые относятся к галенит-сфалеритовой формации и представлены пластовыми меридиональными и редкими секущими жилами широтного простирания. Рудные жилы имеют, главным образом, галенит-сфалеритовый состав с подчиненным количеством кварца, блеклой руды, пирита и арсенопирита. Для секущих жил в отличие от пластовых характерно повышенное количество пирита, арсенопирита и хлорита. Текстура руд полосчатая, поясовая, редко брекчиевидная.

Полоусненская рудная зона

Зона расположена в пределах одноименного мегасинклинория, сложенного преимущественно юрскими терригенными отложениями.

На фоне существенно оловорудной специализации зоны в ее пределах встречены проявления и месторождения свинцово-цинковых руд. Наибольшее число проявлений полиметаллической минерализации приурочено к южной части мегасинклинория, где они удалены от крупных массивов гранитоидов. Свинцово-цинковая минерализация зоны постоянно ассоциирует с оловорудными месторождениями, располагаясь часто по периферии оловорудных полей. Она образует наиболее поздние минеральные парагенезисы касситерит-сульфидных месторождений и, как правило, обособляется в виде самостоятельных объектов.

Нахчанский рудный узел располагается в пределах Ольджо-Тирехтяхского междуречья. На площади узла развиты средне- и верхнеюрские терригенные отложения, представленные чередующимися песчаниками и песчанико-алевролит-аргиллитовыми пачками. На площади узла развиты мелкие штоки кварцевых порфиров, апофизы адамеллитового массива и разнообразные по составу дайки, образующие две протяженные свиты: Нахчаанскую и Хастырскую.

Хастырское месторождение локализуется в средне-верхнеюрских терригенных отложениях, смятых в дисгармоничные складки, осложненные множеством разрывных нарушений.

Рудная зона месторождения приурочена к зоне дробления северо-восточного простирания, прослеженной на 7 км. В этой зоне дробленных пород встречены минерализованные участки, имеющие согласное с нарушением простирание. В них зафиксированы прожилковый и вкрап-

ленные типы оруденения, однако в аллювиальных отложениях наблюдались крупные глыбы (до 1 м в поперечнике) крупнокристаллического галенита. Главную ценность месторождения представляют свинцовые руды, образующие линзы и гнезда. В галените наблюдались выделения пираргирита. Характерной чертой Хастырского месторождения являются низкие содержания сфалерита и арсенопирита.

Подобного состава месторождения свинцово-цинковых руд открыты в других районах Полоусненской рудной зоны (Булатское, Юбилейное и др.).

В 1968 г. Г. М. Назаров на юге Полоусненской зоны выявил проявление Берендей. Оно тяготеет к антиклинальной складке, сложенной верхнетриасовыми и нижнеюрскими отложениями, прорванными мелкими массивами и дайками гранит-порфиров раннемелового возраста. Здесь обнаружены минерализованные зоны дробления северо-восточного простирания. На южном участке преобладает касситерит-сульфидное оруденение, на северном — меденосные рудные тела, не содержащие олова. Основной тип руд брекчии ороговикованных пород или турмалинизированных песчаников с цементом из окисленных сульфидов. Главные минералы представлены кварцем, турмалином, халькопиритом, арсенопиритом; второстепенные — галенитом, сфалеритом, пиритом, пирротинном и минералы-примеси — касситеритом, станнином, вольфрамитом, блеклыми рудами, шеелитом, буланжеритом, висмутином, гематитом и др. Широко развиты гипергенные минералы.

Яно-Адычанский рудный район

Район тяготеет к Адычанскому брахиантиклинорию, в пределах которого наиболее отчетливо проявляется локализация рудномагматических образований в пределах зон крупных поперечных (по отношению к складчатости) глубинных разломов. Осадочные образования представлены мощными толщами глинисто-песчанистых и существенно глинистых средне- и верхнетриасовых отложений. Их суммарные мощности превышают 6 км. Отложения смяты в складки преимущественно субмеридионального простирания. Широко распространены разрывные нарушения разных простираний и амплитуд, среди которых преобладают северо-восточные нарушения типов сбросов и сбросо-сдвигов. Эти системы разрывов контролируют размещение массивов гранитоидов, свит, даек и рудных месторождений.

В рудных зонах доминируют месторождения касситерит-сульфидной формации. Они локализируются в центральных частях рудных узлов, на периферии которых расположены небольшие свинцово-цинковые месторождения. В Дербек-Нельгехинской зоне в юго-западном направлении по мере уменьшения массивов гранитоидов и увеличения основности слагающих их пород оловорудные месторождения сменяются свинцово-цинковыми. В восточной части Яно-Борулахской рудной зоны месторождения такого типа отсутствуют, но здесь отмечаются анкерит-кварцевые жилы с галенитом и клейофаном.

В пределах зоны все оловорудные месторождения касситерит-сульфидной формации содержат переменное количество меди, свинца и цинка. Так, в Улахан-Эгеляхском месторождении в существенных количествах в отдельных рудных телах встречен сфалерит.

В Арангасском рудном узле установлены минерализованные зоны дробления и маломощные жилы, которые группируются в пояса. Руды сложены галенитом, манганосидеритом и кварцем. Второстепенные минералы: анкерит, арсенопирит, блеклая руда, диафорит, пираргирит; редкие — халькопирит, сфалерит, касситерит, кальцит. Устанавливаются

две минеральные ассоциации (в порядке выделения): кварц-арсенопиритовая и галенитовая. Руды брекчиевые, прожилково-брекчиевые, прожилковые, реже гнездово-вкрапленные.

Аномальный рудный узел приурочен к месту пересечения Южно-Тирехтяхского северо-восточного и Дулгалахского субмеридионального глубинных разломов. Мелкие разрывные нарушения имеют простира-ния, совпадающие с простирающими этих глубинных разломов. На периферии этого оловорудного узла установлены галенит-сфалеритовые и галенитовые с карбонатами рудные тела. По морфологии они разделяются на секущие и пластовые. В составе руд главную роль играют манганосидерит и галенит. Второстепенные минералы представлены сфалеритом, анкеритом, кварцем, халькопиритом, пиритом; минералы-примеси — пирротин, арсенопиритом, станнином, касситеритом, вольфрамитом, диафоритом, пираргиритом и др.

В Дербек-Нельгехинской зоне расположено месторождение Илин-тасское. Выше указывалось на высокие содержания в рудах этого месторождения меди. Халькопирит широко распространён в рудах месторождения и связан со второй касситерит-арсенопирит-кварцевой и сульфидной (пирротиновой) минеральными ассоциациями. Халькопирит встречен также в рудах месторождения Алыс-Хая. К второстепенным здесь относятся сфалерит и галенит. Собственно свинцово-цинковые месторождения располагаются на юго-западном фланге Дербек-Нельгехинской зоны. К их числу относятся Эганджинское, Гондеканское, Прогноз и др. На месторождении Прогноз рудное поле совмещено с площадью широкого распространения даек, ориентированных в субмеридиональном направлении. Рудные тела приурочены к системам сдвиговых нарушений широтного и северо-западного простира-ния среди среднетриасовых песчаников. В пределах зон распределены рудные жилы, ленты и гнезда массивных руд карбонатно-сульфидного состава. Главные минералы: галенит и манганосидерит, им подчинены сульфосоли свинца, сфалерит, пирит, пираргирит и др. В протоочках встречен также халькопирит.

В заключение необходимо отметить большое разнообразие типов медных и свинцово-цинковых месторождений и проявлений Якутии, принадлежащих либо группе жильных гидротермальных месторождений охарактеризованных выше формаций, либо группе стратиформных месторождений. На современном уровне изученности наибольшее значение имеют стратиформные свинцово-цинковые месторождения в юдомских карбонатных толщах Юдомо-Майской полиметаллической провинции (Кыллахской зоны). Руды многочисленных жильных гидротермальных месторождений Верхояно-Колымской провинции могут представлять интерес только при условии комплексного извлечения всех полезных компонентов. Следует также учитывать возможность нахождения на территории Якутии новых перспективных типов полиметаллического оруденения, в частности, в черносланцевых толщах верхоянского терригенного комплекса.

КОБАЛЬТ И НИКЕЛЬ

Проявления и месторождения кобальта и никеля представлены разными генетическими типами. Кобальт обнаружен в метаморфогенных месторождениях карбонатной щелочноземельно-железистой формации и метаморфизованных месторождениях железисто-кремнистых формаций Алданского щита, месторождениях касситерит-кварцевой и касситерит-сульфидной формаций Верхояно-Колымской складчатой области, в гидротермальных и скарновых месторождениях разных метал-

лов в структурах обрамления Колымского срединного массива. Не исключена возможность обнаружения на территории Якутии и главного промышленного типа — кобальтсодержащих сульфидных медно-никелевых руд, связанных с дифференцированными пластовыми интрузиями триасового возраста в Западной Якутии.

Никель менее распространен и обычно ассоциирует с проявлениями кобальта в структурах обрамления Колымского срединного массива и в интрузиях траппов различной степени дифференциации Сибирской платформы.

К первому типу кобальтового оруденения относятся наиболее древние проявления, связанные с метаморфогенными месторождениями архейской щелочноземельно-железистой формации Алданского щита. Месторождения локализованы в федоровской свите.

В рудах месторождения Таежного кобальт является постоянной примесью и содержится, главным образом (75% общего количества), в пирротине и пирите и, в меньшей степени, в магнетите в качестве изоморфной примеси. При испытаниях на обогатимость технологических проб руд установлено, что обогащение хвостов магнитной сепарации методом флотации позволяет получить концентрат с содержаниями кобальта 0,24% и извлечением его в количестве 30,45% от исходного.

На месторождении Пионерское кобальт также является постоянной примесью в магнетитовых рудах. При этом установлено, что 94% его общего количества связано с сульфидами (в основном, пирит), а остальной — с магнетитом в виде изоморфной примеси. Кобальтсодержащие пиритные концентраты, выделенные при магнитной сепарации, имели содержание кобальта 0,023% при выходе 2,65% и извлечении металла в количестве 44,5% от исходного.

Второй тип кобальтового оруденения также связан с железорудными формациями — позднеархейскими метаморфизованными месторождениями железисто-кремнистых формаций. Содержания кобальта в рудах верхнего горизонта железистых кварцитов борсалинской серии в пределах Тарагайского, Юскюельского и Кабахынарского участков (изменяются от 0,01 до 0,02%) хорошо выдержаны по простиранию горизонта и представляют интерес. Совместно с кобальтом в рудах верхнего горизонта обнаружены повышенные концентрации ванадия, титана и бора.

Следует отметить повышенную кобальтоносность метабазитов метальтрабазитов борсалинской серии **Олондинского участка** на западе Алданского щита. Обнаружение в этом районе медной и никелевой минерализации, возможно, указывает на то, что в пределах западной части Алданского щита были сформированы в позднем архее кобальтсодержащие сульфидные медно-никелевые руды, связанные с дифференцированными интрузиями основного состава. Из других участков следует отметить **Улахан-Силигирское никеленосное поле** в пределах Алдан-Учурского междуречья на юго-востоке Алданского щита. Здесь среди чарнокитовых пород кюриканской и верхнесуннагинской свит архея обнаружены тела перидотитов и пироксенитов и осыпи флогопит-диопсидовых blastолитов с никель-кобальтовой минерализацией.

Невысокие концентрации кобальта установлены также в рудах месторождений, связанных с мезозойскими щелочными магматическими породами. Например, наличие кобальта установлено в кварц-полиметаллически-сульфидных рудах **Колтыконского рудного поля** и др.

В Западной Якутии, где широко распространены разновозрастные (докембрийские, палеозойские и мезозойские) базитовые и ультрабази-

товые магматические породы, известны практически не изученные проявления никеля и кобальта. Здесь возможно обнаружение кобальтсодержащих сульфидных медно-никелевых руд, связанных с дифференцированными интрузиями триасового возраста. В полях распространения триасовых траппов Западной Якутии обнаружены повышенные концентрации всех трех металлов.

Кобальтовое оруденение с сопутствующим никелем широко распространено в пределах Верхояно-Колымской складчатой области и структур обрамления Колымского срединного массива и представлено гидротермальными скарновыми образованиями. Все месторождения и проявления принадлежат двум типам: глаукоdot-кобальтиновому и сафлорит-лёллингитовому. Первые пространственно и генетически связаны с позднеюрскими-раннемеловыми гранитоидами повышенной основности (гранодиоритами и кварцевыми диоритами), вторые — с позднемеловыми интрузиями монзонитов и сиенитов.

В гидротермальных месторождениях и проявлениях глаукоdot-кобальтинового типа рудные тела представлены кварц-турмалиновыми и хлорит-кварц-турмалиновыми жилами и зонами дробления в пределах массивов гранитоидов и гранодиоритов (Илин-Эмнекенский массив и др.). Жилы быстро выклиниваются по простиранию и падению. Кобальтовое оруденение обнаруживается в виде прожилков и вкрапленности. Арсениты и сульфоарсениты кобальта распределены в рудах неравномерно. Иногда устанавливаются и небольшие концентрации никеля. Слабая изученность не позволяет оценить перспективы этого типа.

Месторождения и проявления сафлорит-лёллингитового типа с попутным никелем приурочены к Улахан-Тасскому горст-антиклинорию, к площади одноименного массива гранитоидов, но пространственно и генетически связаны с интрузиями позднемеловых монзонитов, располагаясь в их апикальных частях. Рудные тела сосредоточены в скарнах. Скарновые образования локализуются вдоль контактов интрузии и в нижнемезозойских терригенно-карбонатных отложениях (экзоскарновая фация) и, реже, непосредственно в магматических породах (эндоскарновая фация). Рудные тела представлены двумя структурно-морфологическими типами: пласто- и гнездообразными залежами и минерализованными зонами дробления. Залежи приурочены к границам известковистых песчаников и сланцев. В рудах залежей, помимо скарновых минералов, определены арсенопирит, лёллингит, галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, пирит и блеклые руды. В минерализованных зонах дробления значительной протяженности преобладают пирротин, пентландит, магнетит, титаномагнетит, пирит, халькопирит и сфалерит. Наиболее распространена продуктивная арсенопирит-лёллингитовая ассоциация. В ней преобладают арсенопирит (по содержанию кобальта он близок дананиту), лёллингит, сафлорит, глаукоdot, пирит, хлорит. Содержания кобальта в лёллингите изменяются от 1,17 до 6,88% (чаще от 1,5 до 3%) и никеля — от 0,1 до 1,8, реже 3,3%. Из руд месторождений этого типа могут извлекаться кобальтовые концентраты.

Ряд проявлений кобальта Восточной Якутии обнаружен в рудах оловянных месторождений. В Дербек-Нельгехинской рудной зоне в месторождениях **касситерит-сульфидной формации** постоянно отмечаются повышенные содержания кобальта. На месторождении Алыс-Хая кобальт приурочен к арсенопириту. При обогащении оловянных руд удается получать мышьяково-кобальтовый концентрат с содержаниями мышьяка 1,4, кобальта — 0,73%.

АЛЮМИНИЕВОЕ СЫРЬЕ

Бокситы

Многие исследователи отмечали наличие на Сибирской платформе разновозрастных кор выветривания. В течение длительной истории геологического развития на территории платформы неоднократно возникли континентальные перерывы в осадконакоплении, и при благоприятных климатических условиях здесь происходило интенсивное химическое выветривание вплоть до образования кор выветривания латеритного профиля [Шамшина Э. А., Шпунт Б. Р., 1975].

В основу оценки перспектив бокситоносности Якутии положен принцип выделения эпох латеритного выветривания, а также геотектонические предпосылки и результаты небольшого числа исследований. Рассмотрение перспектив территории Якутии на бокситы проведено по важнейшим эпохам формирования латеритных кор выветривания.

Наиболее древние коры выветривания, вероятно, были сформированы уже в **архейские и раннепротерозойские этапы** истории геологического развития Алданского щита и Анабарского массива. Можно предполагать, что кварциты и железистые кварциты с комплексом устойчивых к выветриванию минералов тяжелой фракции, корундовые, силлиманитовые и силлиманит-кордиеритовые гнейсы иенгской и борсалинской серий Алданского щита образованы в результате переотложения и последующего метаморфизма древнейших кор выветривания Якутии.

Формированию платформенного чехла предшествовало образование кор выветривания на породах кристаллического фундамента в **среднепротерозойскую эпоху**. Поэтому базальные слои чехла (гонамская и омахтинская свиты Алданского щита, мукунская свита Анабарского массива) прогнозируются как наиболее древние уровни скопления бокситовых пород на территории Якутии. В восточной части Алданского щита в основании гонамской свиты верхнего протерозоя выявлены образования типа бурожелезняковой кирасы по архейским гнейсам и габбро-диабазам [Шпак А. С., Сурикова А. С., 1967]. На левобережье р. Гонам и в бассейне р. Юдома в низах свиты обнаружены линзы бобовых гематитовых руд мощностью 1—2 см, которые локализованы в пачке пестроокрашенных песчаников и алевролитов мощностью 10—50 м. Все эти факты свидетельствуют о латеритном типе предгонамской коры выветривания. В 1971 г. В. М. Мишнин сопоставил эту кору выветривания с пурпильской свитой Патомского нагорья, содержащей конкреции и стяжения диаспоровых бокситов. Если это так, то возникает необходимость ревизии на бокситы нижних горизонтов гонамской свиты, особенно вблизи от областей сноса.

Среднепротерозойская (предмукунская) кора выветривания на северной, западной и юго-восточной окраинах Анабарского массива развита на породах фундамента и имеет мощность 1—5 м, реже до 30 м. Наиболее зрелые продукты этой коры представлены каолинитом. Определенный интерес представляет среднепротерозойская (предсолоолийская) кора выветривания на Оленекском поднятии, где мощность ее изменяется от 1 до 80 м. Данная кора в своем развитии, вероятно, достигла латеритной стадии, в продуктах ее переотложения отмечается повышенное содержание глинозема (до 31,5%) и наличие гиббсита.

Позднепротерозойская бокситоносная формация предполагается в нижней части лахандинской свиты, представленной пачкой аргиллитов, в бассейне р. Мая на востоке Алданского щита и в смежных районах.

В среднем течении р. Белой в отложениях свиты обнаружена линза бокситоподобных пород с содержанием глинозема более 50% (проявление диаспоринов? у зимовья «Горностыль»). К югу от этого проявления В. А. Ян-жин-шин на рассматриваемом стратиграфическом уровне обнаружил аллитоподобные породы с содержаниями свободного глинозема до 30—40%. Отложения этой свиты могут быть перспективны и в пределах Сетте-Дабанского горст-антиклинория. В 1960 г. Ю. К. Горецкий, изучавший лахандинские бокситы Хабаровского края, предполагал значительное увеличение мощности бокситоносного горизонта в сторону Юдомо-Майского прогиба.

Предъюдомская кора выветривания широко распространена в восточной части Алданского щита и смежных районах Юдомо-Майского складчато-глыбового поднятия. В бассейнах рек Ингили и Б. Кандиик в основании юдомской свиты наблюдаются разнообразные по составу перекотленные продукты этой коры выветривания. На этом уровне можно ожидать открытие скоплений бокситовых пород, особенно в районе Ингилийской кольцевой структуры с ультраосновными щелочными породами в центральной части. М. А. Семихатов (1972) отметил предъюдомскую кору выветривания в Юдомо-Майском складчато-глыбовом поднятии, развитую по аргиллитам устькирбинской свиты верхнего протерозоя (проявление в урочище «Чертово-Улово» в бассейне р. Аллах-Юнь). Продукты выветривания представлены осветленными аргиллитами мощностью 1,5—2 м с прослоем (мощностью 5—10 см) в кровле глинистой массы с включениями и линзами гиббсита. Содержания глинозема в линзах достигают 79,43% при содержаниях кремнезема 12,59%. Находки гиббсита позволили высказать предположение о существовании в раннеюдомское время Усть-Сахаринского палеоподнятия, бронированного высокозрелой корой. При дальнейшем изучении предъюдомской коры выветривания с целью поисков бокситов следует обратить внимание на те места Аллах-Юнь-Юдомского междуречья, где она перекрывает поля распространения докембрийских габбро-диабазов.

Из палеозойских наиболее перспективной представляется кора выветривания предположительно раннекаменноугольного возраста, проявившаяся в восточной части Сибирской платформы в пределах Ботуобинского (Билляхская и Ыгыаттинская площади), Оленекского, возможно, Эбеляхского и Тунгского поднятий. На Ботуобинском поднятии в 1953 г. К. И. Волкова и В. С. Исакова выявили серые каолинитовые плотные глины видимой мощностью более 1,3 м с содержаниями окиси алюминия 40,96% и титана 1,52% (Билляхское проявление). Ю. К. Горецкий, Н. Т. Калмыков считали, что эти высокоглиноземистые образования типа флинтклей приурочены к стрелкинскому горизонту тунгусского угленосного комплекса. По их мнению, базальные слои тунгусского комплекса на отрезке р. Вилюй от устья р. Чон до устья р. Сюльдюкар наиболее благоприятны для поисков латеритных кор выветривания. Возрастными аналогами Билляхского проявления являются Хататское и Кюскюндэнское проявления. На Хататском проявлении вскрыты продукты глубокого химического выветривания среднепалеозойских трахибазальтов и их туфов. Они представляют собой ресилифицированные гиббситовые бокситы. Содержания глинозема в них достигают 28—40% (свободного в форме гиббсита до 9%) при кремневом модуле близком 1. На проявлении Кюскюндэ установлены маломощные линзовидные включения ресилифицированных бокситов, залегающих на афировых базальтах аппаинской свиты позднедевонского возраста.

В северной части Анабарского массива широко распространена гиббситоносная кора выветривания, вероятно, также раннекаменноугольного возраста. Она залегает на среднепалеозойских вулканогенных породах и перекрывается пачкой алевролитов, песчаников и конгломератов со спорово-пыльцевыми комплексами средне-позднекаменноугольного возраста. Мощность коры выветривания достигает 20 м. Верхняя часть коры мощностью около 10 м сложена каолинитом с примесью гиббсита, маггемита, гематита и гетита. Содержание глинозема в этой верхней части составляет 21—30%, а свободного глинозема — 3,8—6,2%. В бассейне р. Эбелях при бурении вскрыты переотложенные продукты коры выветривания, вероятно, тоже раннекаменноугольного возраста. Это красноцветные сидеритизированные породы с бобовообломочной текстурой. Бобовины (0,8—1 см в поперечнике) сложены агрегатом маггемита и гиббсита, содержания последнего в породе оцениваются в 10—15%. Суммарные содержания глинозема изменяются от 10 до 13,3% при количестве свободного глинозема от 6,4 до 10,4%. Кремневый модуль определяется в интервале 2,7—4,8. Мощность бобовообломочных пород превышает 8 м.

Позднемеловая, раннепалеогеновая формации кор выветривания распространены на Сунтаро-Лабынкырском междуречье Южного Верхоянья и в центральной части Алданского щита. Н. Г. Андриянов в пределах Сунтаро-Лабынкырского междуречья выявил Дюстачанское проявление латеритной коры выветривания, приуроченное к континентальному перерыву между когарской и нитканской свитами верхнего мела. Верхние горизонты коры выветривания обогащены алюминием, марганцем, титаном и обеднены, в сравнении с субстратом, кремнеземом. В пределах Алданского щита Е. К. Герасимов и А. Н. Шилкин установили широкое развитие остаточной коры выветривания каолинитового типа. В одной из проб среди глыбовых развалов архейских кварцитов установлены минералы свободного глинозема — гидраргиллит и бемит. В каолинитовом элювии в 40 км к югу от г. Алдана встречен обломок структурного боксита по нефелиновым сиенитам (голец Мрачный), а в аллювии р. Б. Неакуя найдена галька бемитового железистого боксита. Эти находки, а также обширные реликты древних, палсогеновых (?) поверхностей выравнивания позволяют положительно оценить перспективы позднемеловой — раннепалеогеновой бокситоносной формации Алданского щита.

Краткий обзор эпох химического выветривания на территории Якутии позволяет сделать вывод, что в ее пределах есть районы, геологическое развитие которых благоприятствовало накоплению высокоглиноземистых пород. В отдельные эпохи эти процессы сопровождались формированием структурных бокситов и аллитов. Это позволяет рассчитывать на открытие здесь месторождений бокситов с качеством руд, отвечающим промышленным требованиям. Первоочередными районами для проведения направленных исследований могут явиться: северная часть Алданского щита (позднемеловая — раннепалеогеновая формация), Нимыр-Ыллымахский пенеплен (позднемеловая — раннепалеогеновая формация), зона сочленения Тунгусской синеклизы и Ботуобинского поднятия (предположительно раннекаменноугольная формация) и восточная часть Алданского щита и смежные районы Сетте-Дабанского горст-антиклинория (позднепротерозойская и предъюдомская формации). Не исключено, что при проведении геологического картирования и тематических исследований могут выявиться и другие продуктивные эпохи формирования кор выветривания и перспективные для поисков бокситов районы.

Нефелиновые породы

На Алданском щите широко проявился щелочной магматизм, с которым обычно пространственно и генетически связан комплекс нефелиновых магматических пород. Среди мезозойских изверженных пород щита наиболее распространены лейцит-щелочносиенитовая, монцит-сиенитовая и диорит-гранодиоритовая формации. Первая из них отличается специфическим парагенезисом с преобладанием собственно щелочных пород: щелочные, нефелиновые и псевдолейцитовые сиениты, щелочные габброиды и их вулканогенные и жильные аналоги. Образования этой формации свойственны западным и центральным районам щита, особенно они характерны для Чаро-Токкинской и Нимныро-Суннагинской глыб 1 порядка. Во всех районах породы формации сосредоточены в сложных многофазных массивах кольцевого строения. Нефелиновые сиениты известны в ряде массивов в верхнем течении р. Амга, Центрально-Алданского района и Западных Янгов. Среди наиболее крупных массивов отметим Томмотский, Якокутский, Джекондинский и Ыллымахский. Нефелиновые сиениты слагают штокообразные тела в диаметре до 3—5 км и, реже, дайки. Тела нефелиновых сиенитов располагаются среди щелочных сиенитов или в ядрах массивов кольцевого строения. Нефелиновые сиениты прослежены по развалам вдоль западного контакта Томмотского массива. Содержания в них глинозема изменяются от 16 до 22,54%, близкие содержания (22,45%) характерны для Уджурских месторождений нефелиновых сиенитов Красноярского края. Содержания глинозема в нефелиновых сиенитах гольцов Острый и Вулкан (Джекондинский массив) составляют 16,71—19,07%.

Другой тип проявлений нефелиновых пород связан с интрузиями центрального и трещинно-центрального типа ультраосновного щелочного состава; выделяют два комплекса интрузий подобного состава: позднепротерозойский (Арбарастахский и Горноозерский массивы) и среднепалеозойский (массивы Поворотный, Гек, Воин). На периферии Арбарастахского массива выявлены участки нефелинизированных и канкринитизированных пород, имеющих состав фелит-мельтейгитов и шонкинитов. Нефелин отмечен также в составе фенитов и твейтозитов, кольцом окружающих пироксениты центральной части массива. Горноозерский массив представляет собой интенсивно карбонатизированную интрузию пироксенитов, мельтейгитов, шонкинитов и щелочных и нефелин-канкринитовых сиенитов. Нефелин обнаружен в составе мельтейгитов, где его содержания достигают 10—50%. В центральной части массива обнажаются два тела нефелин-канкринитовых сиенитов площадью около 0,5 км² и ряд более мелких тел. Содержания нефелина в них изменяются от 7 до 10%, а содержания глинозема определены в 21,48%.

В 1962—1963 гг. в пределах массива выявлены тела уртитов и ийолитов. Для среднепалеозойских ультраосновных щелочных массивов также характерно наличие нефелин-пироксеновых пород и нефелиновых сиенитов.

В северной части Анабарского массива нефелиновые породы связаны с интрузиями ультраосновного щелочного состава позднепротерозойского возраста (массивы Богдо и Томтор).

Массив Богдо расположен в северной оконечности гряды сопкок Богдо-Тас, он интрузирует доломиты улахан-курунгской свиты верхнего протерозоя и имеет площадь около 2,5 км². На основании магнитометрических данных предполагается, что в современном эрозивном срезе видна лишь его апикальная часть и что общая его площадь

достигает 15 км². В центральной части массива выделяется кольцевая зона диаметром до 400 м с ксенолитами фенита, нефелинового фенита и мраморов. В южной части наблюдаются два штокообразных тела ювитов, северная часть сложена нефелиновыми сиенитами. Свиты массива Богдо содержат 19,14—22,07% глинозема, 4,02—4,59% окиси и 1,4—1,8% закиси железа. Данные химического и минералогического анализов позволяют считать ювиты и уртиты как возможный источник нефелинового концентрата.

Массив Томтор имеет округлые очертания, размеры в поперечнике до 22 км и характеризуется концентрически-зональным строением. Внешнее кольцо шириной до 5 км и площадью около 10 км² сложено трахитоидными нефелиновыми сиенитами. Среднее кольцо слабо обнажено; в южной его части зафиксированы нефелиновые сиениты и ювиты. Центральная часть диаметром до 5 км отличается преобладанием пегматоидных ювитов. Ювиты массива содержат 18,08—20,92% глинозема, 4—5,62% окиси и 0,89—1,43% закиси железа.

На территории Якутии, в пределах Алданского щита и Анабарского массива могут быть открыты и другие проявления нефелиновых пород. На современном уровне изученности наибольший интерес представляют нефелиновые породы массивов ультраосновных щелочных пород Анабарского района, особенно учитывая обнаружение в центральных частях этих массивов высококачественных апатитовых руд. Намечающееся освоение природных ресурсов Южной Якутии делает необходимым специальное изучение нефелиновых пород этого региона, в первую очередь мезозойских нефелиновых сиенитов.

Высокоглиноземистые метаморфические породы

Высокоглиноземистые гнейсы и кристаллические сланцы широко распространены в метаморфических комплексах фундамента Алданского щита и Анабарского массива.

В центральной части Алданского щита высокоглиноземистые породы приурочены преимущественно к отложениям верхнеалданской свиты нижнего архея. И. Д. Ворона и Л. М. Реутов в разные годы зафиксировали проявления силлиманита в нижней и верхней подсвитах верхнеалданской свиты. В нижней подсвите, сложенной преимущественно кварцитами, отмечены прослои и линзы биотит-кордиеритовых, силлиманит-кордиеритовых, биотит-силлиманит-кордиеритовых и, реже, биотит-гранат-силлиманитовых гнейсов. Мощности подобных прослоев достигают 40 м, по простиранию они не прослеживались. Непосредственно в кварцитах также установлена примесь (до 15—20%) зерен силлиманита и кордиерита.

Верхняя подсвита верхнеалданской свиты представлена преимущественно высокоглиноземистыми породами с прослоями кварцитов. Для подсвиты характерны мощные (десятки метров) прослои и линзы силлиманитовых, силлиманит-кордиеритовых, гранат-кордиеритовых, гиперстен-кордиеритовых, биотит-кордиеритовых и других высокоглиноземистых гнейсов и кристаллических сланцев. Подобные же породы выявлены в бассейнах рек Томмот, Бол. Нимыр, Селигдар, Правый Нимгеркан и др. Интересны силлиманитсодержащие породы в пределах развития верхнеалданской свиты в бассейнах рек Иенгра, Горбылях и др. Иногда они представляют собой существенно мономинеральные силлиманитовые гнейсы, представляющие практический интерес в качестве алюминиевого сырья. Мощности пластов силлиманитсодержащих гней-

сов изменяются от 1—2 до 40 м, а прослеживаются они на расстоянии до 4 км.

В восточной части Алданского щита высокоглиноземистые породы обнаружены в разных частях архейского разреза Иджекского и Суннагинского районов. Наличие гнейсов с силлиманитом И. М. Фрумкин отметил в составе улунчинской, кюриканской и сутамской свит. Наибольшее число прослоев таких пород наблюдается в Суннагинском районе в отложениях сутамской свиты. В ряде обнажений выявлены прослойки силлиманитовых, гранат-силлиманитовых, биотит-гранат-силлиманитовых, графит-гранат-силлиманитовых и других высокоглиноземистых гнейсов с силлиманитом мощностью от первых сантиметров до 25—50 м. Иногда в гнейсах наблюдается тонкое чередование прослоев мощностью 0,3—0,5 см мономинерального силлиманита и кварц-силлиманит-полевошпатового состава мощностью 1 м; протяженность прослоев силлиманитовых пород достигает до 800 м и более. Содержания силлиманитов в гнейсах, определенные преимущественно визуально, достигают 20—40, реже 70—80%.

На западе Алданского щита известны два стратиграфических уровня распространения высокоглиноземистых метаморфических пород; нижний из них приурочен к чебаркасской свите курультинской серии нижнего архея. В пределах Чаруодинского выступа в составе свиты выявлены прослойки и линзы гранат-силлиманитовых и биотит-силлиманитовых гнейсов максимальной мощностью до 25—80 м (в среднем несколько метров). По простиранию их отмечены резкие изменения мощностей силлиманитовых разностей гнейсов. Кроме Чаруодинского выступа, где породы свиты прослежены на 25 км, они установлены также в западной части Становика; содержания глинозема в гранат-силлиманитовых гнейсах Становика составляют 20,61%.

Высокоглиноземистые породы верхнего горизонта локализованы в тяньской свите борсалинской серии верхнего архея. Породы этой свиты широко распространены в Темулякит-Тунгурчинском и Ханинском районах. В первом районе содержания силлиманита низкие. В Ханинском районе силлиманитовые породы развиты очень широко и ассоциируют с гематитовыми и магнетитовыми железистыми кварцитами. По минеральному составу выделяются гранат-силлиманит-биотитовые, силлиманит-кордиеритовые, силлиманит-биотитовые гнейсы и кристаллические сланцы с содержаниями силлиманита в 25—30%. Наибольший интерес представляет проявление Тарагай-Хая. Оно приурочено к крупной Тарагайской синклинали, где силлиманитовые гнейсы подстилают железистые кварциты и прослеживаются по крыльям синклинали на протяжении нескольких десятков километров. Мощности прослоев силлиманитовых гнейсов достигают 10 м и более, а содержания силлиманита изменяются от 30 до 60%, реже до 100%, в среднем составляя около 40%. Здесь же обнаружен выдержанный по простиранию горизонт гематит-силлиманитовых железистых кварцитов с содержаниями силлиманита до 40—60%. Перспективы Тарагайского участка как объекта на высокоглиноземистое сырье расширяются тем, что в ядре синклинали выше железорудного горизонта выявлена еще одна толща силлиманитовых гнейсов мощностью 500—700 м в составе тунгурчинской серии верхнего архея. Содержания силлиманита (фибrolита) определяются в 20—40%. При оценке участка Тарагай-Хая следует учитывать пространственную близость высокоглиноземистых пород к одному из основных перспективных железорудных горизонтов Чаро-Токкинского района.

В пределах Анабарского массива среди архейских метаморфических серий также известны высокоглиноземистые породы. Прослойки таких пород обнаружены в далдынской, верхнеанабарской сериях и верхнеламукайском комплексе. Они представлены гранат-графит-силлиманитовыми с кордиеритом, гранат-кордиерит-гиперстеновыми, кордиерит-гиперстен-силлиманитовыми, гранат-силлиманитовыми и гранат-силлиманит-кордиеритовыми гнейсами.

Помимо силлиманитовых гнейсов на территории Алданского щита открыты и другие типы высокоглиноземистых метаморфических пород, к числу их в первую очередь относятся месторождения и проявления корунда и дистена, которые являются лучшим видом сырья для абразивной и огнеупорной промышленности.

В 1933 г. П. П. Голяшкин открыл россыпь корундовых и дистеновых пород в долине р. Чайныт, в 1934—1935 гг. стало известно Джелиндинское месторождение корунда. На этих месторождениях (коренных и россыпных) проведены разведочные и оценочные работы.

Корундовые и дистеновые породы слагают залежи; согласные с вмещающими гнейсами залежи размещены среди мусковит-хлорит-талльковых пород. Длина залежей не превышает 60—70 м при мощности от 2 до 27 м. На глубину залежи распространяются не более 10—11 м. Технологические испытания показали необычайную чистоту и исключительно высокое качество корундовых и дистеновых пород этих месторождений. Содержания глинозема в них изменяются от 59,68 до 72,05% при количестве кремнезема 25,24—32,53, железа — менее 1% и двуокиси титана — 0,7—2,55%; содержания корунда в залежах изменяются от 7—10 до 40—50%, иногда достигая 90—95%. Подсчитанные запасы корунда и дистена по категориям следующие: С₁ — 11 тыс. т и С₂ — 34 тыс. т. При этом запасы подсчитаны только по ограниченному числу (из 18) залежей. Прогнозные запасы корунда и дистена в районе Чайнытского и Джелиндинского месторождений оцениваются более 140 тыс. т.

Помимо рассмотренных месторождений в пределах Южной Якутии выявлены и другие проявления корундов. Они образуют полосу северо-западного простирания шириной 10—15 км и длиной более 150 км от Чайнытского месторождения на север к р. Алдан.

Заканчивая рассмотрение высокоглиноземистых метаморфических пород Алданского щита и Анабарского массива, следует подчеркнуть их согласное залегание с вмещающими породами, значительную протяженность прослоев и приуроченность к определенным стратиграфическим горизонтам. Е. А. Кулиш рассматривает все месторождения и проявления высокоглиноземистых пород как образовавшиеся в результате ультраметаморфизма продуктов наиболее древних кор выветривания. По его представлениям, месторождения корунда и дистена представляют собой метаморфизованные архейские бокситы. Учитывая тип месторождений и проявлений высокоглиноземистых пород, их общие перспективы в пределах Алданского щита следует считать высокими.

Кроме метаморфических гнейсов на территории Якутии известны высокоглиноземистые породы в зонах роговиков меловых гранитоидов Восточной Якутии. Так, в верхнем течении р. Кююкююс в роговиках зоны экзоконтакта Куларского гранитоидного массива, вероятно, раннемелового возраста обнаружены достаточно крупные скопления андалузитов. Ширина развалов роговиков с андалузитом превышает 1 км, длина их составляет несколько километров. Содержания андалузита достигают на отдельных участках 30%.

БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЗОЛОТОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ ЯКУТИИ

На территории Якутии известны разнообразные по структурно-морфологическим типам, формационной принадлежности, происхождению и возрасту месторождения и проявления золота.

Первые сведения о золотоносности территории Якутии относятся к XVIII—XIX вв. Но только в годы Советской власти в Якутии началось планомерное изучение золотоносности территории республики.

В 1957 г., с организацией Якутского территориального геологического управления, начался новый этап в геологическом изучении Якутии. С этого времени началось планомерное геологическое картирование обширной территории республики, сопровождающееся комплексом поисковых работ. В процессе этих работ были установлены новые типы золоторудных формаций, а также собран большой материал по золотоносности ряда эндогенных и осадочно-метаморфогенных образований Якутии.

Первая попытка систематизации рудных месторождений Якутии относится к 1929 г., когда Ю. А. Билибин предложил разделить известные к тому времени месторождения на две формации — дайковую и жильную. В 50-х годах П. И. Скорняков предложил несколько вариантов классификаций, в основу которых был положен минеральный состав руд. В последние годы классификации месторождений разрабатывали Г. Н. Гамянин, Ю. П. Ивенсен и др. В настоящее время принято разделение всех золоторудных проявлений в пределах Якутии на следующие формации: малосульфидную золото-кварцевую, умеренно-сульфидную, золото-сульфидную, регенерированную золото-антимонитовую, золото-серебряную, проявления в черносланцевых толщах и др.

Малосульфидная золото-кварцевая формация

В составе данной формации выделяются два минеральных типа: арсенопиритовый и висмутовый.

Месторождения и проявления арсенопиритового типа локализованы в основном в песчано-глинистых породах Верхоянского терригенного комплекса, реже в дайках и штоках, магматических породах кислого и среднего состава. В Южной Якутии вмещающими породами месторождений этого типа служат архейские метаморфические образования и кембрийские карбонатные отложения.

Морфология рудных тел арсенопиритового типа разнообразна. Выделяются довольно протяженные минерализованные зоны дробления, в различной степени насыщенные кварцево-жильными образованиями (рис. 31, 32) и локализующиеся в зонах крупных разломов. В районах с брахиформной складчатостью преобладают жилы «kozyрькового» типа и межпластовые линзовидные тела. В дайках и пластах песчаников отмечаются системы лестничных жил, ориентированных поперек или диагонально к их простиранию. Известны также седловидные жилы, штокверкоподобные зоны, пластовые тела и др. Иногда отмечается приуроченность пластовых кварцевых жил к одному стратиграфическому уровню (кукканская свита и др.).

Процесс минералообразования на месторождениях арсенопиритового типа происходил в несколько этапов. Первый из них — формирование маломощных жил кварц-шеелитового состава, которые пространственно разобщены с основными рудными телами. Широкое распространение в ряде золотоносных россыпей значительного количества

шеелита позволяет предполагать, что этот этап минерализации был проявлен на многих месторождениях.

Продуктивный этап минералообразования характеризуется несколькими минеральными ассоциациями, и проявлению его постоянно

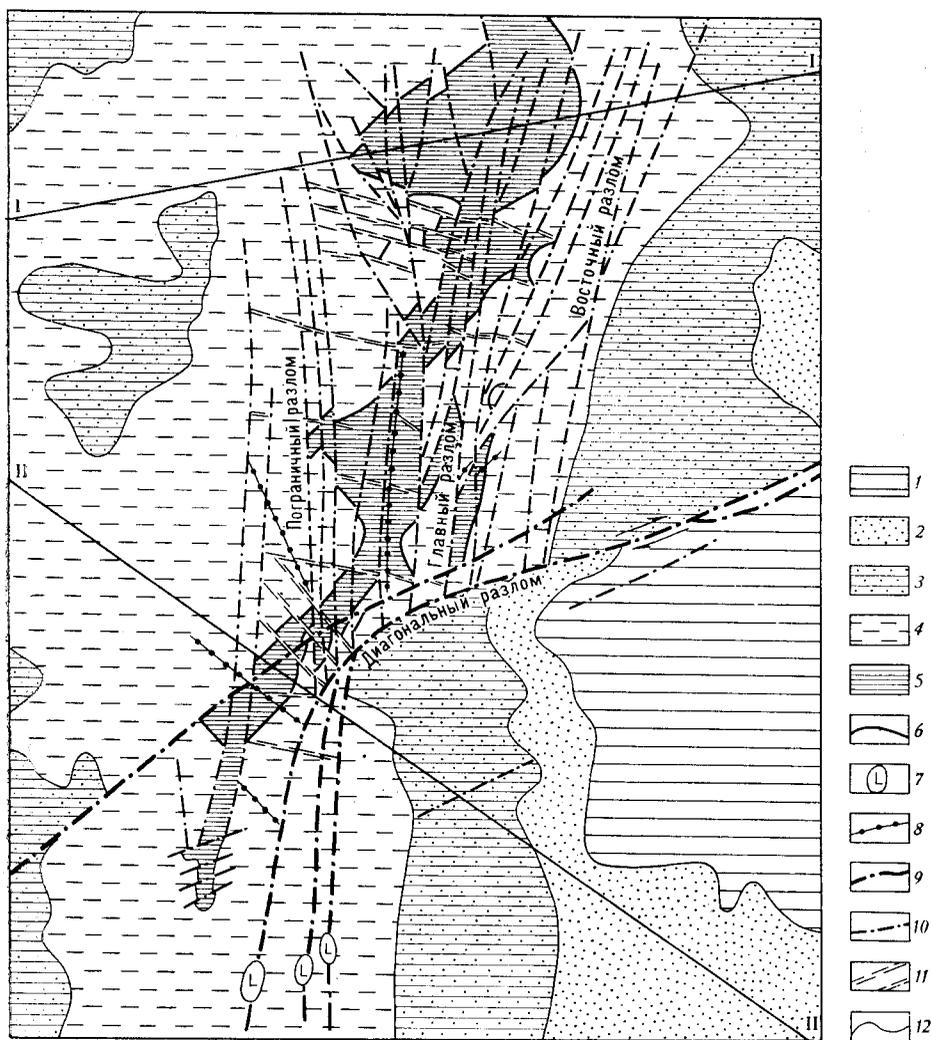


Рис. 31. Схема геологического строения района месторождения арсенипиритового типа. Составили М. К. Силичев, Н. В. Белозерцева с использованием материалов Ю. Г. Пономарева (Силичев, 1970).

1 — алевролитопесчанниковые отложения верхней перми и триаса; 2 — песчанниковая свита верхней перми; 3 — алевролитовая свита верхней перми; 4 — сланцевая свита нижней перми; 5 — алевролитовая свита нижней перми; 6 — маркирующий пласт песчаника; 7 — штоки габбро-диоритов; 8 — дайки среднего состава; 9 — диагональный разлом; 10 — нарушения меридиональной системы; 11 — нарушения и зоны трещиноватости Поперечной системы; 12 — геологические границы; I-I, II-II — линии геологических разрезов

предшествовал прерудный метасоматоз. В результате метасоматоза около рудовмещающих простых по морфологии трещин зонально развиты различные фации околожилных метасоматитов (по направлению от жил): монокварцевая, кварц-серицитовая, кварц-альбит-карбонатная, карбонат-хлоритовая. Основной ассоциацией продуктивного эта-

на в рудных телах является кварц-пирит-арсенопиритовая. Количественные соотношения ранних сульфидов в этой ассоциации довольно изменчивы даже в пределах одного рудного тела. Следует подчеркнуть, что арсенопирит ассоциации резко отличается от арсенопиритов других золоторудных и оловянно-вольфрамовых месторождений по составу (избыток серы, дефицит мышьяка и др.). Продуктивность ранней ассоциации обусловлена наличием в пиритах и арсенопиритах сингенетического дисперсного золота.

Поздние минеральные ассоциации представлены халькопирит-сфалерит-галенитовой, тетраэдрит-бурнонитовой и альбит-анкерит-сульфо-

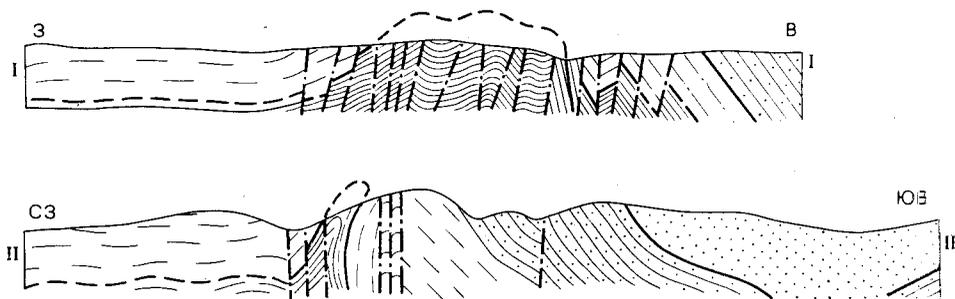


Рис. 32. Схематические геологические разрезы по линиям I—I и II—II.

Условные обозначения те же, что на рис. 31

антимонитовой. На основании их распространения в рудах в составе арсенопиритового типа можно выделить два подтипа: полиметаллический и сульфоантимонитовый. С ассоциациями обоих подтипов тесно связано золото, причем с полиметаллическим подтипом — более низкопробное золото (пробность 750—900 ед.), чем с сульфоантимонитовым (800—990 ед.). Следует, однако, подчеркнуть, что в пределах обоих подтипов в разных золотоносных районах существуют некоторые различия. В отдельных районах несколько выше роль галенита в полиметаллическом подтипе, а среди сульфоантимонитов обычно преобладают более свинцовистые разновидности (менегенит, геокронит, буланжерит). Наконец, самая поздняя кварц-карбонатная ассоциация продуктивного этапа, как правило, слабо золотоносна.

Таким образом, в продуктивном этапе отложение золота имеет сквозной характер, и все ассоциации в той или иной степени золоносны. Для продуктивного этапа всех золоторудных месторождений отмечается общая направленность процесса минералообразования, выражающаяся в последовательной смене кварц-пирит-арсенопиритовой ассоциации полиметаллической, затем альбит-анкерит-сульфоантимонитовой и, наконец, кварц-карбонатной.

Процесс минералообразования в ряде месторождений арсенопиритового типа заканчивается мощным проявлением халцедоновидного кварца с примесью марказита. Этой ассоциации часто предшествуют тектонические деформации и интенсивное дробление ранних ассоциаций, сопровождающиеся изменениями околожильных пород с образованием карбонат-эпидотовых и каолинит-диккитовых ассоциаций.

Месторождения висмутового типа локализуются в зонах экзо- и эндоконтактов гранитоидных интрузий, на пересечении разломов нескольких направлений. Рудные тела представлены маломощными жилами и штокверкоподобными зонами.

Формирование месторождений этого типа связано с двумя этапами минерализации: допродуктивным и продуктивным. Допродуктивный этап характеризуется обычно развитием вольфрамоносных ассоциаций, наряду с ними местами встречаются кварц-касситеритовая и кварц-молибденитовая ассоциации.

Продуктивный этап представлен рядом минеральных ассоциаций. Наиболее ранняя кварц-арсенопирит-пирротин-лёллингитовая представлена обычно несколькими генерациями, образующими грубополосчатые текстуры рудных тел. Соотношение сульфидов в рассматриваемой ассоциации изменяется в зависимости от состава вмещающих пород; например, в жилах среди роговиков экзоконтакта обычно преобладает лёллингит, в гранитоидах — арсенопирит. Однако при этом сохраняется последовательность выделения минералов (лёллингит — арсенопирит) и их золотоносность. Повышенные содержания золота в ранних сульфидах, отсутствие видимых даже под микроскопом включений золотинок и появление таковых в гипергенном скородите и после прокалывания предполагают преимущественно дисперсную форму вхождения золота в них. Интересно наличие в арсенопиритах и особенно лёллингитах в виде изоморфной примеси сурьмы, иногда в количестве до 6%.

Галенит-халькопирит-сфалеритовая ассоциация имеет в этом типе месторождений «угнетенное» развитие. Здесь интересны сростания галенита и самородного висмута. Следующая во времени ассоциация самородного висмута с висмутином и сульфотеллуридами висмута наиболее продуктивна. Постоянный минерал в данной ассоциации — самородный висмут, из других минералов наиболее обычным и частым является висмутин, более редки сульфотеллуриды висмута. В минералах этой ассоциации отмечаются повышенные содержания свинца (до 1%) и сурьмы (в висмутинах достигает 7%), что позволяет рассматривать такие минералы как стибивисмутиты.

Регенерированная золото-антимонитовая формация

Изучение золото-антимонитового оруденения Якутии показывает, что в структурных зонах определенного типа (в первую очередь зоны глубинных разломов) наблюдается наложение сурьмяной минерализации на золотую, относящуюся, как правило, к арсенопиритовому типу малосульфидной золото-кварцевой формации; при этом происходит регенерация золота. При отсутствии соответствующих структурных условий месторождения и проявления сурьмяной минерализации практически незолотоносны.

Структурная позиция месторождений формации довольно четко определяется приуроченностью их к зонам дробления и рассланцевания, системам трещин в дайках и мелких штоках кислого и среднего состава. Месторождения в зонах дробления и рассланцевания наиболее характерны для зон нарушений северо-западного простирания (рис. 33), согласных с простиранием вмещающих пород и, как правило, с северо-восточным падением, под некоторым углом секущих слоистость пород. По структурной позиции эти месторождения являются аналогами собственно золоторудных месторождений, локализованных в протяженных зонах разломов. Зоны дробления и рассланцевания обычно выдержаны по простиранию и падению.

Золото-антимонитовое оруденение локализуется в сколовых и контракционных трещинах, образуя жилы и прожилки различной мощности и протяженности.

Умеренно-сульфидная золото-кварцевая формация

Оруденение данной формации изучено недостаточно. Имеющиеся материалы позволяют выделить в ее составе только один лёллингитовый минеральный тип. В размещении формации большую роль играют

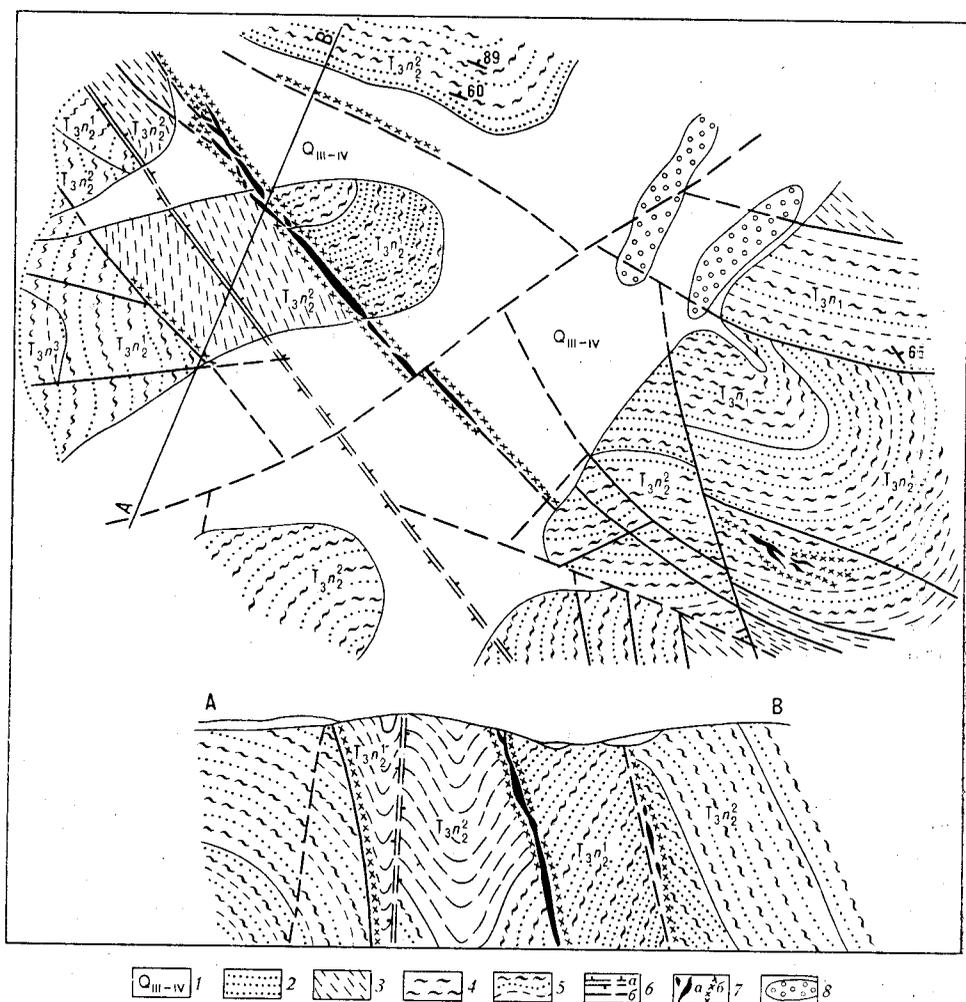


Рис. 33. Структурная схема района месторождения регенерированной золото-антимонитовой формации.

1 — аллювиальные и делювиально-солифлюкционные отложения; 2 — песчаники, 3 — аргиллиты и глинистые сланцы, 4 — алевролиты, 5 — чередование песчаников, алевролитов и аргиллитов; 6 — разрывные нарушения: а — зона главного разлома, б — разрывные нарушения II и III порядков; 7 — рудные тела: а — кварц-антимонитовые жилы; б — минерализованные зоны дробления; 8 — контуры россыпной золотоносности

глубинные разломы в пределах горст-антиклинорий. Они контролируют и площадное распределение магматических образований, с которыми ассоциирует оруденение данной формации. На территории горст-антиклинорий широко развиты известковистые, известково-песчаные породы, что обусловило широкое распространение различного состава скарнов, на которые наложено золото-сульфидное оруденение. Последнее часто локализуется в сколовых и контракционных трещи-

нах или в системах трещин, образуя тела сложной морфологии (залежи, штокверки и др.).

При формировании оруденения данного типа выделяются дорудный и продуктивный этапы. Дорудный этап связан с образованием эндо- и экзоскарнов. Типичные минералы скарнов — гранат и пироксен; нередко присутствуют роговая обманка, актинолит, аксинит, скаполит, везувиан, форстерит, клиногумит, шпинель; реже — шеелит и магнетит. В скарнах и скарноидах в виде секущих жил отмечается также наложная кварц-турмалиновая ассоциация с молибденитом, вольфрамитом, шеелитом и касситеритом. В некоторых скарновых минералах (пироксен, амфибол, магнетит) иногда отмечаются небольшие содержания золота.

Продуктивный этап характеризуется преобладанием ассоциаций ранних сульфидов — кварц-пирротин-лёллингитовой и арсенопирит-кобальтин-сафлоритовой. Эти ассоциации во многом сопоставимы с минеральными ассоциациями аналогичного состава в месторождениях висмутового типа, отличает их большая роль сульфидов и резкое преобладание кобальтовых (кобальтин, сафлорит, шмальтин) и кобальтоносных минералов (глаукот, глаукопирит) в месторождениях лёллингитового типа данной формации. С более поздними ассоциациями — сидерит-халькопирит-сфалерит-галенитовой и особенно висмутин-козалитовой и теллур-висмутовой — связано микроскопическое золото.

Золото-сульфидная формация

Месторождения данной формации приурочены к зонам или участкам пересечения зон глубинных разломов, которые контролируют также районы проявления мезозойского щелочного магматизма Алданского щита.

Золото-сульфидная формация расчленяется на две подформации: золото-полисульфидную и золото-кварц-пиритовую.

Геологическое строение района развития **золото-полисульфидного оруденения** (рис. 34) определяется наличием двух структурных ярусов: нижнего — архейский кристаллический фундамент и верхнего — толща горизонтальнозалегающих кембрийских доломитов мощностью 100—200 м. Последние вмещают большую часть известных рудных тел месторождений. Для этого типа характерно широкое развитие разнообразных мезозойских интрузивных пород. Интрузивы представлены лакколитами, пластообразными телами и многочисленными дайками. Дайки пространственно тесно ассоциируют с рудными телами и отличаются большой протяженностью при малой (всего 0,5 м) мощности.

Выделяются три морфологические группы рудных тел: крутопадающие жилы и зоны, горизонтальнозалегающие метасоматические залежи и зоны вкрапленного оруденения. Эти группы часто сопряжены между собой. Наиболее широко развиты крутопадающие жилы, секущие как пологозалегающие кембрийские доломиты, так и архейские породы кристаллического фундамента. Основная масса рудных участков жил в вертикальном сечении располагается в кембрийских доломитах на удалении 20—80 м от архейских кристаллических пород. Только в отдельных жилах оруденение прослежено до архейского фундамента. В архейских кристаллических породах жилы на протяжении нескольких метров выклиниваются и замещаются маломощными кварцевыми прожилками. Все жильные рудные тела сильно окислены, как правило, преобладают вторичные рыхлые и полусвязанные рудные массы.

Большую роль в контроле размещения оруденения имеют горизонтальные, согласные с залеганием кембрийских доломитов, зоны

тектонических нарушений, фиксирующиеся по пластообразным телам брекчированных доломитов и тонким прослоям глинистого материала. К таким зонам часто приурочены рудные залежи и пластообразные те-

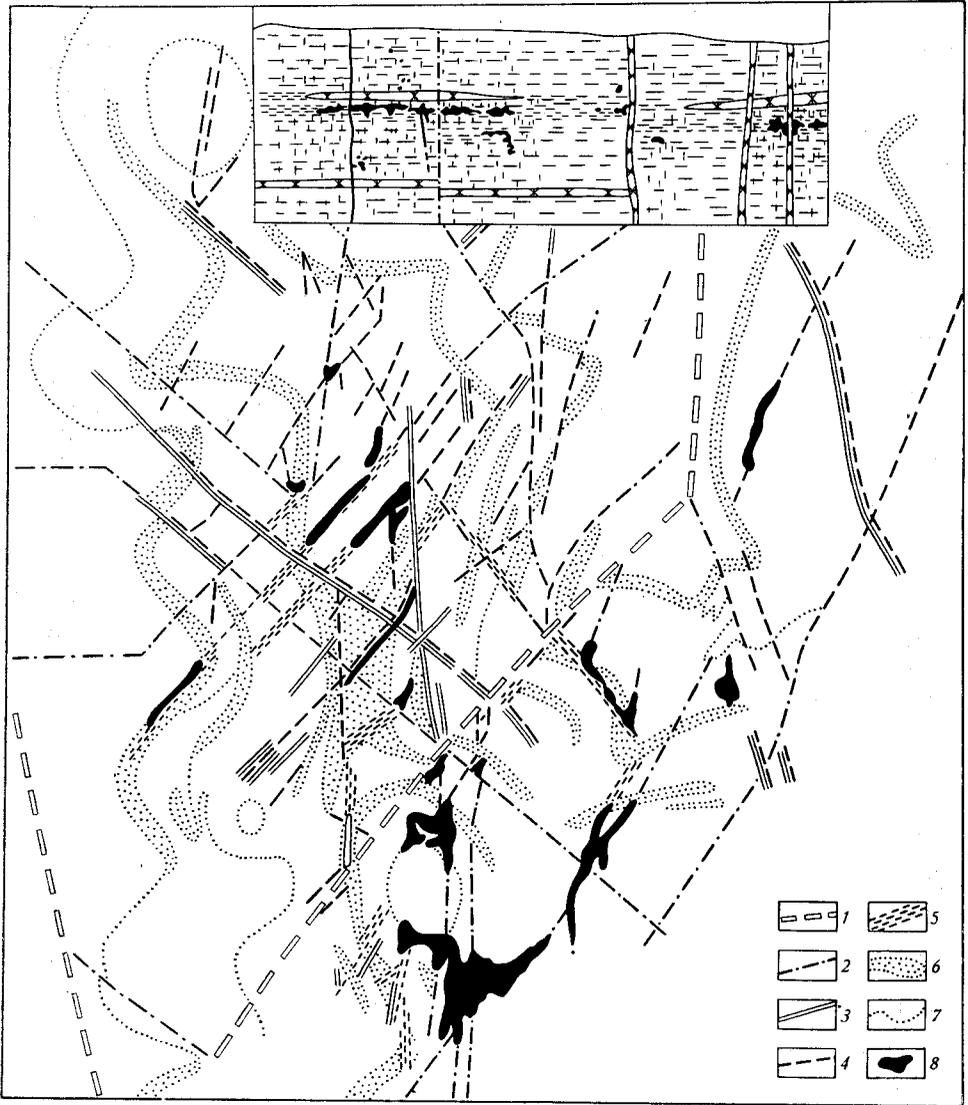


Рис. 34. Структурная схема месторождения золото-полисульфидного типа (по А. И. Казаринову, 1951, с дополнениями Н. В. Нестерова и др.).

1 — крупные разломы; 2 — более мелкие разрывные нарушения; 3 — трещины, выполненные дайками; 4 — трещины, выполненные рудными телами; 5 — вертикальные зоны трещиноватости, 6 — горизонтальные тектонически ослабленные зоны; 7 — границы разновозрастных пород; 8 — рудные залежи.

На врезке — разрез одной из залежей

ла мезозойских щелочных пород. Рудные залежи представляют пластообразные рудные тела, как правило, вытянутые в одном направлении. Контакты залежей, как и жил, довольно резкие, боковые изменения вмещающих пород проявлены слабо. Большая часть залежей не имеет пространственной связи с крутопадающими жилами, хотя ряд жил соединяет залежи, расположенные на разных горизонтах.

Минеральный состав рудных тел золото-полисульфидного типа имеет ряд особенностей, главные из них, по данным Н. В. Петровской, следующие: широкое развитие железомagneзиальных карбонатов, обилие чешуйчатого гематита, наличие висмутовых минералов наряду с шеелитом, пирротином, магнетитом и др. Общее число минералов превышает 60: главные — кварц, анкерит, пирит, гематит, халькопирит; менее распространены шеелит, галенит, пирротин и сфалерит; в виде примесей встречены тетраэдрит, магнетит, борнит, силванит, галеновисмутин, самородный висмут, буланжерит и др. В окисленных (вторичных) рудах широко представлены гётит, гидрогётит и, ярозит, ковеллин, халькозин, малахит, азурит, куприт и более 20 других гипергенных минералов.

Соотношения минералов в рудных телах довольно разнообразны. Выделяются четыре минеральных типа руд: пирит-анкеритовый, кварц-пиритовый, кварц-полиметаллически-сульфидный, кварц-пирит-гематитовый. Большинство рудных тел характеризуется изменчивостью состава и чередованием в них различных типов руд.

Минеральные ассоциации руд месторождений разнообразны и образуются, вероятно, в несколько стадий.

Золото в рудах представлено преимущественно мелкими выделениями жилковидной, губчатой, проволочной, комковидной формы, неравномерно рассеянными в рудной массе. Макроскопически заметные скопления золота чаще наблюдались в окисленных рудах, где их размеры составляли от долей миллиметра до 1—5 см, редко отмечались самородки. По химическому составу золото отличается сравнительной чистотой, его пробность составляет 900—930 единиц.

Оруденение золото-кварц-пиритового типа приурочено к контакту кембрийских и юрских отложений. Рудные тела представлены пластообразными залежами (рис. 35), в плане имеют лентообразную форму с сильно извилистыми краями. Кровля залежей, как правило, почти параллельна стратиграфическому контакту кембрийских и юрских отложений. Со стороны подошвы контуры рудных залежей более сложные, изобилующие западинами, карстовыми полостями в кембрийских карбонатных породах. От кембрийских пород залежи часто отделены слабозолотоносными слоистыми глинами (их рассматривают как продукты доюрских кор выветривания). Границы рудных тел устанавливаются преимущественно по результатам опробования. Типичные жилы на месторождениях не обнаружены. Как «жилы» могут рассматриваться оруденелые мезозойские дайки, в которых содержания золота прослеживаются иногда на значительную глубину. Следует также отметить, что наиболее богатые участки залежей часто также сопряжены с мезозойскими дайками.

Руды месторождений описываемого типа несут следы интенсивного разрушения: в большей части они полностью окислены и представляют рыхлые образования с обломками более плотных пород и агрегатов первичных руд. В грубообломочной фракции руд обнаружены обломки первичных золотоносных метасоматитов и обломки известняков, песчаников, конгломератов и изверженных пород. Руды данного типа сложены кварцем (47—73%), глинистыми минералами (гидрослюды с примесью каолинита — 14—35%), гидроокислами железа (гидрогётит, гидрогематит — 10—38%), карбонатами (кальцит, обломки известняков — 0,5—3%) и др. В качестве первичных руд на месторождениях выделяются плотные существенно кварцевые гидротермально-метасоматические образования. Они содержат непостоянное количество сульфидов, среди которых преобладают пирит и адуляр. Незначительную примесь составляют халькопирит, пирротин, магнетит, галенит, сфале-

рит, арсенопирит, самородный висмут, валлериит, блеклая руда, антимонит и другие, из нерудных — кальцит, серицит, биотит и флюорит. Для первичных руд наиболее характерны брекчиевые текстуры.

Основными минералами — концентраторами золота в первичных рудах являются пирит и кварц. В окисленных рудах основная часть золота связана с гидроокислами железа. В рудах выделяются две разновидности золота: первая — «обычные» золотинки мелкого и среднего размера и вторая — своеобразное мелкое тонкодисперсное золото, ко-

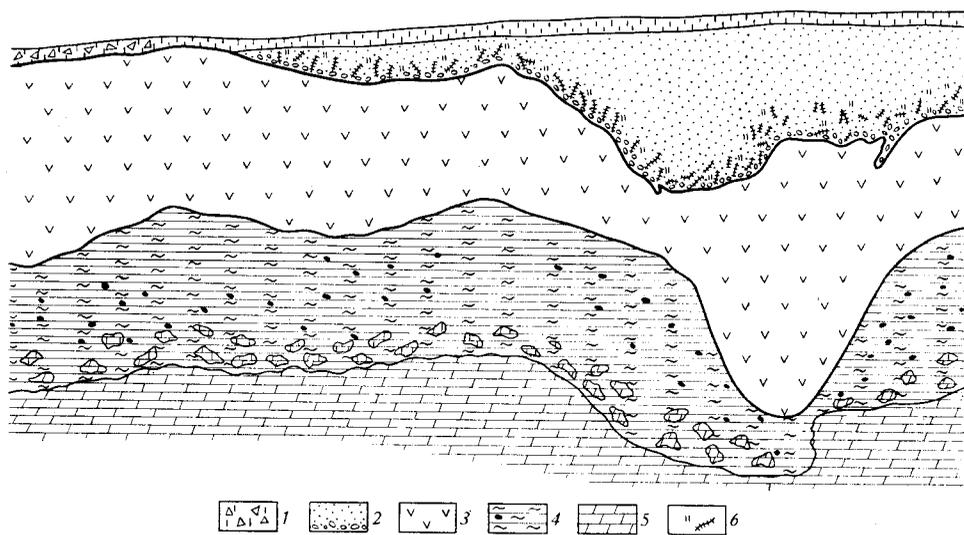


Рис. 35. Схема строения одной из залежей месторождения золото-кварц-пиритового типа

1 — делювиальные песчано-глинистые отложения; 2 — нижнеюрские песчаники с прослоями конгломератов; 3 — золоторудная залежь; 4 — остаточная кора выветривания; 5 — нижнекембрийские карбонатные породы, 6 — зонки окварцевания

торое наблюдается в виде мельчайших выделений размером в единицы микрон или агрегатов мельчайших золотых частиц в поперечнике до 0,5—1, реже 1,5 мм. Эти агрегаты часто покрыты черными корочками гидроокислов железа. Пробность золота составляет 900—923 единицы.

Золото-серебряная формация

Все проявления золота этой формации локализованы в вулканических породах и по минеральному составу относятся к серебро-сульфоантимонитовому и сфалерит-галенитовому типам. По геологическим данным и результатам определения абсолютного возраста оруденение датируется как позднемеловое. Содержания золота в поствулканических метасоматитах, развивающихся по вулканитам липаритового состава, и пространственная связь с ними проявлений золота позволяют предположить парагенетическую связь золото-серебряного оруденения с позднемеловым кислым вулканизмом.

Формирование проявлений золота данной формации происходило в несколько этапов. В продуктивный этап образовались линейные зоны метасоматитов типа формации вторичных кварцитов (рис. 36). На метасоматиты наложены минеральные ассоциации продуктивного этапа. В порядке последовательности образования выделяются следующие

минеральные ассоциации: полосчато-кварцевая, кварц-адуляровая с пиритом, галенит-халькопирит-сфалеритовая и золото-серебро-сульфоантимонитовая; с последней связан разнообразный комплекс серебряных минералов.

Оруденение серебро-сульфоантимонитового типа локализовано в зонах протяженных разрывных нарушений субширотного простирания и в оперяющих их северо-восточных трещинах. Рудные тела обычно имеют сложное строение с многократно проявленными текстурами цементации, пересечения и отчетливо выраженными зеркалами скольжения. Отмечается приуроченность рудных тел к линейным зонам измененных пород. Центральные части таких зон обычно сложены кварц-серпичитовыми, сменяющимися к периферии кварц-адуляровыми, кварц-хлорит-каолинитовыми и кварц-хлорит-карбонатными метасоматитами. Наиболее широко проявлена кварц-адуляровая ассоциация, халькопирит-сфалерит-галенитовая встречается спорадически, более часта фрейбергит-пираргиритовая. На отдельных участках рудных тел отмечаются повышенные содержания минералов данной ассоциации. Помимо основных минералов отмечаются и более редкие — аргентит, стефанит и миаргирит. Все они находятся в тесных сростаниях, размер их не превышает 1 мм. Кварц-кальцитовая ассоциация развита неравномерно.

Постпродуктивный этап минералообразования золото-серебряной формации представлен кварц-диккитовой ассоциацией, слагающей прожилки и зоны брекчирования различной мощности, которая практически не золотоносна.

Вмещающими породами руд галенит-сфалеритового типа являются различные фации вторичных кварцитов и пропилитов. Рудные тела выполняют системы разноориентированных разрывных нарушений, трещин и сложены грубополосчатыми кварц-пирит-арсенопиритовой, халькопирит-сфалерит-галенитовой и кварц-карбонатной минеральными ассоциациями.

Одно из проявлений галенит-сфалеритового типа обнаружено в пределах развития туфов, игнимбритов дацитового состава, туффитов, туфов и лав липаритов нижнемеловых джостачанской и нитканской свит, ограниченно распространены туфы дацитов верхнемеловой когарской свиты. Эти вулканогенные образования интродированы дайками и штоками липаритов и гранит-порфиров позднемелового возраста и дайками андезитового, андезито-базальтового и базальтового состава палеогенового возраста. Золото-серебряная ассоциация пространственно тяго-

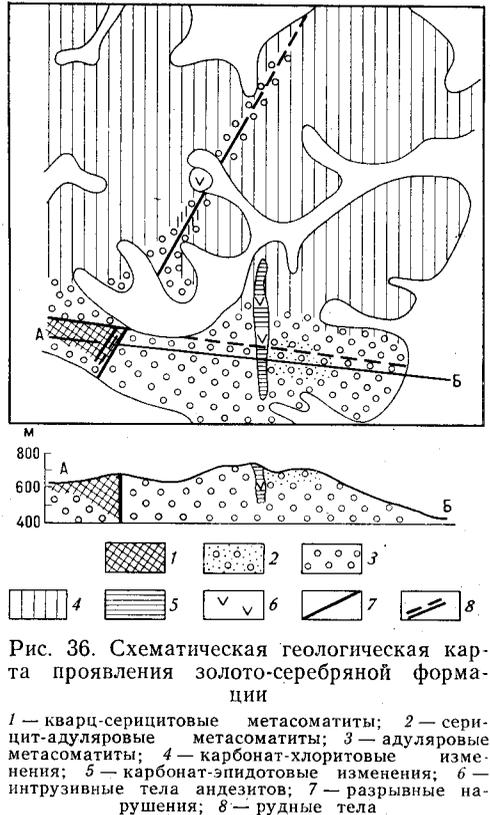


Рис. 36. Схематическая геологическая карта проявления золото-серебряной формации

1 — кварц-серпичитовые метасоматиты; 2 — серпичит-адуляровые метасоматиты; 3 — адуляровые метасоматиты; 4 — карбонат-хлоритовые изменения; 5 — карбонат-эпидитовые изменения; 6 — интрузивные тела андезитов; 7 — разрывные нарушения; 8 — рудные тела

теет к дайкам липаритов, в основном, к участкам пересечения серии даек разрывными нарушениями северо-восточного простирания.

Золото-серебряное оруденение контролируется сближенными субпараллельными разрывными нарушениями северо-восточного простирания и оперяющими их трещинами. На участке проявления широко развиты гидротермально-измененные породы: окварцованные и сульфидизированные разности. Гидротермально-измененные породы образуют вытянутые вдоль разрывных нарушений северо-восточного простирания поля шириной 200—600 м и характеризуются повышенными содержаниями калия. Распределение калия неравномерное, выделяются аномальные зоны с концентрацией калия до 5—11%. Золото-серебряная минерализация связана с жилами, жильными зонами кварцевого, адуляр-кварцевого и кварц-карбонатного состава, а также с зонами окварцевания, прожилково-кварцевыми зонами и зонами дробления.

Прожилково-кварцевые зоны и зоны окварцевания являются наиболее ранними. Они приурочены к разрывным нарушениям северо-восточного, реже северо-западного простирания и часто располагаются кулисообразно. Кварц в этих зонах образует сетчатые прожилки мощностью 1—3 см. Зоны дробления развиты практически на всей площади. Сложены они обохренными, интенсивно дробленными, каолинизированными породами.

Кварц-карбонатные жилы зафиксированы на северо-западном фланге основных разрывных нарушений северо-восточного простирания. Кварцевые и адуляр-кварцевые жилы наиболее широко распространены. Морфология этих жил изучена слабо. Отдельные тела имеют сложное строение с раздувами и ответвлениями, на некоторых участках наблюдаются серии жил, объединяющиеся в жильные зоны.

Текстуры руд в жилах полосчатые, кокардовые, брекчиевые, кристификационные, реже массивные и друзовидные. Часто в пределах одной жилы наблюдаются сочетания нескольких текстур. Рудные минералы образуют гнездовую, прожилковую и рассеянную вкрапленность. Представлены они дискразитом, пруститом, пираргиритом, блеклыми рудами, сфалеритом и галенитом.

На территории Якутии, еще недостаточно изученной, возможно также открытие проявлений золота других формационных и минеральных типов.

В настоящее время известно оруденение золото-антимонит-киноварного, золото-киноварного, халькопирит-шеелитового типа, оруденение в черносланцевых толщах, выявлена золотоносность кварц-турмалиновых жил, своеобразных зон березитизации в гранитоидных массивах, зон метасоматитов калишпат-пирит-карбонатного состава, минерализованных зон дробления в архейских кристаллических породах, зон скарнированных пород и др. Установлена также золотоносность ряда архейских метаморфических образований, метаморфизованных протерозойских конгломератов, базальных конгломератов верхнего протерозоя и юдомской свиты, контактовых зон даек основного состава (в ассоциации с медью) и других геологических образований.

РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

На территории Якутии выявлены россыпные месторождения золота разного возраста, происхождения и морфологических типов.

Россыпи Якутии сформированы в результате длительного континентального развития территории в разные геологические эпохи, но промышленное значение имеют только кайнозойские россыпи. По генези-

су различают элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, ледниковые и прибрежно-морские россыпи. Формы россыпей в плане очень разнообразны, но большая их часть имеет вытянутые, струйчатые контуры (Трушков, 1971).

Процесс россыпеобразования начался, вероятно, уже в докембрийские эпохи. Признаки кластогенного золота обнаружены в средне- и верхнепротерозойских осадочных образованиях на северо-западном склоне Алданского щита, в базальных слоях верхнего протерозоя Оленекского поднятия и др. Слабая золотоносность этого возраста приурочена к горизонтам терригенных пород с прослоями конгломератов. В Яно-Колымской складчатой области проявления россыпной золотоносности установлены в мезозойских терригенных отложениях. В Верхоянье золото обнаружено в цементе и гальках кварца конгломератов из верхнетриасовых отложений. Слабая золотоносность выявлена в базальных конгломератах нижнеюрских отложений (укугутская свита), эти россыпи характеризуются низкими содержаниями металла, но за их счет могли формироваться россыпи в водораздельных галечниках и косовых отложениях водотоков. В пределах мезозойских открыты в 50-е годы проявления россыпной золотоносности в меловых отложениях.

Кайнозойские аллювиальные россыпи Якутии залегают на коренных отложениях и перекрываются слабозолотоносными или незолотоносными рыхлыми отложениями.

Выделяются ложковые, русловые (в том числе россыпи каньонов), косовые, долинные (или пойменные и надпойменные террасы), террасовые различных уровней, россыпи межгорных впадин (в том числе ярусные россыпи), россыпи, погребенные под ледниковыми и другими отложениями.

Большая часть кайнозойских аллювиальных россыпей представлена лентообразными залежами различной ширины и протяженности. Для долин небольших водотоков характерны «одноструйчатые» россыпи простого строения с закономерным уменьшением содержаний и мощности продуктивного пласта от периферии к центру. Россыпям крупных водотоков присущи сложное строение, многоструйчатый или гнездовый характер распределения золота. Продуктивный пласт чаще локализуется в приплотиковой части, при этом промышленные концентрации приурочены на 40—60% к аллювиальным отложениям и на 60—40% к элювиальным (глыбово-дресвяно-щебнисто-глинистым) образованиям. В ряде районов известны россыпи, продуктивный пласт которых залегают на ложном глинистом плотике. Продуктивный золотосносный пласт в большинстве россыпей сформирован хорошо, но четкий литологический контроль отсутствует и выявление пласта возможно только по данным опробования. Золото в продуктивном пласте обычно распределяется от «знаковых» содержаний до некоторого максимума на границе аллювиальных и элювиальных отложений. Более сложное распределение металла характерно для россыпей, характеризующихся преобладанием глин в составе «песков» и плотиком из карбонатных пород.

По связи с рудными источниками выделяется два типа россыпей. Для первого характерна отчетливая пространственная связь с рудными месторождениями и проявлениями (преимущественно золотосносные кварцевые жилы и минерализованные зоны дробления с крупными золотинами), проявляющаяся в виде постепенного перехода от коренных источников через золотосносные элювиально-делювиальные отложения к пролювиальным и аллювиальным россыпям. Для второго типа россы-

пей не устанавливается пространственной связи с коренными источниками. Большое число россыпей приурочено к районам распространения малосульфидной золото-кварцевой, золото-сульфидной формации, регенерированной золото-антимонитовой и других формаций. Наибольшая продуктивность отмечается там, где в питании россыпей участвовало несколько типов коренных источников.

В начальной стадии россыпеобразования большое значение имели процессы химического выветривания. В процессе формирования кор выветривания были разрушены и переработаны огромные массы материала, в результате высвободилось золото, переотложенное затем в аллювиальных отложениях.

ПЛАТИНА

На территории Якутии известны россыпные и рудные проявления платины.

Рудные проявления платины связаны с массивами центрального типа, сложенных в основном ультраосновными породами. Максимальные концентрации платины приурочены к форстеритовым дунитам. Платина обнаружена также в перидотитах, пироксенитах и щелочных габброидах. В дунитах платина концентрируется совместно с аксессуарным хромитом; дуниты с сегрегационным хромитом отличаются повышенным содержанием иридия и родия. Платина встречена в форме самородков, а также образует изоморфные примеси в оливине и хромите. По составу она отвечает поликсену (90%), но содержит в небольших количествах платинистый иридий и другие элементы.

За счет разрушения дунитов сформированы платино-хромитовые россыпи. Россыпи аллювиальные, долинные; металл сконцентрирован в песчано-галечниковом слое в приплотиковой части. Платина представлена монолитными зернами и агрегатами зерен, цементирующими кристаллы хромшпинелидов. Большинство зерен не окатаны или плохо окатаны. Химический состав платины следующий (в вес. %): платина — 77,02; железо — 8,08; иридий — 0,93; палладий — 0,26; родий — 0,58; медь — 0,88; никель — 0,11; золото — 0,03; осмий — 2,54; нерастворимый остаток — 9,14.

Известны и другие типы коренных источников платины; в частности, платина отмечена в отдельных телах золоторудных месторождений. Платина в виде примеси содержится также в архейских пироксенитах и габбро, развитых в пределах площадей находок сперрилита. В этих же породах отмечен и палладий.

Россыпные проявления платины установлены в аллювиальных отложениях средне-позднечетвертичного возраста и аллювиальных отложениях современной гидросети. Повышенные содержания платины приурочены к приплотиковым частям россыпей. Платина в россыпях ассоциирует с хромитом, золотом, пиропами, пикроильменитом, пироксенами и представлена мелкими, сильно истертыми зернами лепешковидной, пластинчатой и каплевидной формы, реже встречаются кристаллы. Иногда в платине преобладают осмий и иридий. Коренные источники россыпной платины пока не выявлены, возможно, ими являются разновозрастные промежуточные коллектора.

Установлены также косовые, реже террасовые россыпи с низкими содержаниями металла. В косовых образованиях платина концентрируется, главным образом, в верхнем, поверхностном слое песчано-галечниковых аллювиальных отложений. Металл на косах распределен неравномерно, выделяются отдельные пятна или струи. Наиболее обогащенная часть россыпей располагается в верхних частях кос. Большая

часть зерен платины представлена мелкими чешуйками серебристо-серого цвета с матовой тонкошагреневой поверхностью. Характерны также таблички, пластинки и шарообразные зерна; окатанность их хорошая. Химический состав вилюйской платины следующий (в вес. %): платина — 65,43; железо — 10,7; иридий — 0,4; палладий — 0,86; родий — 3,9; рутений — 2,32; золото — 0,22; медь — 0,4; никель — 0,18; осмий и иридий — 10,7; песок — 4,25.

Встречены также единичные зерна осмистого иридия в пробах из аллювиальных отложений. Осмистый иридий представлен шестиугольными пластинками от серого и темно-серого до черного цвета с сильным блеском и высоким удельным весом; размер пластинок не превышает 0,1—0,16 мм.

Подмечено, что в местах выхода отложений укугутской свиты фиксируется повышение содержаний платины в кайнозойских аллювиальных отложениях. По В. Л. Масайтису, россыпная железистая платина синеклизы могла образоваться при разрушении среднепалеозойских щелочно-ультраосновных интрузий центрального типа, в которых могут залегать хромитовые тела с железистой платиной. Не исключено также происхождение платины из докембрийских метаморфических толщ поднятий, перекрытых юрскими отложениями. В процессе формирования мощной поздне триасовой коры выветривания могло происходить высвобождение платины из разных коренных источников и последующее их переотложение в промежуточных коллекторах укугутской свиты.

СЕРЕБРО

В Якутской АССР известны месторождения свинца, цинка и сопутствующего им серебра. Известны также высокосеребристые или даже собственно месторождения серебра. В качестве примеси серебро встречается в других эндогенных рудных формациях Якутии, а также в ряде экзогенных образований.

Наиболее часто серебро обнаруживается в месторождениях галенит-сфалеритовой формации.

Содержания и формы нахождения серебра в рудах разных типов галенит-сфалеритовой формации различны: изоморфная примесь в галените, микроскопические и субмикроскопические включения в нем малосеребристых тетраэдрита, реже бурнонита свойственны всем типам, но в тетраэдрит-галенит-сфалеритовом они преобладают. В месторождениях галенитового и особенно сульфоантимонит-галенитового типов серебра, кроме того, связано с серебро-свинцовыми и серебряными сульфоантимонитами.

Среди верхнеюрских вулканогенно-осадочных пород известны месторождения **барит-полиметаллической формации** с комплексными рудами. Интерес представляют руды формации, в которых обнаружен тетраэдрит с серебром.

В ряде месторождений **касситерит-сульфидной формации** установлены жильные тела галенит-марматитового типа с примесью серебра, которое не образует, как правило, собственных минералов, а находится в качестве изоморфной примеси в галените, реже обнаруживаются микроскопические выделения блеклых руд.

В рудах некоторых золоторудных формаций установлены минералы серебра. Серебро в рудах арсенопиритового типа малосульфидной золото-кварцевой формации связано с галенитом, миаргиритом и пираргиритом. Серебро выявлено также в рудах месторождений регенерированной золото-антимонитовой и золото-сульфидной формаций. Серебренность установлена также в рудах проявлений золото-серебряной фор-

мации, некоторые из них могут рассматриваться как собственно серебряные.

На территории Якутии серебро установлено и в ряде месторождений **экзогенного происхождения**. Среди них отметим горючие сланцы, угли и ряд образований кор выветривания.

РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ

ОЛОВО, ВОЛЬФРАМ

Оловянное и вольфрамовое оруденение распространено в пределах разных структур Восточной Якутии: Западно-Верхоянском мегантиклинории, Южно-Верхоянском мегасинклинории, Сартангском синклинории, Куларском антиклинории, Полоусном мегасинклинории, Адычанском брахиантиклинории, в структурах обрамления Колымского среднего массива, районах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса и др. На территории Алданского щита известны незначительные по масштабам проявления вольфрама. Весьма ограничены перспективы олово- и вольфрамоносности других регионов Якутии.

История открытия и изучения оловянных, олово-вольфрамовых и вольфрамовых месторождений Восточной Якутии насчитывает четыре десятилетия [Зимкин А. В., 1971].

РУДНЫЕ ФОРМАЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОЛОВА

Все разнообразные оловорудные месторождения и проявления Восточной Якутии принадлежат касситерит-пегматитовой, касситерит-кварцевой, касситерит-силикатной, касситерит-сульфидной формации и формации оловоносных скарнов, в которых выделены минеральные типы. Ниже приведена характеристика рудных формаций и типовых месторождений. Более подробно охарактеризована касситерит-сульфидная формация, более широко распространенная на территории Якутии.

Касситерит-пегматитовая формация

Месторождения эпигенетических оловоносных пегматитов встречены в ассоциации с крупными интрузиями биотитовых гранитов. Мелкие тела эпигенетических пегматитов известны во многих гранитных массивах Восточной Якутии, но лишь некоторые из них могут считаться оловорудными месторождениями. Размещаются оловоносные пегматиты либо в самом теле гранитов, либо в их экзоконтактных зонах. По минеральному составу большинство их относится к микролин-альбитовому типу, для которого характерна повышенная танталоносность касситерита. Текстуры руд чаще полосчатые, структуры крупнозернистые, касситерит имеет дипирамидальный габитус. Вмещающие породы графитизированы и турмалинизированы. Вертикальный интервал оруденения около 200 м.

Сингенетические (миароловые) пегматиты отмечены во многих массивах гранитов и гранит-порфиров ранне- и позднемелового возраста, как правило, расположенных в пределах зон поперечных глубинных разломов (типа Дербек-Нельгехинского и др.). Касситерит ассоциирует с альбитом или кварцем и турмалином. В первом случае миаролы сопровождаются альбитовыми, во втором — кварц-турмалиновыми метасоматитами. Оловоносные пегматиты не являются промышленными

объектами в Верхояно-Колымской провинции, но многие из них послужили источниками касситерита при формировании небольших россыпей.

Касситерит-кварцевая формация

Месторождения формации пространственно ассоциируют со штоками биотитовых, двуслюдяных и лейкократовых гранитов ранне- и частично, позднемелового возраста. В составе формации выделены минеральные типы: альбитовый, полевошпат-кварцевый, грейзеновый, топаз-кварцевый, кварцевый, сульфидно-кварцевый.

Месторождения альбитового и грейзенового типа располагаются, как правило, в зонах эндоконтактов массивов гранитоидов или в дайках-апофизах. Они представлены метасоматическими залежами или жилами.

Месторождения полевошпат-кварцевого и кварцевого типов характеризуются пологими жилами в контракционных трещинах, крутопадающими жилами в трещинах скалывания в эндо- или экзоконтактной зоне массивов гранитоидов. Реже встречаются штоковые зоны.

Общей чертой минерального состава месторождений касситерит-кварцевой формации является резкое преобладание литофильных минералов — кварца, полевых шпатов, мусковита и топаза над силикатами железа и сульфидами, слабое развитие карбонатов (преимущественно кальцита) и почти полное отсутствие окислов железа и сульфосолей. Из сульфидов обнаруживаются лишь арсенопирит, реже пирит, иногда лёллингит. Полевые шпаты как главные минералы характерны только для альбитового типа и полевошпат-кварцевых жил. Топаз обилён в околожилльных породах месторождений грейзенового и кварцевого типов, но не всегда. Турмалин как второстепенный минерал в этих месторождениях часто сопутствует топазу, а в отдельных случаях даже преобладает над ним. Мусковит (или серицит) весьма характерен для грейзенового типа и околожилльных пород всех типов, кроме содержащих железистый биотит. Флюорит в небольших количествах встречается во всех типах. Касситерит формации — темный от мелко- до крупнозернистого, большей частью короткопризматический со многими формами и двойниками, реже призматический, дипирамидальный. Касситерит содержит мало окиси вольфрама и индия, но больше окиси скандия, чем в других месторождениях.

Вольфрамит в месторождениях формации, ассоциирующих с массивами гранитоидов позднеюрского — раннемелового возраста, примерно столько же, сколько касситерита. В месторождениях около поздне-меловых гранитоидных массивов вольфрамит и арсенопирит встречаются только как примесь. В грейзенах они локализируются преимущественно в зоне экзоконтакта массива. При этом шеелит подчинен вольфрамиту, преобладая над ним только в отдельных месторождениях сульфидно-кварцевого типа. Молибденит обнаруживается, как правило, как примесь, но в Полоусненском районе известны комплексные вольфрам-молибден-оловянные проявления формации.

Текстуры руд — массивные, вкрапленные, прожилковые, симметрично-полосчатые, друзовые, сравнительно редки брекчиевые. Структуры — от мелко-среднезернистых до крупнозернистых, аллотриоморфные или гипидиоморфные.

Околожилльные изменения вмещающих пород в месторождениях альбитового и полевошпат-кварцевого типов выразились в альбитизации. В остальных минеральных типах околожилльные изменения выражаются в образовании пород типа мусковит-кварцевых, топаз-кварце-

вых, мусковит-топаз-кварцевых, реже турмалин-мусковит-кварцевых грейзенов.

Месторождение Одинокое касситерит-кварцевой формации (рис. 37, 38) обнаружили и изучали М. И. Ипатов [1954 г.], В. Я. Лещенко [1948 г.], В. В. Бояринов, Г. М. Назаров, Г. В. Рыбаченко, А. П. Богомолов, В. П. Спиридонов, В. Н. Липчанский, В. В. Вауев, позднее Б. Л. Флеров, А. И. Холмогоров и др.

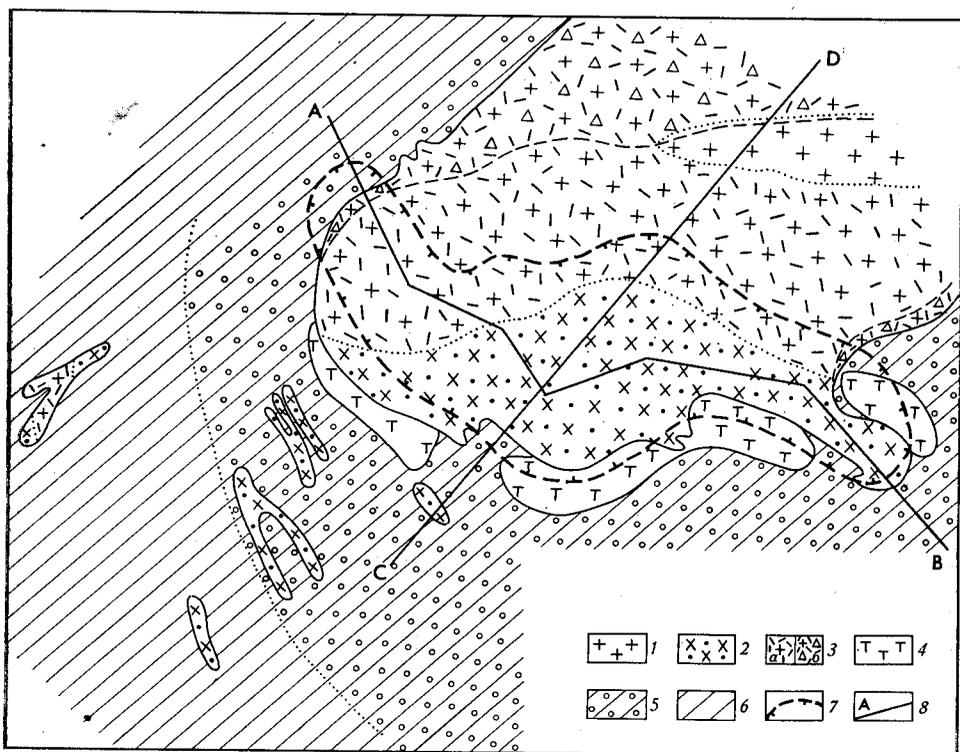


Рис. 37. План месторождения «Одинокое» (по Б. Л. Флерову, А. И. Холмогорову). 1 — слабо измененные гранит-порфиры главной фации; 2 — зона кварц-топазовых гнейзенов; 3 — зона каолинит-сланцисто-кварцевых грейзенов и каолинизированных пород (а — наложенная на породы главной фации, б — на фацию эндоконтакта, где наблюдаются участки развития эруптивных брекчий); 4 — кварц-топазовые двиттеры по контактовым роговикам; 5 — зоны кварцевых прожилков в роговиках и кварцевых метасоматитов; 6 — биотитовые роговики; 7 — контур рудного тела; 8 — линии разрывов

Месторождение приурочено к антиклинальному перегибу, осложняющему северное крыло широтной синклинали складки, выполненной верхнеюрскими сланцево-песчаниковыми отложениями, в которых располагается субвулканический шток оловоносных гранит-порфиров и дайки омчикандинского комплекса позднемелового возраста.

Месторождение представлено трубообразной залежью в штоке гранит-порфиров. Шток имеет форму овала с широтной ориентировкой длинной оси.

Сложность геологического строения месторождения обусловлена наличием разновозрастных и разнонаправленных разрывных нарушений. Оруденение в гранит-порфирах тесно связано с субширотной крупнотпадающей зоной интенсивной трещиноватости пород. Рудоконтролирующие разрывы представлены протяженными системами трещин, зонами брекчирования или отдельными трещинами субмеридионального, северо-западного простирания с крутыми падениями плоскостей.

В гранит-порфирах выделяются две фации — главная и эндоконтакта. Основная масса гранит-порфиров главной фации сложена тонкозернистым агрегатом кварца и калиевого полевого шпата. Гранит-порфиры эндоконтактовой фации развиты в северной части штока. Они отличаются мелкими размерами вкрапленников, более тонкозернистой основной массой. В пределах этой фации развиты своеобразные зоны брекчирования, представленные зеленоватыми породами, состоящими из беспорядочно ориентированных обломков гранит-порфиров, реже ро-

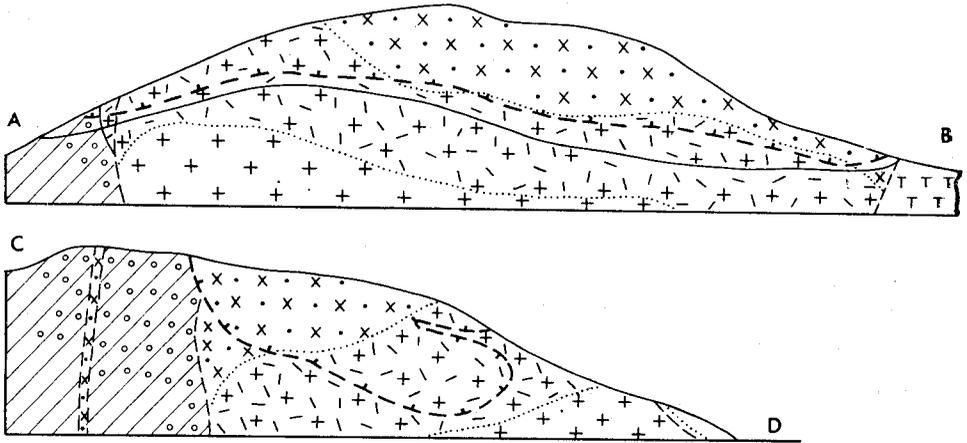


Рис. 38. Разрезы через месторождение Одинокое (по Б. Л. Флерову, А. И. Холмогорову).

Условные обозначения те же, что на рис. 37.

говиков, сцементированных тонкообломочным кластическим материалом того же состава. Максимальные мощности таких зон достигают десятков метров.

Гранит-порфиры месторождения повсеместно метасоматически изменены. По степени изменения гранит-порфиров различают зоны: слабо измененных пород, каолинит-слюдисто-кварцевых пород, кварц-топаз-слюдистых грейзенов и кварц-топазовых грейзенов (топазитов). Границы между зонами расплывчатые, неотчетливые.

Зона слабо измененных пород наблюдается на восточном участке штока. Зона каолинит-слюдисто-кварцевых метасоматитов распространена по породам главной фации и эндоконтактовой фации с зонами брекчий. Породы зоны плотные, пятнистые, темно-серые с сохранившейся реликтовой структурой исходных гранит-порфиров и брекчиевидной структурой. В породах отмечены кварцевые, кварц-топазовые, кварц-флюоритовые прожилки, к которым иногда приурочен касситерит. В основной массе породы и прожилках обнаружены также халькопирит, молибденит и вольфрамит. Породы зоны каолинит-слюдисто-кварцевых метасоматитов характеризуются, как правило, низкими содержаниями олова, но по концентрациям молибдена не уступают интенсивно грейзенизированным гранит-порфирам, по содержаниям меди и вольфрама превосходят последние.

Зона кварц-топаз-слюдистых грейзенов прослеживается полосой к югу от зоны каолинит-слюдисто-кварцевых метасоматитов. Основная масса имеет сложный состав: кварц, топаз, железистая слюдка, реликты альбита и каолинита. Породы рассечены кварц-топазовыми прожилками с флюоритом и касситеритом, касситерит содержится также в

основной массе породы совместно с топазом и в пустотах выщелачивания полевых шпатов, где установлена и вкрапленность молибденита и вольфрамита.

Зона кварц-топазовых грейзенов, с которой, в основном, совпадает оловорудное тело, образует в прикровельной части штока полосу, вытянутую вдоль южного и юго-западного его контактов. Гранит-порфиры в зоне нацело замещены топаз-кварцевым грейзеном. Основная масса породы представляет тонкозернистый агрегат кварца и топаза с размерами зерен от 0,001 до 0,003 мм, фиксируется рассеянная вкрапленность мелких (0,01—0,02 см) зерен касситерита. Породы зоны рассече-

Таблица 15

Минеральный состав руд месторождения Одинокое *

Степень распространения	Гипогенные минералы	Гипергенные минералы
Главные (более 10% состава руд)	Кварц, топаз, сидерофиллит	
Второстепенные	Мусковит (серицит), каолинит, флюорит, гемагит, касситерит, пиролюзит	Гидроокислы железа, каолинит (?)
Редкие	Молибденит, вольфрамит, арсенопирит, пирит, халькопирит, сфалерит, станнин, галенит, рутил, циркон	Скородит, малахит, азурит
Весьма редкие	Самородный висмут, пирротин, леллингит, борнит, бурнонит, шеллит, турмалин, эпидот и др.	

* В таблицу включены только новообразованные минералы, минералы гранит-порфиров и контактовой зоны не учтены.

ны тонкими прожилками неправильной формы кварц-топазового состава, к зальбандам которых приурочен касситерит. В топаз-кварцевой породе, в прожилках и пустотах встречены также вольфрамит и молибденит.

Вмещающие песчано-сланцевые породы у южного и юго-западного контакта штока превращены в кварц-топазовые и слюдисто-кварцевые грейзены, переходящие по мере удаления от контакта в кордиеритовые роговики. Эти породы содержат кварц-топазовые прожилки с касситеритом, молибденитом, иногда вольфрамитом. С удалением от контакта или его апофиз на 50—100 м распространены кордиеритовые роговики, которые характеризуются повышенными содержаниями молибдена.

Месторождение Одинокое может быть отнесено к грейзеновому типу касситерит-кварцевой формации, а по морфологии к штокверкогнездовому типу. Минеральный состав руд приведен в табл. 15.

Касситерит в пределах основного рудного тела распределен неравномерно — максимальные концентрации приурочены к центральной и восточной частям залежи. Касситерит первой генерации тесно ассоциирует с топазом. Касситерит второй генерации развит в зонах существенно кварцевых грейзенов, образуя струйчатые скопления, прожилки и вкрапленность зерен. Касситерит третьей генерации наименее распространен и ассоциирует с наиболее поздним парагенезисом с гематитом.

Вольфрамит слагает маломощные прожилки и гнезда в кварц-топазовых грейзенах и приурочен к зонам окварцевания. Он ассоциирует с кварцем и касситеритом. Пластинчатые зерна вольфрамита отмечены и в кварц-молибденитовых прожилках в районе юго-западного экзоконтакта штока.

Касситерит-силикатная формация

Месторождения касситерит-силикатной формации ассоциируют с кислыми или умеренно кислыми породами, входящими в состав субвулканических гранитов в районах, сопряженных с Охотско-Чукотским и Святоносско-Олойским вулканогенными поясами. В касситерит-силикатной формации выделяются кварц-биотитовый, турмалин-кварцевый, хлорит-кварцевый минеральные типы. Наибольшее распространение имеют турмалин-кварцевые месторождения, за счет которых часто сформированы россыпи касситерита.

Месторождения кварц-биотитового типа представлены неправильными линзообразными метасоматическими телами в эндоконтактной зоне массивов гранитоидов. Для **турмалин-кварцевых месторождений** характерны жилы, длина которых изменяется от первых сотен метров до 1 км. **Месторождения хлорит-кварцевого типа** представлены протяженными крутопадающими жилами.

Общей чертой минерального состава касситерит-силикатных месторождений является широкое развитие наряду с кварцем минералов, содержащих железо: биотита, весьма железистого турмалина, хлорита (тюрингита), магнетита, которые отличают эти месторождения от касситерит-кварцевых наряду с уменьшением значения топаза.

Касситерит в ассоциации с турмалином и кварцем изометричный, короткостолбчатый, с хлоритом — длиннопризматический, мелко- и среднезернистый, часты колломорфные агрегаты, а в месторождениях в субвулканических породах обычны стяжения деревянистого олова в сростаниях с кварцем, гематитом и хлоритом. В рудах широко распространены полосчатые текстуры, тонкозернистые, колломорфные и метаколлоидные структуры. Призальбандовые части их представлены мелкозернистой кварц-хлорит-турмалиновой или кварц-турмалиновой породой с касситеритом.

В околожильных породах турмалин-кварцевых жил (у их зальбандов) развивается турмалин с подчиненным хлоритом. У зальбандов хлорит-кварцевых жил распространен хлорит, реже вместе с сидерофиллитом. В кварц-биотитовых месторождениях сидерофиллитовые грейзены, по-видимому, следуют за слюдисто-кварцевыми.

Касситерит-сульфидная формация

Месторождения формации локализуются преимущественно в зонах глубинных разломов и пространственно связаны с массивами умеренно кислых или кислых гранитоидов. Реже месторождения встречаются в ассоциации с вулканоплутоническими комплексами в районах распространения эффузивов и месторождений касситерит-силикатной формации.

В касситерит-сульфидной формации выделены сульфидно-турмалиновый, сульфидно-хлоритовый, арсенопирит-пирротиновый и галенит-сфалеритовый минеральные типы.

Месторождения сульфидно-турмалинового и сульфидно-хлоритового типа пользуются примерно одинаковым распространением. Менее развиты **месторождения арсенопирит-пирротинового типа**, которые наибо-

лее характерны для районов со свинцово-цинковой минерализацией. **Месторождения галенит-сфалеритового типа** встречены почти исключительно вблизи Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Сульфидно-турмалиновые месторождения располагаются обычно в роговиках экзоконтактовых зон массивов, либо над массивами гранитоидов, либо над пологими участками кровли, рядом с куполами или много ниже их. Сульфидно-хлоритовые и арсенопирит-пирротиновые месторождения чаще встречаются во внешней части экзоконтактовых зон или вне их.

Месторождения первых трех типов формации представлены простыми и сложными жилами, минерализованными зонами дробления, наиболее характерными для сульфидно-хлоритовых месторождений, и штокверковыми зонами, состоящими из одной или нескольких жил и серии оперяющих и параллельных прожилков между ними. Нередко рудные тела образуют свиты сближенных тел, соединенных друг с другом апофизами. Размещение рудных тел контролируется крутопадающими трещинами скалывания преимущественно сдвигового типа с амплитудами смещения до нескольких метров.

В одних районах рудные тела вытянуты в северо-восточном направлении, согласно с простираемостью зон поперечных глубинных разломов, в других жилы располагаются параллельно разрывным нарушениям и складкам широтного простираения, хотя и локализируются преимущественно в пределах поперечных рудно-магматических зон.

Количество жил в отдельных месторождениях изменяется от единичных до нескольких десятков и более. Мощности рудных тел варьируют от десятков сантиметров до нескольких метров, длина — от сотен метров до километра. На верхних горизонтах рудные тела имеют наибольшую мощность и часто сопровождаются штокверковыми зонами. На средних они представлены сложными жилами, по падению переходящими в серии прожилков среди измененных вмещающих пород.

Главная часть олова в большинстве месторождений заключена в центральных частях жил, в одном рудном столбе, вытянутом обычно по простираению жил и совпадающем с наибольшей их мощностью. В сложных жилах каждая кулиса обладает своим рудным столбом.

Основной особенностью состава касситерит-сульфидных месторождений первых трех типов является обилие в них минералов, содержащих серу и железо. Для них характерна относительная бедность рудных тел кварцем и станнином, наличие турмалина и хлорита, малые концентрации топаза и флюорита, вместо кальцита широко распространены сидерит с примесью марганца. В сульфидно-турмалиновом типе железо содержится преимущественно в турмалине шерл-дравитового ряда (менее железистого, чем в касситерит-силикатных месторождениях) и сульфидах. В месторождениях сульфидно-хлоритового типа хлорит резко преобладает над турмалином. В месторождениях арсенопирит-пирротинового типа большая часть железа заключена в сульфидах и частью карбонатах. В рудах пирротин преобладает над пиритом. Арсенопирит во многих месторождениях является постоянным спутником олова. Халькопирит редко образует крупные концентрации. Марматит распространен в месторождениях сульфидно-хлоритового и, особенно, арсенопирит-пирротинового типа. Галенит встречается в виде примеси, но очень характерен для периферии многих оловорудных узлов. Станнин в рудах постоянно присутствует как примесь, и только в некоторых месторождениях его содержание соизмеримо или выше содержания касситерита. Из элементов-примесей характерен индий, концентрирующийся в марматите, халькопирите, пирротине и, отчасти, касситерите.

Касситерит в жилах сульфидно-турмалинового типа короткопризматический, часто сдвойникованный, темный. В сульфидно-хлоритовых жилах габитус касситерита становится длиннопризматическим до игольчатого и криптокристаллического. Из текстур в рудах наиболее характерны брекчиевые, брекчиевидные, пересечения, полосчатые и массивные. Структуры, как правило, мелкозернистые, широко развиты разнообразные структуры замещения и распада твердых растворов.

Касситерит-сульфидные месторождения характеризуются стадийностью рудоотложения. В них выделяется от 3 до 5 стадий.

Месторождения галенит-сфалеритового типа встречаются в металлогенных и рудных зонах, сопряженных с Охотско-Чукотским вулканогенным поясом, локализуясь обычно за пределами экзоконтактов гранитоидных массивов умеренной кислотности. Форма рудных тел — тонкие жилы, минерализованные зоны дробления или трубы. От оловорудных месторождений арсенопирит-пирротинового типа они отличаются исключительно слабым развитием пирротина, парагенезисом игольчатого тонко- и скрытокристаллического касситерита с кварцем, пиритом, галенитом и сфалеритом, преобладающих над сульфидами железа, и появлением маложелезистого сфалерита. Из карбонатов встречаются анкерит, кальцит и сидерит.

Месторождения касситерит-сульфидной формации — наиболее распространенные в Якутии оловорудные объекты. Ниже приводится характеристика объектов формации.

Илнтасское месторождение (рис. 39, 40) расположено в пределах зоны Дербек-Нельгехинского глубинного разлома северо-восточного простирания. Мощные (до нескольких километров) верхнетриасовые отложения Дербек-Нельгехинской зоны представлены песчаниками, алевролитами и аргиллитами и смяты в складки субмеридиональных простираний. Очень характерны для района многочисленные нарушения, согласные с простиранием зоны глубинного разлома.

На самом месторождении в составе карнийских отложений преобладают алевролиты и аргиллиты. В северо-восточной части месторождения осадочные породы прорваны Безымянным массивом, который окружен поясом контактово-метаморфизованных пород шириной 200—300 м, все разновидности роговиков этого пояса содержат турмалин. Внешняя зона контактово-метаморфизованных пород имеет ширину более 1 км.

В пределах месторождения широко развиты дайки, мощности которых изменяются в широких пределах — от долей до нескольких десятков метров, протяженность — от десятков до первых километров. Дайки имеют плитообразную форму. Наибольшая концентрация оловорудных жил наблюдается на расстоянии 500—1000 м от контакта Безымянного массива.

Среди рудных тел месторождения выделяются четыре морфологических типа. Наиболее распространены жилы сложной морфологии со сравнительно пологим (45—50°) падением к юго-востоку. Они отличаются невыдержанным простиранием.

Жилы сложные, часто состоят из нескольких полос разного состава и текстуры — массивной, брекчиевой и прожилковой. Строение их четковидное. Мощности изменяются в значительных пределах — от нескольких сантиметров до 6 м. Часто жилы разделяются на кулисообразные отрезки.

Ко второму структурному типу относятся жилы, которые характеризуются прямолинейностью, особенно по простиранию. Падение жил

на юго-восток под углами 70° , на отдельных участках — до вертикального и даже обратного.

Жилы третьего типа причленяются к жилам первого с лежащего или висящего бока, но не пересекают их. Все они имеют север-северо-восточное простирание ($10-35^\circ$) и крутое (до вертикального) падение. Мощности их не превышают первых десятков сантиметров.

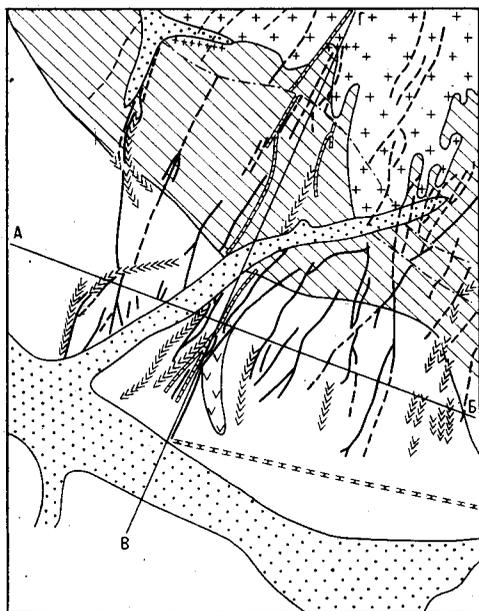
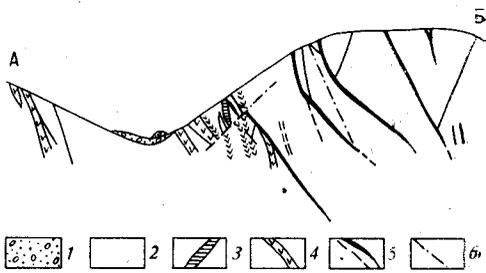


Рис. 39. Схема месторождения Илин-тасское. Составлена Б. Л. Флеровым.

1 — аллювиальные отложения; 2 — карнийский ярус, верхняя свита, алевролит-аргиллитовая толща; 3 — карнийский ярус, нижняя свита, алевролит-аргиллитовая толща с прослоями песчаников; 4 — гранитоиды; 5 — постраничные дайки керсантитов и диорит-порфиров; 6 — дайки гранит-порфиров, аплитов; 7 — догранитные дайки дацитов и липаритов; 8 — рудные жилы, 9 — разрывные нарушения

Рис. 40. Разрез через месторождение Илинтасское (АВ).

1 — аллювиальные отложения; 2 — алевролиты и аргиллиты; 3 — дайки постраничных лампрофиров и диорит-порфиров; 4 — догранитные дайки липаритов и дацитов; 5 — рудные жилы; 6 — разрывные нарушения



К рудным телам четвертого типа относится штокверковая зона. У большинства жил оловянное оруденение концентрируется в срединных частях, рудные столбы отсутствуют.

Илинтасское месторождение по своему минеральному составу является типичным представителем турмалинового типа касситерит-сульфидной формации. Главные минералы — кварц, турмалин и пирротин. Руды комплексные на олово и вольфрам, содержат значительные концентрации меди при малом содержании цинка, отличаются полным отсутствием хлорита в жильном выполнении, присутствием в рудах станнина, галенита, сфалерита, висмутита, самородного висмута и небольшого количества блеклых руд.

Депутатское месторождение (рис. 41) приурочено к ядру грабен-синклинальной складки, ограниченной с юга крупным широтным разрывным нарушением. В рудном поле развита песчаниковая толща позднеюрского возраста, в которой мощные пласты полимиктовых песчаников чередуются с пропластками глинистых и песчано-глинистых сланцев.

Осадочные породы контактово-метаморфизованы.

Среди роговиков наиболее распространены двуслюдяные, биотит-кварцевые разности с андалузитом и серицитом. На площади менее 1 км^2 развиты кварц-мусковитовые грейзены с вкрапленностью касситерита, образованные по апофизам гранита и по зонам трещиноватости в роговиках.

По форме среди рудных тел различаются жилы и прожилки, минерализованные зоны дробления и штокверковые зоны. По минеральному составу выделяются пять главных характерных типов руд: оловоносные грейзены, кварц-турмалиновые жилы, касситерит-турмалин-сульфидно-кварцевые жилы с флюоритом, касситерит-хлорит-сульфидные минерализованные зоны дробления и жилы, кварц-карбонатные жилы со сфалеритом и галенитом.

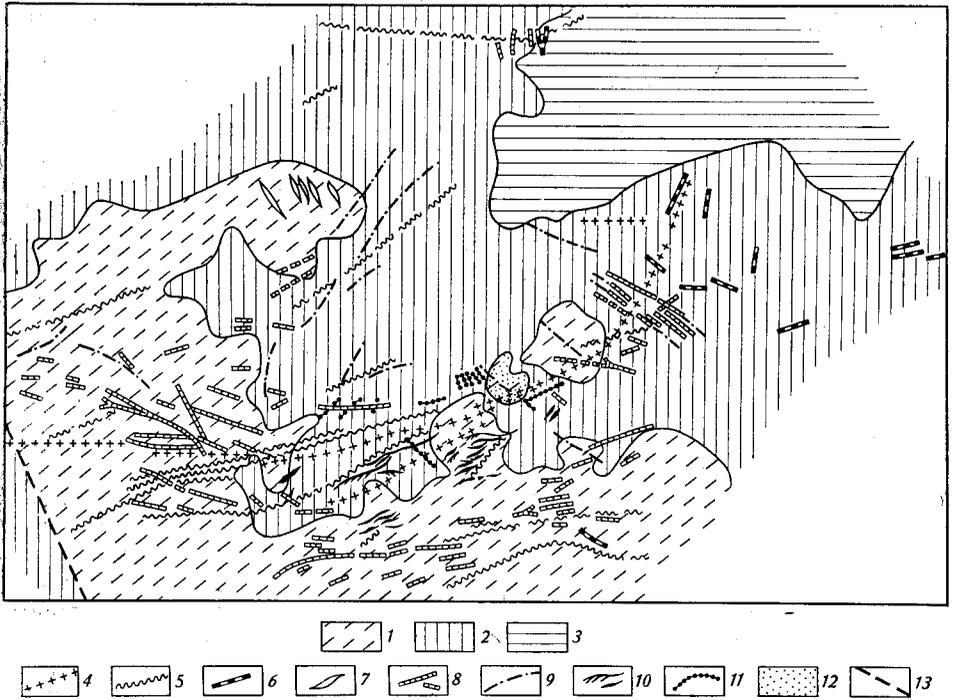


Рис. 41. Схема структуры Деputатского месторождения.

1 — нижневолжские отложения — песчаники, алевролиты, аргиллиты; 2 — кимеридж-нижнеоксфордские отложения — преимущественно песчаники; 3 — нижнеоксфордско-келловейские отложения — алевролиты, песчаники; 4 — дайки кварцевых порфиров; 5 — дайки диорит-порфиритов, андезитов, диабазов и лампрофиров; 6 — кварц-карбонатные жилы со сфалеритом и галенитом; 7 — кальцитовые жилы с бедной вкрапленностью сульфидов; 8 — касситерит-сульфидно-хлоритовые жилы; 9 — касситерит-хлорит-кварцевые жилы; 10 — касситерит-сульфидно-турмалиновые жилы с флюоритом и штокверковые зоны; 11 — турмалин-кварцевые жилы с касситеритом; 12 — площадь распространения грейзенов; 13 — разрывные нарушения

Оловоносные грейзены образуют прикровельные и флѐцевые залежи в куполе нескрытого массива гранитоидов и слагают его апофизы. Кварц-турмалиновые жилы локализуются в центре рудного поля над нескрытым массивом. Они имеют в основном северо-западное простирание ($310\text{--}315^\circ$) и падение под углами $40\text{--}80^\circ$. Реже встречаются крутые субширотные жилы, которые характеризуются неравномерным, но иногда богатым содержанием касситерита.

Касситерит-турмалин-сульфидно-кварцевые жилы с флюоритом также занимают центральную зону рудного поля. Они обладают сложной морфологией, большей мощностью, длиной и имеют северо-восточное простирание с падением под углами $60\text{--}90^\circ$. Мощности самих жил незначительные — обычно это десятки сантиметров, но вместе с сериями оперяющих прожилков иногда образуются штокверковые зоны. Особенно сильное прожилкование наблюдается около зальбандов жил.

Касситерит-турмалин-сульфидно-кварцевые жилы отличаются сложным строением. В них развивается асимметричная полосчатость, брекчиевая текстура.

Касситерит-хлорит-сульфидные минерализованные зоны дробления и жилы имеют запад-северо-западное и субширотное простирания и круто падают на юг. Они отличаются от жил, описанных выше, не только иным залеганием и формой, но и большей длиной.

Строение минерализованных зон сложное. Участки выполнения чередуются с участками брекчий и прожилкования, сменяющимися друг друга по простиранию, падению и мощности. Однако количество оперяющих прожилков и апофиз у них меньше, чем у жил Центрального участка. По минерализованным зонам, так же как и по жилам, наблюдались смещения блоков преимущественно сдвигового характера с амплитудой до нескольких метров.

Вертикальная структурная зональность подмечается в рудных телах касситерит-турмалин-сульфидно-кварцевого и касситерит-хлорит-сульфидного состава. Она выражается в резком уменьшении количества и мощности рудных тел по падению. С глубиной часть жил и прожилков выклинивается или причленяется к основной жиле. Штокверки встречаются лишь на верхних горизонтах рудных тел. В надрудной зоне мощность отдельных жил также уменьшается.

В отдельных рудных телах намечается отчетливое столбовое распределение касситерита, причем на Центральном участке обогащенные столбы в турмалиновых жилах контролируются зонами причленения широтных более пологих апофиз.

В жилах касситерит-хлорит-сульфидного состава обогащенные столбы также приурочены к зонам причленения широтных трещин к линиям изменения простираний рудных тел.

Депутатское месторождение относится к типичным представителям касситерит-сульфидной формации. Для рудных тел этого месторождения характерно широкое развитие флюорита наряду с турмалином, обилие марганцовистых карбонатов, повышенное содержание сфалерита, присутствие сульфосолей, в том числе франкента, появление гетита и гипса. Среди сульфидов преобладают пирротин и пирит, слабо развиты арсенопирит, халькопирит и станнин, а галенит характерен только для периферийных свинцово-цинковых жил.

Депутатское месторождение образовалось в четыре этапа минерализации и является по существу рудным узлом, в котором каждому этапу соответствуют рудные тела своего минерального типа, группирующиеся в четыре горизонтальные зоны распространения рудных тел разного состава. Рудные тела каждой зоны самостоятельны и не переходят друг в друга ни по падению, ни по простиранию. Зона оловоносных грейзенов локализуется только в прикровельной части массива гранитоидов, вторая зона — касситерит-турмалин-сульфидно-кварцевые жилы — занимает центральную часть рудного поля, сменяясь к периферии зоной касситерит-хлорит-сульфидных жил. На периферии рудного поля, на удалении от центра известны разобщенные галенит-сфалеритовые жилы (табл. 16).

Грейзены известны в апикальных частях Депутатского и Суланчанского массивов гранитоидов и в ближайшей области контактово-измененных пород. Судя по результатам бурения, грейзены сосредоточены в эндоконтактовой зоне Депутатского массива. Верхняя залежь начинается непосредственно у контакта. С глубиной грейзены сменяются серицитизированными гранитами с альбитом, которые в свою очередь сменяются второй залежью грейзенизированных гранитов. Всего буровой скважиной зафиксировано пять залежей грейзенов (кроме при-

кровельной), располагающихся примерно через каждые 30 м. Скорее всего, они имеют флечовый характер и образовались вдоль пологих трещин отслоения гранитов.

Грейзены в контактовом ореоле локализуются вблизи контакта, приурочиваясь преимущественно к зонам трещиноватости среди биотитовых роговиков.

Самый распространенный в апофизах и эндоконтакте массива грейзен состоит из кварца (около 50%), мусковита (30—40%), турмалина (5—15%), топаза и аксессуарных минералов: анатаза, рутила,

Таблица 16

Минеральный состав руд Депутатского узла

Степень распространения	Грейзены	Касситерит-турмалин-сульфидно-кварцевые жилы	Касситерит-хлорит-сульфидные жилы	Галенит-сфалерит-карбонатные и галенит-кварцевые жилы
Главные (более 10%)	Кварц, мусковит, альбит	Кварц, турмалин, пирротин	Кварц, хлорит, пирротин, пирит	Галенит, сидерит, кварц
Второстепенные	Турмалин, флюорит, манганосидерит	Флюорит, манганосидерит, пирит, марказит, касситерит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, кальцит, хлорит, топаз, мусковит	Сфалерит, марказит, манганосидерит, касситерит, арсенопирит, халькопирит, мусковит, топаз	Кальцит, буланжерит, тетраэдрит, бурнонит, рутил, пирит, овихинт
Примеси	Топаз, рутил, анатаз, циркон, касситерит, молибденит, арсенопирит, халькопирит, пирит, пирротин, сфалерит	Гипс, галенит, апатит, блеклая руда, гётит, франкеит, магнетит, висмутин, висмут, джемсонит, вольфрамит, биотит, леллингит, бурнонит, пираргирит, прустит, штернбергит, аргентит, тиллит	Кальцит, станнин, галенит, паранкерит, каолинит (?), гипс, гематит, висмут, висмутин, пираргирит, аргентит (?), франкеит, герценбергит	Серицит, халькопирит, марказит, прустит, пираргирит, буланжерит, касситерит, хлорит, арсенопирит, станнин, франкеит, сфен, валленит, диафорит

циркона и спорадически касситерита и молибденита. Часто обнаруживаются турмалиновые солнца, с которыми ассоциируют халькопирит, пирит, сидерит, бесцветный флюорит. Около самого контакта прикровельной залежи с роговиками и спорадически в апофизах содержатся светло-голубой флюорит (до 3—5%), манганосидерит и пирит (до 50%). Нижние залежи почти лишены турмалина и флюорита. Структура грейзенов бластопорфировая за счет сохранившихся вкрапленников кварца, лепидобластовая с изометричными зернами кварца с извилистыми очертаниями, пойкилобластовая за счет включений в турмалине зерен кварца, иногда идиоморфных.

Грейзены последовательно сменяются породами, в которых нет турмалина.

От контакта массива в сторону вмещающих пород наблюдается смена кварц-турмалиновых пород кварц-мусковитовыми роговиками с турмалином, затем с карбонатом и, наконец, биотитовыми роговиками. Среди кварц-мусковитовых роговиков фиксируются круто- и пологопадающие линзовидные тела и прожилки кварца с турмалином, иногда сульфидами, а также прожилки халькопирита, арсенопирита, пирита, реже сфалерита, кварца с касситеритом. Во многих турмалиновых про-

жилках, расположенных ниже контакта, отмечаются четкие мусковитовые зальбанды.

В течение второго этапа образовались жилы сложного касситерит-флюорит-сульфидно-кварцевого состава с турмалином, карбонатом и сульфосолями, локализующиеся в центральной части рудного поля, простые по составу, сульфидные, существенно пирротиновые, кварц-турмалиновые, касситерит-флюорит-кварцевые, берилл-мусковитовые и сульфидно-сульфосольно-карбонатные жилки и прожилки — продукты какой-либо одной стадии минералообразования. В околожильных породах обильны серицит, подчиненный ему турмалин, менее распространен хлорит. Образование руд второго этапа происходило в пять стадий: кварц-турмалиновую, касситерит-флюорит-кварцевую, сульфидную (пирротиновую), сульфидно-карбонатную и кальцитовую.

В течение третьего этапа образовались сложные касситерит-хлорит-сульфидные жилы с кварцем, карбонатом, сульфосолями, существенно сульфидные жилы и бессульфидные касситерит-хлорит-кварцевые жилы с кальцитом. Процесс минерализации третьего этапа разделяется на четыре стадии — касситерит-кварц-хлоритовую, сульфидную (сфалерит-пирротиновую), сульфидно-карбонатную и пирит-кальцитовую.

К четвертому этапу минерализации относятся минеральные ассоциации, развитые в нескольких свинцово-цинковых жилах. Они расположены в виде прерывистого кольца, окружающего образования более ранних этапов. Жилы и минерализованные зоны здесь образуют самостоятельные свиты, простирающие которых не подчинено закономерностям общей структуры рудного поля. Характерная особенность минеральных ассоциаций четвертого этапа состоит в преимущественном развитии галенита по сравнению со сфалеритом, что резко отличает их от сульфидно-карбонатной ассоциации третьего этапа, где галенит играет подчиненную роль. Слабо развиты минералы железа: пирит, марказит и, особенно, пирротин. Вместо сульфидов и сульфосолей олова в этих образованиях наблюдаются блеклые руды и бурнонит, а также комплекс сульфосолей.

Таким образом, на Депутатском месторождении распространены рудные тела, принадлежащие трем формациям: касситерит-кварцевой, касситерит-сульфидной и галенит-сфалеритовой, причем касситерит-сульфидная формация представлена турмалиновым и хлоритовым минеральными типами. Депутатское месторождение как бы сфокусировало все генетические типы месторождений, развитых и обособленных в других оловорудных зонах.

Улахан-Эгеляхское оловорудное месторождение открыто в 1938 г. П. П. Епифановым. Месторождение расположено в пределах Адычанского складчато-блокового поднятия. Верхнетрисовые отложения в районе рудного поля смяты в серию крупных складок шириной 20—25 км преимущественно субмеридионального или северо-восточного простираения.

Рудное поле месторождения сложено толщей терригенных отложений карнийского яруса. Контактный метаморфизм пород рудного поля проявлен слабо. Нижняя толща карнийских отложений представлена полевошпат-кварцевыми песчаниками мелкозернистыми, иногда слабо известковистыми мощностью до 160 м. В верхней части разреза преобладают алевролиты, содержащие прослои и пачки песчаников и глинистых сланцев. Завершается разрез пачкой существенно глинистых пород, характеризующихся отсутствием прослоев песчаников. Суммарные мощности отложений, слагающих рудное поле месторождений, со-

ставляют 1100—1200 м. Оруденение месторождения концентрируется, в основном, в нижнекарнийских отложениях.

В пределах рудного поля месторождения (рис. 42) развиты системы сопряженных трещин четырех направлений. Рудные тела месторождения приурочены к трещинам отрыва субширотного и северо-во-



Рис. 42. Схематический план Улахан-Эгеляхского месторождения (составил В. И. Шур).

1 — диайки диоритовых порфиров; 2 — диайки диабазовых порфиров; 3 — рудные тела; 4 — разрывные нарушения

сточного простирания и диагональным трещинам скола. Дайки диоритовых порфиров локализованы в трещинах северо-восточного простирания, а секущие их диайки диабазовых порфиров выполняют трещины северо-западного простирания. Для даек диоритовых порфиров характерно линзовидное строение как по падению, так и по простиранию. Помимо перечисленных трещин, вмещающих диайки и рудные тела, в пределах рудного поля широко развиты пострудные разрывные нарушения, в основном, субмеридионального простирания.

По морфологическим особенностям рудные тела месторождения разделяются на минерализованные зоны дробления, кварц-сульфидные

и сульфидно-кварцевые жилы и штокверковые зоны (см. рис. 42, рис. 43).

Минерализованные зоны дробления составляют большую часть основных рудных тел северо-восточного и субширотного простираний. Они отличаются невыдержанной мощностью по простиранию и падению, а также наличием параллельных апофиз со стороны лежащего и висячего боков. Эти зоны состоят из чередующихся полос и линз круп-

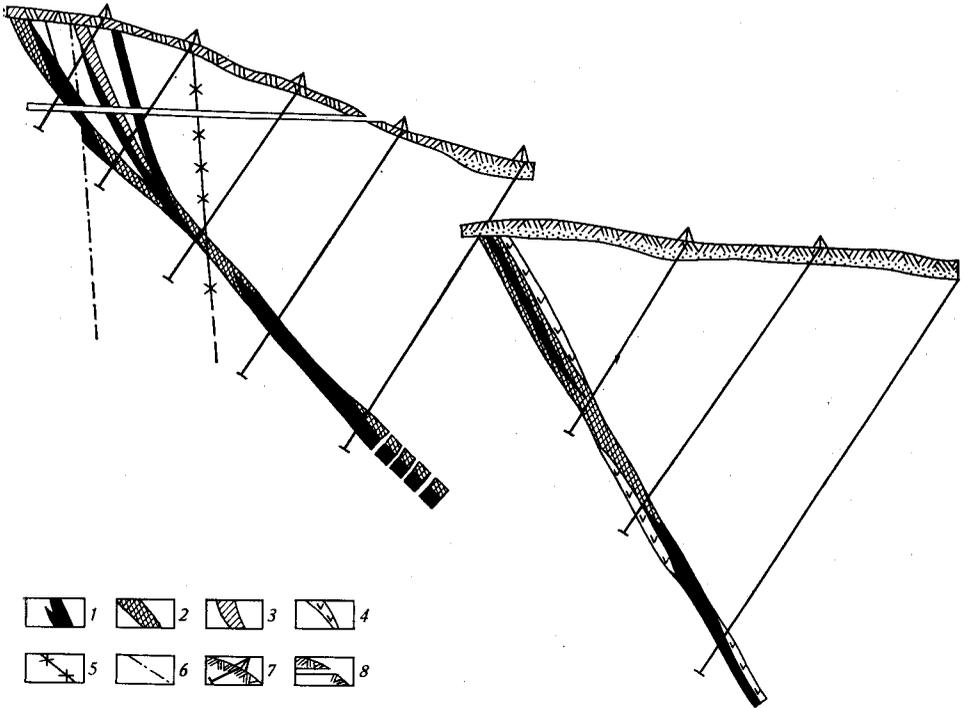


Рис. 43. Разрезы через Улахан-Эгеляхское месторождение вкрест простирания рудных тел (составил В. И. Шур).

1 — кварц-сульфидные жилы; 2 — минерализованные зоны дробления; 3 — штокверковые зоны; 4 — дайки диоритовых порфиритов; 5 — дайки диабазовых порфиритов; 6 — разрывные нарушения; 7 — буровые скважины; 8 — подземные горные выработки

ного и мелкого дробления, ориентированных по простиранию и падению зон.

Зоны мелкого дробления имеют более широкое распространение, и в них сосредоточено основное оруденение. Они сложены интенсивно раздробленными, развальцованными вмещающими породами, представленными мелкими обломками различно окварцованных, серицитизированных, хлоритизированных и карбонатизированных песчаников и алевролитов. Цементируются обломки белым полупрозрачным кварцем с вкрапленностью пирита, пирротина, сфалерита, касситерита или сульфидов пирротинового состава. Кварц образует также неправильные скопления линзообразной формы и редкие прожилки. В некоторых рудных телах зоны дробления чередуются по простиранию и падению с жилами выполнения, слагая участки, или образуют полосы среди минерализованных зон брекчирования. Для минерализованных зон дробления характерны брекчиевые и частично полосчатые текстуры руд.

Жилы составляют многочисленные участки рудных тел месторождения и отличаются массивным сложением, меньшей протяженностью и мощностью, чем минерализованные зоны дробления. Форма жил линзовидная. На месторождении среди образований данного морфологического типа отчетливо выделяются две разновидности: протяженные участки рудных тел и короткие линзообразные жилы или линзы. Кроме того, среди мелкообломочных минерализованных зон часто встречаются линзы жил выполнения длиной до 10—15 м и мощностью до 2 м с резким выклиниванием по простиранию. Такие линзы по простиранию чередуются с минерализованными зонами дробления. Штокверкоподобные зоны редки, и в них, как правило, не обнаруживается промышленное оруденение.

Таблица 17

Минеральный состав руд Улахан-Эгеляхского месторождения

Степень распространения	Типичные минералы	Спорадические минералы
Главные	Пирротин, пирит, кварц, сфалерит, хлорит	
Второстепенные	Касситерит, арсенопирит, кальцит, галенит, халькопирит, марказит	Сидерит, анкерит
Редкие	Магнетит, станнин	Блеклая руда
Весьма редкие	Турмалин, альбит	Паранкерит, висмутин, самородный висмут, валлерит, пираргирит

Отличительными особенностями вещественного состава руд Улахан-Эгеляхского месторождения являются широкое распространение сульфидов цинка и меди (преимущественно в верхних горизонтах) при ограниченном количестве свинца и олова; наличие хлорита и кварца, количество которых возрастает с глубиной; отчетливое проявление стадийности рудного процесса; одновременное образование касситерита, представленного преимущественно мелкими кристаллами или агрегатами зерен; значительное распространение минералов зоны окисления в приповерхностных частях рудных тел. Гипогенные минералы месторождения приведены в табл. 17.

Образование месторождения происходило в несколько последовательных стадий минерализации, которым отвечают кварц-хлоритовая, касситерит-кварц-арсенопиритовая, касситерит-пирротиновая и кварц-карбонатная минеральные ассоциации.

Наиболее ранняя кварц-хлоритовая ассоциация широко распространена на месторождении. Главные минералы в ней — кварц и хлорит, им подчинен серицит.

Вторая минеральная ассоциация также широко распространена на месторождении. С этой ассоциацией связано главное оруденение месторождения. В ассоциации преобладает кварц. В меньшей степени распространены арсенопирит, пирит, им подчинены касситерит и хлорит. Вкрапленность сульфидов и касситерита обнаруживается в краевых жилах и прожилках в форме гнезд до 1—2 см в поперечнике. Кристаллы касситерита мелкие, только отдельные экземпляры достигают в длину 0,6—0,8 мм.

Главными минералами касситерит-пирротиновой ассоциации являются сульфиды (пирротин, сфалерит, мелкозернистый пирит и марказит), касситерит и кварц, в меньшей степени распространены хлорит, редки станнин, блеклая руда, очень редки висмутин, самородный висмут, пираргирит. Минералы ассоциации слагают линзы, прожилки и жилы, в которых они распределены крайне не равномерно.

Четвертая минеральная ассоциация распространена мало.

На Улахан-Эгеляхском месторождении широко развита зона окисления. Глубина развития зоны окисления достигает 120—150 м.

На месторождении выделены три подзоны зоны окисления: лимонит-ярозитовая, гётит-халькантитовая с гидрогётитом, англезитом, ковеллином, госларитом, псиломеланом и мелантерит-фибброферритовая. Первая из них распространена на глубину 25—30 м. Здесь широко распространены лимонит, ярозит, скородит; реже церуссит, смитсонит, ковеллин; встречены также гипс, псиломелан, халькозин, халькантит. Вторая подзона прослежена на глубину до 50—70 м. Перечисленные подзоны не имеют четких границ и связаны постепенными переходами.

У качилканское месторождение (рис. 44).

В пределах рудного поля распространена толща верхнетриасовых и юрских терригенных пород мощностью около 5 км. Структура рудного поля характеризуется крупной антиклинальной складкой субширотного простирания, осложненной более мелкими складками. Терригенные породы прорваны штоком кварцевых диоритов с абсолютным возрастом 132 ± 2 млн. лет, Укачилканским массивом гранодиоритов раннемелового возраста (108 млн. лет), а также дайками среднего и кислого состава.

Укачилканский массив расположен к востоку от месторождения. Массив сложен биотитовыми гранодиоритами, переходящими в эндоконтактной зоне в мелкозернистые гранодиорит-порфиры. Шток кварцевых диоритов расположен к югу от массива. Структура пород мелко- и среднезернистая, порфириовидная, а основной массы — гипидиоморфнозернистая с элементами монцонитовой. Порфириовые выделения представлены плагиоклазами и пироксенами.

Дайки кварцевых и бескварцевых диоритовых порфиров образуют протяженную свиту субширотного простирания на Центральном участке месторождения, в полосе развития биотитизированных пород. Протяженность даек — первые сотни метров при мощности до первых, реже до десятков метров.

В структурном отношении месторождение приурочено к южному крылу крупной антиклинальной складки субширотного простирания. Ширина складки — 20 км. Ядро антиклинали сложено норийскими, крылья — юрскими отложениями. Ядро складки ограничено крупными сбросами субширотного и северо-восточного простираний, которые придают ей черты горст-антиклинали. В восточной части рудного поля южное крыло имеет вертикальное до опрокинутого залегание.

Разрывные нарушения играют главную роль в формировании структуры месторождения.

Почти все гидротермальные жилы и минерализованные зоны приурочены к разрывам север-северо-восточного и запад-северо-западного простирания.

Рудные тела на месторождении представлены крутопадающими жилами и минерализованными зонами дробления. По отношению к складчатым структурам рудные тела являются секущими. Протяженность рудных тел месторождения значительная, морфология и внутреннее строение сложные; они часто разветвляются, особенно на флангах; мощности и элементы залегания сильно изменчивы. По простиранию и

падению участки выполнения сменяются участками минерализованных зон дробления.

В поперечном разрезе жилы имеют чаще асимметричное строение с локализацией массивных руд у всячего зальбанда, реже симметрич-

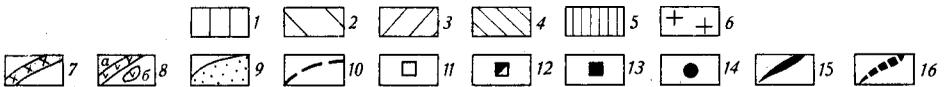
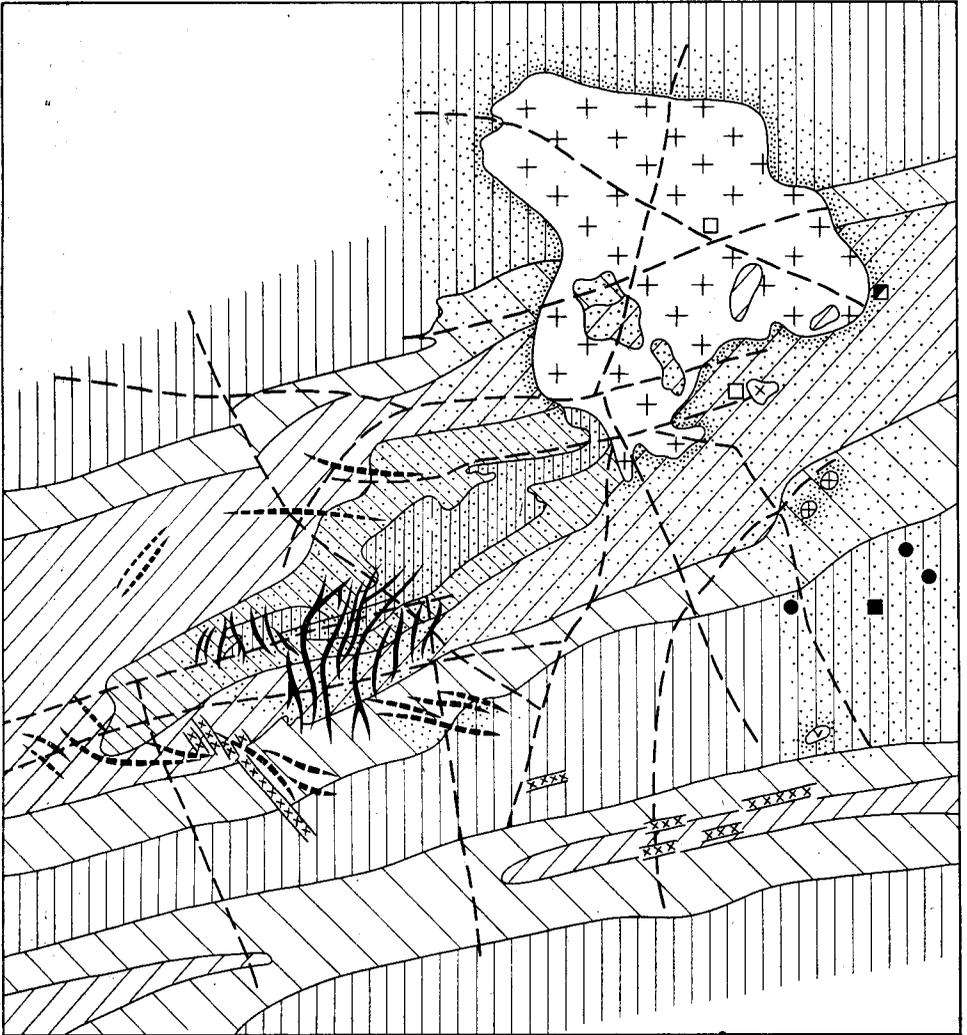


Рис. 44. Схематическая геологическая карта Укачилканского рудного узла.

1 — кимериджские и волжские отложения — песчаники и подчиненные им алевролиты; 2 — оксфордские отложения — песчаники и алевролиты; 3 — келловейские отложения — песчаники и алевролиты; 4 — среднеюрские отложения — песчаники и алевролиты; 5 — норийские отложения — преимущественно алевролиты; 6 — биотитовые гранодиориты; 7 — дайки липаритов и липарито-дацитов; 8a — дайки кварцевых диоритовых порфиритов; 8б — штоки кварцевых диоритов; 9 — контактово-измененные породы; 10 — разрывные нарушения; 11 — молибденит-кварцевые жилы; 12 — вольфрамит-шеслит-кварцевые жилы; 13 — кварцевые жилы с сульфидами; 14 — кварц-сульфидные жилы с касситеритом; 15 — сложные касситерит-сульфидные жилы; 16 — сложные жилы с преимущественным развитием касситерит-сульфидно-карбонатных руд

но-полосчатое, когда массивные руды занимают центральную полосу в зоне дробления. Оловом обогащены участки выполнения массивной и брекчиевой текстуры с мелко- и тонкодробленным материалом; менее

насыщены им полосы с грубодробленными породами, расположенные преимущественно у лежачего бока и ограниченные нечеткими зальбандами.

Укачилканское месторождение сходно по минеральному составу с месторождениями сульфидно-турмалинового и сульфидно-хлоритового типов. Оно характеризуется резко ограниченным распространением в рудах силикатов железа — турмалина и хлорита, значительным развитием пирротина, арсенопирита, сфалерита и галенита, слабым — сульфосолей и полным отсутствием минералов фтора и может быть отнесено к арсенопирит-пирротиновому типу касситерит-сульфидной формации.

Рудоотложение на месторождении происходило в три стадии минерализации: касситерит-арсенопирит-кварцевую, сульфидную (сфалерит-пирротиновую) и сульфидно-карбонатную.

Касситерит-арсенопирит-кварцевой минеральной ассоциацией первой стадии сложены отдельные асимметричные, реже симметричные полосы в рудных телах, а также отдельные участки и прожилки в них. Текстура руд массивная, брекчиевая и прожилковая. В рудах первой стадии главный минерал — кварц, второстепенные — арсенопирит, серицит — мусковит, касситерит, примеси — турмалин, хлорит, вольфрамит.

Сфалерит-пирротиновая минеральная ассоциация, сформированная во вторую стадию, слагает полосы, участки и гнезда в сложных рудных телах и отдельные прожилки. Текстура руд массивная, брекчиевая и редко прожилковая. Относительное количество минералов сульфидной ассоциации в сложных по составу рудных телах увеличивается на их флангах. В составе жильных образований второй стадии главными минералами являются пирротин (до 50% и более) и сфалерит, второстепенными — серицит (мусковит), халькопирит, галенит и станнин, примесью — валлерит и самородный висмут.

Руды третьей стадии слагают прожилки, гнезда, отдельные участки и полосы в сложных по составу и строению рудных телах. Текстура руд преимущественно массивная, брекчиевая и изредка прожилковая. Сульфидно-карбонатные руды имеют наибольшее распространение на периферийных участках месторождения. В составе руд стадии главными минералами являются карбонаты: кальцит, подчиненный ему манганосидерит и дисульфиды железа: второстепенными — галенит, сфалерит, пирротин и станнин. В виде примесей отмечены франкент, тетраэдрит, тиллит, буланжерит и пираргирит.

Оловоносные скарны

Среди месторождений оловоносных скарнов в Якутии различают два типа: магнезиально-боратовый и известково-сульфидный. Все они локализуются в районах распространения палеозойских карбонатных толщ, интродуцированных массивами гранитной батолитовой формации.

Месторождения магнезиально-боратового типа связаны с образованием магнезиальных скарнов на контактах доломитов ордовика, силура и среднего девона с гранитами. Месторождения типа представлены крутыми и пологими приконтактовыми залежами. В составе многих рудных тел резко преобладает людвицит, содержащий повышенное количество олова, входящего в его решетку как изоморфная примесь.

Пока известны только единичные **месторождения известково-сульфидного типа**. В них скарновое оруденение локализуется в прогибах кровли массивов гранитов. Залежи известковых скарнов обладают сложной морфологией, для них характерны ответвления от главной за-

лежи. Обнаружены также трещинные и трубчатые тела инфильтрационного типа в карбонатных породах. Рудные тела образованы в течение четырех стадий минерализации: магнезиальных скарнов, известковых скарнов, грейзенизации и сульфидной.

Магнезиальные скарны сохраняются только в виде реликтов. Людвиговое оруденение в них развито слабо. Известковые скарны представлены гранатом (гроссуляром, реже андрадитом), пироксеном (салитом до геденбергита), обыкновенной роговой обманкой, везувианом, минералами эпидотовой группы, пренитом, хлоритом, кальцитом, магнетитом и шеелитом. Олово в этих породах концентрируется в виде примеси в андрадите, гроссуляре и везувиане.

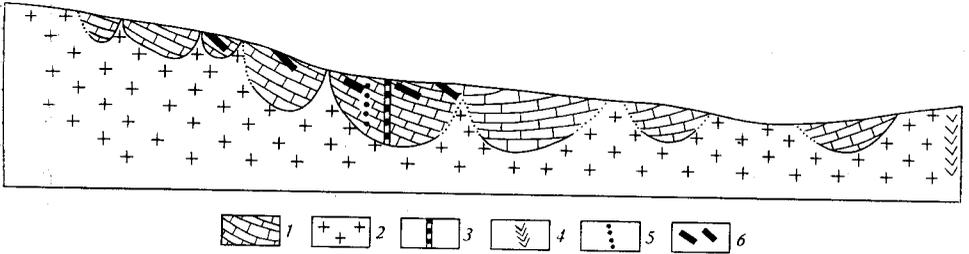


Рис. 45. Схематический разрез Чибгалахского месторождения (по материалам Б. Л. Флерова, А. В. Дорофеева и др.).

1 — известняки и доломиты; 2 — граниты; 3 — долериты; 4 — мончикиты; 5 — рудные тела известковых апоскарнов с оловянным оруденением; 6 — магнезиальные скарны и кальцифиры с людвиговым оруденением.

Минерализация стадии грейзенизации проявляется в гранитах, скарнах вдоль их контакта с гранитами и по трещинам вблизи контакта. В сторону от неизмененных гранитов отчетливо различаются зоны грейзенизированных гранитов: апогранитных мусковит-кварцевых грейзенов с кальцитом, апатитом, флюоритом, рутилом; апоскарновых мусковит-кальцит-кварцевых грейзенов с флюоритом и акцессорными бериллом, касситеритом; апоскарновых кальцит-мусковит-турмалиновых грейзенов с кварцем, флюоритом, касситеритом и акцессорным бериллом; аксинит-актинолитовой породы с касситеритом, флогопитом, кварцем, кальцитом, апатитом, сфеном и флюоритом. В последней зоне содержится основная масса касситерита. Касситериту часто сопутствует арсенопирит. Повсеместно оловянное оруденение подобного типа ассоциирует с другими минеральными типами.

Сульфидная минерализация проявлена слабее. Для нее характерна ассоциация пирита, марматита, арсенопирита, халькопирита, леллингита, валлеринита, станнина. Жильные минералы представлены кварцем, хлоритом, флюоритом и кальцитом.

Чибгалахское месторождение оловоносных скарнов (рис. 45, 46) открыто О. Г. Эловым и Е. В. Стригачевым. Месторождение расположено в экзоконтакте Сычанского массива гранитоидов.

В районе месторождения распространены разнообразные комплексы осадочных и магматических пород. Первые представлены карбонатными, терригенно-карбонатными, реже кремнистыми толщами ордовика и силура мощностью около 1200 м. Среди магматических пород известны позднеюрские, ранне- и позднемиеловые образования. Последние представлены дайками измененных долеритов и долеритовых порфиритов среди карбонатных пород.

В районе месторождения контакт массива погружается под осадочные породы в северо-восточном направлении под углами $10-30^\circ$. Массив сложен биотитовыми гранитами, мелкозернистыми лейкократовыми гранитами, плагиогранитами и альбититами. Дайки и жилы сложены аплитами и пегматитами. В пределах гранитоидов развита серия протяженных разрывных нарушений и серия даек и жил позднемеловых мончикитов, жил и прожилков кварца.

Месторождение локализовано в пределах южного крыла субширотной Эфкачанской синклинали,

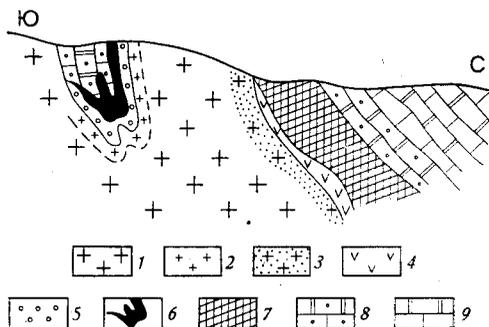


Рис. 46. Вертикальный разрез рудного тела оловяносных апоскарнов (по материалам Б. Л. Флерова, А. В. Дорофеева и др.).

1 — граниты; 2 — субщелочные граниты; 3 — грейзенизированные граниты; 4 — грейзены; 5 — пироксен-гранатовые скарны с аксинитом; 6 — лудвигит-ссайбелитовые руды; 7 — сульфидизированные и грейзенизированные пироксен-амфиболовые апоскарны с касситеритом; 8 — форстерит-клиногумитовые кальцифиры; 9 — мраморы

в экзоконтакте Сыачанского массива претерпели термальный метаморфизм, контактово-метасоматические изменения, грейзенизацию и гидротермальный метаморфизм.

Скарны приурочены к контакту Сыачанского массива и его многочисленных апофиз с толщами карбонатных пород палеозоя. Наиболее распространены скарны, приуроченные к контактам гранитоидов с вмещающими породами (около 50% всех тел). Они представлены обычно пластообразными телами, линзами, столбами, гнездами, телами неправильной формы мощностью от 0,5 до 19 м, в среднем 4—5 м. Контакт гранитоидов со скарнами довольно крутой. Скарны, приуроченные к секущим трещинам, представлены крутопадающими пластинами, жилами, линзами и столбами. Мощность их изменяется от 0,2 до 20 м, в среднем составляя 3—4 м. Скарны, локализованные на контактах толщ разного литологического состава и в межпластовых трещинах, имеют форму пластообразных тел, жил и линз мощностью от нескольких сантиметров до 13 м, в среднем 3—4 м, и углы падения от 15 до 40° , реже $50-60^\circ$. Протяженность скарновых тел изменяется в широких пределах — от первых до 260 м.

Роговики широко развиты, и среди них различают пироксен-плагиоклазовые и пироксен-флогопитовые разновидности. Кварциты на месторождении распространены ограниченно и представляют гранобластовый и гетеробластовый агрегат пироксена с кварцем. Породы рассечены маломощными прожилками кальцита и кварца.

Широко распространены кальцифиры, представленные нормально-метаморфическими и околоскарновыми разновидностями.

Известковые скарны развиты у контакта главного купола Сыачанского массива, на участке прогнутой кровли массива, где они локализируются вдоль контактов многочисленных апофиз и, реже, по зонам разрывных нарушений. Обычно они образуются по магнезиальным скарнам. На участке прогнутой кровли около апофиз с гранат-пироксеновыми скарнами контактируют слабо грейзенизированные лейкократовые граниты с повышенным содержанием щелочей. На участках крутых контактов по гранитам околоскарновых залежей развиты альбитизированные граниты с пироксеном, ближе к скарнам сменяющиеся зоной плагиоклаз-пироксеновых околоскарновых пород с флюоритом.

Приконтактные собственно магнезиальные скарны имеют ограниченное распространение.

Наиболее интенсивное скарновое оруденение локализуется в мульдообразном прогибе кровли Сыачанского массива. Скарновые залежи контролируются положением контакта массива или его сателлитов и причленяющихся к ним апофиз, трещинами и пластами определенного литологического состава. Приконтактные тела известковых скарнов отличаются большой сложностью морфологии с многочисленными ответвлениями от главного тела. Скарновые залежи достигают длины в первые сотни метров.

Поздние аксинит-амфиболовые образования с сульфидами контролируются северо-западными трещинами. Обычно они в значительной мере совмещаются с телами известковых скарнов, но часто контролируются трещинами в последних, не затрагивая пластовые ответвления. В рудном поле известно трубчатое тело сечением в 200 м², вытянутое в северо-западном направлении, от него ответвляются прожилки как северо-западного, так и северо-восточного простирания, на пересечении которых тело, видимо, и образовалось. По вертикали это тело, вероятно, тянется свыше 100 м до предполагаемого контакта с гранитным массивом.

С магнезиальными скарнами связаны боратовые руды, представленные, в основном, людвигитом, реже ссайбелитом, котоитом, суанитом и сахаитом. С известковыми скарнами, наложенными на магнезиальные, связана боратая минерализация, представленная вонсенитом, аксинитом, турмалином и датолитом. Достаточно широко развиты в скарновых образованиях касситеритовые, магнетитовые и сульфидные руды, а также шеелитовая, молибденитовая и галенитовая минерализации; они являются наложенными на скарны более поздними грейзено-гидротермальными образованиями.

Месторождение образовалось в результате четырех стадий оруденения: магнезиальных скарнов, известковых скарнов, касситерит-амфиболовой (грейзенизации) и сульфидной. Борато-магнезиальные скарны нередко образуют изолированные от известковых скарнов залежи. В стадию магнезиальных скарнов кроме алюминия, кремния, железа, бора растворы приносили олово, фиксирующееся в решетке людвигита, фтор, входящий в клиногумит и флогопит, и немного серы, входящей в пирротин.

Грейзенизированные породы также нередко обособляются от известково-скарновых тел и образуются по трещинам в них. Стадия грейзенизации характеризуется появлением апогранитных и апоскарновых грейзенов и отложением типичных для грейзенов минералов: кварца, мусковита, турмалина, касситерита, арсенопирита, флюорита. В стадию грейзенизации отложилось основное количество олова в виде касситерита, а местами и норденшельдита. Сульфидная стадия характеризуется уменьшением роли олова.

Вольфрамоносные и вольфрамовые формации

Вольфрамовое оруденение Якутии тесно ассоциирует с оловянным. Большая часть проявлений вольфрама в Восточной Якутии связана с месторождениями касситерит-кварцевой и касситерит-сульфидной формаций.

Вольфрамовые и оловянно-вольфрамовые проявления касситерит-кварцевой формации повсеместно являются источником комплексных оловянно-вольфрамовых россыпей. Руды этих месторождений и концентраты россыпей отличаются повышенными содержаниями висмута, тантала, ниобия.

В месторождениях касситерит-сульфидной формации вольфрам играет роль попутного компонента совместно с цинком, медью, кобальтом, висмутом, индием и др. Содержание трехоксида вольфрама обычно невелико.

Наиболее интересными на территории Якутии являются **месторождения и проявления вольфрамоносных скарнов**. Скарно-рудные тела линзообразной и пластообразной формы располагаются среди карбонатных пород в экзоконтактовых частях или кровле гранитных массивов ранне- или позднемелового возраста. Проявления и месторождения скарнового типа по вещественному составу относятся к шеелит-сульфидной и вольфрамит-сульфидной минеральным ассоциациям. Многочисленные проявления скарнов вольфрамит-сульфидного типа представлены залежами, в основном, пироксеновых скарнов с кварц-сульфидными и карбонатными прожилками, содержащими помимо сульфидов шеелит или вольфрамит или оба минерала вместе. Медно-вольфрамовое оруденение этого типа локализуется в пластообразных залежах скарнированных известняков среди терригенных пород.

Наиболее детально вольфрамовое оруденение в скарнах изучено в пределах Хундахата-Томпонской рудной зоны. Для зоны характерно оловянное оруденение касситерит-сульфидной формации и медно-вольфрамовое оруденение. Типичным представителем последнего является месторождение Агылкы.

Рудное поле месторождения сложено ороговикованными породами сланцевой толщи раннетриасового возраста, среди которых залегает пласт мраморизованного скарнированного известняка мощностью в несколько метров. Осадочная толща смята в пологую антиклинальную складку. Контактный ореол над нескрытым массивом, вероятно, гранитоидов, вытянут по широте почти на 2,5 км; выделяется широтная серия даек, причем количество их увеличивается с глубиной за счет появления слепых тел. Мощность даек обычно не превышает нескольких метров. В центре серии преобладают дайки гранодиорит-порфиров и подчиненных им кварцевых порфиров, тоналит-порфиров и кварцевых диорит-порфиров. К югу от месторождения прослеживается полоса даек камптонитов.

Разрывные нарушения на месторождении представлены трещинами субширотного и северо-восточного простираний, смещающими дайки и пласт известняков на 18—50 м.

Рудное тело представлено залежью, образовавшейся по пласту мраморизованных, скарнированных известняков. Оруденелая часть пласта располагается преимущественно в западном крыле антиклинальной складки, не выходя за пределы контактового ореола. Падение рудного тела 10—15°. Часть тела в ядре складки эродирована. На юге месторождения в подошве рудного тела обнаружено два рудоносных прослоя мощностью 0,1—0,6 м. Мощность рудного тела довольно постоянная, зальбанды резкие. Увеличение мощности за счет вмещающих сланцев

наблюдается лишь при пересечении пласта дайками, вдоль которых образуются обогащенные столбы.

Минеральный состав руд довольно разнообразен. Отличительной особенностью их является последовательная интенсивная переработка ранних минеральных ассоциаций более поздними при широком развитии кварца и сульфидов — преимущественно пирротина и халькопирита. Поэтому ранняя ассоциация сохранилась только на периферии рудного тела. Она представлена преимущественно пироксеном, клиноцоизитом и более поздним актинолитом. Из карбонатов преобладают кальцит, реже встречается сидерит. Среди вольфрамовых минералов развит почти исключительно шеелит, проходящий через весь рудный процесс. Характерно слабое развитие минералов фтора и олова — флюорита, станнина и особенно касситерита, полное отсутствие турмалина.

Перечисленные минералы довольно отчетливо группируются в четыре минеральные ассоциации, образованные в течение четырех стадий минерализации — скарновой, шеелит-кварцевой, сульфидной и кальцитовой. Минеральный состав месторождения: главные минералы — кварц, пирротин, пироксен, кальцит; второстепенные — биотит, халькопирит, актинолит, плагиоклаз, клиноцоизит, цоизит, хлорит, мусковит, гранат, шеелит; примеси — пирит, сфалерит, везувиан, апатит, рутил, магнетит, ильменит, сфен, флюорит, сидерит, висмутин, станнин, арсенопирит, блеклые руды, пренит, самородный висмут, вольфрамит, циркон, джемсонит, молибденит, тетрадимит.

Оловоносные и вольфрамоносные россыпи и краткая характеристика типовых месторождений

Для Якутии характерно большое разнообразие генетических типов россыпей.

Элювиальные и склоновые россыпи образуют самостоятельную группу. Общая их черта — тесная связь с коренными источниками, малая мощность пластов и торфов, ограниченные запасы. Распределение полезного компонента в толще отложений склонов неравномерное. Основная часть металла концентрируется в основании вмещающих отложений. Выделяются склоновые россыпи нескольких типов.

Курумовые и десерпционные россыпи склонов сноса характеризуются концентрацией металла в основании толщи и незначительным его разносом от коренного источника. Расположение и конфигурация обогащенных участков в таких россыпях в деталях повторяет план рудных тел.

Для солифлюкционных и делифлюкционно-делювиальных россыпей пологих склонов характерны большая мощность, «растянутость» пласта по вертикали и значительная протяженность металлоносного шлейфа. В плане обогащенные участки могут повторять в общих чертах расположение рудных тел, но иногда оказываются сдвинуты по отношению к ним на десятки и сотни метров.

Россыпи плоских водоразделов и междуречий расположены непосредственно над рудными телами и их принято называть элювиальными. Эти россыпи являются типичными остаточными.

Коллювиальные или россыпи аккумулятивных склоновых шлейфов отличаются большей мощностью, растянутостью пласта, нередко линзовидным его строением. В отличие от всех вышеперечисленных россыпей они имеют более широкий возрастной диапазон.

Примером склоновой россыпи служит россыпь Восточная, которая в своей нижней части примыкает к аллювиальной россыпи долины. В верхних частях склонов и на их пологих участках россыпь имеет

полосчатый, струйчатый характер, так как обогащенный касситеритом материал приурочен к выходам рудных тел. К подножью склона полосы расширяются. Ширина отдельных полос и струй варьирует от 2 до 20—30 м. Содержание касситерита в склоновых россыпях зависит от двух важнейших факторов: степени насыщенности площади рудными телами и минерального состава этих тел. Наиболее благоприятны рудные тела, содержащие большое количество сульфидов, особенно пирротина, из которых легче всего высвобождается касситерит.

Склоновая россыпь представляет плащеобразную залежь, вытянутую с юго-запада на северо-восток, при соотношении длины и ширины 3:1. Элювиальные и склоновые образования — глыбы, обломки, щебень, песчано-глинистый материал со льдом. Максимальная мощность песков приурочена к нижней части склона. Распределение касситерита неравномерное как в плане, так и в разрезе. Аналогичная картина наблюдается на других россыпных объектах этого типа.

Аллювиальные россыпи — самая обширная группа россыпей — характеризуются значительным генетическим разнообразием и широким возрастным диапазоном. Все известные аллювиальные россыпи пространственно связаны с коренными источниками. В пределах оловоносных узлов и в составе отдельных россыпей отмечается сложное их сочетание в зависимости от образования в различные стадии формирования аллювиальной металлоносной толщи.

Примеры аллювиальных россыпей многочисленны. Мы приводим краткую характеристику только нескольких типичных из них, в частности, россыпи ручья Крайнего и сложной погребенной россыпи р. Тенгели.

Россыпи ручья Крайнего (рис. 47) расположены в области перехода низкогорного эрозионно-денудационного рельефа в аккумулятивную равнину. Долина ручья выражена пологой водосборной чашей с уклоном бортов 3—6°, а в среднем и нижнем течении долины предельно выположена. Ширина долины в среднем 1,5 км с колебаниями от 1 до 2 км. Мощность рыхлых отложений относительно невелика (8—15 м) и увеличивается до 20—25 м у северной границы участка. Рыхлые отложения представлены озерно-аллювиальными льдистыми илами, песками, галечниками, озерно-болотными, аллювиальными и солифлюкционно-болотными илами, торфами и суглинками, отложениями обширного солифлюкционного шлейфа.

Россыпь долинная, в низовьях переходящая в россыпь погребенной долины. Пласт имеет приплотиковый и надплотиковый характер. Вниз по течению на фоне общего уменьшения размерности касситерита наблюдается преобладание двух классов (минус 1—2 мм и минус 0,5 мм).

Максимальный размер зерен касситерита 35 мм. В разрезе пласт песков с балансовыми параметрами контролируется аллювиальными отложениями плотиковой фации, представленной щебнево-галечным мало-валунистым материалом в массе супесчано-суглинистых осадков. Верхняя граница песков часто четкая и совпадает с верхней границей галечников, а нижняя проходит либо по спаю с коренными породами, либо в делювиальных отложениях. Максимальные концентрации касситерита приурочены к нижней половине галечных отложений и разрушенным коренным породам. Распределение содержаний касситерита вкрест простирания — асимметричное: наиболее обогащенные участки смещаются к левому борту и приурочены к центральной части тальвега. Тальвег почти повсеместно совпадает с современным руслом ручья. Продуктивный пласт представляет в плане лентообразную залежь. Нижняя часть россыпи за счет размыва и переотложения песков значительно расши-

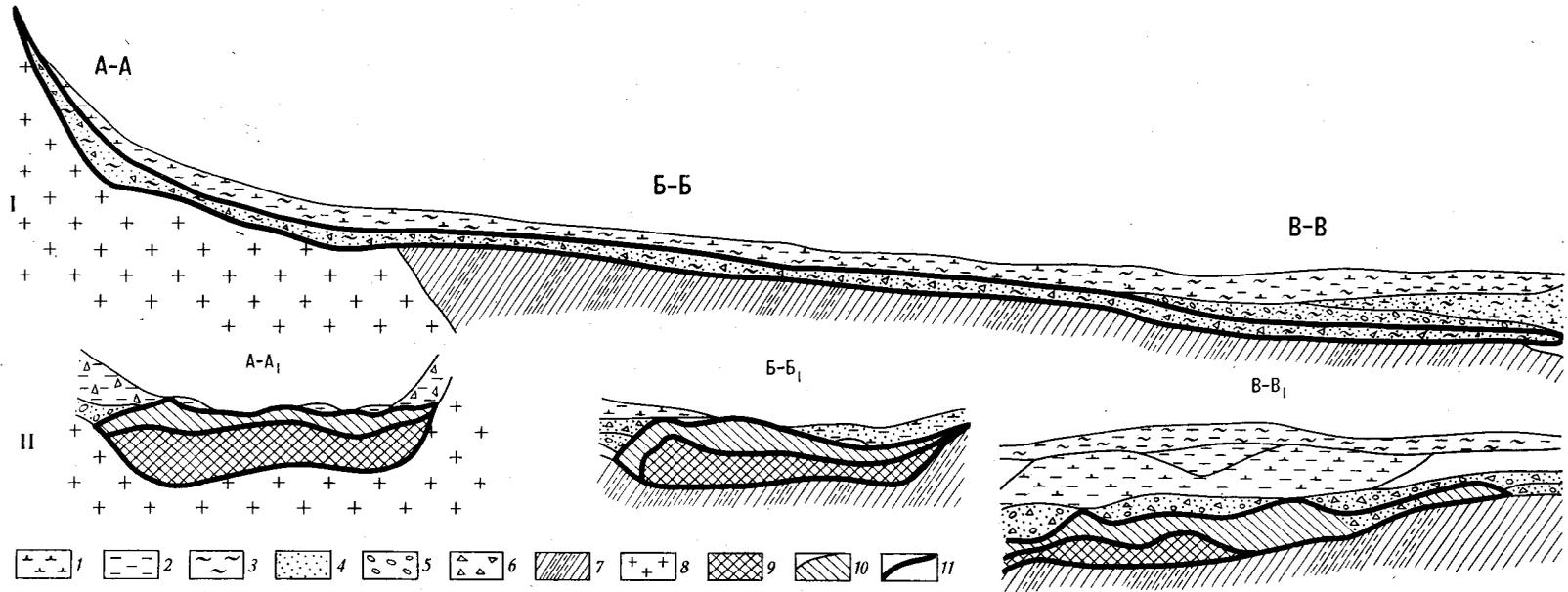


Рис. 47. Строение россыпи руч. Крайнего (Составил В. И. Шур).

1 — лед; 2 — ил; 3 — глина; 4 — песок; 5 — галька и валуны; 6 — щебень и дресва; 7 — терригенные породы; 8 — гранитоиды; 9 — богатые концентрации касситерита; 10 — бедные концентрации касситерита; 11 — контуры россыпи; I — продольный разрез россыпи, II — поперечные разрезы россыпи

ряется и приобретает форму, типичную для конуса выноса. Содержания касситерита здесь резко уменьшаются.

В сходных геолого-геоморфологических и геолого-структурных условиях находятся другие россыпи. По сравнению с россыпью ручья Крайнего они залегают в более глубоких асимметричных долинах с отчетливым плоским дном и террасоувалом, развиты преимущественно по левым бортам долин. Мощности отложений в пределах поймы составляет 4—6 м, в пределах террасоувала 8—17 м. Максимальные концентрации олова приурочены к нижней трети пласта.

Аллювиальная россыпь р. Тенкели — сложное многоярусное образование. Максимальные концентрации касситерита тяготеют к правому краю россыпи (рис. 48). Наибольшей ширины россыпь достигает при пересечении долиной рудоносных субширотных структур. Протяженность россыпи несколько ограничена. В разрезе россыпь имеет многоярусное строение, отдельные наиболее обогащенные прослойки группируются в несколько струй, ступенеобразно сменяющих друг друга в поперечном направлении. По типу аллювиальная россыпь Тенкели является надплотиковой.

Ложковые (аллювиально-склоновые) россыпи залегают в толще плохо сортированных щебнистых суглинков и супесей, нередко без отчетливых следов водной обработки и сортировки. Россыпи, связанные с этим комплексом отложений, характеризуются невыдержанностью, быстрым выклиниванием отдельных струй, линзовидным и карманообразным строением, надплотиковым положением пласта.

Россыпь Озерная в плане представляет конусовидную залежь, слегка изогнутую в восток-северо-восточном направлении (рис. 49).

Ширина россыпи изменяется от 100 до 600 м. В разрезе пласт песков с балансовыми содержаниями металла контролируется щебнево-дресвяными образованиями с супесчаным заполнителем и супесчаными осадками с щебнем, дресвой и редкими среднекатанными галькой и гравием. Касситерит тяготеет к нижней части слоя илов или илистых супесей. Нижняя граница пласта песков проходит в основном по коренному плоту. Верхняя граница песков устанавливается только по данным опробования. Максимальные концентрации касситерита сосредоточены в той части разреза, где присутствует галька. По простиранию мощность пласта выдержанная. Мощности торфов варьируют в пределах 0,5—22 м.

Отмечается общее увеличение содержаний касситерита снизу вверх по россыпи и затем резкое их падение у истоков россыпи. Устанавливаются отдельные локальные участки и струи с высокими содержаниями.

Озерные россыпи немногочисленны. Им присущи высокая степень сортировки и высвобождения полезного компонента, закономерное изменение гранулометрии от зоны пляжа к центральным частям бассейна, присутствие естественных шлиховых прослоев, сконцентрированных в толще в соответствии с общим характером слоистости — перекрестной в прибрежной полосе и горизонтальной на удалении от берега. Специфические условия криогенного осадконакопления определяют существенно алевролитовый состав озерных осадков и их высокую льдистость, в том числе широкое распространение сингенетических жильных льдов, в отдельных случаях составляющих 30—40% объема породы.

Примером россыпи этого типа является россыпь озера Баки. Котловина оз. Баки ориентирована в северо-западном направлении. Глубина озера не превышает 3,5—4 м. Под озером установлен сквозной талик. Мощность рыхлых отложений в пределах котловины превышает

45—50 м. Разрез представлен толщей неяснослоистых грубозернистых песков с обильной дресвой и мелким щебнем гранитов, включениями и линзами торфа и остатками древесины. Толща песков содержит от-

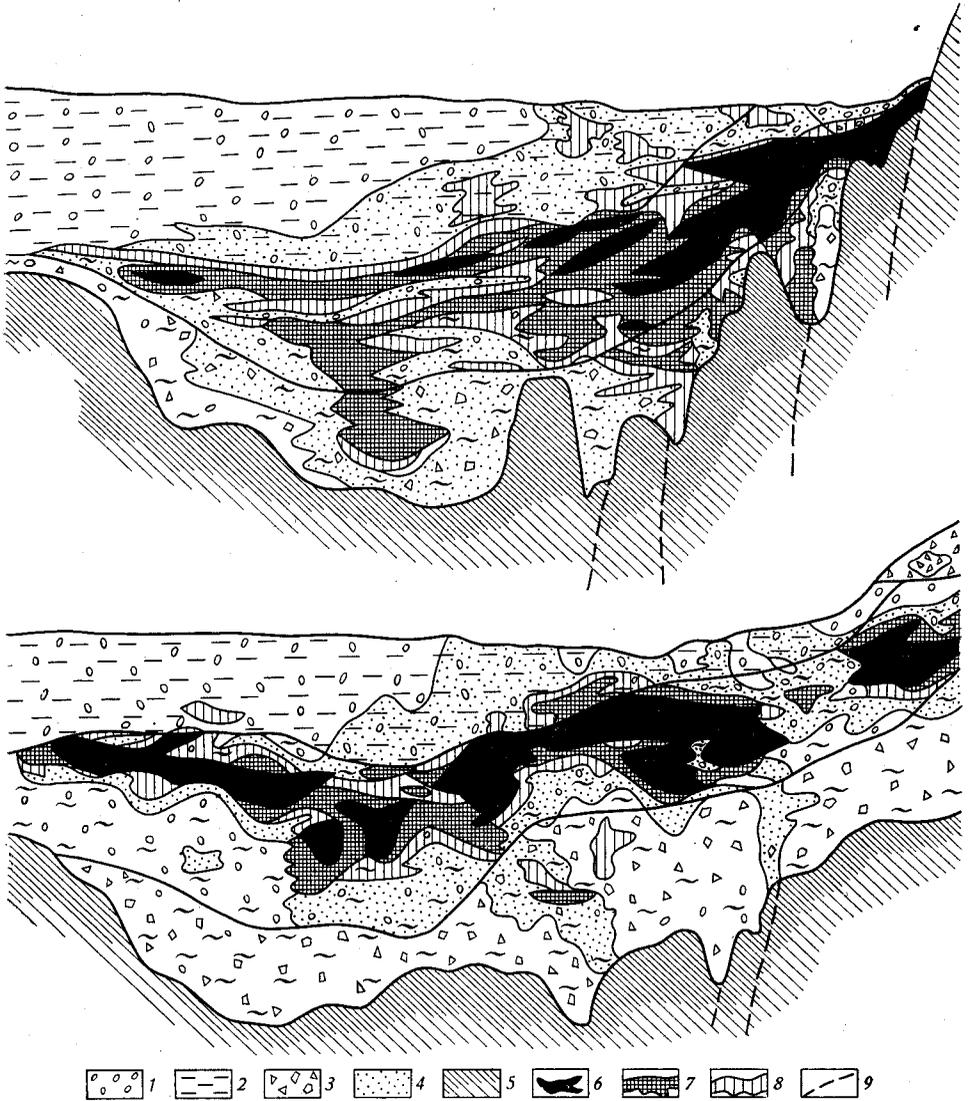


Рис. 48. Строение россыпи р. Тенкели (по материалам Н. Г. Патык-Кары и др.).
 1 — галька, валуны; 2 — ил, глина; 3 — солифлюкционные отложения; 4 — озерно-аллювиальные отложения; 5 — терригенно-осадочные породы; 6—8 — концентрации касситерита (6 — богатые, 7 — средние, 8 — бедные), 9 — тектонические нарушения

дельные прослои более грубообломочного плохокатанного материала и линзы илов и глин.

Донные отложения озера в прибрежной полосе сложены гравийным и разнозернистым песчаным материалом с обильным щебнем гранитоидных пород и кварца, с глинистым, местами интенсивно обохренным заполнителем. Максимальное содержание касситерита отмечается на глубине около 2 м, а в вертикальном разрезе — в поверхностном слое мощностью 40—80 см.

Прибрежно-морские россыпи, как и предыдущий тип, пока немногочисленны. В пределах района известны многоярусные разновозрастные россыпи олова, связанные с группой фаций пляжевой зоны: пляжа, береговых валов, баров, отмелей и лагун.

К этой группе россыпей относится Чокурдахская прибрежно-морская россыпь, образовавшаяся в результате морской абразии коренного месторождения (рис. 50).

Чокурдахская россыпь олова расположена на подводном склоне залива и частично в зоне пляжа выше уровня моря. Пляж сложен

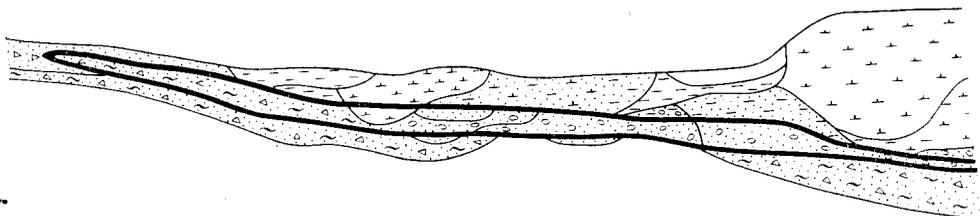


Рис. 49. Строение россыпи Озерная.

Условные обозначения см. на рис. 47.

мелкими глыбами, валунами, галькой и щебенкой пород, обнаженных в береговой зоне, и крупнозернистым плохо сортированным песком.

Рыхлые отложения месторождения представлены различными фациальными и генетическими типами, имеющими широкий возрастной диапазон.

Суммарная мощность рыхлой толщи в пределах месторождения варьирует от 3 до 100 м, причем ее увеличение происходит в направлении берег — море.

В основании разреза располагаются образования коры выветривания палеоген-неогенового возраста, на которых залегают озерно-болотные осадки, представленные суглинками с большим количеством растительных остатков. Эти отложения залегают в самых глубоких и удаленных от береговой линии частях месторождения. В сторону суши этот пласт выклинивается.

На размытой его поверхности залегают лагунно-дельтовые породы миоценового возраста, представленные двумя литолого-фациальными разностями: грубообломочными — в прибрежной и тонкообломочными — в мористой части месторождения. Грубообломочная фация представлена суглинками, содержащими дресву, щебень и слабоокатанную гальку андезитов, роговиков, песчаников и гранитоидов. Для тонкообломочной фации миоценовой толщи характерен тонкозернистый кварц-полевошпатовый песок, содержащий от 10 до 40% алеврита, до 5% дресвы и 10—20% слабо обуглившихся древесных остатков.

Морские отложения плиоцен-раннечетвертичного возраста в прибрежной полосе шириной 500—1000 м представлены супесями, содержащими дресву, щебень, слабо окатанную гальку, а мористее замещаются разнозернистыми песками кварц-полевошпатового состава. Подошва и кровля пласта горизонтальные, наблюдается лишь небольшой наклон их в сторону моря на участке сочленения с коренными породами. Границы горизонта довольно четкие, особенно в пределах распространения грубообломочной фации. Осадки этого горизонта вмещают основную часть касситерита россыпи; при этом в грубообломочных разностях содержания касситерита более значительные, чем в тонкообломочных.

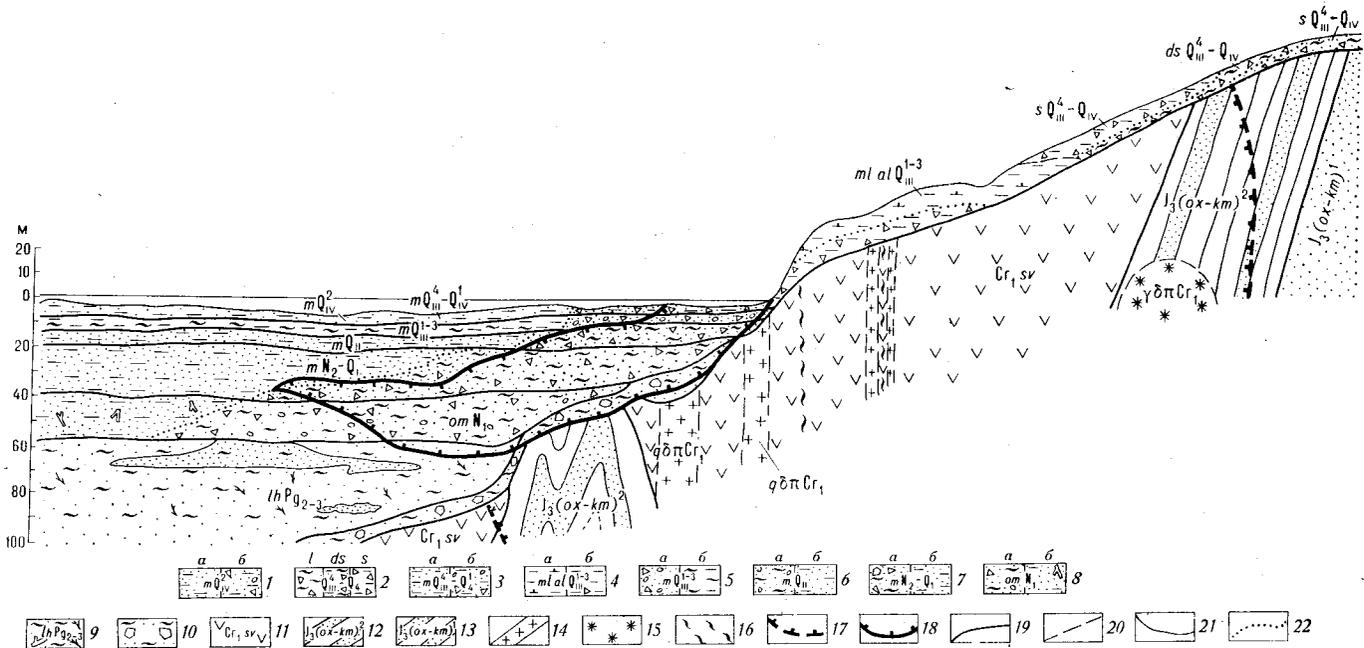


Рис. 50. Строение Чокурдахской прибрежно-морской россыпи:

1 — современные прибрежно-морские отложения: а — пески, илы и супеси с галькой и щебнем, б — пески и алевриты; 2 — верхнечетвертичные (сартанские слои); 3 — современные нерасчлененные отложения, S — аллювиальные (щебень с суглинком), ds — делювиально-солифлюкционные (суглинки со щебнем), солифлюкционные (ил с редким щебнем, лед); 4 — верхнечетвертичные (сартанские слои) — современные неразделенные прибрежно-морские отложения: а — супеси иловатые со щебнем и галькой, б — пески и алевриты; 5 — верхнечетвертичные прибрежно-морские и озерно-аллювиальные неразделенные (казанцевские, зырянские и каргинские слои): а — ил, лед, б — ил, щебень; 6 — верхнечетвертичные прибрежно-морские отложения (казанцевские, зырянские и каргинские слои): а — супеси с гравием, древесой, щебнем и галькой, б — алевриты с глиной; 7 — среднетчетвертичные прибрежно-морские отложения: а — супеси с древесой, щебнем и галькой, б — песок с алевритами; 8 — миоценовые лагунно-дельтовые отложения: а — суглинки с древесой, щебнем и галькой, б — песок с алевритами и растительным детритом; 9 — эоцен-олигоценные (?) озерно-болотные суглинки с обилием лигнитизированных растительных остатков, линзами кварц-пелловошпатового песка с примесью глины и древесины; 10 — эоцен-неогеновая кора выветривания, суглинки пестроцветные с древесой и щебнем выветрелых эффузивных и осадочных пород; 11 — святоносская свита, андезиты и их туфы; 12 — алевролиты, аргиллиты, песчаники; 13 — песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов, дайки диоритовых и кварцевых порфиров; 14 — дайки, 15 — шток гранодиорит-порфиров; 16 — зоны турмалин-кварцевых брекчий с касситеритом; 17 — контуры штокверка; 18 — контуры россыпи; 19 — 20 — геологические границы: 19 — установленные, 20 — предполагаемые; 21 — границы литологических пачек; 22 — границы фациальных комплексов

Толща морских отложений среднечетвертичного возраста также состоит из двух литолого-фациальных разностей (грубо- и тонкообломочные). Грубообломочные фации развиты в полосе взморья шириной до 500 м от берега и представлены супесями с дресвой, реже щебнем и окатанной галькой. Залегают отложения с незначительным уклоном в сторону моря. Отложения оловоносны и так же, как в нижележащей толще, грубообломочная фация содержит больше касситерита. На размытую поверхность горизонта ложится толща верхнечетвертичных осадков, также разделяемая на две фации. Отложения оловоносны (в основном, в прибрежной полосе).

Морские оловоносные осадки позднечетвертичного, современного возраста в прибрежной зоне представлены иловатыми супесями со щебнем, дресвой и галькой, а мористее — тонкозернистыми песками и алевритами. Нижняя граница горизонта относительно четкая, со следами размывов, верхняя проводится с определенной степенью условности по подоше самых верхних песчаных линз голоценового возраста.

Венчают разрез кайнозой месторождения, в основном, мелкозернистые пески на террасах, осушках и косах, алевриты — в глубоководных частях залива. Современные отложения в пределах месторождения также оловоносны.

Таким образом, в разрезе рыхлых образований россыпи можно выделить три относительно равные по мощности продуктивные толщи. Нижняя толща миоценового возраста, преимущественно суглинистой фации; средняя — плиоцен-нижнечетвертичная супесчаная, и верхняя, охватывающая осадки от среднечетвертичного до современного возраста, алевритовая.

Россыпь представляет собой наклонную линзу, в поперечном разрезе которой отдельные продуктивные слои ступенчато сменяют друг друга в направлении берег — море. Уклон ее незначительный (4—5°). Контуры россыпи в общих чертах повторяют границы линзовидного тела грубообломочных осадков примыкающего к склону коренного плотика.

Плотиком оловоносного пласта являются коренные породы (нижнемеловые эффузивы и юрские терригенные отложения), в наиболее глубоких горизонтах — плотные суглинки эоцен-олигоценового (?) возраста. Уклон плотика в прибрежной зоне 12—17°, мористее уменьшается до 3—6° и далее к морю резко возрастает до 25—27°. Распределение олова по простирацию россыпи относительно равномерное; отмечается повышение его концентраций в центральной части россыпи.

В поперечном сечении мощность пласта песков в целом возрастает от бортов к осевой части россыпи, мощность торфов увеличивается от берега в сторону моря, а содержания касситерита максимальны в зоне пляжа.

В центральной части месторождения максимальные концентрации приурочены к среднему супесчаному горизонту, минимальные — к верхней алевритовой толще. Размер зерен касситерита изменяется от сотых долей до 2 мм. Большая часть его в классе мельче 2 мм находится в свободном состоянии.

Анализ геологических данных показывает, что все вышеуказанные горизонты и слои россыпи, возникшие за период от миоцена до верхнего плейстоцена, прошли трансгрессивный путь развития. В результате отсепарированный и сконцентрированный в зоне пляжа и в верхних частях подводного берегового склона материал выходил за пределы береговой зоны и перекрывался под более поздними осадками.

Элювиальные и склоновые россыпи представлены чаще всего плащеобразными залежами различной площади. Последняя находится в прямой зависимости от площади рудного поля месторождения, степени

его эрозии, геолого-геоморфологической ситуации и т. д. Как правило, длина и ширина россыпи сопоставимы. Аллювиальные россыпи — залежи лентообразной и сложной пластообразной формы. В первом случае длина россыпи значительно больше ее ширины; во втором — параметры более сопоставимы.

Оловоносные отложения (пески) и перекрывающие их рыхлые отложения (торфа) по своим абсолютным значениям также варьируют в широком диапазоне — от нескольких метров до первых десятков метров.

Анализ вариации мощности песков вдоль россыпей показывает, что эта величина сравнительно стабильна на всем протяжении большинства россыпей. Исключение составляют глубокозалегающие россыпи олова. В истоках россыпи пласт, как правило, приплотиковый, в средней части россыпи — надплотиковый, в нижней части — висячий.

У аллювиальных и склоновых россыпей часто отложения оловоносны на всем интервале до коренных пород. Более непостоянной величиной, чем мощность песков, является содержание касситерита. Чаще более высокие содержания приурочены к верхним частям россыпи, но иногда и к средней части.

Литологический состав оловоносных отложений весьма разнообразен. В элювиальных и склоновых россыпях — это обломки, щебень, глыбы с песчано-глинистым цементом и льдом. В аллювиальных отложениях преобладает щебнево-галечный маловалунистый материал, менее окатанный в случае ложковых россыпей. Наиболее типичный случай, когда пласт песков контролируется отложениями определенного литологического горизонта, реже пласт фиксируется в двух-трех горизонтах, различных по литологическому составу.

Гранулометрический состав концентрата находится в прямой зависимости от формационной принадлежности питающего источника. Месторождения и проявления касситерит-кварцевой формации, как правило, питают россыпи более крупными кристаллами касситерита, чем рудные источники касситерит-силикатной и касситерит-сульфидной формаций. Вместе с тем, большое количество касситерита в россыпях всех морфогенетических типов заключено во фракции минус 2 мм. Для большинства россыпей характерно, что объем мелких классов касситерита от источников ручья к его устью увеличивается.

Благоприятным фактором россыпеобразования является величина денудационного среза. Его большие значения даже при наличии бедной и рассеянной минерализации обеспечивают более высокий суммарный запас металла в эродированной массе.

В районе с малым денудационным срезом необходимым условием образования промышленных россыпей является наличие концентрированных коренных источников и совпадение речных долин с рудоносными структурами.

Анализируя промышленную значимость россыпей в связи с их геоморфологической позицией, можно сделать вывод, что большинство промышленных россыпей приурочено к участкам, где отсутствуют интенсивные современные восходящие движения и рельеф находится в нисходящей стадии развития. Здесь промышленные россыпи образуются даже при наличии небольших по масштабу коренных источников в результате переработки большого объема пород и концентрации металла в бассейнах аккумуляции в течение длительного времени.

В настоящее время можно считать установленным, что коренные месторождения всех формационных типов могут быть источниками россыпных проявлений олова различной концентрации.

Наиболее благоприятны для образования россыпных месторождений проявления касситерит-кварцевой и касситерит-силикатной формаций.

Районирование и характеристика основных оловянных и оловянно-вольфрамовых рудных зон Якутии

Все известные месторождения олова и вольфрама находятся в пределах Верхояно-Колымской складчатой области, где они в совокупности с месторождениями сурьмы, ртути, редких и других металлов образуют Верхояно-Колымскую рудную провинцию. Шлиховые ореолы касситерита отмечаются в эндогенных проявлениях Западной Якутии, а также в районе Станового хребта Южной Якутии. В Западной и Южной Якутии известны и проявления вольфрама.

Верхояно-Колымская рудная провинция, являющаяся частью внешней зоны Тихоокеанского рудного пояса, характеризуется асимметричным расположением металлогенических зон (соответствующим асимметрии тектонического строения складчатой области), существенно терригенным составом слагающих ее пород, близким возрастом проявлений преимущественно гранитоидного магматизма и вольфрам-оловянного оруденения, относящихся к позднему этапу тектоно-магматического развития района, и контролем интрузий и рудных проявлений зонами протяженных глубинных разломов.

Региональная зональность в Верхояно-Колымской складчатой области подчинена структурно-формационным зонам, расположенным между Сибирской платформой, Колымским срединным и Охотским остаточным массивами. В рудной провинции выделяют шесть металлогенических зон. Четыре из них полукольцом опоясывают Колымский срединный массив: Полоусно-Колымская, Индигиро-Колымская, Яно-Полоусная и Верхоянская. Южно-Верхоянская зона расположена между Сибирской платформой и Охотским массивом, Тас-Кастабытская приурочена к северо-восточной окраине последнего.

В пределах металлогенических зон рудные месторождения группируются в рудные зоны, районы, узлы. Первые из них, как правило, приурочиваются к зонам протяженных глубинных разломов, а рудные районы и узлы — к структурам более мелких порядков: оперяющим крупные разломы разрывным нарушениям, выходам интрузивных образований, полям контактово-метаморфизованных пород и т. д.

Полоусно-Колымская зона

Полоусно-Колымская металлогеническая зона приурочена к серии антиклинальных поднятий восточного борта Иньяли-Дебинского мегасинклинория, частично распространяясь в пределы Тас-Хаяхтахского и Полоусненского (Селенняхского) горст-антиклинориев, обрамляющих Колымский срединный массив. Ограничение зоны, размещение в ней крупных массивов гранитоидов позднеюрского — раннемелового возраста и связанных с ними проявлений олова, вольфрама и бора контролируются серией глубинных разломов северо-западного простираания Индигиро-Колымской системы.

Оловянное и оловянно-вольфрамовое оруденение представлено месторождениями и проявлениями касситерит-кварцевой формации грейзенового, кварцевого и сульфидно-кварцевого типов и формации оловяноносных скарнов, пространственно ассоциирующими с интрузивами Главного гранитного пояса и его боковых ответвлений. К последнему приурочена Бургавли-Чалбинская рудная зона, ограниченная с востока и запада Чалбинским и Сентачанским разломами субмеридионального простираания. В ней серии даек диорит-гранодиорит-гранитного комплекса и массивы раннемеловых гранитов и связанные с ними рудные месторождения локализуются в узлах пересечений продольных и поперечных

к складчатой структуре разрывных нарушений и блоках, ограниченных этими тектоническими структурами. В зоне наблюдается продольная зональность в отношении состава интрузий, глубины их залегания, положения месторождений относительно массивов и состава месторождений. На восточном фланге зоны с Чалбинским и Кере-Юряхским массивами двуслюдяных гранитов пространственно и, по-видимому, генетически связаны оловянные и оловянно-вольфрамовые проявления касситерит-кварцевой формации кварцевого, отчасти грейзенового типов. В Чалбинском рудном узле в пределах восточного экзоконтакта массива встречены мелкие тела редкометальных альбититов. Кырагасский купол, расположенный к западу, сложен менее кислыми породами и сопровождается проявлениями сульфидно-кварцевого типа. Еще западнее рудные тела месторождений сульфидно-кварцевого типа локализируются в роговиковых полях нескрытых массивов гранитоидов. Часть из них по интенсивности развития сульфидов уже приближается к арсенипирит-пирротинному типу касситерит-сульфидной формации. Характерной чертой руд является низкое содержание фтора по сравнению с бором, образующим собственные минералы — турмалин и аксинит. Вольфрам присутствует в рудах всех месторождений, но значительные концентрации образует в некоторых проявлениях Чалбинского рудного узла. В рудах одного месторождения развит шеелит, а во всех остальных вольфрамит.

Оруденение в зоне приурочено в основном к прожилково-жилльным зонам, штокверкам и минерализованным зонам дробления.

В Момо-Селеняхской подзоне в пределах окраинных горст-антиклинорий Колымского срединного массива в пространственной связи с массивами гранитоидов позднемезозойского возраста локализованы месторождения магнезиальных и известковых скарнов с минерализацией бора, олова, вольфрама. В рудных узлах Тас-Хаяхтахского горст-антиклинория распространены месторождения магнезиальных и магнезиально-известковых скарнов с борной и борно-железной (магнетитовой) минерализацией с рассеянным оловянным оруденением, а в рудных узлах Селеняхского горст-антиклинория — скарново-грейзеновые месторождения олова и вольфрама. Олово в месторождениях Тас-Хаяхта рассеяно в минералах скарнового процесса (людвигите, магнетите, пироксенах, гранатах и др.), а в скарново-грейзеновых месторождениях оно концентрируется в касситерите и станнине, ассоциирующих с минералами грейзенового процесса — амфиболом, аксинитом, кварцем, мусковитом, турмалином, сульфидами и др., замещающими минеральные образования магнезиальных и известковых скарнов.

Яно-Полоусная зона

Яно-Полоусная зона огибает с запада и севера Полоусно-Колымскую и структурно приурочена к Адычанскому брахиантиклинорию, Саргангскому синклинорию, Полоусному мегасинклинорию, распространяясь также в пределы Полоусненского и Улахан-Тасского горст-антиклинорий. Для зоны характерна многометальность: в ней встречены месторождения олова, вольфрама, полиметаллов, сурьмы, ртути, кобальта, редких металлов и др. Однако определяющими металлогеническую специализацию зоны являются месторождения касситерит-сульфидной и, менее, касситерит-кварцевой формаций. Мало распространены месторождения касситерит-силикатной формации, оловоносных пегматитов и скарнов.

В восточной части зоны, охватывающей восточные районы Полуосного мегасинклинория, Полоусненский и Улахан-Тасский горст-антикли-

норий, проявлены интрузии Северного гранитного пояса и месторождения олова, вольфрама, кобальта и других металлов, контролируемые в основном субширотными разломами.

В Улахан-Тасском рудном районе, структурно совпадающем с одноименным горст-антиклинорием, в пространственной связи с гранодиоритами и андезиновыми гранитами развито кобальтовое, полиметаллическое, молибденовое и вольфрамовое с примесью олова оруденение. Здесь вольфрамовая минерализация представлена двумя формационными типами. Преобладают жильные проявления касситерит-кварцевой формации с небольшим количеством сульфидов (арсенопирита, пирротина, пирита, сфалерита, галенита) и касситерита, локализованные в экзоконтактовой зоне массива среди мезозойских терригенно-карбонатных отложений. Меньше распространены вольфрамоносные скарны на контакте массива гранитоидов с девонскими карбонатными породами.

Проявления оловоносных скарнов и касситерит-кварцевой формации известны в **Восточно-Полоусненском рудном узле**, территориально совпадающем с массивом гранодиоритов и андезиновых гранитов. Месторождения расположены в эндоконтактовой зоне массива и представлены в основном слюдисто-кварцевыми грейзенами с касситеритом, арсенопиритом, вольфрамитом и миароловыми пустотами с касситеритом. Установлены магнетитовые и сульфидные оловосодержащие скарновые залежи. В магнетитовых скарнах тонкозернистый касситерит находится в тесном сростании с магнетитом, а в сульфидных скарнах касситерит и станнин ассоциируют с минералами грейзенов.

В Центральном-Полоусненском районе наибольшее распространение имеют месторождения олова и вольфрама преимущественно касситерит(вольфрамит)-кварцевой формации, менее — пегматитовой и касситерит-сульфидной формаций. Они связаны с биотитовыми и двуслюдяными гранитами. Месторождения расположены в северо-западной части экзоконтактовой зоны Бакинского массива гранитоидов среди ороговированных верхнеюрских терригенных отложений. Представлены они кварцевыми жилами и минерализованными зонами дробления с вольфрамитом, шеелитом, арсенопиритом, пирротинном, галенитом, касситеритом и др. К восточной части массива, сложенной биотитовыми гранитами и аплитами, приурочено месторождение оловоносных пегматитов. Оно представлено жилами эпигенетических пегматитов с крупнозернистым касситеритом, а также гнездами и шлирами сингенетических пегматитов с турмалином и касситеритом. Здесь в гранитах широко распространены кварц-турмалиновые линзы, трубчатые тела и гнезда с касситеритом. Все они явились основным источником россыльного касситерита.

Интересными объектами Центрально-Полоусненского района являются вышеохарактеризованное Одинокое оловорудное месторождение и другие олово-вольфрамовые месторождения. Они локализованы в пределах Депутатской брахисинклинали, где юрские терригенные отложения прорваны Омчикандинским массивом биотитовых и двуслюдяных гранитов и мелкими штоками гранит-порфиров.

В южной части Полоусного мегасинклинория, в зоне его сочленения с Полоусненским горст-антиклинорием расположен Дьахтардахский рудный узел. Здесь со штоком гранит-порфиров раннемелового возраста связаны арсенопирит-мусковит-кварцевые жилы и грейзены, а с продуктами дифференциации глубинного гранитоидного очага — касситерит-сульфидное оруденение. Галенит-сфалеритовые рудные тела являются наиболее молодыми и тяготеют к вулкану Малый Дьахтардах.

Часть магматических и рудных проявлений Полоусного района группируются в поперечные рудно-магматические зоны типа широко

известной Дербек-Нельгехинской зоны. Такие зоны приурочены к зонам глубинных разломов, выраженных повышенной трещиноватостью пород, изгибами и смещениями осей складок, выходами интрузивных образований и полями контактово-метаморфизованных пород, геофизическими аномалиями, изменениями фациального состава и мощностей верхнеюрских отложений и т. д. В Полоусном известны Берелехская (на востоке), Куранахская, Гирибдичанская, Ава-Курванская и Куйгинская (на западе) поперечные зоны север-северо-западного простирания. При этом рудные и магматические образования локализуются в них преимущественно на участках пересечения с разломами и антиклинальными складками субширотного простирания. Дайки здесь также имеют в основном субширотное направление, а рудные тела — как субширотное (преобладающее), так и северо-восточное и северо-западное.

Берелехская зона расположена на востоке Центрально-Полоусненского района и прослеживается по мелким выходам диоритовых порфиров, диоритов, гранодиоритов, андезитовых гранитов и рудным проявлениям в субмеридиональном направлении на 50—60 км. На южном фланге здесь известно касситерит-сульфидно-кварцевое месторождение в экзоконтактовой зоне гранитоидного массива, а на северном фланге — несколько кобальтоносных сульфидных проявлений.

Куранахская зона прослеживается по выходам гранитоидов (Учугунской, Нономбинский, Укачилканский массивы и др.) и ассоциирующими с ними проявлениями, занимая северный отрезок Томмотского глубинного разлома, секущего здесь складчатые структуры Полоусного мегасинклинория. Оловянная минерализация представлена несколькими касситерит-кварцевыми проявлениями.

Далее к западу располагаются **Гирибдичанская, Ава-Курванская и Куйгинская зоны**, соответствующие северным отрезкам Усть-Янского, Казачинского и Куйгинского глубинных разломов, также отчетливо секущим складчатые структуры Полоусного мегасинклинория. Они прослеживаются по выходам интрузий диорит-гранодиорит-гранитной формации и рудным проявлениям на протяжении около 100 км. В пределах зон широко проявлена свинцово-цинковая и оловянная минерализация, меньше сурьмяная. Оловянная минерализация представлена месторождениями преимущественно сульфидно-хлоритового и галенит-сфалеритового типов касситерит-сульфидной формации, последний часто образует периферийную зону в оловорудных узлах. Оловянная минерализация проявлена в Куйгинской зоне, в частности, в Куйгинском и Абрабытском рудных узлах. В первом, занимающем экзоконтактовую зону Тегенского массива гранитоидов, на северном фланге зоны касситерит-сульфидные рудные тела за пределами контактового ореола сменяются слабо оловоносными галенит-сфалерит-карбонатными жилами. Подобная зональность в размещении рудных тел относительно магматических образований и контактово-метаморфизованных пород устанавливается и на южном фланге зоны. На южном фланге зоны, к северо-западу от Хадарыншинского массива, месторождения локализованы в пределах контактового ореола слабо вскрытого купола гранитоидного массива, оруденение принадлежит арсенопирит-пирротиновому типу касситерит-сульфидной формации и представлено минерализованными зонами дробления. К северо-западу оловянная минерализация сменяется проявлениями галенит-сфалеритовой формации.

Депутатский рудный узел расположен в блоке Депутатской брахисинклинали, ограниченном северо-западными Усть-Янским и Казачинским и субширотными Депутатским и Быллатским глубинными разломами, частично распространяясь в зону крутых линейных складок к югу от Быллатского разлома.

Чохчуро-Чокурдахская рудная зона структурно размещается в пределах мелового прогиба на юрском складчатом основании между Хромским остаточным массивом и Шелонским складчато-глыбовым поднятием и ограничена с запада и востока субмеридиональными разломами (Туматский и др.). В зоне в пространственной ассоциации с мелкими интрузивами и дайками многофазного гранитоидного магматизма повышенной основности (штоки гранодиоритов, кварцевых порфиров с признаками гипабиссальных интрузий, дайки, реже штоки гранит-порфиров, кварцевых порфиров с признаками близповерхностных образований) обнаружены месторождения и проявления касситерит-силикатной и касситерит-кварцевой формаций. Мелкие оловоносные пегматитовые тела отмечены в эндоконтактной зоне Харыстанского массива гранодиоритов. Преобладающие в зоне касситерит-силикатные месторождения относятся к кварц-турмалиновому типу и представлены минерализованными зонами дробления и жилами выполнения в эндо- и экзоконтактах гранитоидных массивов, дайках кварцевых и гранит-порфиров и терригенно-вулканогенных отложениях юрского и мелового возраста. Оруденение касситерит-кварцевой формации представлено грейзеновым и кварцевым минеральными типами. Они локализованы в эндо- и экзоконтактных зонах Максунуокского и Харстанского массивов гранодиоритов и гранодиорит-порфиров. Касситерит-кварцевое оруденение представлено штокверковыми зонами и жилами, расположенными в апикальной части штока гранит-порфиров и в кровле штока среди ороговикованных терригенных пород.

Багы-Бытангайская рудная зона является самой западной из серии северо-северо-западных поперечных рудных зон и приурочена к зоне одноименного глубинного разлома, секущего складчатые структуры Средне-Янского поднятия. В зоне в пространственной ассоциации с мелкими гранитоидными интрузиями диорит-гранодиорит-гранитной формации встречаются в основном проявления касситерит-кварцевой формации.

В Яно-Адычанском районе выделены с севера на юг Яно-Борулахская (Эге-Хайская), Эндогоччийская (Халтысинская), Северо-Тирехтяхская, Южно-Тирехтяхская, Дербек-Нельгехинская, Право-Дербекинская (Сан-Юряхская) и Хунхада-Томпонская рудные зоны, совпадающие с зонами разломов северо-восточного простирания, секущими складчатые структуры Адычанского поднятия и восточной части Сартангского синклиория. В зонах в этом же направлении вытянуты массивы гранитоидов, дайки и, часто, рудные тела. Только самая южная Хунхада-Томпонская зона протягивается в субширотном направлении, под углом к разлому, ограничивающему Адычанское поднятие.

В рудных зонах широко распространены магматические образования многофазной диорит-гранодиорит-гранитной формации и месторождения олова, вольфрама, свинца и цинка. Профилирующими являются месторождения касситерит-сульфидной формации сульфидно-турмалинового, сульфидно-хлоритового и галенит-сфалеритового типов.

В рудных узлах **Яно-Борулахской зоны** относительно активных центров — выходов массивов гранитоидов и полей контактово-метаморфизованных пород — проявлена формационная зональность, в пределах месторождений и рудных тел — стадийная и фациальная зональность.

Классическая **Дербек-Нельгехинская рудная зона** сложена средне- и верхнетриасовыми терригенными отложениями большой мощности. Триасовые отложения собраны в брахискладки субмеридионального простирания, осложненные серией разрывных нарушений и поясом повышенной трещиноватости, согласными с простиранием зоны. Трещины имеют преимущественно северо-восточное и субширотное простирание и крутое падение на север и юг. К ним приурочена большая часть даек

и рудных тел. Распространены также диагональные к простираению зоны сбросо-сдвиги с амплитудой смещения до 60 м.

В Дербек-Нельгехинской зоне интенсивно проявился гранитоидный магматизм, более основной, чем в Яно-Борулахской рудной зоне. В связи с этим в ней развиты только оловорудные месторождения касситерит-сульфидной формации сульфидно-турмалинового, сульфидно-хлоритового и галенит-сфалеритового типов. Они представлены протяженными минерализованными зонами дробления и жилами. На западе зоны развиты месторождения и мелкие проявления олова сульфидно-хлоритового типа в Сордонгском, Кондеканском и Бугдогарском рудных узлах, где они пространственно ассоциируют с выходами гранодиорит-порфиров, диорит-порфиров и гранитов. В этих рудных узлах, в их внешних зонах наибольшее распространение имеют проявления галенит-сфалеритового типа с низкими содержаниями олова. В них галенит преобладает над сфалеритом.

Вдоль Дербек-Нельгехинской зоны с северо-востока на юго-запад наблюдается постепенная смена касситерит-сульфидных месторождений сульфидно-турмалинового типа месторождениями сульфидно-хлоритового типа, а последнего затем галенит-сфалеритовым типом.

В рудных узлах зоны проявлена горизонтальная формационная или типовая зональность оруденения. Так, например, в Илитасском рудном узле первая зона расположена в основном в пределах контактового ореола западной части Безымянного массива и представлена оловянно-вольфрамовым месторождением. Вторая зона находится за пределами контактового ореола массива; в ней развиты сульфидно-хлоритовые рудные тела. Третья периферийная зона характеризуется развитием галенит-кварцевых и сурьмяно-сидеритовых жил, охватывающих хлоритовую зону с обеих сторон от оси зоны. Здесь разнотипные горизонтальные зоны располагаются на близких гипсометрических уровнях и не переходят друг в друга в вертикальном направлении. Такая горизонтальная зональность оруденения проявлена в той или иной степени во всех рудных узлах зоны.

Во всех остальных северо-восточных рудных зонах, подобно Дербек-Нельгехинской, с северо-востока на юго-запад сохраняется тенденция увеличения основности гранитоидов и смены оловорудных проявлений касситерит-сульфидной формации одного минерального типа другим.

Субширотная Хунхада-Томпонская рудная зона контролируется зоной скрытого глубинного разлома, косо секущего складчатые структуры Хунхадинского антиклинория и Среднетомпонского поперечного поднятия. В ней магматические и рудные проявления группируются в двух рудных узлах: Джетаньинском и Агылкинском, приуроченных к участкам периклинального замыкания складок.

В северном, Джетаньинском узле, сложенном терригенными отложениями пермского и триасового возраста, в экзоконтактной зоне сложного Джетаньинского гранодиоритового массива располагаются мелкие оловянно-полиметаллические рудопроявления, ассоциирующиеся с проявлениями полиметаллической и сурьмяной минерализации. В самом массиве встречаются кварцевые жилы с молибденитом. Вблизи рудного узла известна пластовая залежь скарнов с шеелитом, халькопиритом, пирротинином и другими сульфидами.

В южном **Агылкинском рудном узле**, сложенном терригенными песчано-сланцевыми отложениями от пермского до среднеюрского возраста, в контактовых ореолах гранитоидных интрузий локализуются месторождения олова касситерит-сульфидной формации сульфидно-турмалинового и сульфидно-хлоритового типов и медно-вольфрамовое скарновое месторождение. Месторождение сульфидно-турмалинового типа располо-

жено в экзоконтактовой зоне гранодиоритового массива, относительно которого наблюдается зональность оруденения. В центральной зоне распространены кварц-сульфидные жилы, сопровождаемые околожильными хлорит-серицитовыми и турмалин-серицитовыми метасоматитами с вкрапленностью сульфидов и касситерита. Среди сульфидов преобладают пирит, станнин и арсенопирит. Отмечаются сфалерит, халькопирит и самородный висмут. В промежуточной зоне встречаются кварц-хлорит-сульфидные прожилки с мелким касситеритом, а в периферийной зоне, вне контактового ореола — сульфидно-сульфосолюно-карбонатные прожилки. Предполагается генетическая связь оловянной минерализации с магмой гранодиоритового состава.

Хунхада-Томпонская рудная зона перспективна для поисков скарновых месторождений. Здесь развиты нижнетриасовые отложения с пластами известняков и поля контактово-измененных пород над невоскрытыми куполами гранитоидных массивов.

Индиги́ро-Колы́мская зона

В пределах Индиги́ро-Колы́мской металлогенической зоны вольфрамовая и особенно оловянная минерализации проявлены слабо. Вольфрамовое оруденение представлено месторождениями касситерит-кварцевой и касситерит-сульфидной формаций. Они располагаются в эндо- и экзоконтактовых зонах интрузий диорит-гранодиорит-гранитной формации.

Рудные тела месторождений залегают в грейзенизированных биотитовых гранитах и роговиках контактового ореола и сопровождаются слюдисто-кварцевыми околожильными метасоматитами. Месторождения представлены жилами и штокверковыми зонами, залегающими в небольшом массиве плагиогранит-порфиров. Они сложены кварцем, вольфрамитом, турмалином, арсенопиритом и другими сульфидами с примесью касситерита.

Верхоянская зона

В Верхоянской металлогенической зоне, структурно совпадающей с Верхоянским мегантиклинорием, оловянно-вольфрамовая минерализация резко подчинена свинцово-цинковой и медной минерализациям. Она проявлена только в одном **Хобяту-Эчийском рудном узле**, расположенном на пересечении субмеридионального Восточно-Орулганского, северо-восточного Эге-Хайского и северо-западного Собопольского глубинных разломов, в своде Имтаджинской антиклинали. Здесь встречаются оловорудные месторождения касситерит-силикатной и касситерит-сульфидной формаций, представленных соответственно кварц-турмалиновым, сульфидно-хлоритовым и арсенопирит-пирротиновым типами, локализующимися в контактовом ореоле Хобяту-Эчийского гранодиоритового массива. Месторождения этих типов отличаются по количественному соотношению основных минералов, при почти одинаковом их валовом минеральном составе.

В эндо- и экзоконтактовых зонах массива залегают редкие жилы вольфрамит-кварцевого состава.

Куларская рудная зона протягивается в северо-восточном направлении вдоль Центрально-Куларской антиклинали, прорванной гранитоидными массивами натриевого ряда. С ними связаны рудопроявления оловяноносных пегматитов и касситерит-кварцевой формации.

Кварц-микроклиновые пегматитовые тела с касситеритом, вольфрамитом и шеелитом встречаются в основном в западной половине зоны,

где они залегают в кровле куполов гранитоидных массивов или в контактовом ореоле.

Рудопроявления касситерит-кварцевой формации локализуются в эндо- и экзоконтактных зонах гранитоидных массивов, реже в роговиковых полях над невоскрытыми куполами массивов. Среди грейзенов преобладают мусковит-турмалин-кварцевые с касситеритом и арсенопиритом, встречающиеся в виде мелких тел в апикальных частях массивов.

Рудопроявления кварцевого типа являются в основном комплексными на олово и вольфрам, причем последний концентрируется в шеелите. Они представлены кварцевыми жилами и минерализованными зонами дробления с небольшим количеством турмалина, арсенопирита, пирита, шеелита, касситерита, халькопирита, сфалерита, галенита и др.

Многочисленные рудопроявления встречаются в восточной и западной частях зоны. В них в равной мере развиты жилы выполнения и минерализованные зоны дробления, сложенные в основном кварцем, второстепенными сульфидами (арсенопиритом, пиритом, сфалеритом, реже галенитом), касситеритом, шеелитом, флюоритом, апатитом и др.

Проявления касситерит-кварцевой формации распространены на юго-западе зоны, в **Суордахском рудном узле** среди ороговикованных терригенных пород над невоскрытыми интрузивными куполами и в эндоконтактной зоне Солурского массива адамеллитов. По минеральному составу различаются вольфрамит-арсенопиритовые и касситерит-арсенопиритовые рудные тела, представленные протяженными минерализованными зонами дробления и жилами.

Вольфрамит-кварцевые проявления здесь представлены минерализованными зонами дробления и жилами с выделениями вольфрамита и примесью арсенопирита.

Южно-Верхоянская зона

В Южно-Верхоянской металлогенической зоне, структурно совпадающей с одноименным мегасинклиниорием, слабо проявлено оруденение олова и вольфрама. Она состоит из двух подзон — Аллах-Юньской и Восточной полиметаллической.

В **Аллах-Юньской** подзоне встречаются мелкие проявления оловянных грейзенов в апикальных частях гранитоидных штоков, а также вольфрамовые проявления. Руды рудопроявлений состоят из кварца, вольфрамита, шеелита, пирротина, халькопирита, сфалерита, галенита с примесью касситерита, блеклых руд, прустита, самородного висмута, иногда флюорита и др.

В северной части полиметаллической подзоны, в **Дыбинском рудном узле**, отмечаются мелкие касситерит-кварцевые жилы, залегающие в эндоконтактной зоне адамеллитового массива. Во внешних зонах контактового ореола массивов расположены месторождения касситерит-сульфидной формации арсенопирит-пирротинового и галенит-сфалеритового типов, характеризующиеся обилием пирротина и индиеносного марматита, а также галенита. Арсенопирит-пирротинные руды с касситеритом преобладают в центральной зоне.

К юго-востоку от Дыбинского рудного узла в районе развития меловых эффузивов, Аллахского субвулкана и в полосе стыка складчатой системы и Охотско-Чукотского вулканогенного пояса в пространственной ассоциации с позднемеловыми гранитоидами встречаются месторождения касситерит-сульфидной формации галенит-сфалеритового типа

и касситерит-силикатной формации хлорит-кварцевого типа. В жилах и минерализованных зонах дробления галенит-сфалеритовых месторождений преобладают индиеносный марматит и галенит. Им подчинены кварц, сидерит, пирротин, пирит, марказит и арсенопирит. В виде примеси присутствуют касситерит, станнин. Касситерит в рудах ассоциирует как с ранней генерацией кварца, так и с массой сульфидов. В мощных минерализованных зонах дробления касситерит-силикатных месторождений кварцу, хлориту и карбонатам подчинены касситерит, арсенопирит, пирит, пирротин, галенит, халькопирит и др.

В последние годы в пределах Куйдусунской наложенной впадины выявлен новый оловоносный Делью-Охотский район, приуроченный к зоне субмеридионального глубинного разлома.

Магматические и рудные образования Дыбинского, Аллах-Юньского и Делью-Охотского рудных узлов контролируются субмеридиональными Кидерикинским, Акачинским и Кетандинским глубинными разломами и опережающими их разрывами субширотного и северо-восточного простирания. Видимо, месторождения касситерит-силикатной формации и цепочка мелких массивов позднемезозойских гранитоидов приурочены к зоне субширотного скрытого глубинного разлома, протягивающегося по геофизическим аномалиям от Сетте-Дабанского горст-антиклинория до восточного борта Куйдусунской наложенной впадины.

Касситерит-сульфидные и касситерит-силикатные месторождения зоны имеют своих аналогов среди месторождений рудных районов Дальнего Востока, находящихся в той же структурной обстановке — в полосе стыка мезозойских складчатых зон и вулканогенных поясов Прибрежного и Охотско-Чукотского.

Тас-Кыстабытская зона

В Тас-Кыстабытской металлогенической зоне, структурно совпадающей с Верхне-Индибирским мегасинклинием, в пространственной ассоциации с небольшими телами субвулканических пород вблизи Тарынского субвулкана локализуются оловорудные проявления касситерит-сульфидной формации сульфидно-хлоритового и галенит-сфалеритового типов, а со штоками гранитоидов повышенной основности — рудопроявления касситерит-силикатной формации, меньше — касситерит-кварцевой формации.

Основным морфологическим типом рудоносных тел в рудопроявлениях сульфидно-хлоритового и турмалин-кварцевого типов являются минерализованные зоны дробления, а в остальных — преобладают жилы выполнения, реже в отдельных участках грейзеновые и прожилковые зоны. Рудные тела приурочиваются к участкам повышенной трещиноватости пород в эндо- и экзоконтактных зонах субвулканов и штоков гранитоидов.

МОЛИБДЕН

Молибденовое оруденение установлено в пределах Алданского щита и Анабарского массива, структур обрамления Колымского срединного массива, в Западно-Верхоянском мегантиклинории, Полоусном мегасинклинии и других регионах Верхояно-Колымской складчатой области. В результате геологического картирования и поисковых работ на обширной территории Якутии открыто несколько месторождений и проявлений молибдена, пока еще недостаточно изученных.

Рудные формации и их размещение

Сведения о парагенетических ассоциациях рудных минералов, гидротермальных изменениях вмещающих пород и связях с магматическими комплексами позволяют предварительно сгруппировать молибденовые проявления Якутии в три рудные формации: молибденовую, медно-молибденовую и молибден-вольфрамовую.

Проявления молибденовой формации широко распространены в ряде районов Верхояно-Колымской, Становой и Алданской провинций. В первых двух провинциях устанавливается пространственная и генетическая связь оруденения с поздне меловыми аляскиотовыми гранитами и меловыми гранитоидами. В Алданской провинции намечается парагенетическая связь формации с мезозойским щелочным магматизмом.

В Верхояно-Колымской провинции проявления молибденовой формации можно подразделить на три типа: скарновый, грейзеновый и кварцево-жильный. Обычно они локализуются в интрузивных, реже в контактово-метаморфизованных породах экзоконтакта. Хотя молибденовое оруденение приурочено к крупным массивам гранит-гранодиоритового ряда, генетически оно связано с наиболее поздними кислыми их дифференциатами — биотитовыми и лейкократовыми гранитами, аплитами и гранит-порфирами мелового возраста. Контактво-метаморфизованные образования, в которых выявлено оруденение, представлены триасовыми и юрскими песчано-глинистыми и известковистыми породами. В зонах экзоконтакта они превращены в различные по составу роговики и сланцы.

Минеральный состав проявлений формаций достаточно постоянен. Главным рудным минералом является молибденит, с ним ассоциируют галенит, сфалерит, вольфрамит, реже в рудных телах обнаруживаются медь и другие компоненты. Проявления молибдена этой формации обычно небольшие по масштабам.

Оруденение медно-молибденовой формации обнаружено только в Становой провинции. Все проявления формации приурочены к штокообразным субвулканическим гранитам и гранодиорит-порфиритам, андезит-дацитовым порфиритам и кварцевым порфиритам. Вмещающие породы (обычно также рудоносные в экзоконтактах субвулканических тел) представлены архейскими кристаллическими сланцами, гнейсами, гранито-гнейсами и гранитами. Морфологически различают оруденение штокверкового типа в рудоносных вторичных кварцитах и зоны брекчий с молибденоносным кварцем. Ведущий полезный компонент формации — медь. Главными рудными минералами являются халькопирит, молибденит и пирит, в подчиненном количестве встречены арсенопирит, вольфрамит, шеелит, самородный висмут, блеклые руды, энаргит и киноварь. Жильные минералы представлены халцедоновидным кварцем, карбонатами, баритом, реже турмалином и флюоритом. Околорудные изменения выражены окварцеванием (вплоть до образования вторичных кварцитов), серицитизацией, березитизацией и аргиллизацией.

Молибден-вольфрамовая формация имеет ограниченное распространение в пределах Верхояно-Колымской провинции. Оруденение локализуется в гранитоидных массивах мелового возраста, в которых наблюдаются кварцевые, турмалин-кварцевые и сульфидно-кварцевые жилы, сопровождающиеся мощными зонами грейзенизации. Мощности жил не превышают 1—2 м, мощности вмещающих их зон грейзенизации достигают 20—30 м, а протяженность зон — сотен метров. Рудные минералы представлены арсенопиритом, вольфрамитом, шеелитом, молибденитом, халькопиритом, гётитом, касситеритом, пиритом; жильные — кварцем и турмалином. Молибденит характерен только для сульфидно-квар-

цевых разностей жил. Содержание вольфрама в кварцевых жилах изменяется от «следов» до первых процентов. Близкие по составу проявления выявлены в южных отрогах хр. Полоусный. Здесь в кварцевых жилах содержатся касситерит, галенит, халькопирит, самородный висмут, висмутин, тирротин и пирит. Оруденение в жилах фиксируется в форме гнезд, рассеянной вкрапленности и маломощных (1—4 мм) прожилков. Распределение минералов как по простиранию, так и мощности жил неравномерное: скопления рудных минералов в одних случаях приурочены к осевым частям жил, в других — к зальбандам. По простиранию жил наблюдается смена обогащенных участков практически безрудными. Молибденит обычно тяготеет к призальбандовым частям жил, где образует мелкочешуйчатую (1—2 мм) рассеянную вкрапленность. С глубиной интенсивность оруденения не меняется.

В Восточно-Полоусненском гранитоидном массиве известен шеелит-молибденитовый тип молибден-вольфрамовой формации. Здесь верхнеюрские алевролиты и песчаники прорваны небольшими телами меловых мелкозернистых биотитовых гранитов. Граниты и, в меньшей степени, контактово-метаморфизованные (умеренно ороговикованные) вмещающие породы пронизаны кварцевыми прожилками с молибденовой минерализацией. Прожилки распространены в гранитах неравномерно, протяженность их составляет первые метры, кварцевые жилы прослеживаются на несколько десятков метров. Рудные минералы (прежде всего молибденит) образуют тончайшие прожилки, вкрапленность и неправильной формы гнезда, приуроченные преимущественно к зальбандам кварцевых прожилков и жил. Рудные минералы представлены молибденитом, шеелитом, пиритом, реже арсенопиритом и самородным висмутом.

Помимо собственно молибденовых формаций на территории Якутии известны месторождения и проявления других металлов, в которых фиксируются повышенные концентрации молибдена. Молибденит в рудах этих месторождений встречен в форме тонкой рассеянной вкрапленности, но нередко образует мономинеральные скопления в олововольфрамовых месторождениях.

Перечисленные выше формации характеризуют эндогенные проявления молибдена. Предварительные данные указывают на возможность открытия на территории Якутии и **экзогенных формаций молибдена**. Повышенные содержания молибдена установлены в горючих сланцах Оленекского кембрийского сланцевого бассейна (геологическая характеристика приведена в очерке «Горючие сланцы»). В горючих сланцах кроме молибдена выявлены повышенные содержания ванадия, никеля, титана и других элементов. Помимо Оленекского на территории Якутии располагаются Малгинский позднепротерозойский, Синско-Майский кембрийский сланцевые бассейны. В битуминозных породах иниканской свиты Синско-Майского бассейна также обнаружены повышенные концентрации ванадия и молибдена. Большие запасы горючих сланцев, возможности использования их как энергетического сырья, повышенные концентрации в них ряда элементов (в том числе молибдена) свидетельствуют о перспективах экзогенных формаций и необходимости проведения исследований этого слабо изученного вида минерального сырья на предмет их комплексного использования.

Молибденоносные районы

Распространение молибденовых и молибденоносных формаций и морфологических типов оруденения и геолого-структурные особенности

их локализации позволяют выделить на территории Якутии следующие молибденоносные районы: Южно-Якутский, Западно-Якутский, Полоусненский, Западно-Верхоянский и Южно-Верхоянский.

Южно-Якутский район

Район структурно приурочен к Алданскому щиту и зоне Станового глубинного разлома и включает Центрально-Алданский и Предстановой участки повышенной молибденоносности. Наиболее перспективны проявления Оюмракского флогопитоносного района и Тунгурчинского грабена.

В пределах Южно-Якутского района можно наметить три рудные зоны: Таас-Миэле-Тунгурчинскую, Ярочинскую и Северо-Становую. **Таас-Миэле-Тунгурчинская** приурочена к западной части Олекминской ветви протерозоид и прослеживается от Южно-Якутского разлома на север. Она включает Олекминский пояс пегматитов, что и определяет молибден-вольфрамовую специализацию зоны. Месторождения и проявления связаны с формированием существенно микроклиновых гранитоидов Омолокитского комплекса.

Ярочинская рудная зона локализуется в пределах восточной части Олекминской ветви протерозоид. Для зоны характерны редкометалльные и молибденовые проявления. Они связаны с автometасоматически измененными (альбитизированными, грейзенизированными и амазонитизированными) гранитоидами Ярочинского комплекса. **Северо-Становая зона** охватывает проявления в зоне Станового глубинного разлома.

Для характеристики молибденового оруденения Южно-Якутского района приведены краткие описания наиболее типичных месторождений и проявлений.

Одно из молибденовых месторождений расположено на северной границе Верхне-Якутского грабена. Рудные тела месторождения локализованы вдоль северо-западной зоны дробления среди архейских кристаллических пород, отчасти доломитов юдомской свиты и мезозойских магматических пород. Последние представлены в районе месторождения штоком кварцсодержащих субщелочных сиенитов, а также маломощными силлами субщелочных сиенит-порфиров. Молибденит обнаружен в виде рассеянных мелкочешуйчатых вкраплений или гнезд, сложенных розетковидными сростками чешуек. Содержания молибденита в убого сульфидных кварцевых жилах неравномерные и уменьшаются с глубиной (одновременно с уменьшением мощности жил). В жилах зафиксирован вольфрам, а спектральным анализом установлены ванадий, свинец, титан, медь, никель и кобальт. Протяженность молибденоносных кварцевых жил достигает нескольких десятков и даже сотен метров. Жилы по падению ветвятся и на глубине 100—150 м выклиниваются. Мощности жил варьируют от 0,2 до 0,9—1,2 м. В районе месторождения встречены также редкие крутопадающие маломощные кварцевые прожилки с молибденитом, образующие штокверк.

Проявление штокверкового типа выявлено на пересечении субширотного и северо-западного разрывных нарушений в архейских гранитоидных гнейсах. Штокверк представляет собой в плане тело с отношениями длины к ширине 3:1. В пределах штокверка развиты кварцевые и кварц-сульфидные прожилки мощностью от долей миллиметра до 1—1,5 см. Обнаружены здесь и кварцевые жилы с молибденитом мощностью от 10—15 до 50—70 см. Молибденовое оруденение пространственно и структурно связано с раннемеловыми субвулканическими дайками кварцевых порфиров.

На ряде участков Центрально-Алданского района известны также проявления молибдена прожилково-вкрапленного и вкрапленного типов.

На северо-востоке Центрально-Алданского района распространены минерализованные зоны дробления с молибденовой минерализацией. Протяженность зон разрывных нарушений достигает нескольких километров, а мощности — нескольких десятков метров. В пределах этих зон нарушений и локализованы проявления молибдена. Вмещают проявления мигматизированные амфиболовые, диопсид-амфиболовые гнейсы и кристаллические сланцы. Магматические и ультраметаморфические образования представлены лейкократовыми и аляскитовыми гранитами, ортогнейсами, кварц-полевошпатовыми породами, ортогнейсами и др., дайками мезозойских диабазов, диабазовых порфиритов и сиенит-порфиром.

Геологические границы рудных тел неотчетливые и контур оруденения фиксируется, в основном, по данным опробования. Рудные тела имеют в плане форму резко удлиненных линз мощностью от долей метра до первых метров и протяженностью в несколько сот метров. Форма тел сложная и характеризуется значительными вариациями мощностей по простиранию и падению и наличием многочисленных апофиз. Насыщенность зон рудными телами неравномерная. Распределение молибдена в рудных телах неравномерное. Повышенные его содержания тяготеют к участкам развития брекчий и микробрекчий, где молибденит фиксируется в виде тонкочешуйчатых агрегатов в цементе, и к зальбандам кварцевых прожилков. Реже отмечаются мономинеральные прожилки молибденита. Еще одна особенность, которая должна учитываться при поисках и оценке проявления этого типа, — интенсивное окисление руд и выщелачивание молибденита в приповерхностной зоне гипергенеза.

Один из участков повышенной молибденоносности расположен в центральной части купольной структуры на пересечении разрывных нарушений. Оруденелые породы локализованы в полосе северо-западного простирания длиной около 4 км. Установлены четыре типа оруденелых пород, размещение которых контролируется преимущественно системами трещин северо-западных простираний: жилы халцедоновидного кварца и брекчий с кварцевым цементом; жилы сульфидно-кварцевого и сульфидно-флюорит-кварцевого состава; сульфидизированные граниты и граносиениты; аргиллизированные породы зон дробления. Интерес представляют жилы сульфидно-кварцевого и сульфидно-флюорит-кварцевого состава с полупрозрачным сливным кварцем. Жилы концентрируются в зонах интенсивной трещиноватости шириной от 0,2—0,5 до 8—10 м и располагаются либо параллельно этим зонам, либо образуют системы взаимопересекающихся прожилков типа штокверковых зон. Насыщенность зон трещиноватости жилами непостоянная. Контакты жил и зон трещиноватости с вмещающими породами обычно четкие и прямолинейные. Околорудные изменения вмещающих пород проявлены слабо, ширина зон березитизированных пород не превышает 2—3 м.

Молибденит в жилах обнаружен в форме мелких гнездовых скоплений в кварце и обломках вмещающих пород. Из других минералов обнаружены флогопит, пирит, галенит и гюбнерит. В рудах проявления установлены повышенные содержания вольфрама, висмута, кадмия и др.

А. М. Сафонов указывает на находки молибденита в метасоматитах диопсид-полевошпатового состава. Подобные метасоматиты приурочены к нижней части хатыминского горизонта федоровской свиты тимптонской серии архея и прослежены в полосе шириной 400—600 м. Сравнительно хорошо изучены выходы пород на протяжении 2—2,5 км. В пределах этого участка выявлена серия кулисообразно расположенных за-

лежей диопсид-полевошпатовых пород с молибденитом. Наиболее богатые руды обнаружены в центральных частях залежей.

В зоне Станового глубинного разлома молибденовое оруденение приурочено к его северному шву, разграничивающему метаморфические породы гранулитовой и амфиболитовой фаций. Проявление молибденового оруденения связано с небольшим штоком раннемеловых гранитоидов, имеющим форму эллипса, вытянутого в запад-северо-западном направлении. Шток прорывает более древние гранитизированные амфиболовые сланцы, диафторированные метаморфические породы, лейкократовые граниты и гранито-гнейсы. Здесь выявлены штокверковый (изометричный штокверк и линейная штокверковая зона) и брекчиевый типы оруденения.

Изометричный штокверк с молибденит-кварцевым оруденением развит по гранит-порфирам штока и вмещающим породам (граниты и гранито-гнейсы). Мощность насыщающих его прожилков изменяется от долей до первых сантиметров. Часто отмечается окварцевание вплоть до образования кварцитов (до 50—70% кварца). Менее густая сеть прожилков (от 10 до 50 на 1 м²) распространена практически на всей площади штока и его экзоконтактах (на удалении до 0,5—0,8 км) в лейкократовых гранитах.

Линейная штокверковая зона приурочена к сравнительно узкой (100—200 м) зоне повышенной трещиноватости в южной части штока, где много даек диоритовых порфиров, гранодиорит-порфиров и мало-мощных (0,1—0,2 м) кварцевых жил и прожилков.

Брекчиевые руды обнаружены в центральной части штока гранит-порфиров. Брекчированные гранит-порфиры насыщены остроугольными и узловатыми выделениями кварца. Молибденовое оруденение неравномерное, максимальные содержания отмечены в приконтактовых частях штока. Молибденит в брекчиевых рудах встречен в выделениях кварца и в виде пленочек по трещинам в породе и наиболее часто на границах выделений кварца. Содержания молибдена в этом типе руд ниже, но в них широко распространена медная минерализация (халькопирит и продукты его окисления — малахит, азурит и хризоколла).

Медно-молибденовое проявление известно также в центральной части Сутамской депрессии. Здесь в пределах субвулканического штокообразного тела, сложенного раннемеловыми порфировидными гранитами, гранодиоритами и гранодиорит-порфирами, выявлен штокверк, насыщенный тонкими (1—2 до 5—10 мм) прожилками кварц-сульфидного состава. Породы штокверка катаклазированы, окварцованы, серицитизированы и обохрены. В меньшей степени проявлены пиритизация, хлоритизация, альбитизация и карбонатизация. Породы, насыщенные прожилками, содержат медь, молибден, свинец и цинк.

К скарновому типу Южно-Якутского района отнесены проявления молибдена на ряде железорудных месторождений, где молибденит в виде тонкой рассеянной вкрапленности встречен в магнезиальных скарнах и околоскарновых породах. Сходные проявления обнаружены в бассейне р. Мал. Нимыр. Здесь в диопсид-плагноклазовых породах медведевского флогопитоносного продуктивного горизонта федоровской свиты архея содержания молибдена достигают 0,1%. Рассеянная вкрапленность молибденита отмечена также в диопсидовых породах ряда флогопитовых месторождений и катаклазитах биотитовых гнейсов в бассейнах рек Гонам и Учур.

Помимо охарактеризованных на территории Южно-Якутского района выявлены другие проявления молибдена. Степень их изученности крайне низкая.

Западно-Якутский район

Небольшое число слабо изученных эндогенных проявлений молибдена сконцентрировано в метаморфических и магматических породах Анабарского массива. В горючих сланцах Оленекского сланцевого бассейна по результатам химических и спектральных анализов установлены повышенные концентрации ванадия, молибдена и других металлов. Мощности пластов горючих сланцев куонамского горизонта изменяются от сантиметров до 4—5 м, реже 11,5 м. Эти данные указывают на перспективность горючих сланцев Оленекского бассейна на обнаружение стратиформных концентраций молибдена и других металлов.

Полоусненский район

Полоусненский район структурно приурочен к окраинным горст-антиклинориям Колымского срединного массива и Полоусному мегасинклинорию Верхояно-Колымской складчатой области.

Улахан-Тасская зона охватывает территорию одноименного горст-антиклинория. Здесь выявлены проявления и месторождения преимущественно молибденовой формации.

Месторождение этой формации открыто в восточной части рудной зоны. Рудное поле месторождения приурочено к центральной части Улахан-Тасского массива и сложено средне- и крупнокристаллическими порфиридными биотитовыми гранитами и их разностями. Оруденение сконцентрировано в кварцевых жилах мощностью 0,1—1 м и протяженностью от 10—50 до 400 м. Преобладают жилы с висмутовыми минералами; жилы с молибденитом более мощные, но частота их встречаемости ниже. Из рудных минералов в промышленных концентрациях установлен только молибденит, в незначительных количествах фиксируются вольфрамит, самородный висмут, арсенопирит, пирит, халькопирит, глаукокодот и ильменит.

В пределах Улахан-Тасского массива гранитоидов обнаружено большое число проявлений молибденита в кварцевых жилах и скарных телах. В жилах молибден ассоциирует с медью, свинцом, цинком, мышьяком и, реже, оловом. Повышенные концентрации молибдена выявлены также в ряде полиметаллических проявлений рассматриваемой рудной зоны.

На территории **Алазейского поднятия** Колымского срединного массива установлена молибденовая минерализация на участках распространения позднемеловых вулканитов (лавовые и экструзивные фации, туфы и туфобрекчии) липаритового и липарит-трахитового состава. Вулканыты приурочены к краевым зонам кальдер подковообразной формы. Молибденовая минерализация локализуется в зонах многочисленных разрывных нарушений. На отдельных участках породы гематитизированы. Молибденит обнаружен практически во всех породах в виде очень тонкой рассеянной вкрапленности и часто фиксируется только по результатам химических анализов. Мощности рудных тел достигают 2,4 м, протяженность их не установлена. Характерная особенность этого типа оруденения — интенсивное окисление и выщелачивание молибдена в приповерхностных участках проявлений.

Тас-Хаяхтасская рудная зона расположена в северной части одноименного горст-антиклинория. В рудной зоне известно несколько незначительных по масштабам проявлений молибденовой формации. Обнаружены следующие морфологические типы молибденового оруденения: маломощные кварцевые прожилки со скоплениями чешуек молибденита

в гранитах; кварцевые и кварц-турмалиновые жилы и линзы с молибденитом небольшой протяженности и мощностью до 1 м; рассеянная вкрапленность молибденита в гранитоидах; брекчии окварцованных песчаников с вкрапленностью сульфидов. По результатам спектрального анализа в проявлениях установлены повышенные содержания молибдена, ниже концентрации вольфрама, кобальта, олова, свинца, никеля, меди и др. Наиболее интересно проявление в зоне экзоконтактов Хадарыньинского гранитоидного массива. Здесь привлекает внимание интенсивно минерализованная протяженная зона мелких разрывных нарушений и трещин с молибденовым и кобальтовым оруденением. Молибденит в зоне обнаружен по плоскостям мелких трещин в виде скоплений чешуек и шпировых выделений размером от 0,3 до 5 см. Распределение молибденита по трещинам неравномерное. Вкрапленность и прожилки молибденита встречены также непосредственно в гранитоидах Хадарыньинского массива.

Полоусненская рудная зона. В пределах зоны выявлены кварцево-жильные, скарновые и грейзеновые типы молибденового оруденения.

Кварцево-жильные проявления условно отнесены к молибден-вольфрамовой формации. Они представлены кварцевыми жилами и линзами кварц-полевошпатового состава в эндо- и экзоконтактах массивов меловых гранитоидов. Молибденит обнаруживается в виде мелкой вкрапленности, сростков кристаллов и мономинеральных прожилков. С ним ассоциируют вольфрамит, арсенопирит, халькопирит, касситерит и кобальтин. Протяженность жил изменяется от 10 до 200 м.

Проявление этого типа известно в северо-западной части экзоконтакта Бакынского массива гранитоидов среди ороговикованных верхнеюрских песчаников. Жилы и минерализованные зоны дробления содержат молибденовое, вольфрамовое и кобальтовое оруденение. Мощности жил составляют 0,5—0,7 м. Жилы выполнены, в основном, кварцем, подчиненное значение имеет флюорит. Рудные минералы — вольфрамит, шеелит, халькопирит, галенит, молибденит и арсенопирит.

В гранитах Элинджинского массива молибденовое оруденение представлено кварцевыми, кварц-турмалиновыми жилами и минерализованными зонами дробления. Длина рудных тел не более 50—200 м. Протяженность отдельных зон дробления более 200 м. Молибденит фиксируется в кварцевых жилах и прожилках, где образует гнездообразные скопления крупных чешуй в альбандах жил и рассеянную вкрапленность в околожильных грейзенах. Отмечена рассеянная вкрапленность касситерита. Восточнее проявления установлена зона кварцевого и кварц-турмалинового прожилкования с неравномерной вкрапленностью молибденита, касситерита и вольфрамита.

В гранитах Нонгонджинского гранитоидного массива кварц-турмалиновые жилы и минерализованные зоны дробления содержат молибденит, вольфрамит, шеелит, касситерит, халькопирит, арсенопирит, сфалерит, пирит, висмутин, самородный висмут и рутил (первые два преобладают).

Проявления скарнового типа известны только в западной и юго-восточной частях контакта Восточно-Полоусненского гранитоидного массива с палеозойскими карбонатными отложениями. Рудные тела представлены пироксеновыми скарнами с кварцевыми жилами и вкрапленностью молибденита, пирротина, пирита.

При разведке одного из грейзеновых олово-вольфрамовых месторождений Полоусненского района в рудах были установлены повышенные содержания молибдена. Оруденение здесь локализуется в пределах субвулканического штока гранит-порфиров позднемелового возраста, про-

рывающего юрские терригенные отложения. Шток гранит-порфиров расчленен разновозрастными и разноориентированными разрывными нарушениями, в совокупности образующими субширотную крутопадающую зону интенсивной трещиноватости и милонитизации. В пределах зоны гранит-порфиры и роговики метасоматически изменены и превращены в кварц-топазовые, кварц-слюдистые грейзены и топазодержащие кварциты, зонально расположенные по отношению к осевой части зоны. Интенсивность и распределение оловянного, вольфрамового и молибденового оруденения в зоне метасоматически измененных пород неравномерное по падению и простиранию. Оруденение в виде неравномерной тонкой вкрапленности и прерывистых кварц-топазовых прожилков с касситеритом, вольфрамитом, молибденитом, флюоритом и незначительной примесью сульфидов меди, железа, мышьяка, свинца и цинка встречается в зонах грейзенов и метасоматитов и, частично, роговиков. Содержания молибденита в кварц-топазовых и кварц-топаз-слюдистых грейзенах незначительны, в них преобладает оловянно-вольфрамовая минерализация. В метасоматитах концентрации молибдена резко возрастают. В топазодержащих роговиках роль оловянного оруденения ничтожна, молибденит образует густую вкрапленность в редких кварц-топазовых, кварцевых и кварц-флюоритовых прожилках.

Западно-Верхоянский район

Проявления молибдена обнаружены в зонах эндо- и экзоконтактов массивов меловых гранитоидов. Большая часть из них размещена в пределах крупного Хоботу-Эчийского массива, ряд проявлений установлен в мелких штоках типа Кыгылтасского и Эндыбальского. Масштабы оруденения, принадлежащего молибденовой формации, незначительные. Рудные тела представлены секущими кварцевыми жилами мощностью 10—15 см, сериями сближенных прожилков и жил мощностью до 10 см (мощности жильных серий субмеридионального простирания достигают 5 м и протяженности 150 м) и штокверками в эндоконтактах массивов гранитоидов и ороговикованных верхнепалеозойских терригенных отложениях. Встречены также пластообразные жилы мощностью 15—20 см и протяженностью до 300 м в контактово-метаморфизованных породах. В составе рудных тел преобладает кварц, в подчиненных количествах отмечены молибденит (чешуйки размером от 1 мм до 2 см), пирит, пирротин, арсенипирит, халькопирит, сфалерит, галенит и др.

Южно-Верхоянский район

В Южном Верхоянье установлены проявления молибденовой минерализации штокверкового типа. Известны также мелкие проявления, генетически связанные с массивами кварцевых диоритов, адамеллитов, лейкократовых гранитов и гранит-порфиров. Наиболее значительные из них связаны с массивами позднемеловых ультракислых лейкократовых субщелочных пород.

В Эмкырчанской синклинали прослежена зона (вблизи выходов аляскитов) мощностью 10 м тонкопрожилкового оруденения с флюоритом, молибденитом, халькопиритом, минералами свинца, цинка и висмута. В Юдомском прогибе перспективна площадь метаморфизованных осадочных пород на севере Елогчанского массива. Здесь в краевой части массива и ороговикованных (часто грейзенизированных) вмещающих породах выявлено молибденитовое оруденение штокверкового типа.

ВИСМУТ

На территории Якутии не обнаружено самостоятельных висмутовых месторождений.

Повышенные содержания висмута установлены при проведении геологического картирования и разведочных работ в рудах месторождений и проявлений разных полезных ископаемых. Изучение распределения висмута в рудах, его вещественно-минералогической характеристики проводилось при технологических исследованиях и в процессе тематических работ. На современном уровне изученности представляет интерес висмутоносность руд ряда месторождений.

Верхояно-Колымская провинция

Висмутоносность многих рудных формаций представляет одну из характерных черт металлогении Верхояно-Колымской складчатой области. Висмутоносные месторождения и проявления выявлены в ряде районов, а также в Куранахском антиклинории и структурах обрамления Колымского срединного массива.

В Полоусненском районе висмут в повышенных концентрациях определен в рудах месторождений и проявлений касситерит-сульфидной, касситерит-вольфрамит-молибденит-кварцевой и других полиметалльных формаций. В незначительных содержаниях висмут установлен в рудах большинства проявлений эндогенной минерализации района. Пространственное размещение висмутового оруденения неравномерное. Основная часть сосредоточена в центральной части Полоусного синклинория, где широко проявился позднемезозойский гранитоидный магматизм. Проявления висмута располагаются группами в контактово-метаморфизованных алевролитах, аргиллитах и песчаниках вокруг массивов гранитоидов. Реже жилы и прожилки локализируются в дайках гранодиоритов и грейзенизированных гранитах.

В ряде оловорудных месторождений висмут представлен висмутином, самородным висмутом и обнаружен в других минералах. В арсенопирите содержания его составляют тысячные — сотые доли процента, в пирротине и галените — до 1%, в сфалерите и халькопирите — сотые и десятые доли процента.

В одном из касситерит-вольфрамитовых месторождений в кварцевых, кварц-топазовых жилах и грейзенах содержания висмута в отдельных пробах достигают 1%. Он представлен крупными гнездообразными включениями самородного висмута, галеновисмутита и гунгаррита в рудных агрегатах с кварц-сульфидными ассоциациями.

Минеральный состав и особенности технологии извлечения висмута из руд оловорудных месторождений изучены слабо, но предварительные данные показывают, что висмут накапливается в сульфидных олововольфрамовых концентратах и может представлять интерес.

Большая часть проявлений висмута связана с полиметалльными месторождениями. В районе одного проявления выявлена серия прокварцованных зон дробления с манганосидеритом, в котором в виде рассеянной вкрапленности и шестовато-лучистых агрегатов отмечается висмутин. В других проявлениях восточной части района, отличающихся повышенной кобальтоносностью, встречены висмутин, теллуровисмутин и самородный висмут.

Сходная позиция висмутового оруденения отмечается в пределах Чохчур-Чокурдахской оловорудной зоны. Здесь повышенные содержания висмута выявлены в месторождениях и проявлениях с касситерит-вольфрам-полиметаллической минерализацией.

Одной из характерных особенностей состава шлихов из песков россыпей района является частая встречаемость самородного висмута, иногда размером с грецкий орех.

В Яно-Аычанском районе висмутовая минерализация установлена в ряде месторождений и проявлений касситерит-сульфидной и касситерит-кварцевой формаций. Из 27 проанализированных шлифов арсенопирит-халькопиритовых руд в половине обнаружен самородный висмут. Размер его включений изменяется в широких пределах (в среднем близок к 0,01 мм), чаще он образует эмульсионную вкрапленность в арсенопирите. Характерны также сростания с галенитом и халькопиритом. В ассоциации с висмутином, галеновисмутитом, пруститом и аргентитом самородный висмут содержится в халькопиритовых прожилках, а в ассоциации с теллуридами — в карбонатных прожилках. Анализ мономинеральных проб показал следующие содержания висмута (г/т): в арсенопирите — 590—4900 (среднее 1650), халькопирите — 400—800 (630), пирротине — 25—700 (280). Подсчет в шлирах позволил установить, что большое количество висмута связано с собственными минералами.

В других месторождениях изученность висмутоносности руд слабее. Самородный висмут в ассоциации с висмутином обнаружен в турмалин-сульфидных рудах месторождения Алыс-Хая. В образцах арсенопирита встречены редкие включения висмутовых минералов. В других месторождениях и проявлениях определены сульфосоли и карбонаты висмута. Небольшие концентрации (<1%) выявлены в других типах эндогенной минерализации района.

В Верхне-Индибирском районе висмутовое оруденение локализовано в оловянных, олово-вольфрамовых и других рудных месторождениях и проявлениях. Имеются сведения о висмутоносности оловорудных проявлений хр. Сарычева. В отдельных кварц-сульфидных жилах с касситеритом, арсенопиритом, пирротинном, галенитом встречен висмут. Минералы висмута наблюдались в некоторых кварц-сульфидных жилах вокруг гранитоидных массивов хр. Сунтар-Хаята и в зонах грейзенизации в полосе батолитообразных гранитоидных интрузий хр. Черского.

В Верхне-Индибирском районе широко распространены малосульфидные кварцевые жилы. Для них свойственны ассоциации арсенопирита с лёллингитом, самородного висмута с висмутитом, тетрадимита, молибденита и жильного кварца с турмалином. Из висмутовых минералов определены также теллуровисмут, жозеит, эмклектит, граунауатит. Преобладают кварц, арсенопирит, пирротин и лёллингит. Для лёллингита характерны мельчайшие включения самородного висмута. На границах зерен лёллингита с арсенопиритом, а также в трещиноватых участках рудных тел локализованы выделения висмутина, самородного висмута и тетрадимита. По результатам химических анализов, в лёллингите примесь висмута составляет 0,086—0,124%.

В Южно-Верхоянском районе висмут установлен в медно-вольфрамовых, полиметаллических и оловорудных месторождениях и проявлениях.

В рудах Агылкинского месторождения висмутин и самородный висмут встречены в виде мелких включений в пирротине и халькопирите. Содержания висмута в халькопирите достигают 0,02%. Реже самородный висмут отмечается в сростках со сфалеритом, шеелитом и висмутином. Висмутин в некоторых случаях ассоциирует с кварцем. При исследовании технологических проб установлена концентрация висмута в сульфидных продуктах флотации руд.

Висмут для полиметаллического и олово-полиметаллического оруденения Южного Верхоянья является характерной примесью. В рудах месторождений и проявлений этих типов определены висмутин и самород-

ный висмут, связанные преимущественно с сульфидами: арсенопиритом, пирротинном, галенитом. В северной части Верхне-Аллахского рудного узла обнаружены проявления висмута в жилах и минерализованных зонах дробления. Наиболее высокие концентрации приурочены к полиметаллическим рудам, сложенным преимущественно сфалеритом и галенитом.

Из других районов Восточной Якутии можно отметить висмутовую минерализацию в структурах обрамления Колымского срединного массива. В Улахан-Тасском горст-антиклинории висмутовые минералы выявлены в рудах кобальт-мышьяковых, молибденит-кварцевых, касситерит-вольфрамит-молибденит-кварцевых месторождений и проявлений и отдельных кварцевых жилах. В кобальт-мышьяковых месторождениях скарнового типа определены самородный висмут, висмутин и тетрадимит. Самородный висмут в виде очень тонких (0,008—0,04 мм) веретенообразных вростков или маломощных (0,02 мм) прожилков длиной до 1—2 мм наблюдается в кварце и карбонатах. Обычны его сростки с галенитом и тетрадимитом. Висмутин представлен удлиненными (до 0,03 мм) призматической формы кристаллами в кварце и арсенопирите, тетрадимит — единичными включениями в кварце и карбонатах.

В Селенняхском блоковом поднятии и Тас-Таяхтахском горст-антиклинории ряд проявлений с висмутовой минерализацией установлен в магнетитовых и людвигитовых скарнах, кварцевых жилах и минерализованных зонах дробления с разнообразными типами оруденения. В южной части данного района, в пределах Уяндино-Ясачнинской зоны в поле развития верхнеюрских эффузивно-осадочных образований выявлено комплексное медно-свинцово-цинковое месторождение, в рудах которого определены повышенные концентрации висмута. Все проявления и месторождения района практически не изучены.

Южная Якутия

В Южной Якутии, на территории Алданского щита, висмут в повышенных содержаниях связан с рудами ряда формаций. В Центральном-Алданском районе в рудах содержится висмутин, галеновисмутит, висмутит. Галеновисмутит в форме мелких таблитчатых включений ассоциирует с арсенопиритом. В виде мельчайших включений висмутовые минералы отмечаются в галените и халькопирите. Содержания висмута в рудах не превышают сотых долей процента. Висмутовая минерализация на гольцах Паленый, Мрачный и Широкий обнаружена в кварцевых жилах и зонах разрывных нарушений и ассоциирует с минералами меди, свинца, молибдена, кобальта, хрома и др.

РТУТЬ

Первые находки киновари в шлихах в Якутии относятся к 1914—1915 гг., однако коренные проявления обнаружены лишь в 1942 г. В 1940—1959 гг. были установлены другие шлиховые ореолы киновари.

С 1960 г. на территории Якутии начаты специализированные работы на ртуть, в результате которых выявлены ртутные месторождения и большое число обособленных шлиховых аномалий и коренных проявлений ртутной минерализации.

Закономерности размещения ртутного оруденения

Восточная Якутия выделяется как Верхояно-Колымская ртутно-рудная провинция. Ртутная минерализация размещается здесь в пределах поясов, районов и зон. В Южной Якутии ртутная минерализация и

шлиховые ореолы киновари размещаются в пределах зоны сопряжения структур Алданского щита и Становика.

Ртутоносные пояса и районы объединяют рудные зоны и рудные узлы. Последние, в свою очередь,— рудные поля, месторождения и проявления.

Главную роль в размещении ртутного оруденения в Якутии играют зоны разломов глубокого заложения и длительного развития.

В ряде случаев ртутное оруденение связано с разломами, ограничивающими грабены с морскими вулканитами. Примером этого типа структур является Догдинская впадина в пределах Тас-Хаяхтахского горст-антиклинория. К зоне краевого глубинного разлома приурочена также Становая ртутоносная зона. В Яно-Индибирской синклинальной зоне ртутная минерализация размещается вдоль глубинных разломов, согласных с направлением складчатости.

Литологические особенности вмещающих пород приобретают существенное значение как фактор локального контроля оруденения, влияющий на образование рудных тел и рудных столбов. Так, в Сакын-джинском рудном узле отмечается преимущественная приуроченность оруденения к средне- и толстослойстым известнякам; в терригенных породах верхоянского комплекса благоприятную роль в локализации промышленных рудных тел играют интенсивно измененные пласты песчаников, а на Догдинском месторождении оруденение концентрируется в хрупких дорудных кварцитах и в пористых туфогенных породах.

Типы ртутных месторождений и проявлений

По вещественному составу ртутные месторождения Якутии относятся к ртутной, сурьмяно-ртутной и полиметаллически-ртутной рудным формациям, объединяющим ряд минеральных типов.

Главным минералом ртутных и сурьмяно-ртутных руд является киноварь, иногда в ассоциации с самородной ртутью и антимонитом; второстепенную роль играют пирит, марказит, галенит, сфалерит, халькопирит; спорадически встречаются реальгар, метациннабарит, галхит, касситерит и др.; жильные представлены кварцем, диккитом, карбонатами (преобладает кальцит).

В полиметаллически-ртутных рудах, кроме киновари, в заметных количествах содержатся галенит, сфалерит, антимонит; более редкие — пирит, марказит, арсенопирит и в незначительных количествах отмечаются раммельсбергит, фалькманит, сульфосоли свинца и др. Устанавливается четкая зависимость комплекса жильных минералов от состава вмещающих пород. Для месторождений, залегающих в терригенных толщах, характерны кварц, диккит, карбонаты: доломит (железистый), иногда анкерит или сидерит и кальцит. В месторождениях, локализуемых в толщах карбонатных пород, главными жильными минералами являются кальцит и доломит, кварц встречается реже, иногда отмечается флюорит. В рудах проявлений среди эффузивных пород развит барит. Кроме собственно ртутных выделяется еще группа комплексных ртуть-содержащих месторождений сложного состава, относящихся к ртутно-сурьмяно-вольфрамовой, сульфидно-касситеритовой и другим с ртутью рудным формациям. Они отличаются более сложным минеральным составом.

В рудах ртутных месторождений наиболее распространены вкрапленная, прожилково-вкрапленная, прожилковая, прожилково-массивная, кавернозная, брекчиевая и гнездово-вкрапленная текстуры руд; структуры — зернистая, цементная, коррозионная, метаколлоидная и эмульсионная.

Рудные тела сопровождаются обычно значительными по мощности зонами гидротермального изменения пород. Выделяются дорудные изменения; первичные околорудные изменения предрудной, внутрирудной и пострудной стадий; вторичные околорудные преобразования пород в зоне окисления.

В терригенных породах ведущим типом гидротермальных изменений является аргиллизация, сопровождающаяся иногда окварцеванием; характерная черта этого процесса — отложение в большом количестве диккита и серицита; на некоторых участках также кварца и карбонатов. Дорудные измененные породы имеют преимущественно площадное распространение, а внутрирудные и пострудные — обычно представлены прожилками, гнездами вдоль линейно вытянутых зон.

Для карбонатных толщ характерен кварц-доломит-кальцитовый тип изменений, выражающийся в перекристаллизации пород и частичном выщелачивании отдельных их компонентов с образованием кварцевых, доломитовых и кальцитовых метасоматических зон. В эффузивах развиваются обычно зоны вторичных кварцитов, серицитизации и пиритизации.

По геолого-структурной позиции и условиям залегания, а также форме рудных тел ртутные месторождения Якутии могут быть отнесены к следующим структурно-морфологическим типам:

а) оруденелые зоны дробления в породах разного состава, обычно примыкают непосредственно к рудоподводящим разломам. Этот наиболее распространенный тип развит в различных геологических условиях;

б) штокверкообразные рудные залежи, приуроченные, как правило, к сводам антиклинальных складок в условиях одночленного разреза;

в) пластобразные и линзовидные рудные залежи, приуроченные к определенным, литологически благоприятным горизонтам при сложном разрезе;

г) жильные, иногда столбообразные и линзообразные рудные тела, обычно приуроченные к разрывам, оперяющим зоны рудоконтролирующих разломов более крупного порядка; широко развиты в терригенных породах;

д) гнездовые рудные тела в участках пересечения трещин или трещин и благоприятных горизонтов; характерны для месторождений и рудопроявлений Момо-Полоусненского пояса в карбонатных породах.

Важное значение при локализации оруденения играли экранлирующие структуры тектонического и литологического характера.

Районирование и характеристика основных ртутьносных зон. Момо-Полоусненский пояс

Большое число проявлений приурочено к ниже- и среднепалеозойским отложениям, часть локализована в мезозойских толщах и метаморфических породах верхнего протерозоя. В пределах пояса выделяются обособленные зоны: Уяндино-Селенняхская, Тас-Таяхтахская, Восточно-Полоусненская и Момская. Лучше изучены ртутные проявления Уяндино-Селенняхской зоны, где выделяется Лево-Сакинджинский ртутный узел.

Лево-Сакинджинский рудный узел находится в центральной части Уяндино-Селенняхской зоны и приурочен к области сочленения двух структур, сложенных разновозрастными толщами: палеозойской карбонатной и мезозойской терригенной; границей между ними служит Нальчанская разрывная зона (рис. 51).

Основная структура рудного узла — Лево-Сакинджинская антиклиналь субмеридионального простирания, веерообразно разветвляющиеся

к северу и северо-востоку антиклинальные складки. Между антиклиналями расположена Безымянная синклиналь. Протяженность этих складок 30—40 км. Вдоль их осевых частей развиты системы крупных взбросов и взбросо-надвигов. Все разрывные нарушения характеризуются крутыми ($50\text{--}80^\circ$) углами падения и контролируют ртутное оруденение.

Рудные тела локализируются, как правило, в зонах дробления известняков и вдоль систем оперяющихся трещин, развивающихся в сводах и на крыльях антиклиналей. Морфологически они представлены секущими жилами, минерализованными зонами дробления, штокверкообразными залежами и гнездами.

Оруденение в минерализованных зонах дробления крайне неравномерное. Наряду с убогой прожилковой, прожилково-вкрапленной минерализацией часто встречаются линзовидные обособления «печенковой» руды длиной до нескольких метров. Иногда в минерализованных зонах дробления отмечаются типичные брекчии известняков, сцементированные кальцитом с киноварью, антимонитом и другими сульфидами. Этот тип руд является характерным для ряда участков, непосредственно прилегающих к Нальчанской зоне разломов.

Штокверковые линейные зоны и штокверкоподобные участки изометрической формы представляют собой блоки интенсивно переработанных карбонатных пород, ограниченные разломами.

Левосакынджинский ртутный узел характеризуется разви-

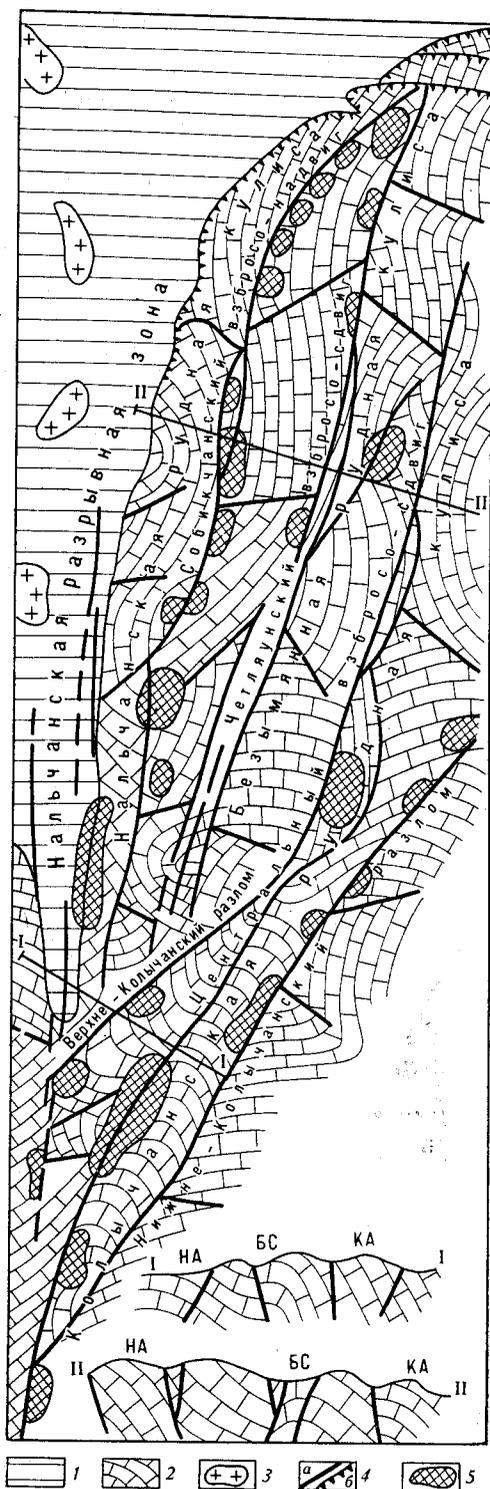


Рис. 51. Геолого-структурная схема Левосакынджинского узла (составлена с использованием материалов М. А. Галкина).

1 — мезозойские терригенные образования; 2 — палеозойские карбонатные отложения окраинных горст-антиклинорий Колымского среднего массива; 3 — гранитоиды раннемелового возраста; 4 — разломы; а — крутопадающие взбросо-сдвиги и сдвиги, б — взбросо-надвиги и надвиги; 5 — месторождения и рудопроявления ртути. Буквенные обозначения на разрезах: НА — Нальчанская антиклиналь, БС — Безымянная синклиналь, КА — Калычанская антиклиналь.

тием ртутной, полиметаллической и комплексной мышьяково-сурьмяно-ртутной с полиметаллами минерализацией.

Месторождение Гал-Хая открыто М. А. Галкиным. Район месторождения сложен разнослоистыми известняками и известково-глинистыми (граптолитовыми) сланцами лландоверийского яруса нижнего силура. В районе месторождения породы образуют моноклиналь. Основной рудоконтролирующей структурой месторождения являются Четляунский сбросо-сдвиг субмеридионального простирания. В месте его сочленения с Себикчанским взбросо-надвигом северо-восточного простирания и располагается месторождение. На границе между разнослоистыми известняками и известняково-глинистыми сланцами сеть разноориентированных нарушений сгущается, образуя зону дробления, в пределах которой локализована основная масса ртутного оруденения.

Строение рудной зоны сложное, на небольшом протяжении она распадается на несколько ветвей и, изгибаясь, образует раздувы и пережимы. В рудоносной зоне выделяется ряд обогащенных участков линзовидной формы. В минеральном составе руд установлено около пятидесяти минералов. Вмещающие породы доломитизированы, окварцованы, кальцитизированы, иногда пиритизированы. Мощности зон гидротермального изменения пород достигают 200—500 м. Они располагаются вдоль основных тектонических нарушений. Другие месторождения рудного узла близки вышеохарактеризованному.

Джапканджинский и Тарын-Юрхский рудные узлы. Размещение проявлений и шлиховых ореолов киновари данных узлов контролируется разломами северо-восточного простирания, секущими доломитизированные известняки среднего ордовика. Рудные тела представлены минерализованными зонами дробления, оперяющимися разломы северо-восточного направления. Руды вкрапленные, реже прожилковые, часто киноварь обнаруживается в виде линзочек, гнезд и примазок в призальбандовых частях кальцитовых прожилков.

Моголохский рудный узел расположен юго-восточнее Тарын-Юрхского узла.

В Моголохском узле преобладают полиметаллически-ртутные и полиметаллически-сурьмяно-ртутные проявления. Собственно ртутные проявления по геологическому строению и вещественно-минеральному составу руд сходны с проявлениями Тарын-Юрхского узла.

Проявления полиметаллически-ртутной и полиметаллически-сурьмяно-ртутной минерализации представлены жилами, минерализованными зонами дробления и штокверкообразно- и гнездообразными телами.

Оруденение неравномерное, прожилково-вкрапленное, гнездовое с нечеткими извилистыми и расплывчатыми контактами. Главные рудные минералы: пирит, сфалерит, галенит, реже сульфoантимонит свинца, антимонит и киноварь (налеты и корочки по трещинам в кварце и кальците); иногда отмечается аурипигмент.

Тас-Хаяхтаская зона по характеру слагающих ее формаций, типу дислокаций и гранитоидному магматизму близка Уяндио-Селенняхской. В этой зоне известны месторождения и проявления, а также большое число участков со шлиховыми ореолами киновари. Месторождения и проявления расположены в карбонатных породах, в мезозойских эффузивах Догдинской впадины; часть приурочена к субвулканическим телам липаритовых порфиритов.

Месторождение Догдинское открыто Г. П. Богдановым. Рудовмещающими являются туфы андезито-дацитов догдинской свиты, которые вблизи нарушений интенсивно окварцованы (вплоть до образования вторичных кварцитов) и каолинизированы. Характерным является наличие в измененных породах барита.

Проявление Илинъ обнаружил В. М. Калинин. Оруденение расположено в пределах южного контакта субвулканического тела липаритовых порфиров со среднеюрскими песчано-сланцевыми породами и контролируется разрывными нарушениями северо-западного простирания, локализуясь в опереющих трещинах. Рудное тело представлено раздробленными и брекчированными роговиками и окварцованными липаритовыми порфирами, сцементированными кварц-карбонатным материалом с вкрапленностью и прожилками киновари.

В пределах **Восточно-Полоусненской** зоны установлены шлиховые ореолы киновари и Хамчимарское молибдено-сульфидное проявление с повышенными содержаниями ртути.

В целом Момо-Полоусненский ртутоносный пояс характеризуется интенсивностью проявления процесса рудообразования, широким развитием гидротермального изменения карбонатных пород (доломитизация), многообразием структурно-морфологических типов месторождений.

Верхояно-Индибирский пояс

Этот пояс является сложно построенной металлогенической структурой, дугообразно протягивающейся от Охотского до Шелонского массива. Сурьмяно-ртутная минерализация пояса контролируется зонами глубинных разломов (Брюнгадинский, Сартагский, Янский и др.). В поясе выделены Дулгалахский ртутоносный район и Нижне-Янская и Брюнгадинская ртутоносные зоны. В промежутках между ними фиксируются шлиховые ореолы киновари и проявления сурьмы.

Дулгалахский сурьмяно-ртутный район пространственно совмещается с зоной сочленения Западно-Верхоянского мегантиклинория и Сартагского синклинория. Первые шлиховые ореолы киновари выявили на территории района в 1957 г. К. Ф. Клыжко, в 1960 г. Л. П. Персиков, А. А. Бендебери и Г. С. Агафонов. В последующем здесь выявлены месторождения, большое число проявлений и шлиховых ореолов киновари.

Система продольных и поперечных разломов определяет узловую характер размещения ртутной минерализации. Выделяются существенно ртутные, ртутно-сурьмяные, ртутно-сурьмяно-полиметаллические месторождения и проявления.

Улагинская рудная зона охватывает Алгыйскую антиклиналь. Она включает Экючю-Билляхский рудный узел на севере и Улагинскую группу проявлений на юге.

Месторождение Звездочка (рис. 52, 53) открыто О. Е. Мельниковым. Оно расположено на восточном крыле Алгыйской антиклинали, осложненной узкой Верхне-Экюччинской складкой, в своде которой и локализуется ртутное оруденение. В геологическом строении месторождения участвуют нижнетриасовые отложения индского яруса мощностью 230—250 м, нижней части оленекского яруса мощностью 120—150 м. В индском ярусе выделены две толщи: нижняя — существенно глинистого состава с прослоями известковистых алевролитов и известняков в верхней части мощностью 110—115 м и верхняя — преимущественно песчаниковая с прослоями алевролитов и аргиллитов мощностью 120—140 м. Песчаники мелко- до среднезернистых светло- и темно-серые; алевролиты серые и темно-серые, аргиллиты черного цвета. Вмещающими оруденение являются в основном мелко-, среднезернистые кварц-полевошпатовые серые и светло-серые песчаники верхней толщи индского яруса. Перекрывающие отложения оленекского яруса представлены алевролитами и аргиллитами с маломощным (8—

10 м) маркирующим горизонтом черных кристаллических известняков в основании.

В пределах рудного поля породы смяты в асимметричную складку субмеридионального простирания, погружающуюся к югу.

Антиклиналь имеет пологое (15—20°) западное крыло и крутое (50—70°) восточное. Ось ее располагается косо по отношению к оси, находя-

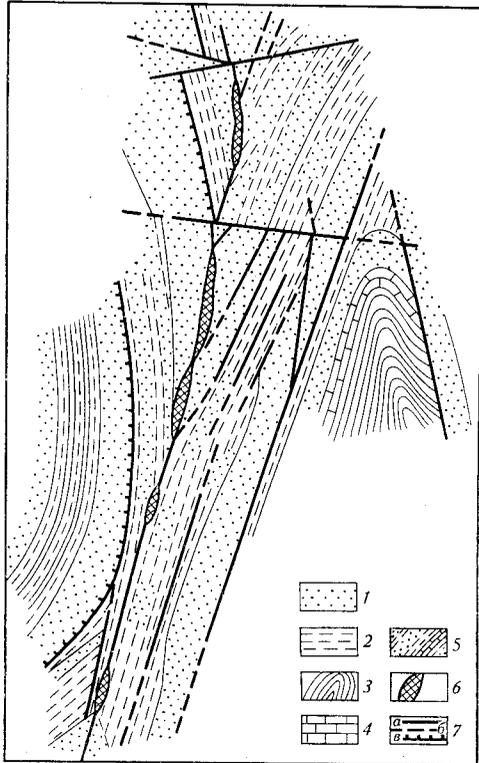


Рис. 52. Литолого-структурная схема месторождения Звездочка.

1 — песчаники; 2 — алевролиты; 3 — аргиллиты; 4 — известняки; 5 — переслаивающиеся песчаники, алевролиты и аргиллиты; 6 — рудные тела; 7 — тектонические нарушения: а — достоверные, б — предполагаемые, в — зоны межслоевых срывов

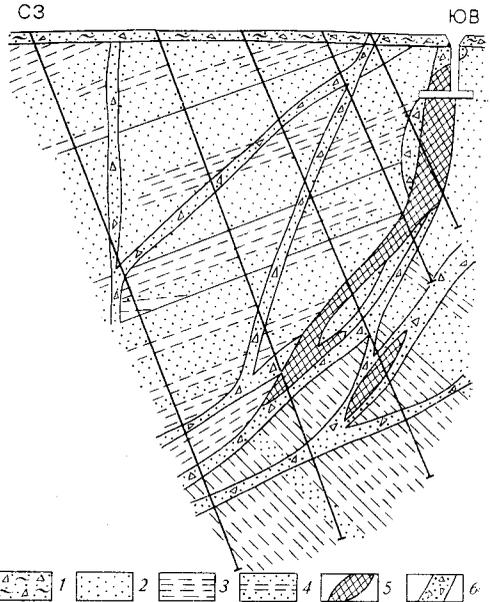


Рис. 53. Структурно-литологический разрез рудного тела месторождения Звездочка.

1 — делювиально-элювиальные отложения; 2 — песчаники; 3 — алевролиты с прослоями аргиллитов; 4 — переслаивающиеся алевролиты и песчаники; 5 — ртутные руды; 6 — зоны дробления, смятия и развальцевания

щейся восточнее синклинали. Обе складки осложнены крутопадающими субмеридиональными разрывными нарушениями, фиксируемыми на поверхности зонами дробления и милонитизации и разбивающими рудное поле на узкие блоки, смещенные один относительно другого на несколько метров. Широтные нарушения являются более молодыми, по ним наблюдается смещение продольных разрывов. На западном крыле антиклинали установлены зоны межпластовых срывов, обычно развитые на контакте песчаников и алевролитов и сопровождаемые зеркалами скольжения и смятия пород.

С разрывными тектоническими нарушениями тесно связаны метасоматические и окологорудные изменения пород. Последние проявились локально и имеют тесные пространственные и парагенетические связи с рудным оруденением. Окварцевание, карбонатизация и аргиллитизация развиты в виде широкой (200—300 м) полосы, протягивающейся вдоль рудовмещающего разлома.

Серицитизация и хлоритизация проявились слабо; они обычно сопряжены с окварцеванием и диккитизацией пород. Серицитизацией, как правило, затронуты породы периферийных частей рудной зоны, непосредственно в рудах количество серицита резко уменьшается — он замещается дикцитом. Кварцитоподобные породы в виде гнезд, прожилков, просечек фиксируются вдоль рудовмещающего сброса. Прокварцевание пород имеет более широкое распространение. Маломощные (до 1—2 см) прожилки распространяются на 10—15 м в сторону от рудной зоны. Диккитизация является основным видом гидротермального изменения, наиболее тесно связанным с рудным процессом. На месторождении Звездочка мощность зоны интенсивной диккитизации измеряется в 2—10 м, на расстоянии 15—20 м от рудной зоны она резко уменьшается. Пиритизация отмечается на северном фланге центрального рудного тела, нередко в ассоциации с марказитом, арсенопиритом и киноварью.

Рудные тела располагаются вблизи свода гребневидной антиклинальной складки и контролируются крутопадающим (до 80°) субмеридиональным сбросом. Амплитуда смещения по рудовмещающему сбросу измеряется первыми десятками метров. Убогая минерализация киновари отмечается на всем протяжении зоны, однако промышленное оруденение концентрируется только на участках перегиба разлома по падению. Основная масса киновари локализуется вдоль западного шва сброса и тяготеет к висячему боку зоны; богатое оруденение приурочивается к местам пересечения рудоконтролирующим разломом зоны контакта песчаников и перекрывающих их алевролитов. В этих случаях фиксируются максимальные мощности. В алевролитах оруденение бедное, здесь киноварь отмечается только по редким прожилкам, имеющим сложное строение, при сохранении в целом линзовидного характера по простиранию и на глубину.

На флангах главного рудного тела интенсивность киноварной минерализации снижается. Рудное тело имеет южное склонение, которое контролируется погружением песчаниковой пачки, и ограничивается снизу толщей алевролитов. Другие рудные тела также выклиниваются с глубиной, одновременно уменьшаются содержания ртути.

По вещественно-минеральному составу месторождение относится к диккит-киноварному типу собственно ртутной формации. Основным рудным минералом является киноварь, иногда в ассоциации с самородной ртутью и метациннабаритом. Второстепенную роль играют пирит, марказит, галенит, сфалерит, арсенопирит, халькопирит, антимонит, реальгар и др. Из нерудных преобладают кварц, диккит, кальцит и сидерит.

Основная масса киновари представляет разнородный кристаллический агрегат двух разновидностей: темно-красной до черной и красной до коричневатой-красной. Черная киноварь широко распространена в верхних частях рудных тел месторождения, красная — в более нижних горизонтах. Встречается также колломорфная киноварь, выполняющая трещины и пустоты. Самородная ртуть в виде мелких редких капелек обнаружена во всех рудных телах, а в отдельных она обильно пропитывает оруденелые диккитизированные песчаники.

По тектурным особенностям на месторождении выделяются массивные, брекчиевые, прожилковые и вкрапленные руды. Непосредственно вблизи плоскости сброса выделяются относительно богатые массивные и брекчиевые руды. Они локализируются под глиной трения, послужившей экраном при рудоотложении. Глинка трения присутствует в тех случаях, когда к зоне примыкают слои алевролитов; она несет убогую киноварную минерализацию. На участках, где к зоне подходят песчаники, массивные и брекчиевые руды постепенно сменяются прожилковыми и

вкрапленными; контуры оруденения здесь уже нечеткие, и поэтому границы рудного тела проводятся по данным опробования.

Месторождение Загадочное расположено в осевой части Алгьйской антиклинали. Рудовмещающей является субширотная зона дробления. В западной части зоны преобладают минералы свинца и цинка, сопровождающиеся убогой вкрапленностью киновари, в центральной — киноварь и антимонит, а на восточном фланге — киноварь с незначительным количеством антимонита.

Холболохская рудная зона приурочена к сводовой части Суордахской брахиформной антиклинали. Оруденение контролируется продольным Дулгалахским разломом и пересекающими его поперечными разрывными нарушениями.

Холболохское месторождение открыто В. С. Векlichem, Ю. Н. Бадархановым и др. Месторождение приурочено к сводовой части крупной асимметричной Суордахской антиклинали субмеридионального простираия. Антиклиналь построена преимущественно разнозернистыми кварц-полевошпатовыми песчаниками среднетриасового возраста.

Сводовая часть Суордахской антиклинали характеризуется пологими залеганиями среднетриасовых пород. Сводовая часть и крылья антиклинали осложнены флексурами, перегибами, образующими более мелкие складки. В пределах рудного поля прослежены три такие антиклинали и синклинали с размахом крыльев в первые сотни метров и протяженностью 1—2 км. Эти складки осложнены мелкими сбросами северо-восточного (до субширотного) простираия. Субширотные и диагональные разрывы имеют сбросо-сдвиговый характер с горизонтальными смещениями до 100—750 м. Широко распространены также продольные зоны межслоевого дробления с видимой мощностью брекчированных пачек песчаников до 15—20 м.

Холболохское рудное поле отличается высокой степенью изменения вмещающих пород. Процессы анкеритизации, окварцевания, гидрослюдизации и пиритизации локализуются обычно вдоль зон разрывных нарушений. В участках интенсивного дробления породы превращаются в микрокварциты. Метасоматическое прокварцевание особенно широко развито в зонах межслоевого дробления, где брекчированные слои местами изменены настолько, что породы превращены в метасоматиты, получившие название «гореликов»; в них часто обнаруживаются рассеянная вкрапленность и дисперсные выделения киновари.

Рудные тела приурочены к поперечным и диагональным нарушениям. Оконтуриваются эти тела по данным опробования. Наиболее богатые руды обычно приурочены к местам пересечения и сопряжения трещин в мелкозернистых окварцованных песчаниках вблизи контакта с алевролитами и аргиллитами; слабая рассеянная киноварная минерализация характерна для флишоидно переслаивающихся глинистых пород. Не исключена возможность обнаружения и иного морфологического типа — руд в зонах межслоевого дробления.

Холболохское месторождение является типичным представителем мономинерального киноварного типа. В составе руд известно около 20 минералов. Главными минералами являются киноварь, халцедоновидный кварц, карбонаты (преимущественно анкерит) и диккит. Они образуют цемент брекчий, жилы и прожилки или же метасоматически развиваются по породам. Редко встречаются пирит, гётит, антимонит, релльгар, аурипигмент, метациннабарит, очень редко — бурнонит, марказит, халькопирит, касситерит. Текстуры руд брекчиевые, прожилково-вкрапленные, вкрапленные, пятнистые.

Нижне-Янская ртутно-сурьмяная зона. Рудные узлы в пределах зоны приурочены к оперяющим или пересекающим Янский разлом наруше-

ниям северо-западного и северо-восточного простираний. Вмещающими породами являются песчаниково-алевролитовые отложения триасового и юрского возраста.

В рудных телах Нижне-Янской зоны развиты антимонит-кварцевая, карбонатная и другие стадии минералообразования. В центральной и южной частях зоны проявлены все стадии минерализации; иногда они совмещены в пространстве и образуют сурьмяные или ртутно-сурьмяные руды.

Нижне-Кюючюсское ртутно-сурьмяное месторождение открыто Ю. В. Архиповым и Г. С. Яскеляйненем.

В геологическом строении района месторождения принимает участие мощная терригенная толща среднетриасового возраста. Вмещающими породами являются алевролиты, аргиллиты и песчаники верхней половины ладинского яруса, которые имеют моноклинальное залегание и слагают крыло крупной синклинальной складки. Складчатые структуры разбиты продольными и поперечными разрывными нарушениями.

Нижне-Кюючюсское месторождение расположено в блоке, ограниченном двумя продольными нарушениями, и контролируется Кюючюским поперечным разломом. Этот блок разбит различно ориентированными системами трещин и зон дробления, из которых минерализованными являются субширотные и север-северо-восточные с крутыми углами падения ($50-85^\circ$) на юг и северо-запад. Рудные тела представлены карбонат-кварцевыми, антимонит-кварцевыми жилами, линзами и минерализованными зонами дробления; иногда жилы и прожилки образуют штокверкообразные тела. Для жил характерна (кроме вкрапленной и прожилковой) друзовая текстура с гребенчатым кварцем по стенкам трещин и массивным антимонитом в центре жил.

В составе руд преобладает кварц, в меньшем количестве содержится анкерит и кальцит, встречается хлорит. Из рудных минералов широко распространены антимонит; в малом количестве встречены арсенопирит, пирит, киноварь, кальцит, реальгар, сфалерит, халькопирит, блеклая руда.

Россыпное месторождение киновари Кыс-Юрэ-гэ расположено в районе погружения Кюндюлюнгской антиклинали под кайнозойский чехол. В его строении принимают участие озерно-болотные и аллювиальные отложения, представленные илами, супесями, галечниками, мощностью от 15 до 23 м. Прослеженная длина россыпи составляет 4,2 км (не оконтурена), мощность приплотиковых отложений с киноварью изменяется от 0,4 до 6,8 м. Среди мелких и средних зерен киновари встречаются крупные (до 1 см) сростки и агрегаты киновари, указывающие на близкое расположение коренных источников.

Томпо-Брюнгадинская сурьмяно-ртутная зона. В пределах зоны открыты месторождения, проявления и участки шлиховых аномалий киновари. Известны также проявления сурьмы.

Сейкимянское месторождение, выявленное Д. И. Троицким, расположено на северо-восточном крыле антиклинальной складки, сложенной песчаниками и алевролитами верхнего триаса. Месторождение контролируется разрывными нарушениями, субпараллельными с Брюнгадинским глубинным разломом, а оперяющие их зоны дробления вмещают рудные тела. Рудные тела локализованы в зонах дробления и брекчирования песчаников верхнего триаса. Оруденение прожилково-вкрапленное.

Синьяминский ртутно-рудный узел объединяет месторождения, проявления и участки со шлиховыми ореолами киновари.

Ртутное оруденение установлено среди песчаников и алевролитов средне- и поздне-триасового возраста. Характерными структурами узла

являются брахиформные антиклинали, осложненные мелкими складками амплитудой в первые сотни метров и многочисленными разрывными нарушениями. Рудные тела представлены секущими и межпластовыми минерализованными зонами дробления с киноварью.

Другие ртутносные зоны Верхояно-Колымской провинции

Ртуть в пределах Полоусненского района встречается в комплексных (полиметаллических) и сурьмяно-ртутных проявлениях в виде тонкой вкрапленности киновари. Установлены участки с проявлениями шлиховой киновари.

Западно-Верхоянский район приурочен к одноименному мегантиклинорию. В процессе геологического картирования здесь выявлены проявления с ртутно-полиметаллическим оруденением и шлиховые ореолы киновари. В рудах проявлений установлены сурьма, мышьяк, висмут и ртуть.

Адыча-Тарынская зона приурочена к границе Адычанского брахиантиклинория и Иньяли-Дебинского синклинория. Здесь встречены проявления ртути в оруденелых зонах дробления в песчано-сланцевых породах верхнего триаса, ряд шлиховых ореолов киновари, а гидрохимическое опробование показало наличие в природных водах повышенных концентраций ртути в ряде узлов.

Сетте-Дабанская зона расположена в северной части одноименного горст-антиклинория и контролируется системой глубинных разломов субмеридионального простирания. Шлиховые ореолы киновари выявлены и в других районах Восточной Якутии (Куйдусунская впадина, центральные части Колымского массива и др.).

Становая сурьмяно-ртутносная зона выделена в Южной Якутии в области сочленения Становика и Алданского щита. Размещение оруденения контролируется протяженной зоной Станового глубинного разлома. Здесь выявлены месторождения и проявления и участки со шлиховыми ореолами.

Месторождение Мугикта объединяет участки с проявлениями мышьяково-сурьмяно-ртутной и ртутной минерализации, локализованные в приконтактовой зоне массива гранитоидов в метаморфической толще архея. Рудные тела имеют сложную форму. Руды вкрапленные, прожилковые, брекчиевые и, реже, массивные. Оруденение крайне не равномерное, представлено обогащенными линзами и гнездами. Основные рудные минералы — киноварь, реальгар, аурипигмент, антимонит.

Шлиховые ореолы характеризуются знаковыми содержаниями киновари. Во всех ореолах, кроме киновари, установлены реальгар и аурипигмент.

На основании современной изученности можно основные перспективы связывать с месторождениями ртутной формации в терригенных толщах верхоянского комплекса (кварц-диккитовый или никитовский тип). Возможность обнаружения рудных тел пластового типа в терригенных толщах подтверждается результатами изучения Холболохского месторождения.

СУРЬМА

Широкое распространение антимонита в рудных проявлениях на северо-востоке Якутии отмечалось геологами еще в 30-х годах XX столетия. В 1932 г. И. К. Коровяков открыл Сендученское мышьяковое месторождение с аурипигментом, реальгаром и антимонитом. В 1934 г. Г. И. Борисов и В. В. Чернышев обнаружили сурьмяное оруденение

в Западном Верхоянье. В 40—60-е годы в Восточной Якутии были обнаружены сурьмяные и сурьмусодержащие проявления и мелкие месторождения. С 60-х годов начался планомерный этап поисков и изучения этого вида минерального сырья [Анасенко А. В., Бычок Б. Г., 1970].

Рудные формации и закономерности их размещения

Сурьмяные проявления и месторождения Якутии сосредоточены в пределах Верхояно-Колымской сурьмяноносной провинции. Выявленные в зоне сочленения Алданского щита и Становика месторождения Мугикта и единичные находки антимонита на р. Лене представляют лишь минералогический интерес.

Проявления и месторождения Восточной Якутии приурочены к зонам глубинных разломов. Определяющую роль в размещении рудных узлов и полей имеют участки пересечения глубинных разломов разных направлений, что обусловило линейно-узловое распространение месторождений и проявлений в плане. На этом основании в Верхояно-Колымской складчатой области выделены следующие сурьмяноносные металлогенические структуры: Адыча-Тарынская зона, Полоусненский, Яно-Адычанский и Западно-Верхоянский районы, Верхояно-Индибирский и Момо-Полоусненский пояса и др.

Рудоконтролирующие глубинные разломы отчетливо разделяются на продольные (согласные с направлением складчатости) и поперечные, образующие совместно характерный ортогональный каркас разрывных нарушений Верхояно-Колымской складчатой области. Продольные разломы в одних случаях располагаются в краевых частях Колымского срединного массива, в других — вдоль осевых частей и крыльев складчатых структур (Дулгалахский, Полоусненский, Верхоянский районы) или разграничивают блоки разного типа строения, различного направления и различной напряженности складчатости. Продольные разломы протяженностью в сотни километров выражены сериями разрывных нарушений, мощными (шириной до 10 км и редко более 1 км) зонами смятия, рассланцевания, милонитизации; развитие их происходило длительно. Региональные разломы отражаются не только в современном плане, разграничивая тектоноблоки разного строения, но и разделяют структурно-формационные зоны. К такому типу структур относятся Адыча-Тарынский разлом, контролирующий линейное расположение сурьмяных месторождений и проявлений.

Поперечные разломы пересекают складчатые структуры, занимая радиальное положение относительно концентрической структуры Колымского и, в меньшей степени, Хромского срединных массивов. На участках пересечения или сочленения систем поперечных и продольных разломов концентрируются сурьмяные и сурьмусодержащие рудные поля и месторождения.

Рудовмещающими являются зоны крупных региональных разрывных нарушений и оперяющие их трещины. В зависимости от структурно-литологических условий локализации рудные тела представлены штоковообразными минерализованными зонами дробления, жилами выполнения или кварц-антимонитовыми «стержневыми» жилами в минерализованных зонах дробления. Морфология рудных тел изменчива. «Стержневые» кварц-антимонитовые жилы имеют мощности от нескольких сантиметров до первых метров. Раздувы выдержаны на большой глубине, что определяет столбообразную форму рудных тел. Отмечается приуроченность рудных столбов к флексуобразным изгибам рудовмещающих полостей, зонам повышенной трещиноватости и литологически благоприятным разностям пород. Наибольшая концентрация

оруденения фиксируется часто там, где по разрывному нарушению соприкасаются существенно песчаниковые и алевролитовые толщи. Алевролиты в этих случаях расположены в всячем боку жил или минерализованных зон дробления.

Вдоль контактов рудных жил, как правило, отмечаются следы порудных подвижек, которые образовали многочисленные зеркала скольжения, вызвали развальцевание вмещающих пород и динамометаморфизм руд.

Мощности оруденелых зон дробления и интенсивного смятия достигают 12—15 м. Жильно-рудные образования в них представлены мелкими кварц-анкеритовыми, кварц-антимонитовыми прожилками, просечками и сложными гнездами или вкрапленностью антимонита. Жильные рудные тела характеризуются сложной морфологией и большой изменчивостью мощностей.

Вмещающими породами являются песчаники (реже сланцы, алевролиты) мезозойского возраста и карбонатные породы палеозоя; незначительное число проявлений находится в дайках кислого состава или в интрузивных породах и роговиках.

Сурьмяные и сурьмосодержащие месторождения и рудопроявления Верхне-Колымской складчатой области отличаются пестротой своего состава и большим количеством минеральных типов.

Минеральный состав антимонитовых рудных тел (собственно сурьмяная формация) довольно простой. Руды сложены антимонитом и кварцем в различных соотношениях; в них присутствуют пирит, арсенопирит, анкерит (1—3%) и встречаются галенит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, марказит, тетраэдрит, киноварь, мусковит, каолинит (менее 1%) и благородные металлы.

Околорудные изменения антимонитовых рудных тел выражены березитизацией, каолинизацией, эпидотизацией, хлоритизацией с образованием метасоматитов различного состава. Рудные тела в некоторых месторождениях подверглись интенсивному динамометаморфизму, который выразился в раздроблении кварца и перекристаллизации антимонита и приобретении последним «чугунного» облика.

Сурьмяные месторождения сопровождаются эндогенными и экзогенными ореолами рассеяния сурьмы, мышьяка и других элементов и тем самым дают возможность успешно применять геохимические и гидрохимические методы поисков.

Месторождения сурьяно-ртутной и сурьяно-ртутно-мышьяковой формаций изучены очень слабо. Для них обычен комплексный характер руд. Основными рудными минералами для этих месторождений являются антимонит, киноварь, аурипигмент, реальгар, которые находятся или раздельно, или в единых минеральных ассоциациях в различных сочетаниях и количествах. Сурьяно-мышьяково-ртутные месторождения могут представлять промышленный интерес.

Комплексные месторождения сурьяно-полиметаллической и сурьяно-редкометалльной формаций в Восточной Якутии развиты широко. Они отличаются разнообразием минерального состава и невысокими (до первых %) содержаниями сурьмы, преимущественно связанной с комплексными сурьяными минералами — типа блеклых руд, сульфантимонитов свинца и др. Первоочередное значение могут приобрести сурьяно-свинцовые руды.

Месторождения сурьяной и сурьяно-ртутно-мышьяковой формации не обнаруживают четких пространственных связей как с гранитоидным, так и с базальтоидным магматическими комплексами Восточной Якутии. Образование этих месторождений, так же как и ртутных, связывается с глубинными подкоровыми рудогенерирующими очагами в

позднемезозойско-кайнозойскую эпоху. Месторождения сурьмяно-полиметаллической и сурьмяно-редкометалльной формаций синхронизируются с гранитообразованием поздней интрузивной фазы позднемелового возраста.

Характеристика основных сурьмяноносных поясов, районов и зон

Адыча-Тарынская зона протягивается в юго-восточном направлении, совпадая с зоной одноименного глубинного разлома, и изучена детальнее других. Размещение сурьмяного оруденения контролируется сериями протяженных продольных разрывных нарушений и мощными зо-

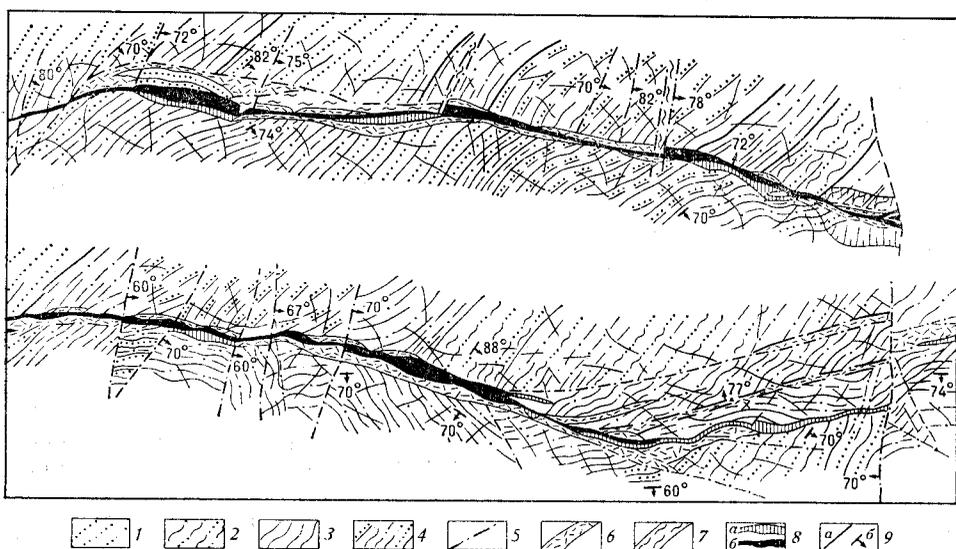


Рис. 54. Литолого-структурная схема участков двух горизонтов рудоносной зоны Са-рылахского месторождения.

1 — песчаники; 2 — алевролиты; 3 — аргиллиты и глинистые сланцы; 4 — чередующиеся песчаники, алевролиты в различных соотношениях; 5 — разрывные нарушения; 6 — минерализованные зоны дробления; 7 — минерализованные зоны смятия и милонитизации; 8 — рудные тела; 9 — прочие обозначения: а — геологические границы, б — направления и углы падения пород и жил

нами смятия. Зона разлома отчетливо разграничивает верхнетриасовые отложения разного литолого-фациального состава. Зона разлома разделяет также брахиформные и сундучно-щелевые складки Адычанского брахиантиклинория на западе и линейные складки Иньяли-Дебинского синклинория и Нерского антиклинория на востоке.

В пределах зоны развиты песчано-сланцевые породы преимущественно поздне триасового возраста. К зоне разлома и оперяющих его нарушений приурочены небольшие субвулканические тела и дайки среднего и кислого состава позднеюрского возраста, а также штоки ранне-меловых гранитоидов. В зоне разлома (наряду с проявлением динамометаморфизма — милониты и др.) проявлен слабый зеленосланцевый метаморфизм.

В размещении сурьмяного оруденения важную роль играют серии поперечных структур. Именно к узлам пересечения северо-западной зоны Адычан-Тарынского разлома с субширотными и северо-восточными системами разрывов приурочиваются сурьмяные месторождения, создавая линейно-узловую форму локализации оруденения в плане.

Сарылахское месторождение (рис. 54, 55) открыто К. В. Дельяниди. Главной складчатой структурой месторождения является Тордочанская синклиналь с размахом крыльев, имеющих крутое падение ($50-70^\circ$). Ядро складки сложено норийскими песчаниками с подчиненным количеством алевролитов и глинистых сланцев. Тордочанская синклиналь рассечена системой взбросо-сдвигов северо-западного простирания, которые являются составляющими элементами зоны Адыча-Тарынского разлома. Непосредственно на месторождении пласты падают на юго-запад ($200-210^\circ$) под углом $60-90^\circ$. К северу от месторождения известно субвулканическое тело биотит-амфиболовых кварцевых диоритовых порфириров. С ними пространственно ассоциируют дайки кварцевых альбитофириров, пересеченные антимонит-кварцевыми прожилками.

Рудное тело представляет собой зону дробления северо-западного направления с падением под углами $54-80^\circ$.

Строение рудоносной зоны зависит от литологических разностей пород — в песчаниках она представлена брекчиями, а в алевролитах — типичны рассланцованные и милонитизированные породы при резком сокращении мощности. В этой зоне вмещается сложная, но в целом линзообразная «стержневая» кварц-антимонитовая жила.

Жила в плане состоит из отрезков северо-западного простирания с малыми мощностями, участки максимальной мощности жилы совпадают с субмеридиональными отрезками. Раздувы сохраняются на всю глубину оруденения, образуя столбообразный характер рудного тела. Подмечается приуроченность рудных столбов к относительно пологим отрезкам жилы по падению.

Большую роль в локализации рудных столбов играют поперечные к простиранию жилы и диагональные нарушения. Ими контролируется не только изменение ориентировки жилы, но и изменение ее мощности и состава, отражающееся на содержании сурьмы, которое по разным сторонам от поперечных нарушений часто отличается на порядок. Мелкая косая и поперечная трещиноватость и изменение литологии пород благоприятно сказались на формировании рудных столбов. Причем, в участках, где по рудовмещающему нарушению песчаники и алевролиты (сланцы) приведены в соприкосновение, наблюдается наибольшая

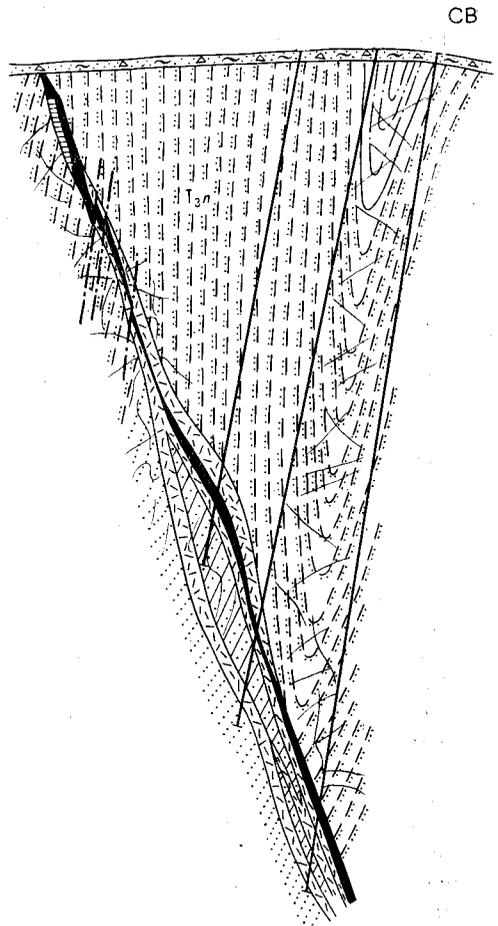


Рис. 55. Вертикальный разрез рудного тела Сарылахского месторождения. Условные обозначения те же, что на рис. 54.

концентрация оруденения. На флангах жила разветвляется на прожилки и выклинивается.

Строение жилы неодинаково. В центральной части и особенно ближе к висячему боку выделяется антимонит-кварцевая жила, она интенсивно раздроблена и ее корродированные обломки сцементированы агрегатом средне- и мелкозернистого антимонита. Вместе с уменьшением количества обломков кварца и их разрезов уменьшается и размер зерен антимонита от 5—10 мм до 0,1—0,5 мм.

Мощность антимонит-кварцевой жилы изменяется в широких пределах и часто собственно кварцевая зона с бедной вкрапленностью антимонита сохраняется лишь в виде блоков, ограниченных трещинами и окруженных кварц-антимонитовой рудой.

В висячем боку жилы локализуется полоса тонкозернистого матового, похожего на чугуи, антимонита с мельчайшей вкрапленностью кварца. Этот динамометрический агрегат иногда имеет сланцевую текстуру и плитчатую отдельность.

По простиранию и падению характер поперечной зональности в минерализованной зоне дробления и в самой антимонит-кварцевой жиле существенно не меняется, и только изредка наблюдается переход полосы тонкозернистого антимонита в лежащий бок или в центральную часть жилы.

Руды Сарылахского месторождения испытали существенный динамометаморфизм. Здесь наблюдаются все его формы от катаклаза кварца, пирита и арсенопирита до полной перекристаллизации антимонитовой жилы, результатом которой являются мелко- и тонкозернистые сланцеватые руды. Все текстурно-структурные особенности руды так или иначе связаны с динамометаморфизмом, так что степень и форма его проявления могут указывать на структурный тип месторождения. Так, тонкозернистый кварц-антимонитовый агрегат типа «чугунной» руды определяет принадлежность месторождения к зоне смятия и дробления. Крупнокристаллический неперекристаллизованный антимонит более характерен для жил выполнения в сравнительно коротких и маломощных трещинах.

Вещественный состав руд сравнительно прост. Основным полезным компонентом является сурьма.

В минеральном составе руд преобладают антимонит и кварц в различных соотношениях. К второстепенным минералам относятся пирит, арсенопирит, мусковит и анкерит. Из примесей характерны бертьерит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит. Спорадически встречаются цинкениит, галенит, пирротин, джемсонит, индигирит и др.

Гидротермальные изменения, сопутствующие жилы кварц-антимонитовой ассоциации, выражены в карбонатизации, эпидотизации, хлоритизации, каолинизации и окварцевании и накладываются на метасоматиты, связанные с более ранними стадиями минерализации.

В рудном теле выделяются богатые сульфидные сурьмяные руды кварц-антимонитовой жилы и относительно бедные сурьмяные руды минерализованной зоны дробления; количество окислов сурьмы в богатых рудах 15—20%, в бедных рудах оно возрастает до 40—60%, вниз по падению количество их постепенно уменьшается до 8%.

Участки максимального развития окисленных руд приурочены к висячему боку жилы, который имеет тектонический контакт, подновленный в пострудное время, а также к трещинам и пустотам в кварце с гнездами пирита, особенно в местах пересечения поперечными трещинами. Главными минералами зоны окисления являются самородная сера, валентинит, стибиконит, гипс и гидроокислы железа; второстепенными — сенармонтит, кремерзит, гексагидрит, мелантерит, скородит; как

примеси описаны алюминит, гиббсит, сервантит, ярозит, халькантит индигирит и др.

Сентачанское сурьмяное месторождение открыли Г. Н. Шаров и В. Г. Линев. Антиклинальная структура рудного поля сложена верхнетриасовыми алевролитами, реже песчаниками и аргиллитами. Размещение сурьмяных рудных тел контролируется Сентачанским разрывным нарушением, по которому пачки песчаников контактируют с пачками алевролитов. Падение плоскости нарушения крутое на юго-запад. Нарушение сопровождается зоной дробления и смятия. В лежачем боку зоны отмечается целый ряд параллельных ей и оперяющих под острым углом нарушений. Строение рудного поля осложнено разрывными нарушениями субширотного направления.

В пределах рудного поля осадочные породы метаморфизованы и гидротермально изменены. Измененные породы протягиваются полосой в северо-западном направлении.

Для рудного поля характерны многочисленные гидротермальные образования. Малосульфидные кварцевые и кварц-карбонатные жилы прослеживаются по простиранию на десятки — сотни метров, не выдержаны по мощности. В случае приуроченности жил к линейным зонам дробления наблюдаются как резкие, так и постепенные переходы жил к брекчиям. Зоны окварцевания в пластах мелко- и среднезернистых песчаников представляют серии прожилков, параллельных напластованию песчаников и секущих их. Мощности прожилков от одного до десятков сантиметров, мощности зон — 5—10 м. Линейные зоны дробления с кварц-антимонитовым цементом имеют большую протяженность. Передробленные терригенные породы зон сцементированы карбонатно-кварцевым материалом с хлоритом, серицитом, сульфидами, сульфосолями. С такими зонами связаны антимонитовые рудные тела и проявления. Наибольшая минерализация этих зон наблюдается в пределах сочленения субширотных разрывных нарушений с зоной Сентачанского разлома в западном его крыле.

Сентачанское месторождение представлено минерализованными зонами дробления, согласно секущими пачки песчаников и алевролитов или существенно песчаниковые толщи. Одно из рудных тел представляет собой линзовидное образование. Внутреннее строение рудного тела сложное. Выделяется его стержневая часть — кварц-антимонитовая линза. На флангах фиксируются прерывистые линзовидные жилы и прожилки длиной от 3 до 21 м. Рудное тело хорошо прослеживается на глубину. Другие рудные тела месторождения имеют небольшую мощность, часто выклиниваются и переходят в минерализованную зону дробления. Кроме стержневой линзы выделяются минерализованные породы лежащего и висячего боков. Окварцевание, пиритизация с кварцевыми и кварц-антимонитовыми прожилками характерны для лежащего бока на северном фланге рудного тела, тогда как на его южном фланге подобные образования уже фиксируются в висячем боку. Мощность кварц-антимонитовых прожилков редко превышает 5 см.

Основными рудообразующими минералами являются кварц и антимонит, присутствуют карбонаты, пирит, пирротин, арсенопирит, сфалерит, тетраэдрит. В приповерхностной части рудных тел развиты сурьмяные и железные охры. Окисленность руд не превышает 8 %.

Основная часть интенсивно динамометаморфизованных руд представлена тонко-среднезернистым антимонитом, переходящим в руды с кварцевым прожилкованием и реликтами вмещающих алевролитов и песчаников с редкой вкрапленностью пирита. Вредной примесью в рудах является мышьяк. В призальбандовых участках жил и в междрудных интервалах количество пирита значительно возрастает, он тяготеет к по-

родам песчанистого состава. Мощность околорудной зоны наиболее интенсивной сульфидизации составляет 6—8 м, более слабой — до 10—20 м; Пирит образует гнезда (5—10 см) мелкозернистых агрегатов, реже короткие прожилки. Непосредственно у контакта рудного тела обнаруживается арсенопирит. На всем протяжении рудные тела сопровождаются кварцевыми и кварц-карбонатными прожилками мощностью до 5 см. Часты более мощные прожилки, параллельные рудному телу.

В пределах Адыча-Тарынской зоны выявлены и другие менее изученные сурьмяные месторождения и проявления с подобными рудами.

Антагачан-Тунгусская сурьмяноносная зона расположена в северо-восточной части Иньяли-Дебинского синклинали и контролируется системой продольных глубинных разломов. Вмещающими породами являются песчано-сланцевые толщи юрского и триасового возраста, реже штоки гранит-порфиров. Сурьмяное оруденение представлено разнообразными кварц-антимонитовыми жилами.

Полоусненский сурьмяноносный район. Сурьмяное оруденение района представлено проявлениями сурьмяной формации; сурьмяные минералы также широко развиты в месторождениях и проявлениях сурьмяно-редкометалльной, сурьмяно-полиметаллической и других формаций; разделение их носит условный характер по количественному соотношению олова, сурьмы и полиметаллов.

Проявления сурьмяной формации представлены антимонит-кварцевым типом. Основными морфологическими типами этого оруденения являются минерализованные зоны дробления и жильные образования. Текстуры руд обычно вкрапленные, гнездово-вкрапленные, сетчатые и прожилковые. Антимонит образует в кварце лучистые агрегаты; иногда сплошные массивы, чередующиеся с жильными минералами. Кроме основных минералов (кварца и антимонита) постоянно встречаются галенит, сфалерит, пирит, арсенопирит, халькопирит, висмутин и блеклая руда. В рудах этой формации характерны постоянные примеси свинца, цинка, меди, мышьяка, кобальта, олова.

Вмещающими породами в большинстве случаев являются песчаники, незначительное число проявлений залегает в интрузивных породах и роговиках. Околорудные изменения проявились весьма слабо и выразились в серицитизации, окварцевании и сульфидизации. Известны также проявления антимонит-киноварь-кварцевого типа.

Месторождения и проявления сурьмяно-полиметаллической формации в Полоусненском районе представлены блеклорудно-полисульфидно-кварцевым минеральным типом. Отличительной чертой этого оруденения является преобладание сульфидов свинца, цинка, меди, а также высокая висмутонность руд.

Из проявлений сурьмяно-редкометалльной формации чаще встречаются блеклорудно-касситерит-вольфрамит-полисульфидно-кварцевый и реже антимонит-касситерит-вольфрамит-полисульфидно-кварцевый минеральные типы руд. Характерной чертой сурьмяно-редкометалльного оруденения является увеличение до промышленных количеств содержаний в рудах олова, вольфрама и заметных количеств молибдена и висмута. Эти металлы присутствуют в рудах в виде касситерита, станнина, вольфрамита и молибденита. Иногда вольфрам выделяется в виде шеелита, образуя антимонит-шеелит-полисульфидно-кварцевый минеральный тип руд.

Отдельные месторождения сурьмяно-редкометалльной и сурьмяно-полиметаллической формаций могут представлять промышленный интерес, сурьма в них может составить один из основных компонентов в рудах.

Яно-Адычанский район. Сурьмяные и сурьмосодержащие проявления района расположены дальше, чем оловянные месторождения от интрузивных тел «поперечных рядов», которые приурочены к поперечным разломам, или в местах разветвления и затухания этих разломов в верхнем структурном этаже.

В Яно-Адычанском районе известны месторождения и проявления, которые относятся к сурьмяной, сурьмяно-полиметаллической и сурьмяно-редкометалльной рудным формациям.

Рудное поле одного месторождения сложено алевролитами и песчаниками верхнего триаса, образующими синклинальную структуру близмеридионального направления. Триасовые толщи разбиты серией протяженных (более 3—4 км) разрывных нарушений юго-восточного простирания, являющихся северными составляющими системы нарушений Эге-Хайского глубинного разлома. Сурьмяное оруденение контролируется одной из зон разрывных нарушений, заполненной дайкой гидротермально-измененных гранит-порфиоров, датируемых условно поздним мелом.

Сурьмяное оруденение за пределами дайки наблюдалось по трещинам на удалении до 20—30 м. Рудные тела имеют форму рудных столбов, линз и зон со штокверковыми морфологическими типами руд. В центральной части зоны выделяются обогащенные участки. Состав руд прост. Главными минералами являются кварц и антимонит.

В Яно-Адычанском районе известны и другие сурьмяные и сурьмяно-полиметаллические проявления, которые слабо изучены.

Чохчуро-Чокурдахский сурьмяноносный район охватывает одноименную поперечную структуру. Территория района перекрыта мощным чехлом кайнозойских отложений. Исключение составляют мелкие коренные выходы интрузий мезозойского комплекса и их эффузивных аналогов, а также юрских отложений, которые протягиваются цепочкой в близмеридиональном направлении. В проявлениях сурьмяно-редкометалльной формации развиты, по-видимому, сложные сульфиды сурьмы типа блеклых руд, но отмечается и антимонит. Проявления сурьмяной формации установлены по развалам кварцевых жил с вкрапленностью антимонита и других сульфидов (в основном железа).

Южно-Верхоянский сурьмяноносный район выделяется в пределах одноименного синклинория. Сурьмяная минерализация в виде сложных сульфидов (блеклых руд, сульфоантимонитов свинца и др.) известна в полиметаллических месторождениях и проявлениях ряда рудных узлов. Однако геологические результаты последних лет показывают на более широкое и разнообразное сурьмяное оруденение в этом районе. Так, было обнаружено антимонитовое оруденение в пределах Тыринского узла. Здесь встречены прожилки и жилы линзовидной и сложной прожилковой формы, сложенные антимонитом; рассеянные зерна антимонита встречаются и в других рудных телах.

Верхояно-Индигорский пояс охватывает окраинные части структур Яно-Индигорской синклинальной зоны. Крупные структурные элементы зоны разделены глубинными разломами. В верхоянском терригенном комплексе они выражены зонами дробления и милонитизации шириной от первых сотен метров до 1—2 км и более, зонами интенсивного расщепления и кливажа, зонами интенсивной и сложной складчатости.

Участки пересечения глубинных разломов разных направлений являлись местами наибольшего раздробления пород верхоянского комплекса. Роль разрывных нарушений в образовании большинства сурьмяно-ртутных месторождений и проявлений отмечается в линейно-узловой форме локализации оруденения как в пределах влияния зон отдельных глубинных разломов, так и описываемого пояса в целом, что предподре-

ределяет выделение Дулгалахского сурьмяно-ртутноносного района, Нижне-Янской и Томпо-Брюнгадинской сурьмяно-ртутноносных зон. В промежутках между ними фиксируются редкие сурьмяные проявления.

Нижне-Янская ртутно-сурьмяная зона приурочена к зоне Янского глубинного разлома. Рудные узлы и поля в пределах зоны приурочены к оперяющим или пересекающим Янский разлом разрывным нарушениям северо-западного (система Куйгинского разлома) или близширотного (система Кюнь-Тасского разлома) простираний. С Куйгинским разломом связано размещение небольших по площади штоков и даек диоритовых порфиритов и гранодиоритов раннемелового возраста, часть которых сечется антимонит-кварцевыми прожилками. В настоящее время в Нижне-Янской зоне известны проявления сурьмы, в которых отмечаются кварц-антимонитовая, кварц-киноварная, хлоритовая и карбонатная минеральные ассоциации. Они иногда совмещены в одних и тех же рудных телах и образуют сурьмяные или сурьмяно-ртутные руды.

Многие неизученные проявления относятся к сурьмяной формации и представлены кварц-антимонитовыми жилами, зонами прожилкования и минерализованными зонами дробления и брекчирования.

По минеральном составе среди рудных тел антимонит-кварцевого типа выделяются две разновидности: карбонат-кварц-антимонитовые и хлорит-карбонат-кварцевые с редкой вкрапленностью антимонита и других сульфидов, где количество хлорита изменяется от 1 до 60%, а карбонатов — до 4%.

Дулгалахский сурьмяно-ртутный район. В этом районе сурьмяное оруденение представлено месторождениями и проявлениями сурьмяно-ртутной, сурьмяной и сурьмяно-полиметаллической формаций. Наибольший интерес представляют месторождения сурьмяно-ртутной формации, отличительной особенностью которых является наличие сульфидов сурьмы и ртути в различных соотношениях, которые могут иметь по отдельности или в совокупности промышленное значение. Антимонит в этих месторождениях всегда является более ранним минералом, чем киноварь, и образует в рудах обособленную минеральную ассоциацию.

Кентегелейское проявление. Рассеянная минерализация сурьмы и ртути в виде гнезд и вкрапленности антимонита и киновари присутствует в зонах дробления в песчаниках деленжинской свиты верхней перми на большом протяжении северо-восточного крыла Дулгалахской антиклинали. Наиболее обогащенные участки в виде жил и сложных линз локализируются в центральных частях зон дробления: здесь антимонит образует крупные (до первых сантиметров) гнезда и прожилки. Главными минералами руд являются кварц и антимонит; в подчиненном количестве встречены анкерит, каолинит, кальцит, киноварь; изредка пирит, сфалерит, халькопирит. Преобладают антимонит-кварцевые руды, менее распространены киноварно-антимонит-кварцевые. В Дулгалахском районе известны и другие подобные проявления.

Томпо-Брюнгадинская сурьмяно-ртутная зона простирается в северо-западном направлении вдоль Брюнгадинского разлома. К зоне разлома приурочены мелкие гранодиоритовые массивы, поля роговиков и пояс основных и щелочно-базальтоидных (лампрофировых) малых интрузий.

В Томпо-Брюнгадинскую зону объединены месторождения и проявления сурьмяной и ртутной формаций, а также множество шлиховых ореолов киновари.

Имнеканское сурьмяное месторождение открыто С. А. Ивановым и др. Месторождение размещается в сводовой части

Тальской коробчатой антиклинали, сложенной чередующимися алевролитами и песчаниками оленекского и анизийского ярусов нижнего и среднего триаса.

Сурьмяное оруденение контролируется пересекающимися системами продольного и поперечного глубинных разломов. Рудное поле расположено в зоне влияния Средне-Нельгехинского глубинного разлома, с которым связано образование на площади сети разрывных нарушений, субпараллельных или диагональных с региональным простиранием складок. Диагональные разрывные нарушения являются вмещающими полостями даек лампрофиров и кварц-антимонитовых жил. В пределах площади рудного поля выделяются две параллельные полосы сближенных диагональных разрывов, трассируемых дайками лампрофиров.

Рудоносные жилы расположены в самих зонах и на контакте даек и вмещающих пород, иногда в них включены ксенолиты лампрофиров, что указывает на более молодой возраст сурьмяного оруденения. Контакты жил с вмещающими их зонами резкие, четкие. Руды массивные кварц-антимонитового состава с вкрапленностью (до 1%) пирита, арсениопирита, галенита, сфалерита и других сульфидов. Антимонит, как правило, крупнокристаллический и образует удлиненно-призматические кристаллы размером 1—3 см; встречаются мелкозернистые выделения в виде гнезд и прожилков, сложенные аллотриоморфными и параллельно ориентированными призматическими кристаллами размером до 5 мм.

Околорудные изменения выражены кварц-серицитовыми метасоматитами, карбонатизацией, прокварцеванием и вторичной лимонитизацией. Рудные тела сопровождаются первичными и вторичными ореолами рассеяния сурьмы, мышьяка и других сопутствующих элементов.

Селериканское сурьмяное месторождение выявлено А. В. Алдошиным.

Рудовмещающей структурой является согласный со складками Аябинский взброс. В южном крыле нарушения обнажаются верхненорийские песчаники с прослоями алевролитов, образующие небольшую антиклинальную складку северо-западного простирания. В северном крыле взброса обнажаются верхнекарнийские песчаники.

На участке раздува рудоносной зоны в лежащем боку вмещаются две кварцевые жилы с вкрапленностью антимонита и пирита, одна жила приурочена к висячему боку зоны. В промежутках между жилами встречены мелкие (3—5 см) линзочки антимонита. В восточной части зоны наблюдались линзы антимонита размером до 25 см в поперечнике.

Руды представлены массивной, вкрапленной и тонкопрожилковой текстурными разностями и имеют среднезернистую структуру.

В Томпо-Брюнгадинской металлогенической зоне преобладающее развитие имеют месторождения кварц-антимонитового типа сурьмяной формации.

В целом Верхояно-Индибирский пояс обладает перспективами обнаружения сурьмяных месторождений. Наибольшего внимания заслуживают участки перегибов шарниров антиклинальных складок второго порядка в районах пересечения систем продольных и поперечных разломов.

Западно-Верхоянский сурьмяноносный район расположен в пределах Западно-Верхоянского мегантиклинория. Сурьмяное оруденение здесь проявлено в юго-восточной части Орулганского и в восточной части Куранахского антиклинориев.

Рудные поля в основном расположены вдоль сводов антиклинальных складок, сложенных верхнепалеозойскими породами.

Проявления сурьмяной формации незначительно распространены. Рудные тела их представлены крутопадающими трещинными жилами

выполнения простой морфологии. Реже встречаются сложные жилы или серии жил и прожилков, образующие непротяженные жильные зоны. Локализуются они преимущественно в тектонических нарушениях северо-восточного, редко северо-западного простирания. Основными минералами рудных тел являются кварц и антимонит, присутствующие в различных соотношениях с сопутствующими пиритом, галенитом, блеклыми рудами и др.; иногда в рудах фиксируется киноварь-антимонит-кварцевый минеральный тип оруденения. Проявления сурьмяной формации Западно-Верхоянского района изучены только по развалам, и здесь могут быть выявлены месторождения кварц-антимонитового минерального типа.

Преимущественное развитие в районе имеют проявления блекло-рудно-полисульфидно-кварцевого типа сурьяно-полиметаллической формации. Иногда в жилах сурьяная минерализация представлена антимонитом, образуя руды антимонит-полисульфидно-кварцевого типа указанной формации.

Характерной особенностью проявлений сурьяно-полиметаллической формации является их оловоносность, олово при этом заключено в станнине. Они образуют с месторождениями сурьяно-редкометалльной формации единую группу родственных рудных формаций, пространственно связанных с интрузиями диорит-гранодиоритового ряда. В рудах обеих формаций широко распространен манганосидерит.

Месторождения и проявления указанных рудных формаций представлены жилами в трещинах отрыва и жилами в зонах дробления. Они характеризуются комплексностью полезных компонентов и сложным минеральным составом. Руды их содержат свинец, цинк, медь, олово и другие элементы. Сурьяма в этих месторождениях не имеет самостоятельного значения.

Сетте-Дабанская сурьяноносная зона расположена в восточной части одноименного горст-антиклинория, сложенного терригенно-карбонатными породами протерозоя, нижнего и среднего палеозоя. Сурьяно-ртутно-мышьяковое оруденение контролируется системой протяженных субмеридиональных разломов, расчленяющих эту структуру на ряд узких линейных блоков.

Сетте-Дабанская зона объединяет ряд месторождений и проявлений сурьяно-мышьяковой формации.

Сендученское мышьяковое месторождение представлено кварц-карбонатными жилами, содержащими реальгар, аурипигмент, редко сфалерит, энаргит, халькопирит, арсенопирит и др. Антимонит образует обособленную жилу мощностью 15 см.

Учитывая благоприятную геолого-структурную обстановку и интенсивность проявленного мышьякового (реальгар-аурипигментового) оруденения, являющегося обычно верхами сурьяных и ртутных месторождений, возможно выявление метасоматических залежей ртутно-сурьяной руды.

Момо-Полоусненский пояс вытянут вдоль одноименной антиклинальной зоны и контролируется крупными разрывными нарушениями, которые ограничивают и расчленяют составляющие ее горст-антиклинории. Пояс известен главным образом как ртутоносный, однако в отдельных его частях (зонах) проявлена также и сурьяная минерализация.

Улахан-Тасский район выявлен в одноименном горст-антиклинории и включает проявления сурьяно-редкометалльной и сурьяно-полиметаллической рудных формаций. Характерной чертой рудных зон или кварцевых жил этих проявлений является их пространственная приуроченность к интрузивным породам — они или непосредственно вмещаются

гранитами, или приурочены к контактовым частям гранитоидных массивов, или располагаются в роговиках вблизи них.

Руды проявлений сурьяно-редкометалльной формации представлены блеклорудно-вольфрамит-молибденит-полисульфидно-кварцевым типом.

Уяндино-Селенняхский район охватывает Селенняхский блок Полоусненского горст-антиклинория. Рудные узлы и кулисообразно сменяющие друг друга рудные зоны района контролируются разломами, проходящими по границе горст-антиклинориев, сложенных карбонатными породами палеозоя, с Яно-Индигирской синклинальной зоной, а также разломами в пределах самих горст-антиклинориев, вдоль которых размещены мезозойские наложенные впадины. Эти разломы контролируют свиты даек диабазовых порфиритов, щелочных базальтоидов и лампрофиров.

В пределах Уяндино-Селенняхского района известны рудоносные зоны с месторождениями и проявлениями. Характерно, что сурьмосодержащие проявления находятся по периферии ртутного оруденения, располагаясь ближе к основным рудоконтролирующим разломам.

По вещественно-минеральному составу проявления относятся к сурьяной и сурьяно-ртутной рудным формациям. Представителем киноварь-антимонит-кварц-карбонатного типа сурьяно-ртутной формации является месторождение Пологое.

Пологое месторождение приурочено к Верхне-Калычанскому взбросо-сдвигу северо-восточного простирания, по которому граничат среднеордовикские и нижнесилурийские филлиты, сланцы и мраморизованные известняки. Осадочные породы вмещают дайки габбро-диабазов мощностью до 12 м, на которые наложена антимонитовая минерализация. Возраст их по аналогии с другими более свежими дайками этого района установлен как позднемеловой — палеогеновый.

Рудные тела — крутопадающие минерализованные зоны дробления и залежи в пологих трещинах отслоения залегают в своде антиклинальной складки, которую пересекает Верхне-Калычанский разлом. Основное рудное тело представляет собой зону дробленных известняков. Она вмещает линзы кварц-карбонат-антимонитового состава с пиритом, арсенопиритом и киноварью. Киноварь образует самостоятельную более позднюю ассоциацию с кальцитом и пиритом. Антимонит образует гнезда в трещинах отслоения на границе литологических разностей известняков, состоящие из скоплений зерен различной крупности, или вкрапленность в кварц-карбонатных породах.

Проявления сурьяной, сурьяно-ртутной и сурьяно-полиметаллически-ртутной минерализации представлены жилами, минерализованными зонами дробления и штокверкообразно-гнездообразными телами.

Оруденение неравномерное, прожилково-вкрапленное, гнездовое с нечеткими извилистыми и расплывчатыми контактами. Иногда в составе руд отмечаются заметные содержания мышьяковых минералов (реальгар, аурипигмент), образующих киноварь-антимонит-реальгар-аурипигмент-кварц-карбонатный тип.

Момо-Полоусненский пояс изучен слабо. Здесь есть возможность обнаружения сурьяных месторождений типа гидротермально-метасоматических залежей в карбонатных породах с бедными и умеренно богатыми рудами.

ДРАГОЦЕННЫЕ И ЦВЕТНЫЕ КАМНИ

КИМБЕРЛИТЫ

Научный прогноз о возможности нахождения на Сибирской платформе кимберлитов связан с именами советских ученых В. С. Соболева, А. П. Булова и Г. Г. Моора. С момента открытия первого кимберлитового тела (1954 г.) на территории Якутской кимберлитовой провинции проводился широкий комплекс тематических исследований, в которых наряду с производственными организациями принимали участие научные сотрудники СО АН СССР, Якутского филиала СО АН СССР, ЦНИГРИ, ВСЕГЕИ, ВИМС, НИИГА и др. Вопросам геологии, вещественного состава кимберлитов и их генезиса посвящено много научных статей и монографических работ.

Морфология кимберлитовых тел

Кимберлитовые тела Якутской кимберлитовой провинции представлены трубками, дайками и жилами.

Кимберлитовые трубки обычно имеют форму конуса, обращенного вершиной вниз. Наиболее типичной формой поперечного сечения трубки является искаженный эллипс или близкие ему фигуры. Реже отмечаются трубки неправильной, удлинненной или округлой в плане формы. Очень редки так называемые двоянные трубки.

Контакты кимберлитовых тел с вмещающими породами обычно почти вертикальные ($80-90^\circ$). Узковытянутые тела характеризуются соотношением длинной и короткой осей $1:6-1:7$, контакты несколько положе, чем у изометричных ($65-80^\circ$). Многие хорошо изученные и оконтуренные на глубине кимберлитовые трубки имеют резкое расширение вблизи дневной поверхности (приповерхностный раструб). С глубиной такие трубки резко сужаются и уже на первых $100-200$ м площадь поперечного сечения этих трубок может уменьшиться в $1,5-2$ раза. В этом случае углы падения контактов трубок изменяются весьма резко — от $25-30^\circ$ (в зоне раструба) до почти вертикальных на глубине.

Скорости сокращения площади поперечных сечений трубок зависят от механических свойств вмещающих горных пород и физико-химических особенностей кимберлитовых расплавов, а также величины эрозионного среза.

Собственно кимберлитовые дайки и жилы распространены преимущественно в северной части провинции. Среди них выделяются дайки, служившие подводящими каналами (корни трубок взрыва?); дайки и жилы, выполняющие поздние трещины в кимберлитовых трубках, и самостоятельные дайки и жилы, не связанные с диатремами.

По простиранию некоторые дайки имеют раздувы, напоминающие в плане форму линзовидных (или уплощенных) трубок взрыва. Про-

тяжесть отдельных даек достигает 2 км, мощность от нескольких сантиметров до 2—3 м. Падение даек, как правило, крутое, близкое к вертикальному, реже встречаются дайки, угол падения которых равен 50—60°. В северной части провинции установлены пересекающиеся дайки кимберлитов. В месте пересечения кимберлитовых даек иногда фиксируются трубчатые тела. Очень редко кимберлиты встречаются в форме маломощных жил, пересекающихся многократно в различных направлениях.

Вмещающие породы вблизи кимберлитовых тел дислоцированы довольно слабо. Обычно наблюдаются задиры пластов осадочных пород вверх, реже фиксируется падение пород в сторону трубок. Непосредственно на контакте вмещающие породы сильно раздроблены. Мощности зон дробления изменяются в значительных пределах, но обычно составляют первые метры, реже десятки метров. На контактах трубок часто наблюдаются зеркала скольжения и участки развальцевания пород.

К эндоконтактам кимберлитовых тел тяготеют зоны прожилковой и вкрапленной сульфидной минерализации. Во многих случаях в зонах экзоконтактов отмечаются маломощные разноориентированные прожилки кимберлитового материала. Наиболее крупные кимберлитовые жилы (дайки) чаще прослеживаются согласно с направлением длинных осей трубок.

Изменения вмещающих пород незначительны и выражены серпентинизацией, ожелезнением, изменением интенсивности окраски в сторону осветления.

Большинство кимберлитовых тел Якутии обнаружено среди карбонатных отложений верхнего протерозоя и палеозоя. Редко кимберлитовые трубки прорывают терригенные отложения перми и триаса, включая и образования трапповой формации. Известны кимберлитовые тела, частично или полностью перекрытые каменноугольными и пермскими отложениями и траппами или юрскими рыхлыми образованиями. В некоторых районах обнаружены погребенные кимберлитовые трубки. На рис. 56 приведены наиболее характерные взаимоотношения кимберлитовых тел с вмещающими и перекрывающими породами. Обычно наблюдается спокойное налегание осадочных терригенных отложений на поверхность кимберлитового тела. Базальные слои терригенных отложений (песчаники или конгломераты) содержат продукты разрушения кимберлитов — пироп, пикроильменит, оливин, хромит и др. Среди перекрывающих терригенных пород фиксируются пласты траппов (долериты) мощностью от нескольких десятков сантиметров до 40—50 м. Суммарные мощности перекрывающих отложений изменяются от 5 до 85 м. Контакт кимберлитов с перекрывающими отложениями пологоволнистый, резкий. Часто кимберлиты ниже контакта сильно выветрелые и разрушены, а зона контакта насыщена гидроокислами железа.

Известны случаи налегания пластов траппов раннетриасового возраста на кимберлиты. Контакт траппов и кимберлитов ровный и четкий. Контактные воздействия траппов на кимберлиты незначительные и выражаются в изменении цвета (до черного в узкой приконтактной полосе в 0,3—1 м), частичной перекристаллизации кимберлитов и их уплотнения. Мощности траппов, перекрывающих кимберлитовые трубки, изменяются от 20 до 115—120 м.

В одном из кимберлитовых полей выявлены трубки, прорывающие пермские терригенные отложения и нижнетриасовые траппы. Пермские отложения и нижнетриасовые траппы вблизи контакта с кимберлитами сильно лимонитизированы. Ожелезнение наблюдается и в кимберлитах тех трубок, где отмечается лимонитизация. Пермские пески на контак-

тах с кимберлитами обычно уплотнены. На контактах долеритов с кимберлитами иногда отмечается окремнение. В траппах по трещинам нередко наблюдаются прожилки кимберлитового материала. Ширина экзоконтактных изменений составляет 0,1—1 м, а в эндоконтактных — 0,6—1,1 м.

Очень сложные взаимоотношения кимберлитовых тел с интрузивными траппами установлены в последние годы. В отдельных районах в

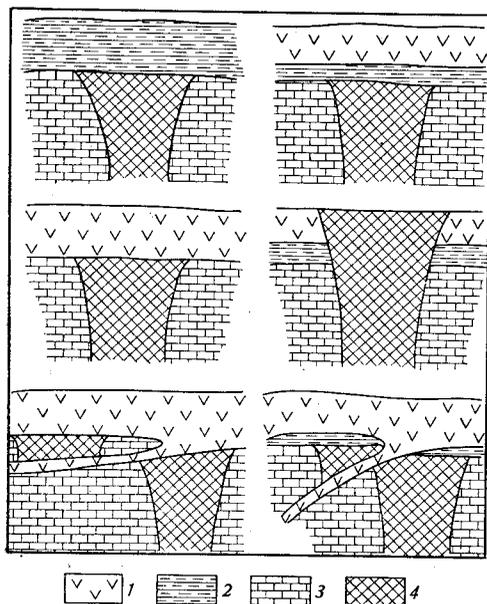


Рис. 56. Взаимоотношения кимберлитовых тел с вмещающими и перекрывающими породами.

1 — траппы пермо-триаса (долериты, микродолериты, габбро-долериты); 2 — терригенные породы карбона — перми (песчаники, алевролиты, аргиллиты); 3 — карбонатные породы кембрия, ордовика, силура (известняки, доломиты, мергели); 4 — кимберлитовые породы

верхних частях разрезов палеозойских карбонатных пород установлены силлы долеритов мощностью до 95—100 м. Строение кимберлитовых полей в таких районах осложнено разрывными нарушениями, амплитуды вертикального перемещения карбонатных пород силура и ордовика достигают 100 м, при этом амплитуды перемещений зависят от мощности внедрившихся силлов. Наряду с вертикальными перемещениями практически горизонтально залегающих пород палеозоя зафиксированы горизонтальные перемещения блоков осадочных пород, находящихся обычно между силлами траппов. Например, юго-западная часть одной трубки срезана силлом долеритов мощностью до 9 м и перемещена в западном направлении на 250 м. Площадь срезанной части трубки составляет около 10 500 м². Площадь силла составляет около 3 км². В другом случае силлом долеритов мощностью 30—35 м отторгнут от кимберлитовой трубки блок кимберлитовых пород и перемещен в субгоризонтальном направлении на расстояние 50 м. Особую сложность представляют поиски нижних, неперемещенных частей кимберлитовых трубок.

Вещественный состав кимберлитов

Кимберлитовые породы, выполняющие трубки взрыва, дайки и жилы, делятся по текстурным и генетическим признакам на две группы: 1) кимберлиты; 2) эруптивные брекчии кимберлитов. В зависимости от содержания первичной слюды каждая из выделенных групп делится на типы: базальтоидный и слюдяной. К первому относятся породы, бедные слюдой (не более 1—2%), ко второму — такие, в которых содержание слюды не бывает ниже 5%.

Собственно кимберлиты представляют собой плотные породы от темно-серого до черного цвета с зеленоватым оттенком. Более измененные разновидности имеют светло-серую или буровато-серую окраску. Текстуры пород массивные, типичные для интрузивных образований. Наиболее характерной чертой кимберлитов является порфировая структура (от микро- до крупнопорфировой). Спорадически в кимберлитах отме-

чаются обломки вмещающих карбонатных пород в количестве не более 5—10%. Кимберлиты слагают преимущественно дайки, жилы и редко обособленные участки в диатремах.

Эруптивные брекчии кимберлитов состоят из большого числа гетерогенных обломков пород и минералов, цементом которых является собственно кимберлит. Размер и количество обломков изменяются в широких пределах и порода имеет брекчиевую текстуру. Эруптивные брекчии выполняют обычно трубки взрыва, реже ими сложены дайки. По преобладающей величине обломков кимберлитовые брекчии подразделяются на мелко-, средне- и крупнообломочные разновидности.

Все известные месторождения алмазов связаны исключительно с эруптивными кимберлитовыми брекчиями и обычно степень алмазности не зависит от морфологии слагаемого ими тела. Алмазность собственно кимберлитов установлена лишь в редких случаях в виде единичных кристаллов.

Порфиновые вкрапленники кимберлитов представлены в основном оливином двух генераций. Содержание его варьирует в широких пределах — от 10 до 60%.

В слюдяных разновидностях наряду с оливином в порфиновых вкрапленниках присутствует флогопит. Содержание его достигает 10—15%. Представлен он овальными пластинками. По флогопиту развит хлорит, иногда серпентин, по плоскостям спайности — карбонат.

Вкрапленники оливина и флогопита погружены в микро-мелкозернистый серпентин-карбонатный агрегат, который содержит в переменных количествах (вплоть до исчезающих) чешуйки флогопита, монтichelлита, магнетита, перовскита, апатита, периклаза, микроклина, лейсты карбоната и редко микролиты моллита. Иногда основная масса состоит преимущественно из монтichelлита и имеет мелкозернистое полнокристаллическое строение. В искусственных шлихах в качестве аксессуаров отмечаются зерна пиропы, хромшпинелидов, хромдиоксида, энстатита, циркона и значительно чаще — пикроильменита.

Эруптивные кимберлитовые брекчии представляют собой сложные образования, состоящие на 20—50 и 70—90% из обломков различных пород и минералов и цементирующего их кимберлита. Окраска пород разнообразная, обычно светлых серых тонов с голубоватым и зеленоватым оттенками, реже темно-серых до грязно-зеленых, а вблизи контактов с вмещающими породами бурых тонов.

Структура пород типично кластическая и в зависимости от количественного соотношения обломочного материала варьирует от крупнокристаллической до литокристаллической.

Цементирующий обломочную часть кимберлит аналогичен вышеописанному, но в то же время имеет ряд особенностей. В первую очередь это касается оливина первой генерации, который в кимберлит-цементе представлен в основном в виде остроугольных и угловатых обломков. В значительно меньшем количестве обнаруживаются зерна оливина, при этом содержание серпентин-карбонатной массы увеличивается. Чаще отмечаются зерна граната-пиропы, моноклинные и ромбические пироксены.

Все обломки пород из эруптивных кимберлитовых брекчий делятся на две основные группы: родственные кимберлитам образования и чуждые. К числу родственных обломков относятся включения типа «кимберлит в кимберлите» (автолиты) и ультраосновные породы. Автолиты представляют собой овальные до круглых включения кимберлитов ранней генерации. По составу они соответствуют интрузивным кимберлитам, но обычно более обогащены рудным минералом, а в некоторых

случаях — слюдой. Довольно часто автолиты содержат обломки карбонатных пород в виде ядра.

Включения ультраосновных бесполовошпатовых пород представлены, в основном, перидотитами, реже — оливинитами и пироксенитами. В большинстве случаев они превращены в змеевики и редко фиксируются слабо измененные разности. Характерной особенностью пород этой группы является почти постоянное присутствие пироба. Большинство включений свойственна округлая форма. Размер их варьирует от микроскопических обломков до 10—15 см в поперечнике.

Ксенолиты метаморфических пород являются широко распространенными в эруптивных кимберлитовых брекчиях. К ним относятся различные по составу кристаллические сланцы, гнейсы и группа эклогитов и эклогитоподобных пород.

Доминирующее положение среди ксенолитов в кимберлитах занимают обломки карбонатных пород. Форма обломков преимущественно угловатая. Размер их меняется от небольших частиц до крупных глыб типа «плавающих рифов».

Контактовое воздействие кимберлитов на различные по составу включения выражено незначительно и проявляется в образовании метасоматических серпентин-карбонатных каемок.

Минеральный состав кимберлитовых пород независимо от выделяемых текстурных групп в качественном отношении более или менее постоянен. Количественные соотношения минералов в разных группах и разновидностях кимберлитовых пород как отдельных тел, так и в различных районах варьируют в широких пределах.

Главными породобразующими минералами кимберлитов являются оливин и флогопит (последний для слюдяного типа), а характерными акцессориями — пикроильменит, пироб и хромшпинелиды. Такие минералы, как хромдиоксид, энстатит, циркон и перовскит встречаются в виде единичных, рассеянных в породе зерен.

Оливин большей частью превращен в серпентин или магнетит-карбонат-серпентиновые агрегаты. Размер зерен оливина первой генерации изменяется в основном в пределах 1—6 мм. Отдельные зерна достигают 5—7 см. Величина зерен оливина второй генерации изменяется от 0,15 до 1,4 мм, в среднем около 0,3—0,6 мм. Содержание железа в оливинах определяются в 9,5—14%.

Флогопит, как и оливин, образует две генерации. В наиболее богатых слюдой кимберлитах севера провинции отдельные монокристаллы слюды достигают нескольких сантиметров в поперечнике. Чаше размер листочков слюды изменяется от 0,1—0,5 до 0,5—1,2 мм.

Пикроильменит встречен практически во всех кимберлитовых телах от единичных знаков до 4%. Форма зерен обычно округло-овальная или уплощенно-вытянутая со сглаженными очертаниями, но нередко встречаются и угловатые обломки. В большинстве случаев их размер ограничивается первыми миллиметрами, редко достигая 5—10 см. На поверхности зерен часто наблюдается кайма из мелкозернистого перовскита. В процессе вторичных изменений по пикроильмениту развиваются магнетит, титанит, анатаз, лейкоксен, рутил, гидроокислы железа.

Пироб в эруптивных кимберлитовых брекчиях встречается в виде округлых, реже изометричных зерен, а также неправильных обломков. Преобладающий размер зерен 0,5—3,5 мм, редко 2—3 см. Выделяется пять цветных разновидностей пироба — розовые, оранжевые, красные, лиловые и фиолетовые. Иногда встречаются зеленые гранаты, обогащенные хромом.

Хромшпинелиды встречаются практически во всех кимберлитовых телах. По химическому составу они отвечают хромпикотиту и алюмохромиту.

Монтichelлит установлен в основной массе кимберлитовых жил и даек северной части провинции. Размер зерен составляет 0,02—0,05, редко до 0,15 мм. Форма зерен изометричная или близкая к ней. Он содержит большое количество ультрамикроскопических включений магнетита, перовскита и пероклаза. Содержание ферримонтichelлитового компонента определено в 26—27%.

Таблица 18

Химические составы кимберлитовых пород Якутии

Компоненты	Число анализов							
	56	69	45	54	51	19	210	339
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	32,20	32,07	34,78	30,28	28,78	27,10	29,57	27,81
TiO ₂	0,97	1,29	1,07	1,63	3,32	3,80	1,81	1,63
Al ₂ O ₃	3,23	2,50	2,52	2,43	4,20	4,60	3,48	3,40
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	0,09	0,10	0,13	0,13
Fe ₂ O ₃	6,07	6,43	6,11	6,40	7,84	6,90	5,04	5,40
FeO	2,08	2,23	2,28	2,29	5,09	5,10	2,63	2,82
MnO	0,10	0,10	0,10	0,09	0,19	0,21	0,11	0,12
NiO	—	—	—	—	0,05	0,05	0,14	0,14
CoO	—	—	—	—	0,01	—	0,001	—
MgO	21,92	25,23	26,71	26,81	21,82	23,60	26,26	25,53
CaO	10,93	8,85	7,12	9,37	12,94	12,50	11,93	12,21
Na ₂ O	0,11	0,12	0,09	0,09	0,22	0,26	0,25	0,33
K ₂ O	0,63	0,39	0,47	0,36	1,07	1,10	0,54	0,66
P ₂ O ₅	0,25	0,22	0,20	0,32	0,59	0,84	0,45	0,50
SO ₃	0,52	0,12	0,03	0,32	0,16	0,25	0,06	—
CO ₂	10,73	9,10	6,19	8,43	6,58	—	—	—
H ₂ O	10,03	11,18	11,53	10,65	6,93	13,50	18,06	19,4
F	—	—	—	—	0,18	—	0,17	—
S	0,75	0,24	0,12	0,86	0,07	—	—	—
Σ	99,80	99,83	99,21	99,47	100,14	99,93	100,15	100

Анализы: 1, 2, 3, 4 — эруптивная брекчия; 5 — интрузивные кимберлиты; 6 — жильные кимберлиты; 7 — кимберлит-цемент эруптивных брекчий; 8 — средний химический состав кимберлитовых пород Якутии.

Серпентин и серпофит слагают существенную часть основной массы кимберлитов, развиваются по оливину и образуют желваки и жеоды. Среди серпентина установлен хризотил и антигорит.

Кальцит является одним из важнейших минералов кимберлитовых пород. Он выполняет ранние прожилки в кимберлитах. Хлорит обычно развивается по флогопиту и нередко отмечается в основной массе кимберлитов.

Магнетит распространен в кимберлитах повсеместно. Основная часть его находится в виде мелких рассеянных зерен в карбонат-серпентиновом агрегате. Он образует прожилки, гнезда в ассоциации с серпофитом.

Химический состав кимберлитовых пород приведен в табл. 18.

Из анализа таблицы следует, что кимберлитовые породы обладают повышенными содержаниями двуокиси титана, глинозема и щелочей и низкими — кремнезема и магнезии. Этим они существенно отличаются от других ультраосновных пород. По преобладанию калия над натрием они не находят аналогов среди пород щелочно-ультраосновных комплексов. Кроме того, наблюдаемая известь в анализах полностью входит

в состав карбоната. Таким образом, можно считать, что приведенные особенности химических составов присущи только кимберлитовым породам.

Возраст кимберлитов

Время образования кимберлитовых тел определялось геологически и радиометрическими методами. Определения возраста кимберлитов, основанные на геологических наблюдениях, в большинстве случаев весьма неопределенные. Часто верхний предел образования кимберлитовых тел с помощью геологических методов вообще не может быть определен из-за того, что перекрывающие осадочные (или вулканогенные) образования полностью денудированы, а ксенолиты этих пород в кимберлитах плохо поддаются диагностике и, за редкими исключениями, почти не содержат достаточных количеств флоры или фауны.

Относительно уверенно и в сравнительно узком интервале времени определяется по геологическим данным возраст (как девон — ранний карбон) кимберлитов, которые прорывают ордовик-силурийские карбонатные породы и перекрыты верхнекаменноугольно-терригенными отложениями. Наиболее неопределенно по геологическим наблюдениям возрастное положение многих кимберлитовых тел, залегающих среди архейских образований.

Результаты определения возраста кимберлитов калий-аргоновым методом по вкрапленным флогопита существенно противоречат геологическим данным. В наибольшем соответствии с комплексом геологических данных находятся цифры определения абсолютного возраста кимберлитов по цирконам методом треков. Согласно результатам определения возраста по методу треков все кимберлиты провинции объединяются в две возрастные группы: 401—469 млн. лет на юге провинции и 151—220 млн. лет на севере.

Приведенные возрастные группы кимберлитов в пределах провинции соответствуют по времени среднепалеозойскому и мезозойскому тектоно-магматическим циклам развития Сибирской платформы.

Структурный контроль размещения кимберлитов

Кимберлитовые поля размещены на территории северо-восточной части Сибирской платформы в определенном порядке: среднепалеозойские поля образуют широкую и протяженную трассу, ориентированную в северо-восточном направлении; расположение мезозойских полей на севере провинции напоминает в плане латинскую букву V, обращенную острием на юг.

Размещение районов кимберлитового магматизма среднепалеозойского возраста, по мнению Л. А. Зимины, может найти объяснение в том случае, если интерпретировать структуру основания Вилюйской синеклизы как часть континентального рифта. Видимое размещение кимберлитовых полей может определяться их положением на участках пересечения Тунгусско-Оленекской зоны разломов с поперечными среднепалеозойскому рифту древними зонами разломов северо-западного простирания, активизированными при сводообразовании.

Кимберлитовые поля мезозойского возраста в своем размещении, вероятно, контролируются положением контуров древней средне-позднепротерозойской впадины.

Положение мезозойских кимберлитовых полей в пределах северо-западной и северо-восточной ветвей глубинных разломов определяется,

возможно, участками пересечения последних широтными зонами разломов, ориентированных перпендикулярно к Уджинскому авлакогену.

В настоящее время не устанавливается приуроченности кимберлитовых полей к определенным структурам осадочного чехла. Кимберлитовые поля мезозойского возраста приурочены к флексуобразным перегибам пластов или тяготеют к моноклиналям. Среднепалеозойские кимберлитовые поля также не обнаруживают закономерных взаимосвязей с какими-либо однотипными структурами осадочного чехла.

Большинство исследователей признают связь кимберлитовых полей с зонами глубинных разломов и, вообще, разрывными нарушениями. Известные кимберлитовые тела пространственно расположены в пределах зон разломов. Выполненные сейсмопрофили через кимберлитовые трубки показали во всех случаях наличие разрывного нарушения, иногда со смещением опорного отражающего горизонта на границе кембрия и венда на 50—200 м. На Сибирской платформе наиболее отчетлива приуроченность кимберлитовых трубок к зонам глубинных разломов субмеридионального простирания. Местоположение зон глубинных разломов определяется по геофизическим полям.

Кимберлитовые поля ряда районов располагаются в пределах сравнительно узких (10—40 км), но протяженных блоков земной коры, ограниченных субпараллельными глубинными разломами северо-западного простирания (335—345°).

В пределах указанных блоков развиты системы разломов II и III порядков. Разломы II порядка образуют сближенные субпараллельные серии, секущие блоки в диагональном направлении, создавая с указанными выше разломами северо-западного простирания (разломы I порядка) угол встречи от 30 до 40°.

Разломы II порядка на основании геофизических данных и приуроченности к ним интрузивных и эффузивных образований ультраосновного и основного состава классифицируются наряду с разломами I порядка как глубинные. Глубинные разломы I порядка или блоки, которые они ограничивают, имеют определенное значение в размещении кимберлитовых полей. Зоны разломов II порядка, вероятно, являлись каналами проникновения магмы во все периоды траппового магматизма на Сибирской платформе, на что указывает широкое распространение в их пределах даек, штоков долеритов и их эффузивных аналогов. Часто отдельные разломы полностью или частично «залечены» дайками пород трапповой формации, не выходящими на дневную поверхность.

Кимберлитовые тела локализуются в разломах III порядка, при этом они могут быть удалены от осевой линии разломов II порядка. Вероятно, длинные оси кимберлитовых тел располагаются согласно с простираниями разрывных нарушений III порядка, подчеркивая их рудовмещающий характер. Все кимберлитовые трубки Якутии сужаются с глубиной, при этом они склоняются в сторону разломов II порядка и, вероятно, в месте сочленения с последними принимают дайкообразную форму. По всей вероятности, разрывные нарушения III порядка являются оперяющими по отношению к разломам II порядка и имеют неглубокое заложение и небольшую протяженность. Можно предположить, что разломы II порядка являются кимберлитоконтролирующими, а оперяющие разрывные нарушения, развитые в верхней части земной коры, — кимберлитовмещающими. Предполагается, что подмеченная эмпирическая закономерность в размещении кимберлитовых тел по отношению к разрывным структурам разных порядков может подтвердиться для среднепалеозойских кимберлитов в центральной части провинции, отличающейся общностью тектонического строения.

РОССЫПНАЯ АЛМАЗОНОСНОСТЬ

В Якутии алмазы и минералы-спутники алмазов установлены в отложениях верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Имеются также находки пиропов и пикроильменитов в более древних осадочных толщах: нижнекаменноугольных отложениях, ниже- и среднедевонских отложениях и в верхнепротерозойских отложениях.

Все это указывает на широкий возрастной (от позднего протерозоя до голоцена) диапазон распределения алмазов и их минералов-спутников в осадочных толщах. Отдельные из этих толщ, содержащие россыпи алмазов и сформировавшиеся в специфической тектонической и палеогеографической обстановках, принадлежат алмазоносным формациям.

Главный полезный компонент таких формаций — алмаз обладает исключительно высокой устойчивостью к механическому износу и небольшим удельным весом. Эти физические свойства алмазов предопределяют сходство его россыпей с россыпями титана, что является важным поисковым признаком и служит ведущим критерием при прогнозных построениях. Другой особенностью условий концентрации алмазов в россыпях является то, что в коренных источниках алмазы встречаются преимущественно во фракции +1 мм. Это обуславливает накопление алмазов преимущественно в грубозернистых терригенных осадках. При этом, как и в случае с россыпями титана, исключительно благоприятную роль для увеличения содержаний алмазов в россыпях играет неоднократный переувлажнение продуктивных толщ.

Необходимым условием формирования аллювиальных и прибрежно-морских россыпей является наличие выдержанных по площади промежуточных коллекторов. По мнению Б. И. Прокопчука [1969], даже степень алмазоносности коренного источника не является столь определяющей, как наличие в области питания россыпей площадного промежуточного коллектора алмазов.

Вместе с тем, формирование россыпей алмазов не было непрерывным, а осуществлялось в сравнительно непродолжительные россыпеобразующие эпохи, разделенные значительными «непродуктивными» интервалами. Как правило, такие россыпеобразующие эпохи совпадают с этапами тектонической стабилизации крупных морфоструктур, включающих кимберлитовые поля или примыкающих к ним. Сами россыпи алмазов тяготеют к зоне сочленения положительных и отрицательных морфоструктур [Плотникова М. И., Салтыков О. Г., 1968].

Пространственное и возрастное распределение установленных в Якутии позднепалеозойской, мезозойской, позднемезозойско-раннекайнозойской алмазоносных формаций в целом подчиняется отмеченным закономерностям. В отдельных случаях наблюдаются отклонения от общих закономерностей, обусловленные проявлением местных (локальных) россыпеобразующих эпох.

Позднепалеозойская формация

Проявления формации приурочены к базальным горизонтам верхнепалеозойских отложений, выполняющих древние тектонические впадины. Продуктивные горизонты локализованы в галечниках и глинистых отложениях намюрского яруса («черная» пачка катской свиты), среднего и верхнего отдела каменноугольной системы («зеленая» и «серая» пачки катской свиты) и пермской системы. В отдельных проявлениях продуктивный горизонт зафиксирован в базальных конгломератах верхнепалеозойской толщи. Интерес представляют галечниковые струи, вы-

полняющие ложбины северо-восточного простирания, являющиеся, вероятно, руслами палеорек.

В другом районе проявление формаций приурочено к узкой протяженной ложбине северо-западного простирания, перекрытой средневерхнекаменноугольными и, возможно, нижнепермскими глинистыми отложениями. В составе продуктивного горизонта преобладает глинистый материал перетолженной коры выветривания и кварцевые пески, что позволяет отнести рассматриваемую формацию к классу олигомиктовых.

Позднепалеозойская формация часто представлена остаточной корой выветривания по кимберлитам. Элювиальные россыпи формации образуют своеобразный спектр вблизи некоторых коренных месторождений. Мощности отложений не превышают 7,6 м, а площадные размеры продуктивных отложений определяются контурами выходов на дневную поверхность кимберлитовых тел. Возраст элювиальных россыпей определяется как досреднекаменноугольный. Перспективными на выявление таких россыпей являются базальные галечники верхнепалеозойских отложений, выполняющих локальные депрессии в нижнепалеозойском карбонатном плотике.

Мезозойская формация

Формация представлена элювиальными и пролювиальными россыпями рэт-лейасового возраста. Элювиальные россыпи в виде маломощного плаща облегают выходы на дневную поверхность кимберлитовых тел. В их вертикальном профиле намечается зональность, характерная для кор выветривания сиаллитного профилля. Верхняя, наиболее зрелая зона коры выветривания имеет каолинит-монтмориллонитовый состав, нижние зоны сложены глинистой массой существенно гидрослюдистого состава.

Пролювиальные россыпи приурочены к широким и пологим эрозионно-тектоническим депрессиям, выполненным отложениями иреляхской свиты поздне триасового возраста. Наиболее продуктивными являются базальные гравийно-песчаниковые и галечниковые горизонты, терригенный материал которых сцементирован каолинит-гидрослюдистой массой. Продуктивные горизонты установлены также и выше по разрезу иреляхской свиты.

Проявления формации установлены также в среднелейасовых прибрежно-морских отложениях. Они приурочены к базальным галечникам.

Плинсбахские прибрежно-морские конгломераты выполняют эрозионные понижения в пермском плотике и характеризуются невыдержанной мощностью. Мощности прослоев алмазоносных дельтовых галечников не превышают 1,5 м, по простиранию прослой быстро выклиниваются. Малая роль таких галечников в составе среднелейасовых отложений снижает перспективы мезозойской формации.

Известны и проявления в келловейских пляжевых конгломератах. Келловейские прибрежно-морские отложения плохо изучены. В виде маломощных линз и прослоев они залегают в понижениях мезозойского цоколя и, как правило, удалены друг от друга на значительные расстояния.

Меловые россыпные проявления связаны, в основном, с отложениями, выполняющими древние погребенные долины. Эти отложения принадлежат олигомиктовой формации, в составе которой могут быть выделены россыпи, унаследованные современной гидросетью, россыпи «мертвых» долин и россыпи, погребенные в тектонических впадинах. Некоторые россыпи локализованы также в нижневолжских пляжевых конгломератах.

Поздне меловая—раннекайнозойская формация

Рассматриваемая формация является олигомиктовой и содержит в своем составе материал кор выветривания, существовавших в поздне-меловую — раннепалеогеновую, палеогеновую, неогеновую и плиоцен-раннеплейстоценовую эпохи.

Отложения мел-палеогенового возраста имеют аллювиальное происхождение, значительную мощность и характеризуются весьма неравномерным распределением полезного компонента. Наиболее продуктивный горизонт локализован в базальных галечниках. Алмазоносны также палеогеновые галечники аллювиального и озерного происхождения.

На севере формация представлена плиоцен-нижнеплейстоценовыми элювиальными, делювиальными, золовыми и аллювиальными отложениями. Наиболее продуктивны элювиальные и склоновые отложения, имеющие в своем составе продукты переотложенных кор выветривания.

Известны также верхнеогеновые галечники, приуроченные к поверхностям выравнивания с абсолютными отметками 100—110, 120—140 и 140—200 м. Галечники являются аллювиальными образованиями.

Позднекайнозойская формация

Проявления россыпной алмазоносности данной формации в большинстве случаев сформированы за счет многократного перемиыва более древних россыпей и промежуточных коллекторов. Большая часть россыпей формации образовалась в позднем плейстоцене и голоцене. Формация представлена элювиальными, делювиальными и аллювиальными россыпями.

Элювиальные и делювиальные россыпи имеют вид плащевидных залежей, облекающих водоразделы и склоны речных долин вблизи коренных источников. Аллювиальные россыпи представлены террасовыми, долинными и русловыми типами.

ЦВЕТНЫЕ КАМНИ

Территория Якутской АССР является малоизученной на цветные камни, так как специализированные работы здесь начали проводиться лишь в последние годы.

Известные цветные камни Якутии можно разделить на две группы: ограночные и поделочные. К первым относятся хромдиопсиды Инаглинского месторождения, аметисты месторождения Обман, «диаманты» (мелкие дигипирамидальные кристаллы горного хрусталя), найденные в приустьевой части р. Сугам, Иджекские гранаты, горный хрусталь — как попутный компонент пьезокварцевых месторождений и хризолит — попутный компонент в кимберлитовой трубке. К поделочным камням относятся халцедоны, яшмы и чароит.

ОГРАНОЧНЫЕ ЦВЕТНЫЕ КАМНИ

Инаглинское месторождение хромдиопсида расположено в Центральном-Алданском районе и приурочено к одноименному массиву ультраосновных пород. Геологическое описание массива приведено в томе XII «Геология СССР» (Южная Якутия), а также в разделах «Хром» и «Вермикулит» настоящего тома.

Хромдиопсид является породобразующим минералом в полевошпат-хромдиопсид-слюдяных метасоматитах, возникших на контактах жильных тел щелочных пегматитов с дунитами. Хромдиопсид (инаглит) яв-

ляется редким в природе минералом из группы пироксенов. От обычного диопсида он отличается высокими содержаниями окиси хрома (до 3%).

Так же, как кунцит и хризолит, хромдиопсид относится к классу ограночных камней. Цвет хромдиопсида — от травянисто-зеленого до изумрудно-зеленого.

Метасоматиты с хромдиопсидом образуют радиальные и кольцевые жилы, а также гнезда и штокверкообразные тела. Распределение в кольцевой зоне разрывных нарушений неравномерное, они приурочены большей частью к участкам пересечения радиальных и кольцевых трещин, т. е. к участкам повышенной трещиноватости. Наиболее обогащена метасоматитовыми телами западная часть массива, где разведано несколько зон метасоматитов. Мощности их — от первых до нескольких десятков метров, длина — до нескольких сотен метров, мощности отдельных тел — от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров.

Содержания хромдиопсида в метасоматитах изменяются от первых до 100% — существенно мономинеральных пород. Длина кристаллов минерала колеблется от долей миллиметра до 2—3, реже 7—15 см. Основным дефектом хромдиопсида является его сильная трещиноватость по спайности. Минерал отличается хорошей прозрачностью. По декоративным качествам хромдиопсид весьма разнообразен. Выделяются разновидности с большим числом цветов и оттенков, разделяющиеся на две группы: густоокрашенный хромдиопсид (темный травяно-зеленый, густоокрашенный изумрудно-зеленый, средней интенсивности зеленый, бурый и зеленовато-бурый) и светлоокрашенный (изумрудно-зеленый, желтовато-зеленый, буровато-зеленый). Между этими разновидностями существуют взаимопереходы, что делает минерал весьма интересным для ювелирной промышленности.

Месторождение аметистов Обман расположено в Центральном-Алданском районе. Площадь месторождения сложена архейскими гранитами, раннемеловыми сиенит-порфирами и архейскими биотитовыми и биотит-амфиболовыми гнейсами, залегающими в виде ксенолитов в гранитах и сиенит-порфирах.

Месторождение приурочено к зоне мелкой трещиноватости пород в пределах крупной тектонической зоны почти меридионального простирания.

Аметистоносные зоны локализуются в гранитах и сиенит-порфирах. Они представляют участки гидротермально-измененных пород (окварцевание, серицитизация и др.), содержащие кварцевые прожилки и минерализованные трещины и пустоты с кристаллами кварца, в той или иной степени окрашенных в фиолетовые тона. Продуктивные аметистоносные тела находятся в центральной части месторождения, протягиваются с севера на юг, образуя сложные по морфологии аметистоносные зоны, состоящие из участков с различным содержанием аметиста. К западу и востоку от основной зоны выявлено несколько второстепенных зон.

Основная зона с перерывами прослежена на 165 м. Второстепенные зоны расположены в 4—17 м к западу и востоку от основной зоны, длины их 20—27 м, мощности 2—3 м.

Аметистоносные зоны насыщены кварцевыми прожилками, выполняющими преимущественно пологопадающие трещины северо-западного и северо-восточного простираний. Длина кварцевых прожилков изменяется от 0,1 до 1 м, мощность — от долей сантиметра до 0,1—0,4 м.

Кварц — крупнозернистый массивной, реже шестоватой текстуры. Кристаллы кварца встречаются как во внутрижильных полостях, так и в минерализованных трещинах и кавернах среди вмещающих по-

род. Расположение полостей в кварцевых прожилках асимметричное, они смещены к висячему или лежащему бокам жил либо к выклиниванию прожилков по падению или простираанию. Форма полостей щелевидная, линзовидная, реже изометричная или трубообразная. Поперечники полостей изменяются от 0,1 до 0,3—0,7, реже 0,8 м.

Полости выполнены песчано-глинистым материалом, кварцевой крошкой и кристаллами горного хрусталя, раухтопаза, мориона и аметиста. Стенки полостей, как правило, инкрустированы кристаллами горного хрусталя, а кристаллы раухтопаза, мориона и аметиста занимают осевую часть полости среди гнездового выполнения и лишь в редких случаях сохраняются на стенках полостей.

Кристаллы делятся на две группы, отличающиеся по окраске и внешнему виду. К первой группе относятся бесцветные, прозрачные и полупрозрачные кристаллы. Длина кристаллов — 1—2 см и толщина 4—5 см, реже длина достигает 10—12 см, а толщина 2—2,5 см. Вторая группа образована кристаллами окрашенного кварца: аметистом, раухтопазом и морионом. Кристаллы, окрашенные только в фиолетовый цвет, очень редки. Они коротко- и среднепризматического габитуса; некоторые кристаллы аметиста скипетровидные, длина кристаллов от 0,5 до 8 см.

Окраска кристаллов аметиста обычно зональная. Распределение окраски пятнистое, полосчатое, нередко в виде «стержня» в ядерной части зоны.

Проявление «диамантов» расположено в приустьевой части. р. Су-там. «Диамантами» условно названы дипирамидальные прозрачные кристаллы кварца, которые могут быть использованы в ювелирном деле в естественном виде без обработки. Впервые такие кристаллы на площади проявления обнаружил в 1966 г. В. И. Панков.

Участок проявления находится на вершине горы и имеет площадь 160×60 м². Здесь среди доломитизированных известняков тумулдурской свиты нижнего кембрия и находится элювиальная россыпь «диамантов». Определено два участка их концентрации. «Диаманты» на поверхности встречаются неравномерно — от 1 до 100 кристаллов на 1 м².

Габитус кристаллов дипирамидальный и короткостолбчатый. Размеры их от 1,5 до 45 мм по длинной оси и от 1 до 20 мм по короткой. Кристаллы прозрачны, цвет их водяно-прозрачный и дымчатый различной интенсивности. Кристаллы «диамантов» с размерами от 2 до 20 мм по длинной оси обладают хорошими ювелирными качествами и с успехом могут быть использованы в качестве подвесок, запонок, бус, брошей, вставок в кольца и т. д.

Коренным источником «диамантов» в россыпи являются известняки тумулдурской свиты нижнего кембрия, в которых наблюдаются полости выщелачивания, заполненные «диамантами». Поперечники полостей — от нескольких до 50 мм. На участке одновременно с проведением поисково-разведочных работ возможна добыча минерала.

Хризолит (магнезиальный диопсид) в значительных количествах встречен в кимберлитовой трубке, где он является породобразующим минералом.

Хризолит трубки двух генераций. К первой относятся довольно крупные зерна размером от 2 до 10 мм и редко более. Характерны округло-овальные или угловато-округлые зерна. Хризолит образует редкие рассеянные вкрапленники в связующей массе породы. Хризолит второй генерации составляет существенную часть породы и представлен зернами от долей до 2 мм с хорошо выраженным идиоморфизмом. Минерал второй генерации интенсивно серпентинизирован.

Ограночным является только хризолит первой генерации, он прозрачен, светло-зеленый, реже оливковый и зеленовато-бурый. Зеленая окраска хризолита вызвана содержанием в нем закисного железа, а желтая и бурая окраска — окисного железа.

Проявление ювелирных гранатов установлено в аллювиальных отложениях среднего течения р. **Орто-Иджек**. Средняя мощность аллювиальных отложений проявления составляет 5,56 м. Мощность продуктивного пласта изменяется от 0,6 до 2 м. Пласт сложен песчано-галечным материалом с редкими пропластками глины. Плотик россыпи представлен дрсевой биотит-гранатовых гнейсов архейского возраста. Последние содержат альмандин в виде зерен с плохо выраженными гранями и сростков кристаллов небольших размеров (от 1 до 3 мм). Крупные кристаллы встречены только в россыпи. Цвет альмандина в россыпи от светло-малинового до темно-вишневого.

В пределах Алданского щита известно много других проявлений гранатов в метаморфических архейских толщах, в которых гранатосодержащие породы являются характерным компонентом, что позволяет рассчитывать на открытие новых месторождений ювелирных гранатов.

ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

Проявления халцедона в аллювиальных отложениях рек Вилюй и Колыма известны уже с конца прошлого столетия, но изучены они очень слабо. Проба халцедона массой 8 кг в 1966 г. была взята школьниками во время геологических походов с кос р. Колымы. Галька халцедона хорошо окатанная, она изометричная или удлиненно-сплюснутая (при соотношении длины к толщине 3:1). Размер гальки в пробе изменяется от $5 \times 5 \times 3$ до $50 \times 40 \times 40$ мм, чаще составляя $25 \times 15 \times 20$ мм (75% гальки имеют размеры меньше минимально допустимых).

Галька сложена однородным халцедоном бледного желтовато-серого, розовато-серого цвета, в меньшей степени — сердоликом желтовато-оранжевого или бурого цвета с неоднородной окраской. В незначительном количестве наблюдается галька халцедона с концентрически-зональным или плоскопараллельным расположением разноокрашенных слоев; обычно чередуются тонкие (до 1—2 мм) полосы молочно-белого, серого и бурого цвета. Халцедон обладает хорошей степенью прозрачности — галька просвечивает при толщине до 40 мм. Основным дефектом сердоликов является трещиноватость. В гальке удается выделить бездефектные области площадью 1—1,5, реже до 4 см².

Широкое распространение гальки халцедона в аллювии рек Вилюй, Колыма, Седедема, Индигирка и других позволяет рассчитывать при проведении специализированных работ на обнаружение высококачественного сырья.

Кюсюндэнское проявление пестроцветных и сургучно-красных яшм обнаружил А. Н. Верховцев. Оно расположено в среднем течении р. Марха. Здесь широко распространены нижнеюрские галечнико-песчаниковые отложения, перекрывающие миндалекаменные базальты аптаинской свиты среднего девона. Яшмы залегают среди базальтов и образуют линзообразные жилы и прожилки вдоль концентрических трещин отдельности и скопления неправильной формы. Протяженность жил не превышает первых метров, а мощность — 0,4 м. Отдельные штUFFы яшм имеют размеры $40 \times 30 \times 20$ см при средних значениях $20 \times 10 \times 10$ см. Яшмы преимущественно сургучно-красные разных оттенков, реже пестрые. В последних среди сургучно-красной массы проявляются более светлые желтоватые тона. Нередко в жилах отмечаются небольшие каверны с оторочками халцедона и мелких кристаллов кварца.

Единственное в СССР месторождение **чаройта** (новый минерал $K_2Na_2Ca_4Si_6O_{16}OH$) находится в Олекминском районе Якутской АССР (бассейн р. Чара). Впервые в 1968 г. В. П. Рогова описала породу, содержащую этот минерал, как канасит. Позже были обнаружены в аллювиальных отложениях развалы глыб чаройта размерами от нескольких сантиметров до 2,5—3 м. Вмещающие чаройт породы представлены эгириин-полевошпатовыми метасоматитами по верхнепротерозойским кварцевым песчаникам (сеньская свита). В экзоконтакте чаройтсодержащих тел во вмещающих породах обнаружены также тинаксит, а в непосредственной близости от контакта — эгирин. Совместно с чаройтом встречены редчайшие минералы — псевдолейцит, кальсилит, лабунцовит, фенаксит, вадеит, баристый франсвиллит.

Чаройт имеет прекрасные художественно-декоративные качества. При полировке проявляются оригинальные узоры светло-сиреневых и густо-розовых тонов, а плотность и вязкость позволяют использовать чаройт в камнерезной промышленности.

Помимо охарактеризованных минералов, преимущественно в Южной Якутии, в пределах развития архейских и протерозойских, реже кембрийских отложений известны проявления мраморов, мраморизованных известняков и доломитов, нередко в полировках обнаруживающие высокие художественно-декоративные качества. Специальных исследований с целью использования их в качестве поделочных материалов не проводилось.

ПЬЕЗООПТИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

На территории Якутии известен ряд месторождений пьезокварца, месторождения исландского шпата и несколько проявлений кристаллического флюорита. Исландский шпат и флюорит проявлены на площади восточной части Сибирской платформы. Геологическая обстановка и возраст проявлений пьезооптической минерализации характеризуются значительным разнообразием, что показано в табл. 19.

Таблица 19

Характеристика типов пьезосырья Якутии

Вид сырья	Тип месторождения и проявлений	Возраст минерализации
Пьезокварц	Кварцевые жилы в кварцитах верхнеалданской свиты иенгритской серии нижнего архея	Позднеархейский или раннепротерозойский
То же	Кварцевые жилы в терригенно-карбонатных отложениях омахтинской и эннинской свит верхнего протерозоя	Мезозойский
"	Кварцевые жилы в терригенных породах карбона, перми и юры	Мезозойский
Исландский шпат	Кальцитовые минерализованные зоны в траппах	Мезозойский

Продолжение табл. 19

Вид сырья	Тип месторождения и проявлений	Возраст минерализации
Исландский шпат	Кальцитовые жилы в карбонатных породах верхнего протерозоя и кембрия	Мезозойский
Кристаллический флюорит	Минерализованные полости выщелачивания в карбонатных породах верхнего протерозоя	Мезозойский?
То же	Минерализованные зоны дробления в карбонатных породах верхнего протерозоя	Мезозойский

ПЬЕЗОКВАРЦ

Южно-Якутская хрусталеносная провинция

Месторождения и проявления горного хрусталя центральной части Алданского щита образуют Южно-Якутскую хрусталеносную провинцию. Первые сведения о наличии здесь пьезокварца относятся к 1939 г., когда местный житель Авилов в нижнем течении р. Малый Нимыр обнаружил кристалл горного хрусталя.

Все без исключения месторождения пьезокварца Южно-Якутской провинции связаны с кварцитами верхнеалданской свиты иенгрской серии раннеархейского возраста. Месторождения пьезокварца известны в нижней и верхней кварцитовых подсвитах верхнеалданской свиты. Нижняя подсвита представлена преимущественно различными кварцитами, часто мономинеральными, среди которых наблюдаются тонкие прослои и линзы высокоглиноземистых гнейсов, основных кристаллических сланцев и амфиболитов. Характерны кварцито-гнейсы. Мощность подсвиты около 2000 м. Средняя подсвита сложена разнообразными гнейсами и кристаллическими сланцами преимущественно основного состава, редко высокоглиноземистого, наблюдаются прослои кварцитов и кварцито-гнейсов. Мощность подсвиты изменяется от 500 до 1000 м. Верхняя подсвита представляет однородную по составу толщу кварцитов, в прослоях наблюдаются основные кристаллические сланцы, которые занимают не более 10% объема. Мощность подсвиты меняется от 100 до 400 м.

Приведенный разрез верхнеалданской свиты характерен для верхнего течения р. Алдан. Состав свиты в бассейне верхнего течения р. Тимптон меняется. Нижняя подсвита представлена толщей чередующихся кварцитов и основных кристаллических сланцев мощностью до 800 м. Для средней подсвиты характерен тот же состав (несколько меньше прослоев кварцитов), но увеличивается мощность в 2—3 раза (до 2000 м). В верхней подсвите также возрастает роль основных кристаллических сланцев и увеличивается мощность до 1000 м.

Различная роль кварцитов в составе верхнеалданской свиты отразилась на интенсивности и масштабах хрусталеобразования в месторождениях пьезокварца.

Месторождения приурочены к участкам проявления складчатости высоких порядков, осложняющих более крупные пликвативные формы, образованные метаморфическими породами верхнеалданской свиты. Такие участки, как правило, разбиты сетью разноориентированных трещин, в которых и формировались хрусталеносные жилы.

Основными структурами Южно-Якутской хрусталеносной провинции являются Алдано-Килерская, Аянахская, Суон-Тиитская, Алдано-Кольмская, Бугорыктинская, Окурданская и некоторые другие антиклинали. Они вмещают основную массу месторождений и проявлений пьезокварца. Антиклинали являются линейными складками длиной 10—50 км, шириной — первые километры, углы падения крыльев складок изменяются от 20 до 90°, поперечный профиль складок, как правило, асимметричный, характерны ундуляция и виргация складок. Ориентировка складок различная, но в большинстве случаев складки субпараллельны зонам древних (архейских) региональных разломов, таких как Чугинская, Эвотинская, Унгринская, Нимнырская, Малемконо-Гынымская, Окурданская. Эти зоны разломов могут рассматриваться рудоконтролирующими структурами для месторождений пьезокварца.

Магматический контроль размещения хрусталеносных жил не вполне ясен. На площади большинства месторождений магматические породы представлены редкими малыми интрузиями (дайки, пластовые тела, штоки) аляскитовых, пегматоидных гранитов, ортотектитов, а также диабазов. Абсолютный возраст гранитоидов 1700—1800 млн. лет, диабазов — 1600 млн. лет.

Все месторождения пьезокварца Южно-Якутской хрусталеносной провинции представлены гидротермальными хрусталеносными кварцевыми жилами, обычно группирующимися в жильные зоны. Они подразделены на четыре структурно-морфологических типа: 1) жильные зоны большой протяженности (сотни метров), приуроченные к зонам расщепления или системам сколовых трещин; 2) короткие (первые десятки метров) мощные (первые метры) кварцевые жилы, связанные с системами коротких трещин разрыва; 3) кварцевые жилы и жильные зоны сложной морфологии типа штокверков, приуроченные к местам пересечения разноориентированной трещиноватости; 4) жильные оторочки на стенках приоткрытых трещин и столбообразные (трубчатые) кварцевые тела в местах пересечения отдельных жил.

Контакты жил с вмещающими кварцитами как резкие, так и постепенные. Минеральный состав хрусталеносных кварцевых жил довольно простой: непрозрачный молочно-белый жильный кварц и прозрачные кристаллы горного хрусталя. Иногда наблюдаются полевые шпаты, зеленая слюдка и хлорит. Морфология и размеры полостей самые разнообразные. Есть полости объемом в несколько кубических сантиметров, но встречаются попреба-гиганты объемом во многие кубические метры. Хрусталеносные полости обычно располагаются внутри кварцевых жил, иногда на контакте жил с ортотектитами и редко — во вмещающих кварцитах. Полости заполнены глинистым и песчано-глинистым материалом. Кристаллы горного хрусталя растут на стенках полости и обрастают глыбы кварцитов, находящихся внутри полостей. Наиболее характерная форма кристаллов — длиннопризматическая и обелисковидная, встречаются также короткостолбчатые, бочонковидные кристаллы. Размеры кристаллов разные: от 3 до 60 см по L_3 и от 1 до 30 см по L_2 . Цвет кристаллов от бесцветного до дымчатого, изредка (на контактах с гранитами, ортотектитами) наблюдаются окрашенные разности (раухтопаз, зеленовато-золотистый цитрин, морион). Дефектами кристаллов пьезокварца являются газово-жидкие включения, образующие вуали и цепочки, включения пирита и окислов железа в виде буроватых, буровато-розовых хлопьев, трещиноватость, дофинейские и бразильские двойники.

В качестве примера ниже приводится описание одного из месторождений пьезокварца, являющегося типичным месторождением Южно-Якутской хрусталеносной провинции (рис. 57).

Район месторождения слагают метаморфические породы верхнеалданской и нимнырской свит иенгрской серии нижнего архея, смятые в сложные линейные складки северо-западного простирания. Месторождение расположено непосредственно в сводовой части антиклинали. В ядре антиклинали обнажены мономинеральные кварциты верхней

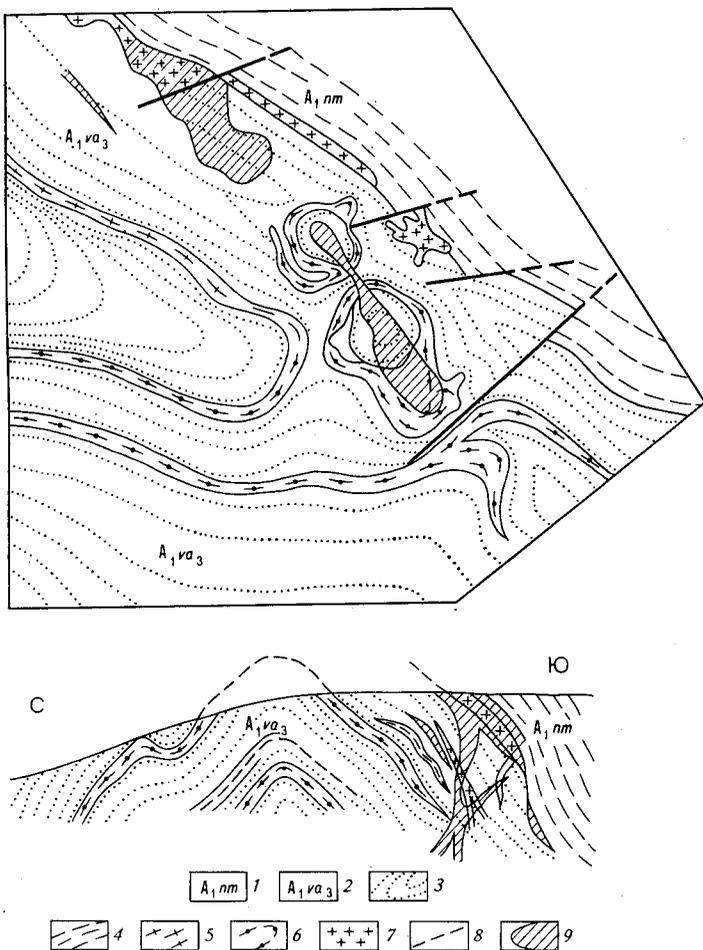


Рис. 57. Схематическая геолого-литологическая карта и разрез месторождения пьезокварца Южно-Якутской хрусталеносной провинции.

1 — образования нимнырской свиты; 2 — образования верхней подсвиты верхнеалданской свиты иенгрской серии; 3 — кварциты; 4 — магнезиально-железистые кристаллические сланцы; 5 — гранито-гнейсы; 6 — высокоглиноземистые кристаллические сланцы и гранито-гнейсы; 7 — граниты; 8 — разрывные нарушения; 9 — жильные зоны

подсвиты верхнеалданской свиты. Прослои других пород (гнейсов, сланцев), а также кварцитов встречаются среди них в виде редких мало-мощных тел. Мощность верхней подсвиты достигает 300 м. Крылья антиклинали сложены биотитовыми, биотит-гранатовыми, силлиманит-кордиеритовыми, биотит-двупироксеновыми гнейсами и кристаллическими сланцами нимнырской свиты. Магматические породы на площади месторождения представлены неправильной формы телами и жилами докембрийских плагиогранитов, аляскитовых и лейкократовых гранитов, ортотектитов, а также дайками диабазов и таббро-диабазов. Мощности даек от 20 до 40 м.

Антиклиналь месторождения ориентирована в северо-западном направлении (300°). Юго-западное крыло антиклинали положе северо-восточного. В пределах складки широко распространены разрывные нарушения. Они выполнены телами гранитов, пегматитов, полевошпатовых жил, а также гидротермально перекристаллизованными кварцитами. Основное рудоконтролирующее значение имеет продольный разлом, прослеживающийся между кварцитами верхней подсвиты верхнеалданской свиты и гнейсами нимырской свиты. С разломом сопряжена серия продольных, поперечных и диагональных разрывных нарушений. К одному из них в кварцитах приурочена продуктивная жильная зона (см. рис. 57). Представлена она сложнопереплетающимися кварцевыми жилами, а также минерализованными зияющими трещинами различного простирания. Общее направление зоны 320°, падение ее почти вертикальное. Северо-западная часть зоны имеет очень сложное строение с многочисленными столбами, приуроченными к крупным зонам дробления. Именно здесь концентрируются продуктивные кварцевые жилы. В местах пересечения жил наблюдаются раздувы, к которым приурочены хрусталеносные полости. Крупные полости имеют многокамерное строение. Форма полостей щелевидная, овальная или неправильная. Объем отдельных полостей изменяется от 0,5 до 50 м³. Находящиеся в полостях кристаллы горного хрусталя бесцветные, водяно-прозрачные. Габитус кристаллов призматический, реже обелисковидный. Дефектами кристаллов являются различные включения (газово-жидкие, минеральные), двойники и трещиноватость.

В юго-восточной части зоны распространены преимущественно минерализованные трещины, единичные кварцевые жилы и прожилки. Хрусталеносные полости встречаются здесь значительно реже и качество пьезокварца в них ниже, чем в северо-западной части зоны.

На флангах месторождения распространены одиночные маломощные кварцевые жилы и быстро выклинивающиеся минерализованные трещины. Хрусталеносных полостей на флангах нет.

Учурский хрусталеносный район

Район расположен в восточной части Алданского щита, выделяемой в Учуро-Майскую плиту. Хрусталеносность района генетически связана с гидротермальной деятельностью развитого здесь мезозойского магматизма.

Проявления горного хрусталя расположены на северном склоне Кет-Капского поднятия, где верхнепротерозойско-кембрийские осадочные породы смяты в пологую субширотную складку и разбиты продольной зоной разлома. Трещины этой зоны выполнены кварцевыми жилами и прожилками. Кварц в жилах молочно-белого, светло-серого и серого цвета, крупнозернистый, мелко- и среднешестоватый. В кварце наблюдаются включения единичных зерен магнетита, пирита, тремолита, актинолита, рутила, калиевого полевого шпата. Околожильные изменения проявлены интенсивно и выражаются в окварцевании вмещающих пород. В местах раздувов кварцевых жил и участках их пересечений находятся хрусталеносные полости. Они имеют щелевидную, линзовидную или овальную форму. Стенки полостей покрыты полупрозрачным друзовым кварцем, центральная их часть выполнена кристаллами горного хрусталя, глиной и льдом. Некоторые полости не содержат горного хрусталя, а забиты глиной и льдом.

Кристаллы горного хрусталя бесцветные, водяно-прозрачные, иногда дымчатые и даже черные. Габитус их призматический и обелисковидный, они хорошо огранены, большинство имеет одну пирамидальную

головку, реже две. Из дефектов характерны трещиноватость, бразильские двойники, газово-жидкие и минеральные включения. В ядре некоторых кристаллов встречаются конусовидные непрозрачные образования, представленные скоплениями тремолита, рутила и газово-жидких включений.

Хрусталеносный район Верхоянского хребта

В структурном отношении район приурочен к западному крылу и осевой части Орулганского антиклинория, сложенного в основном песчано-алевролитовыми породами верхнего палеозоя и мезозоя. Обнаруженные кварцевые тела представляют отдельные жилы, жильные зоны, сложные ветвящиеся жилы и штокверки. Ни одна из кварцевых жил или жильных зон не содержит большого количества моноблоков пьезокварца, большинство участков поэтому оценены как хрусталепроявления и лишь некоторые из них отнесены к мелким месторождениям.

Хрусталеносные кварцевые жилы района приурочены к ядрам сложнопостроенных антиклиналей, а также к зонам дробления и трещиноватости северо-восточного и субширотного простираний. Хрусталеносные жилы размещаются в алевролитопесчаниковых пачках с преобладанием песчаников, залегая непосредственно в прослоях песчаников.

Хрусталеносные кварцевые жилы относятся к телетермальному генетическому типу. Выделяется пять структурно-морфологических типов жил: согласные, диагонально-секущие, поперечно-секущие, сложной формы и штокверки и штокверкообразные зоны. Наибольшее распространение имеют жилы первого и четвертого типов. Согласные кварцевые жилы имеют выдержанное, близкое к меридиональному простирание и падение под углами от 0 до 85°. Простирание диагонально секущих кварцевых жил близко к меридиональному, падение их под углами от 30 до 75°. Поперечные жилы имеют субширотное простирание, падение их под углами от 60 до 80°.

Согласные кварцевые жилы характеризуются линзовидной или плитообразной формой. Длина их по простиранию от 1—2 м до нескольких сотен метров, а по падению от первых до десятков метров. Мощности жил изменяются от нескольких сантиметров до 6 м. Согласные жилы в большинстве случаев мономинеральные, иногда в них наблюдаются незначительные включения карбонатов, хлорита и гидроокислов железа. Сложны они мелкозернистым молочно-белым кварцем с участками крупнозернистой и шестоватой структуры. Текстура жильного кварца массивная.

Диагонально-секущие жилы играют подчиненную роль. Они представлены небольшими телами линзовидной, плитообразной, ветвящейся и штокверкообразной формы. Жилы сложены мелко- и крупнозернистым, иногда шестоватым жильным кварцем. Маломощные жилы обычно имеют мелкозернистую структуру, а мощные жилы или раздувы жил сложены крупнозернистым или шестоватым кварцем с многочисленными зернышками размерами 5—12 см. Жилы этого типа обычно мономинеральные, редко в них наблюдаются гнездообразные выделения карбонатов и вкрапления пирита и халькопирита.

Поперечно-секущие кварцевые жилы распространены мало. Это хорошо выдержанные плитообразные тела небольшой мощности и мономинерального состава. Они целиком заключены в пластах песчаников.

Кварцевые жилы сложной формы являются основным типом хрусталеносных жил. Это, как правило, протяженные тела большой мощности. Жилы сложные, с раздувами в центральной части и сопровождаются апофизами. Сложены жилы молочно-белым кварцем от мелкозерни-

стого до шестоватого и друзовидного. Вдоль контактов жил наблюдаются зоны интенсивно передробленных вмещающих пород с зеркалами скольжения.

Штокверки и штокверкообразные жилы встречаются редко, но являются самым перспективным типом хрусталеносных кварцевых образований. Они приурочены к зонам дробления и представлены переплетениями различных по мощности и простиранию кварцевых жил.

Околожилные изменения вмещающих пород выражены окварцеванием. Ширина окварцованных зон от 0,1 до 5 м и зависит от характера трещиноватости вмещающих пород. Около хрусталеносных кварцевых жил и, главным образом, около полостей с горным хрусталем наблюдается выщелачивание пород. Мощность зон выщелачивания составляет 2—4 м.

Вблизи полостей с горным хрусталем жильный кварц имеет гигантозернистую структуру. Формы и размеры полостей различны. Полости выполнены кристаллами горного хрусталя и их обломками, кварцевой щебенкой и сыпучкой, песчано-глинистым материалом со скоплениями гидроокислов железа. Кристаллы кварца имеют длиннопризматический облик и характеризуются развитием гемиедрических граней.

Еще одно хрусталеносное поле расположено в пределах сочленения Бараинского антиклинория и Сетте-Дабанского горст-антиклинория с Яно-Индибирским синклиномом. В районе распространены нижне- и верхнепермские терригенные отложения. Пермские породы залегают довольно полого, их углы падения не превышают 10—25°. Выделяются три главных направления разрывных нарушений, контролирующих размещение кварцевых жил: северо-западное, субширотное и северо-восточное. Наиболее перспективными являются жилы северо-восточного простирания. Кварцевые жилы локализируются в нижне- и верхнепермских отложениях, представленных преимущественно алевролитами с мало-мощными пластами и линзами песчаников. Различаются в пермских отложениях четыре морфологических типа кварцевых жил: простые плитовидные; сложные жильные зоны; ветвящиеся неправильные тела и штокверки. Первые три типа тел развиты в алевролитах, четвертый — в песчаниках. Первый тип охватывает более 80% кварцевых жил.

По составу преобладают мономинеральные кварцевые жилы. В жилах иногда содержатся карбонаты, вкрапленность сульфидов, серицита и хлорита. Полости и гнезда с кристаллами кварца наблюдаются во всех типах жил. Они распространены неравномерно и имеют овальную или щелевидную форму. Среди них выделяются остаточные полости, а также полости и гнезда выщелачивания. Кристаллы кварца представлены бесцветным горным хрусталем или дымчатым кварцем с различной интенсивности окраской, изредка отмечается морион. Бездефектные области в таких кристаллах располагаются в головке или средней части кристаллов. Габитус кристаллов длинно-, средне-, реже короткопризматический, иногда развиты игольчатые и обелисковидные разновидности. Из дефектов в кристаллах отмечаются трещины, газожидкие и твердые включения, реже — двойники, еще реже — свили.

Хрусталеносный район хребта Илья-Тас

В структурном отношении хрусталеносный район приурочен к одноименной мегантиклинали, осложняющей Момо-Зырянскую впадину. В геологическом строении района принимают участие верхнеюрские терригенные (аргиллиты, алевролиты, аркозовые песчаники) отложения бастахской свиты. Изверженные породы представлены поздне меловыми дайками кислого, среднего и основного состава.

Илинь-Тасская мегантиклиналь ограничена на северо-востоке и на юго-западе глубинными разломами. Распространены флексуры и складки более высоких порядков. Среди разрывных нарушений отмечаются взбросы, сбросы и зоны дробления.

Хрусталепроявления района представлены кварцевыми жилами, залегающими в песчаниках нижней и средней толщ верхней подсвиты бастахской свиты, общая мощность которых 1900—2200 м. Основным минералом жил является кварц с включениями зерен кальцита, хлорита, флюорита, эпидота, брукита, рутила, циркона и с убогой вкрапленностью сульфидов и гидроокислов железа.

Кварцевые жилы выполняют трещины отрыва, межпластового отслоения и зоны дробления, поэтому их можно отнести к трем морфологическим типам: секущим, согласным жилам и штокверкообразным телам. Секущие кварцевые жилы приурочены к замкам и крыльям складок третьего и более высоких порядков. Согласные тела имеют линзовидную форму. Штокверки имеют незначительное распространение.

Гидротермальные изменения вмещающих пород выражены слабо, лишь в редких случаях на контактах с кварцевыми жилами в песчаниках отмечается вкрапленность пирита. Сложены жилы молочно-белым массивным, зернистым и шестоватым жильным кварцем. Большинство жил имеет зональное строение: зальбанды сложены массивным кварцем, а центральные части — зернистым и шестоватым.

Полости с горным хрусталем наблюдаются во всех морфологических типах, причем наиболее крупные полости характерны для мощных согласных жил. Они внутривильные и реже приурочены к участкам пересечения жил. Полости изометричные и щелевидные, размеры их изменяются от нескольких десятков кубических сантиметров до нескольких кубических метров. Стенки полостей сложены друзовыми сростками кристаллов горного хрусталя, сами полости выполнены кристаллами горного хрусталя и хлорито-кварцевой крошкой. Габитус кристаллов призматический, кристаллы хорошо огранены, прозрачны и бесцветны. Основными дефектами являются газожидкие включения и трещины, поражающие нижние части кристаллов.

ИСЛАНДСКИЙ ШПАТ

Первые сведения об исландском шпате в верхнем течении р. Вилюй относятся к концу XVII и середине XIX веков. В 1853—1855 гг. Р. К. Маак обнаружил исландский шпат на р. Ахтаранда. В 1911 г. житель села Сунтарг П. А. Винокуров прислал в Академию наук образцы исландского шпата, собранные им в верховьях рек Чона и Марха. При Советской власти различными геологическими экспедициями в районе р. Алымджах проводились поисково-оценочные и разведочные работы. В годы Великой Отечественной войны И. А. Кирсанов и А. И. Пушкарев в бассейне р. Чона открыли месторождение исландского шпата, ныне отработанное.

Шпатоносный район низовьев р. Оленек

Район расположен в нижнем течении р. Оленек и охватывает центральную и северную части Оленекского поднятия, почти целиком сложенного карбонатными и терригенными породами верхнего протерозоя и кембрия. Меньшее распространение имеют вулканогенные и интрузивные образования мезозойского возраста, представленные пластовыми интрузиями, дайками оливиновых долеритов и покровами туфов, а также прослоями туффинов.

Кальцитопроявления генетически связаны с трапповым магматизмом. Кальцитовая минерализация приурочена к доломитам и известнякам верхнего протерозоя и кембрия и представлена четырьмя морфологическими типами: гнездово-жилыми в зонах дробления, гнездами в пустотах выщелачивания, согласными жилами в слоистых породах и секущими жилами. В Оленекских проявлениях жилы сложены массивным или гигантокристаллическим кальцитом, местами в жильной массе встречается прозрачный или полупрозрачный кальцит. Полости с кристаллами исландского шпата располагаются в местах пересечения жил и в их лежачем боку.

На Керсюкенском участке шпатоносные полости обычно имеют неправильную ветвистую форму, реже встречаются однокамерные полости, расположенные горизонтально или вертикально. Полости имеют зональное строение: на контакте с вмещающими породами наблюдается оторочка средне-крупнозернистого кальцита шириной 2—6 см, резко сменяющаяся зоной гребенчатого кальцита с кристаллами размером до 6 см; гребенчатый кальцит к центральным частям полостей переходит в крупные кристаллы полупрозрачного кальцита и исландского шпата. Центральные части полостей заполнены льдом, отвалившимися от кровли и боковых стенок кристаллами кальцита и обломками вмещающих пород. Кристаллы исландского шпата все без исключения представлены двойниками типа «ласточкин хвост», габитус их определяется комбинацией граней скаленоэдра и призмы. Они бесцветны и идеально прозрачны, длина их достигает 40 см. Из дефектов отмечается трещиноватость, газожидкие включения и двойники.

Кальцитопроявления гнездового типа встречены в кавернозных известняках туркутской свиты протерозоя. Пустоты размером до 50 см в поперечнике приурочены к зонам тектонической трещиноватости и к местам пересечения трещин. Заполнены они глиной, в которой находятся полупрозрачные и прозрачные ромбоэдрические кристаллы кальцита. Пустоты соединены между собой прожилками и жилами сливного и шестоватого кальцита серого или молочно-белого цвета. Основные дефекты кристаллов — трещиноватость и механические двойники. Иногда прозрачные разности имеют чайно-желтую окраску.

Верхневилуйский шпатоносный район

Район приурочен к восточной окраине Тунгусской синеклизы. Месторождения и проявления исландского шпата ассоциируют с породами трапповой формации.

Одно из месторождений исландского шпата установлено в поле распространения агломератовых и пепловых туфов корвучанской свиты нижнего тираса. Туфогенные отложения прорваны дайками долеритов, с которыми иногда сопряжены пластовые апофизы подобного состава мощностью до 20—40 м.

Долериты и вмещающие их туфы разбиты многочисленными трещинами, местами образующими зоны дробления. Такие зоны дробления представлены брекчиевидной породой, сплошь пропитанной кальцитом и пронизанной сетью кальцито-цеолитовых прожилков. Выделяются участки преимущественно пироксено-кальцитовой, цеолито-кальцитовой и, наконец, кальцитовой минерализации, с которой связаны гнезда исландского шпата.

Форма гнезд приближается к линзовидной, их размеры изменяются от 2 до 10 м в длину и от 1 до 4 м в поперечнике. Распределены гнезда весьма неравномерно. Обычно они заполнены хорошо образованными кристаллами исландского шпата, тесно сросшимися между собой или

разделенными друг от друга глинистым материалом. Кристаллы, иногда крупных размеров, бесцветны, реже имеют слабую желтую неравномерную окраску, как правило, трещиноваты, местами замутнены, широко распространены механические двойники и включения.

Иногда кальцитовая минерализация наблюдается непосредственно в интрузивных долеритах. В центральной части пластообразной апофизы проявлена зона гидротермально-переработанных пироксен-цеолитовых пород каравасообразной формы. Пироксен-цеолитовые породы пронизаны большим количеством кальцит-цеолитовых и цеолит-анальцимовых прожилков.

В пироксен-цеолитовых породах без определенной закономерности располагается ряд пустот различного размера. Стенки пустот покрыты цеолитовой коркой толщиной 1—3 см, а центральные части их выполнены кристаллами исландского шпата, ожелезненной глинистой массой и льдом. Гнезда с исландским шпатом приурочены к верхней части минерализованной зоны, а в нижней части полости заняты только льдом.

Исландский шпат представлен единичными крупными монокристаллами призматического габитуса в сочетании со скаленоэдрическими формами. Кристаллы бесцветны, обладают высокой прозрачностью в ультрафиолетовой части спектра.

ФЛЮОРИТ

Специальных работ на оптический флюорит в Якутии не проводилось. Все известные проявления кристаллов флюорита были обнаружены при геологической съемке и в настоящее время слабо изучены.

Проявление **Чурбукулаах** расположено в нижнем течении р. Кенгеде. Минерализация флюорита приурочена к пласту кавернозных известняков верхней части билляхской свиты верхнего протерозоя. Мощность пласта кавернозных известняков изменяется от 1,1 до 1,9 м. Полости выщелачивания занимают 12—15% породы, средние размеры их от 5,5 до 7 см в поперечнике. Заполнены каверны кальцитом, гипсом, целестином, анкеритом и единичными кристаллами флюорита. Флюорит имеет форму октаэдров с размерами 2—3 мм, единичные кристаллы достигают размеров 10×10×5 мм. Кристаллы бесцветные или фиолетовые, изредка пятнистые из-за неравномерности окраски. Спектральным анализом из примесей в кристаллах флюорита обнаружен только магний (0,16%).

Проявление флюорита расположено в верхнем течении р. Сэклэлээх. Доломиты верхнего протерозоя в районе проявления смяты в антиклинальную складку, осложненную разрывными нарушениями западного и северо-западного простирания. В зоне нарушений породы превращены в брекчию, сцементированную мелкозернистым (размер зерен 3—5 мм) бесцветным, фиолетовым и пятнистоокрашенным флюоритом.

Проявление флюорита расположено на правобережье р. Барая. Здесь в доломитах туркутской свиты верхнего протерозоя наблюдается слой мощностью 20—30 см с пустотами выщелачивания, заполненными мелкими кристаллами бесцветного, светло-желтого и фиолетового флюорита.

Лево-Ленское проявление флюорита приурочено к доломитам хатыспытской свиты верхнего протерозоя. Среди доломитов встречена брекчия с кварц-кальцитовым цементом. Флюорит обнаружен в кальцитовом цементе в виде выделений неправильной формы и зерен с отчетливой спайностью. Размер зерен бесцветного и фиолетового флюорита изменяется от 1 до 3 мм. Флюоритовая минерализация приурочена к зоне разлома, ограничивающего с северо-востока Бэркээжитский грабен.

ГОРНОРУДНОЕ СЫРЬЕ

ФЛОГОПИТ

На территории Якутии в пределах Алданского щита располагается Алданская флогопитоносная провинция. Проявления флогопита установлены также в пределах Анабарского кристаллического массива.

АЛДАНСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

В настоящее время в пределах провинции известно 10 крупных, 14 средних и около 30 мелких месторождений.

На территории Алданской флогопитоносной провинции Якутское территориальное геологическое управление выполнило большой объем работ, в которых принимали участие специалисты различных организаций Министерств геологии СССР и стройматериалов СССР (А. С. Амеландов, Б. Д. Бошков, И. В. Быков, И. Д. Ворона, М. П. Губкин, В. С. Дубовский, И. Ф. Клековский, С. П. Коноплев, А. В. Коровин, Ф. Р. Леонова, В. А. Луконина, А. М. Сафонов, Г. К. Семигузов, Б. А. Сикач, К. В. Татаринов, А. Н. Тычина, И. М. Фрумкин, Л. П. Цветков, Е. С. Швецов, А. Р. Этин и др.) и сотрудники ряда институтов АН СССР (В. А. Галюк, М. А. Лицарев, Л. А. Михайлов, С. П. Мурзаев, Е. В. Павловский, Г. Г. Родионов, И. В. Фролова и др.).

Все месторождения флогопита Алданской провинции приурочены к архейским метаморфическим образованиям центральной части Алданского щита, сложенной супракрустальными толщами иенгурской, тимптонской и джелтулинской серий. При этом, большинство месторождений локализовано в породах тимптонской серии, а точнее, ее нижней федоровской свиты. Среди амфиболовых и пироксеновых кристаллических сланцев свиты установлены 3—4 горизонта мощностью до 50—200 м, в составе которых много пластов и линз доломитовых мраморов, кальцифиоров, диопсидовых пород. Именно эти горизонты заключают в себе промышленные слюдоносные тела (жилы, гнезда) и называются продуктивными горизонтами.

Породы федоровской свиты распространены в бассейне р. Тимптон, где они залегают по периферии изометричного Нижне-Тимптонского антиклинория (купола), сложенного более древними иенгурскими образованиями. Выходы федоровской свиты образуют почти непрерывное кольцо (разорвано лишь на западе) вокруг указанной купольной структуры. Породы свиты на северо-восточном, южном и юго-западном участках структуры смяты в сложную серию изоклинальных, часто запрокинутых в сторону купола складок. Эти участки характеризуются еще двумя особенностями, определяющими размещение флогопитовых месторождений: через северо-восточную и юго-западную периферию Нижне-Тимптонского купола в северо-западном направлении прослеживаются зоны глубинных разломов — Эмельджакского, Иджакского, Нимнырского и Хатыминского; к этим пронизаемым зонам приурочены крупнейшие на Алданском щите поля гранитизации и проявления метасоматических процессов — Якокут-Ыллымахское, Нимнырское и Хатыминское. Лишь сочетание трех факторов — горизонтов карбонатных пород зон глубинных разломов, полей гранитизации и метасоматоза — определяет геологическую позицию месторождений флогопита Алданского щита [Этин А. Р., 1966].

Возраст процесса флогопитообразования, по многочисленным радиологическим определениям, приближается к 2 млрд. лет.

Отмеченные условия локализации месторождений флогопита определили особенности их пространственного размещения и, следовательно, районирования Алданской флогопитоносной провинции (рис. 58). В пределах Эмельджакской, Иджакской, Нимнырской и Хатыминской зон разломов месторождения формируют линейно вытянутые узлы и группы, объединяемые в районы: Эмельджакский (Эмельджакская и Эльконская группы), Каталахско-Неакуинский (Быллымахская, Гонов-

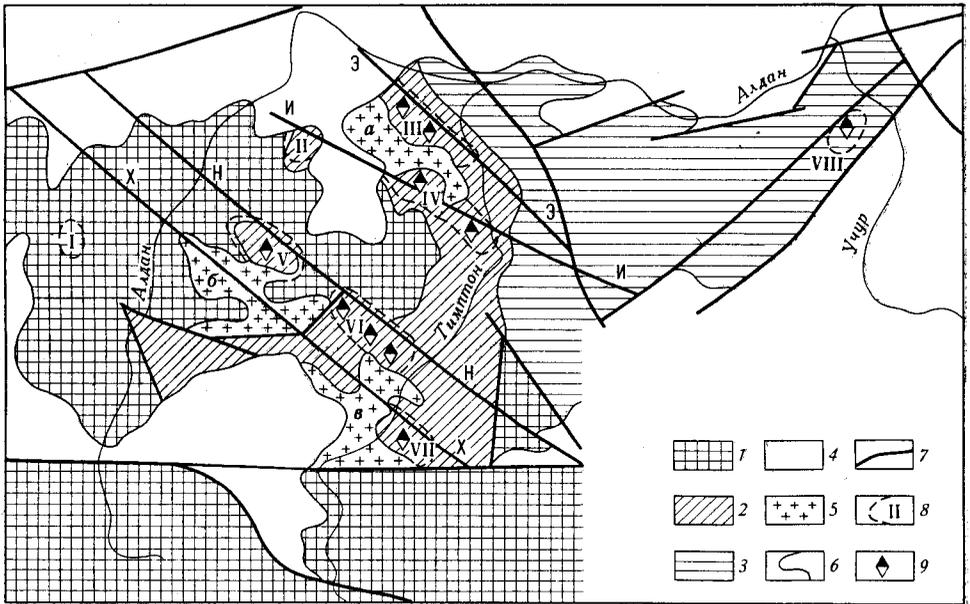


Рис. 58. Схема районирования Алданской флогопитоносной провинции (по И. М. Фрумкину и А. Р. Энтину).

1—3— метаморфические образования архейского кристаллического фундамента Алданского щита: 1— иенгрская, 2— тимтонская, 3— желтулинская серии; 4— осадочные отложения фанерозойского платформенного чехла; 5— основные поля гранитизации: а— Якокут-Быллымахское, б— Нимнырское, в— Хатыминское; 6— геологические границы; 7— основные зоны разломов, в том числе слюдоконтролирующие: Э— Эмельджакская, И— Иджакская, Н— Нимнырская, Х— Хатыминская; 8— флогопитоносные районы и их номера: I— Чугинский, II— Куранахский, III— Эмельджакский, IV— Каталахско-Неакуинский, V— Нимнырский, VI— Тимтонский, VII— Оюмрацкий, VIII— Учурский; 9— месторождения флогопита

ская и Неакуинская группы), Куранахский, Тимтонский (Федоровская и Коротьская группы), Нимнырский (Керажская и Южно-Нимнырская группы), Оюмрацкий. Кроме того, выделяются небольшой Учурский (в породах желтулинской серии) и непромышленный Чугинский (в породах иенгрской серии) флогопитоносные районы.

Метасоматические породы, слагающие флогопитовые месторождения, разделяются на две взаимосвязанные группы: биметасоматические оторочки, развитые в контактах карбонатных и алюмосиликатных пород; собственно метасоматические жилы, штокверки, пластовые и неправильные тела, развитые по трещинам среди гранитов, гнейсов и сланцев на некотором удалении от их контакта с карбонатными породами. Промышленная флогопитоносность связана почти исключительно с метасоматитами второй группы. Пластовые метасоматические тела развиваются по толщам, в которых преобладают гнейсы и сланцы, часто имеют мощность до 20 м, иногда до 40 м и прослеживаются по простиранию на сотни метров. Неправильные тела и штокверки развиваются главным образом по гранитам и их параметры измеряются пер-

выми десятками метров. Как от первых, так и от вторых отходят многочисленные жилы-апофизы мощностью от долей до первых метров и протяженностью до нескольких десятков метров.

В метасоматических жилах хорошо наблюдается зональность. Обычно присутствует до 6 зон: 1) диопсид-ортоклазовая мощностью в первые десятки сантиметров; 2) диопсид-скаполитовая — 20—20 см; 3) диопсид-амфиболовая (или шпинель-диопсид-амфиболовая) — 10—15 см; 4) диопсид-флогопитовая — 3—5 см; 5) диопсидовая и 6) флогопитовая. Последние две зоны обычно слагают осевые части метасоматических жил и их мощности зависят от мощностей жил. Для них характерны крупно- и гигантокристаллические структуры.

Мощные согласные и штокверковые тела сложены в основном мономинеральными диопсидовыми породами с жилами, гнездами, иногда отдельными крупными кристаллами флогопита. Предшествующие биоминеральные зоны наблюдаются в виде оторочек в контакте с окружающими силикатными породами и вокруг реликтовых участков этих пород.

Промышленные кристаллы флогопита локализуются в виде гнезд и жил, реже отдельных кристаллов, среди согласных и неправильных тел и в осевой части метасоматических жил.

Строение месторождений и закономерности их размещения наиболее удовлетворительно объясняются с позиций гипотезы контактово-метасоматического происхождения, что позволяет отнести их к магнезиально-скарновой формации позднеархейского возраста.

Помимо позднеархейских, в провинции обнаружены также флогопитоносные магнезиальные скарны в контактах мезозойских массивов щелочно-сиенитовой формации с карбонатными толщами нижнекембрийского платформенного чехла, однако они не представляют промышленной ценности.

В соответствии с вышеприведенным районированием ниже кратко описываются позднеархейские магнезиально-скарновые месторождения Алданской флогопитоносной провинции.

Эмельджакский район

Месторождения описываемого района приурочены к зоне Эмельджакского разлома северо-западного простирания, расположены вдоль северо-восточной границы Якокут-Ыллымахского поля гранитизации, размещены в области линейной изоклинальной складчатости метаморфических образований и, наконец, локализованы в пределах продуктивных горизонтов федоровской свиты тимптонской серии: леглиерского, средней пачки керибиканского и хатыминского. Флогопитоносный район объединяет месторождения Эмельджакской и Эльконской групп.

Эмельджакское месторождение. Здесь известно несколько слюдоносных зон, локализующихся на нескольких обособленных участках. Наиболее крупные зоны находятся на Верхнем и Центральном участках.

Месторождение локализовано в леглиерском горизонте федоровской свиты. В нижней части горизонта залегает пачка биотит-амфибол-диопсидовых, гиперстен-амфибол-диопсидовых гнейсов и сланцев мощностью 100 м. Выше эта пачка сменяется волластонитсодержащими сланцами, кварцито-гнейсами, кварц-диопсидовыми и диопсидовыми породами; в виде линз и прослоев здесь встречены доломитовые кальцифиры, диопсидовые и биотит-диопсидовые гнейсы и сланцы; мощность этой пачки достигает 20 м. Третьей снизу является пачка диопсидовых гнейсов и сланцев с прослоями и линзами диопсидовых пород; в ней развиты также диопсид-скаполитовые породы с титанитом и биотит-

диопсидовые гнейсы и сланцы; мощность пачки достигает 130 м. Завершается горизонт пачкой амфибол-диопсидовых и биотит-диопсидовых гнейсов мощностью до 50 м. Общая мощность горизонта — 250—300 м. Флогопитоносные магнезиальные скарны и слюдоносные зоны локализируются среди пород второй и третьей пачек продуктивного горизонта. Среди архейских интрузивных образований широко распространены диопсидовые и аляскитовые граниты.

Месторождение структурно приурочено к юго-западному крылу Эмельджакской антиклинали, где преобладают южные и юго-западные падения под углами 20—85°. Основная складчатая структура осложнена интенсивной мелкой складчатостью. Месторождение находится в зоне Эмельджакского регионального разлома. Многочисленные оперяющие разломы нарушения являются рудовмещающими структурами для секущих слюдоносных жил и имеют северо-восточное и север-северо-восточное простирание. На месторождении имеются северо-западные пострудные нарушения, залеченные милонитами, дайками пегматоидных гранитов, протерозойских диабазов и раннемеловых сиенит-порфиоров.

Среди магнезиальных скарнов преобладают околотрещинные, образующие мощные согласные тела с многочисленными жилами-апофизами. Флогопит большей частью локализуется в форме секущих жил, частично располагающихся внутри мощных пластовых тел, частично выходящих за их пределы в виде осевой части метасоматических жил-апофиз. Особенное преобладание жильной формы ослюденения отмечено на участке Верхнем, где выявлено несколько крупных флогопитовых жил, из которых две согласные, а остальные секущие. Секущие жилы имеют северо-восточное простирание с падением на северо-запад под углами 50—70°. Длина жил 10—80 м.

Гнезда и жилообразные тела флогопита, достигающие 2—3 м в поперечнике, развиты на Центральном участке, где установлено шесть слюдоносных зон. Наиболее крупные субпараллельные зоны имеют длину 350 и 452 м. Ослюденение распространяется на глубину до 100—160 м. Остальные зоны залегают на глубине до 20 м от поверхности; длины их 80—226 м. Ослюденение развито до глубины 34—90 м.

Содержание флогопита-сырца по отдельным зонам варьирует от 33,9 до 34,8 кг/м³, а по одной из зон достигает 75,4 кг/м³.

Верхне-Эмельджакское месторождение находится к юго-востоку от Эмельджакского и приурочено к участку пересечения двух региональных разломов — Эмельджакского и Ыллымахского. Вмещающими для слюдоносных зон являются существенно диопсидовые метасоматические породы, залегающие среди метаморфических пород средней пачки керибиканского горизонта федоровской свиты тимптонской серии в периклинальной части Эмельджакской антиклинали.

К востоку от Верхне-Эмельджакского расположено **Таборное месторождение**, локализующееся среди пород хатыминского горизонта. Для месторождения характерны интенсивная продольная мелкая складчатость и широкое развитие гранитов. Магнезиальные скарны, среди которых помимо обычных встречаются магнетит-форстеритовые разновидности, образуют оторочки по контакту гнейсов, сланцев и гранитов с шпинель-форстеритовыми кальцифирами, реже согласные жилы мощностью до 2 м. Промышленный флогопит в магнезиальных скарнах образует гнезда от 10 см до 2 м в поперечнике, реже небольшие гнезда и отдельные кристаллы.

Эльконская группа включает Эльконское месторождение, объединяющее три разобщенных участка (Белибердинский, Северный и Безымянный).

Продуктивным здесь является леглиерский горизонт федоровской свиты тимптонской серии мощностью 220—230 м. В горизонте выделено четыре пачки пород (снизу вверх):

1) пачка биотитовых, биотит-диопсидовых, биотит-амфиболовых сланцев и гнейсов мощностью 50 м;

2) пачка преимущественно амфиболовых биотит- и диопсидсодержащих сланцев с прослоями амфибол-диопсидовых, скаполит-диопсидовых и магнетит-диопсидовых пород мощностью 90 м;

3) пачка диопсидовых пород, кальцифиров и мраморов мощностью 50—90 м (с ней связаны все промышленные зоны месторождения);

4) пачка диопсид-амфиболовых, амфибол-диопсидовых и амфиболовых, реже диопсидовых сланцев мощностью около 40 м.

Эльконское месторождение приурочено к северо-восточному крылу Эмельджакской антиклинали, осложненному мелкой изоклинальной складчатостью разных порядков с размахом крыльев от первых сотен метров до первых метров, и к зоне регионального Эмельджакского разлома.

Слюдоносные метасоматиты образуют секущие и согласные жилы, неправильные тела типа штокверков. Отмечается отчетливая пространственная связь участков интенсивного метасоматоза с зонами милонитизации и катаклаза пород продуктивной пачки.

На Белибердинском участке выявлены две зоны ослюдоения длиной 40 и 12 м при средней мощности 7,6 и 11,7 м и среднем содержании слюды 37,3 и 160,4 кг/м³.

Соответственно на Северном участке разведаны две зоны ослюдоения длиной 115 и 350 м при мощности от 5 до 7,3 м и среднем содержании флогопита от 10—15 до 39,4 кг/м³.

Особенностью Безымянного участка является широкое распространение мраморов и кальцифиров, кварц-калишпатовых метасоматитов и аляскитовых гранитов. Среди магнезиальных скарнов преимущественное распространение имеют апоалюмосиликатные разновидности, характеризующиеся разнообразием минерального состава и структурно-текстурных особенностей.

Жильные тела метасоматитов развиты в основном в северной части участка, простираение их северо-западное. Длина жил от 10 до 50—70 м при мощности 10—15 м. Промышленный флогопит образует жилы и гнезда. Отдельные крупные кристаллы достигают 80 см в поперечнике. Содержание флогопита очень неравномерное — от 10,8 до 42,1 кг/м³. На участке выявлены серии взаимнопараллельных жил мощностью от 1 до 5 м, с интервалами между соседними телами от 1 до 5 м.

Каталахско-Неакуинский район

Месторождения этого района приурочены к зоне Иджакского глубинного разлома северо-западного простираения и расположены вдоль юго-западной периферии Якут-Ыллымахского поля гранитизации. Специфична также локализация слюдоносных зон как в продуктивных горизонтах федоровской свиты тимптонской серии, так и в нимырской свите иенгрской серии архея. Район объединяет ряд месторождений.

Неакуинская группа включает месторождения, приуроченные к восточному крылу Неакуинской антиклинали и расположенные среди пород неакуинского горизонта нимырской свиты иенгрской серии. **Неакуинское месторождение** находится в долине р. Б. Неакуя. Рудные тела размещаются в породах третьей (снизу) пачки неакуинского продуктивного горизонта, представленных диопсидовыми породами и серпентинитами мощностью 10—15 м; биотитовыми, биотит-кордиеритовыми, сил-

лиманитовыми, реже гранат-кордиеритовыми, гиперстеновыми и амфиболовыми гнейсами и кристаллическими сланцами мощностью до 110 м.

Флогопитоносные скарны Неакуинского месторождения характеризуются широким развитием среди них форстерит-флогопитовых пород, в значительной степени серпентинизированных. Флогопит среди скарнов образует гнезда до 0,8 м в поперечнике и согласные жилы длиной до 10 м при мощности до 0,6 м. Форма жил часто четковидная, с пережимами и раздувами. Часты тела неправильной формы с карманами и ответвлениями (штокверки). Средние размеры кристаллов слюды 15×20 см, а наиболее крупные достигают 1 м в поперечнике. Флогопит из центральных частей зон качественно лучше, чем из призальбандовых участков.

Детальнее месторождение состоит из трех участков. Продуктивной является третья (снизу) пачка неакуинского горизонта нимырской свиты, в составе которой широко развиты пластовые тела магнезиальных скарнов. Аляскитовые граниты залегают в основном в виде послонных тел, причем наиболее крупные из них прослежены на 600—800 м при мощности 100—200 м.

Преобладает гнездовое ослюденение, гнезда изометричные или линзовидные до 1,2 м в поперечнике. Встречаются также неправильные тела и жилы, часто четковидные, согласные, реже секущие длиной до 10—15 м. В участках пересечения нескольких жил отмечаются раздувы. Ослюденение фиксируется до глубины 100 м и более. Наиболее крупные кристаллы флогопита отмечены на участке Зайцевском — 0,8—1 м в поперечнике. Флогопит с этого участка отличается наиболее высоким качеством.

Месторождения и проявления **гоновской группы** приурочены к хатыминскому горизонту федоровской свиты тимптонской серии. Продуктивный горизонт в пределах рудного поля имеет выдержанное субмеридиональное простираение, осложненное многочисленными поперечными складками высоких порядков. На площади месторождений и проявлений развиты разрывные, преимущественно субширотные нарушения, нередко залеченные секущими телами магнезиальных скарнов и гранитами.

Слюдоносные метасоматические породы залегают в виде согласных и секущих тел. Наиболее крупные из них (месторождение Плесовое) мощностью от 2—3 до 30 м. Устанавливается приуроченность ряда слюдоносных тел к замкам мелких поперечных складок.

Наиболее распространено гнездовое ослюденение с гнездами размером от нескольких сантиметров до 1 м в поперечнике.

Каталахская группа включает месторождения, приуроченные к средней продуктивной пачке керибиканского горизонта федоровской свиты

Каталахское месторождение состоит из нескольких слюдоносных зон. В составе продуктивной пачки широко развиты различные известково-магнезиальные (диопсид-скаполитовые, диопсид-амфиболовые, диопсид-плагноклазовые, волластонит-диопсидовые и другие) сланцы и карбонатные породы.

Слюдоносные зоны располагаются на крыльях и периклинали Каталахской синклинали, которые осложнены мелкой складчатостью высоких порядков. Слюдоносные зоны месторождения имеют протяженность от 20 до 266 м при мощности от 3,3 до 41 м. Из слюдоносных тел наиболее распространены гнезда линзовидной формы, достигающие 1—3 м в поперечнике. В мелких гнездах качество флогопита обычно снижается. Реже встречаются согласные жилы длиной до 4—5 м при мощности 0,1 м и секущие длиной до 2 м при мощности 0,15—0,4 м.

Месторождение Цветковское расположено к северо-западу от Каталахского.

Состав и строение продуктивной пачки керибиканского горизонта сохраняются такими же, как и на площади Каталахского месторождения. На Цветковском месторождении выявлено несколько слюдоносных зон, из которых лишь по двум подсчитаны запасы. Длина наиболее крупных зон по поверхности достигает 268 м. На глубине устанавливается увеличение размеров некоторых слюдоносных зон (мощность до 47 м). Среди слюдоносных тел преобладают гнезда линзовидной формы размерами до 1 м в поперечнике. Жилы редки, длина их не превышает 2 м при мощности в первые десятки сантиметров.

Эгетинское месторождение расположено в долине р. Тимптон. Структурно месторождение контролируется зоной Сеймского глубинного разлома северо-северо-западного простирания и хатыминским продуктивным горизонтом федоровской свиты тимптонской серии. Продуктивный горизонт на месторождении прослежен на 2,5 км, в нем выявлены и разведаны три слюдоносные зоны. Наиболее крупная из них имеет длину 104 м. Мощность 8,5 м и среднее содержание слюды 92,6 кг/м³.

Куранахский район

Район приурочен к северо-западной периферии Якукут-Ыллымахского поля гранитизации, к зоне Иджакского глубинного разлома северо-западного простирания. Слюдоносные тела локализованы в средней пачке керибиканского продуктивного горизонта федоровской свиты тимптонской серии.

В пределах Куранахского района разведано несколько небольших месторождений, сосредоточенных в пределах Куранахской синклинали, осложненной двумя антиклинальными складками, к которым приурочены нарушения дорудного заложения, являющихся опирающимися по отношению к главному разлому. Эти разрывы залечены пегматоидными гранитами, калишпатовыми метасоматитами, известковыми и магнезиальными скарнами.

По морфологии флогопитоносных метасоматических тел Куранахский район отличается большим разнообразием. На ряде месторождений преобладают метасоматиты (магнезиальные скарны), развитые по контакту доломитовых мраморов и кальцифиров с силикатными породами. На всех месторождениях отмечено в основном гнездовое ослюдование. Гнезда небольшие, редко достигающие 2 м в поперечнике.

Тимптонский район

Геологическая характеристика месторождений района определяется его приуроченностью к зоне Нимнырского глубинного разлома северо-западного простирания, расположением вблизи северной периферии Хатыминского и юго-восточной периферии Нимнырского полей гранитизации и локализацией месторождений в леглиерском и, реже, медведевском продуктивных горизонтах федоровской свиты. Район объединяет месторождения нескольких групп.

Федоровская группа. В районе месторождений группы в составе леглиерского продуктивного горизонта выделяют пять пачек, из которых первая, третья и пятая содержат диопсидовые гнейсы и сланцы и доло-

митсодержащие карбонатные породы и в них локализованы месторождения. Вторая и четвертая пачка состоят преимущественно из амфиболовых и двупироксен-амфиболовых плагиосланцев и плагиогнейсов. Флогопитоносные метасоматиты развиты почти исключительно среди пород продуктивных пачек. Общая мощность продуктивного горизонта 290—420 м.

Основной структурой, к которой приурочены месторождения федоровской группы, является одноименная синклиналь. Синклиналь осложнена мелкой складчатостью, особенно интенсивной в ее замках.

Сопоставление основных параметров слюдоносных зон различных месторождений и их расположение относительно друг друга позволяют наметить две категории месторождений. В первую входят месторождения типа Федоровского и Бурдыхлайского, для которых характерны узкие длинные, согласные вмещающим пачкам слюдоносные зоны, располагающиеся «в затылок» друг другу. Так, на Федоровском месторождении насчитывается более двадцати зон, вытянувшихся по простиранию одна за другой на протяжении 3 км. Для других месторождений характерна еще большая рассредоточенность флогопитоносных зон. Здесь расстояние между слюдоносными зонами достигает 300 м.

Ко второй категории относятся месторождения, для которых типично более сложное взаиморасположение слюдоносных зон (сдвоенные, кулисообразно расположенные слепые зоны, косо- и поперечно-секущие флогопитовые жилы и т. д.). Для месторождений второй группы показательна большая мощность зон при меньшей их длине, большая компактность ослюденения.

Наиболее типичные месторождения первой категории характеризуются глубиной развития ослюденения 8—9 м, а месторождения второй категории — соответственно 60 и 120 м.

Для большинства месторождений федоровской группы характерен гнездовой тип ослюденения. Наиболее крупное линзовидное слюдоносное тело выявлено на Встречном участке: длина его 51 м, мощность 7 м и среднее содержание слюды около 1 т/м³. Крупные секущие слюдоносные жилы развиты и на других месторождениях. Длина их 25—27 м, мощность 1,5—2 м. Наиболее крупные из пластовых жил имеют длину до 14 м при мощности до 1,4 м.

По минеральному составу слюдоносные тела разделяются на собственно флогопитовые, диопсид-флогопитовые, кальцит-диопсид-флогопитовые. Наиболее широко распространены первые два типа, причем первый обычен для мелких гнезд и жил, а второй — для более крупных слюдоносных тел.

Любкакайская группа объединяет несколько мелких месторождений, приуроченных к леглиерскому продуктивному горизонту федоровской свиты.

Таежнинская группа состоит из непромышленных месторождений, приуроченных к медведевскому продуктивному горизонту федоровской свиты. Для месторождений характерно низкое качество кристаллов и высокая железистость флогопита.

Коротьская группа включает месторождение и ряд близлежащих слюдопроявлений, локализованных в медведевском горизонте федоровской свиты тимптонской серии. В пластовых телах диопсидовых пород длиной до 1,5 км вскрыты слюдоносные зоны протяженностью от 65 м до 118 м при мощности 2,8—5,6 м. Содержание слюды достигает 68,1 кг/м³. Две наиболее крупные зоны залегают в одной линзе магнезиальных скарнов, протягиваясь почти параллельно друг другу.

Нимнырский район

Месторождения флогопита этого района приурочены к зоне Нимнырского глубинного разлома северо-западного простирания, расположенного вдоль северо-восточной периферии Нимнырского поля гранитизации, и локализованы в медведевском продуктивном горизонте федоровской свиты.

Керакская группа включает Керакское, Верхне-Керакское месторождения и несколько слюдопроявлений. На **Керакском месторождении** разведаны четыре слюдоносные зоны, приуроченные к северо-восточному крылу небольшой синклинали. Наиболее изученная зона прослежена на 480 м при мощности продуктивного пласта около 70 м. В зоне выделены три промышленных блока слюды длиной 250—310 м при видимой мощности 3,7—7,8 м и среднем содержании слюды 30 кг/м³. Слюда сосредоточена в гнездах размером от 0,1×0,15 до 0,8×1 м, отмечается улучшение качества кристаллов слюды с глубиной.

Верхне-Керакское месторождение расположено к югу от Керакского месторождения и в геологическом отношении аналогично ему. Однако содержание флогопита здесь в 1,5 раза ниже.

Южно-Нимнырское месторождение по особенностям геологического строения и характеру минерализации сходно с Керакским. Здесь разведаны четыре слюдоносные зоны, по двум из которых подсчитаны запасы слюды. Длина промышленных зон — 196—348 м, средняя мощность — 4,5—5 м. Содержание слюды изменяется от 35 до 83 кг/м³.

Оюмракский район

Месторождения района приурочены к зоне Хатыминского глубинного разлома, расположены у северо-восточной периферии Хатыминского глубинного разлома и приурочены к хатыминскому продуктивному горизонту федоровской свиты тимптонской серии.

На **Оюмракском месторождении** строение хатыминского горизонта следующее. Первая пачка мощностью 100 м представлена чередующимися диопсид-плаггиоклазовыми, амфибол-плаггиоклазовыми, двупироксен-плаггиоклазовыми сланцами и гнейсами. Вторая пачка мощностью 90 м сложена титанитосодержащими диопсид-плаггиоклазовыми сланцами с линзами и прослоями биотит-двупироксеновых кристаллических сланцев. В основании третьей пачки мощностью 35 м лежит пласт графит-биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов мощностью до 10 м, который сменяется чередующимися диопсид-плаггиоклазовыми и биотит-двупироксен-плаггиоклазовыми сланцами. Четвертая пачка мощностью от 25 до 60 м очень разнообразна по составу. В ней широко развиты чередующиеся биотит-двупироксен-плаггиоклазовые, амфибол-диопсид-плаггиоклазовые и другие сланцы. Разрез хатыминского горизонта заканчивается пятой пачкой мощностью около 35 м. В ней преобладают диопсидовые породы, мраморы и кальцифиры, с которыми связана промышленная слюда. В пределах месторождения породы продуктивного пласта слагают ядра и крылья мелких узких синклинальных складок, опрокинутых на северо-восток.

Широко развитые аляскитовые граниты, ортотектиты, калишпатовые метасоматиты образуют послойные, реже секущие тела. Среди них выделяются биотитовые, биотит-амфиболовые и диопсидовые разности. На месторождении установлено несколько зон дробления мощностью 0,2—0,5 м, протяженностью до 300 м, падающих под крутыми углами на юго-восток.

Среди слюдоносных магнезиальных скарнов Оюмракского месторождения различают апогранитные и апосланцевые разновидности, при-

чем промышленная минерализация приурочена, главным образом, к последним. Наиболее широко развиты амфибол-скаполит-шпинель-магнетит-андрадитсодержащие диопсидовые породы. Максимальные содержания слюды обычно приурочены к раздувам метасоматических тел.

Оюмракское месторождение представлено одной слюдоносной зоной длиной 600 м и мощностью до 6,5 м. В юго-восточной части зоны преобладает жильный тип ослюденения, а в северо-западной — гнездовой. Длина отдельных флогопитовых жил 20—25 м при мощности 1,5—2 м, часто наблюдаются апофизы. Гнезда достигают 1,5 м, редко 3 м в поперечнике. Отдельные гнезда иногда соединены тонкими проводниками, выполненными мелкочешуйчатым флогопитом.

Размеры промышленных кристаллов флогопита варьируют от 5 см до 1 м в поперечнике, причем наиболее крупные встречаются в мощных секущих жилах.

Восточное месторождение расположено на водоразделе рек Тимптон и Темаруктас. Здесь выявлены две флогопитоносные зоны, залегающие в нижней продуктивной пачке хатыминского горизонта федоровской свиты.

Зона 1 представляет собой линзообразную залежь длиной 67 м, мощностью 8 м. Слюдонасыщенность зоны неравномерная, в центральной и юго-восточной частях развито крупногнездовое и жильное ослюденение с высокими содержаниями, а северо-западный фланг характеризуется мелкогнездовым ослюденением.

Длина зоны 2 — 123 м, средняя мощность на поверхности 19 м. Ослюденение прослеживается до глубины 60 м. Промышленный флогопит приурочен к линзам и телам неправильной формы длиной до 4 м при мощности 0,2—0,6, реже до 1,5 м и к гнездам от 0,4 до 1,5 м в поперечнике.

Месторождение Восход залегает в нижней пачке хатыминского горизонта федоровской свиты. Здесь выявлена одна зона с промышленным флогопитом, приуроченная к линзовидной залежи диопсидовых пород. Длина залежи 69 м. Ослюденение развито до глубины 24 м. Максимальная насыщенность флогопитом отмечена на северо-восточном фланге зоны.

Среди слюдоносных тел выделяются гнезда и линзы. Первые имеют изометричную и неправильную форму. Мощность линз — 0,3—1 м, реже до 2 м. Обычны пластины слюды с размерами 8×10, 10×15, реже 30×40 см.

Чугинский и Учурский районы

Чугинский район расположен в среднем течении р. Чуга и включает небольшое Бугоричинское месторождение и несколько мелких слюдоявлений.

Особенностью района является приуроченность флогопитоносных пород к линзам мраморов средней подсвиты верхнеалданской свиты иенгрской серии. Все проявления залегают в крыльях небольших антиклинальных складок высоких порядков. В районе Бугоричинского месторождения интенсивно проявлены позднеархейский гранитоидный магматизм и гранитизация. Запасы Бугоричинского месторождения отнесены к забалансовым из-за низкого качества слюды (гидротизирована) и сложных горно-технических условий (интенсивная обводненность).

Учурский район расположен в пределах площадей развития карбонатных пород, а также гранатсодержащих гнейсов и пироксеновых кристаллических сланцев кюриканской свиты желтулинской серии архея Алданского щита.

Известные месторождения приурочены к продуктивным горизонтам кюриканской свиты. В районе месторождений широко распространены диопсидовые, биотит-роговообманковые, титанит-диопсидовые кристаллические сланцы, гнейсы, гранито-гнейсы, форстеритовые, диопсид-форстеритовые, флогопит-диопсидовые кальцифиры и разнообразные метасоматические диопсидовые породы.

Все промышленные слюдоносные зоны приурочены к согласным и пологосекущим телам, наиболее распространенным в пределах района.

Длина зон достигает 400 м, мощность — первые десятки метров. Промышленный флогопит чаще образует гнезда, а на Арябиловском месторождении — также жилы. Арябиловское месторождение отличается крайне низкой железистостью флогопита, близкой к железистости Памирских флогопитовых месторождений.

Сравнительно высокая степень изученности Алданского щита не позволяет прогнозировать выявление новых слюдоносных районов. Дальнейшее развитие минерально-сырьевой базы этого вида сырья горнодобывающей промышленности возможно за счет поисков и доразведки известных слюдоносных районов и месторождений.

Наметившаяся в последние годы тенденция к увеличению ассортимента изделий из алданской слюды позволила поставить на баланс и вовлечь в эксплуатацию значительные запасы слюдяного скрапа. Возможности для прироста запасов этого сырья на Алдане велики (особенно если учесть потенциальную перспективность широко развитых, но очень слабо изученных мезозойских флогопитоносных магнезиальных скарнов).

Помимо месторождений магнезиально-скарновой формации позднеархейского возраста, формирующих Алданскую флогопитоносную провинцию, в Южной Якутии известны проявления флогопита в ультраосновных щелочных породах массивов центрального типа позднепротерозойского возраста, по генезису близки Ковдорскому месторождению на Кольском полуострове. Таких массивов на Алданском щите два — Арбарастахский и Инаглинский. В пределах Сетте-Дабанского горст-антиклинория располагается Горноозерский массив позднепротерозойского возраста и Лединская группа мелких массивов среднепалеозойского возраста также ультраосновных щелочных пород с карбонатитами.

В зонах контактов пегматитов и ультраосновных пород **Инаглинского массива** располагаются хромдиопсид-слюдяные метасоматиты. До глубины 115 м слюда в линейной коре выветривания превращена в вермикулит, в интервале глубин 115—140 м преобладает гидрофлогопит, только на глубине 140 м скважиной вскрыт неизменный флогопит. Промышленная оценка флогопита Инаглинского массива не проведена.

Арбарастахский массив ультраосновных щелочных пород с карбонатами приурочен к зонам разломов в юго-восточной части Алданского щита. Флогопит в виде крупнозернистых агрегатов образует гнезда и жилы среди пироксенитов. Мощности жил достигают 1,5—5 м. Оценка практической значимости слюдопроявлений массива не выполнена, можно предполагать открытие в пределах массива крупного месторождения флогопита.

Очень сходен с Арбарастахским **Горноозерский массив** в юго-западной части Сетте-Дабанского горст-антиклинория. Здесь также обнаружены метасоматиты с флогопитом. При разрушении карбонатитов массива значительное количество слюды было сконцентрировано в озерных песчаных отложениях в ассоциации с редкоземельными минералами и апатитом.

Анабарский массив

Анабарский кристаллический массив по целому ряду признаков — условиям проявления регионального метаморфизма и ультраметаморфизма, вещественному составу пород, интенсивности пликативных и дизъюнктивных дислокаций сходен с Тимптоно-Учурской частью Алданского щита. На этом основании можно считать, что имеются теоретические предпосылки для отнесения массива к потенциальной флогопитоносной провинции. В пределах региона выделяются протяженные зоны глубинных разломов, к которым приурочены участки проявления гранитоидов и гранитизации, магнезиальных скарнов и калишпатовых метасоматитов, характерных постоянных спутников ослюденения в Алданских месторождениях.

Наиболее перспективной считается зона **Котуйкан-Монхоольского глубинного разлома**, в пределах которой выявлено несколько площадей с мелкочешуйчатым ослюденением в кристаллических сланцах и карбонатных породах.

Монхоло-Туойдахская площадь расположена на водоразделе рек Монхоло и Туойдах. Здесь выявлена полоса длиной 5 км делювиально-элювиальных развалов основных кристаллических сланцев с флогопитом. Флогопит концентрируется в небольших гнездах и линзах, участками его содержание достигает 90% объема пород. Размеры кристаллов — 1—2 мм², реже до 5 мм².

Стаанакская площадь расположена на левобережье рек Батыйалах и Стаанак и на правобережье р. Биригиндэ. Флогопит приурочен к диопсидовым метасоматическим породам, образующим шпировидные выделения или тонкие прослойки. Размеры кристаллов не превышают 1—2 мм², очень редко достигают 1,5—2 см².

Хаптасынахская площадь расположена в бассейне р. Хаптасынах. В кальцифирах архейской хапчанской серии фиксируется рассеянная минерализация флогопита. Размеры кристаллов не превышают 1 см². Сходная по характеру и масштабам минерализация обнаружена и в истоках рек Чорду и Хатырыга, где размер пластин слюды не превышает 0,5 см².

По аналогии с Тимптоно-Учурской частью Алданского щита, на Анабаре можно прогнозировать открытие флогопитовых месторождений. Наиболее перспективными являются насыщенные карбонатными породами пачки хапчанской серии в пределах зон региональных разломов.

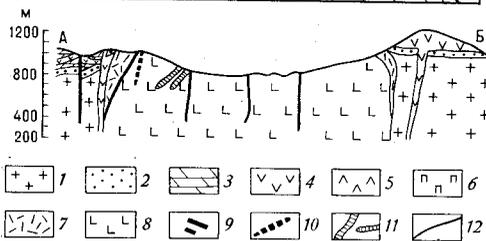
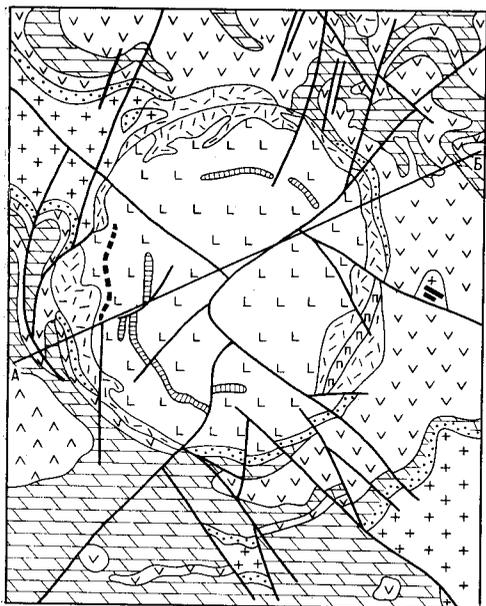
ВЕРМИКУЛИТ

На территории Якутской АССР известны Инаглинское месторождение вермикулита и ряд проявлений гидротизированных слюд, которые можно разделить на три группы. В первую включены проявления, приуроченные к интрузиям ультраосновных щелочных пород (Инаглинский и Арбарастахский массивы). Вторая группа представлена проявлениями гидратизированных слюд среди слюдяных гранато-гнейсов, гнейсов и кристаллических сланцев архейских метаморфических комплексов Алданского щита и Анабарского массива. К третьей группе отнесены проявления гидратизированных слюд, среди зон диопсидовых пород, образовавшихся на контактах алюмосиликатных и карбонатных пород (флогопитовые месторождения Алданского щита).

Инаглинское месторождение вермикулита (рис. 59) приурочено к одноименному массиву ультраосновных пород (краткая характеристика массива приведена в очерке «Хром»). На контактах пегматитов и дуни-

тов развиты хромдиопсид-флогопит (вермикулит)-полевошпатовые метасоматиты. Они как бы окаймляют пегматитовые жилы.

Промышленные скопления вермикулита образовались за счет гидратизации флогопита из метасоматитов в пределах широко распространенной на массиве коры выветривания. Отчетливо выделяется линейная кора выветривания в тектонически ослабленных зонах: в пределах кольцевой зоны разрывных нарушений, на контактах шонкинитов с пуласки-тами и др. Линейная кора в кольцевой зоне разрывных нарушений прослежена буровыми работами на глубину до 120—140 м [Корчагин А. М., 1968] и по простиранию на 4 км. На территории Инаглинского массива сохранились реликты и площадной коры выветривания мощностью 3—5 м, лишь в понижениях рельефа ее мощность увеличивается до 10—15 м. В профиле коры выветривания выделяется зона дезинтеграции пород и, на отдельных участках, нижние части зоны гидрослюд. Вероятно, на территории Инаглинского массива была развита кора выветривания каолинитового профиля, но зона каолинита и большая часть зоны гид-



рослюд к голоцену были эродированы. К настоящему времени нет единого мнения о возрасте коры выветривания.

Основное вермикулитовое оруденение приурочено к метасоматитам в пределах кольцевой зоны разрывных нарушений, где развита линейная кора выветривания. В значительно меньших количествах вермикулит отмечается на участках площадной коры выветривания, по метасоматически измененным дунитам, перидотитам и шонкинитам.

Различают три морфологических типа вермикулитового оруденения: крапленный, гнездовой и жильный. Крапленный тип распространен повсеместно на площадях, где встречены слюдосодержащие дуниты, перидотиты и шонкиниты. Для него характерны разобщенные кристаллы и агрегаты вермикулита размером от долей миллиметра до 2—3 см. Содержания вермикулита зависят от исходных количеств в породах магнезиально-железистых слюд и изменяются от долей до 30—35% (средние определяются в 2—3%).

Гнездовой тип встречен в призальбандовых оторочках пегматитов, зонах трещиноватых дунитов и на контактах щелочных габброидов и

Рис. 59. Геологическая карта и разрез Инаглинского массива (составил А. Н. Угрюмов).

1 — мезозойские граниты и гнейсы; 2 — песчаники; 3 — доломиты юдомской свиты; 4 — щелочноземельные роговообманковые снит-порфиры; 5 — роговообманковые порфиры; 6 — пуласкиты; 7 — щелочные габброиды; 8 — дуниты; 9 — дайки диабазов; 10 — щелочные пегматиты; 11 — жилы диопсидовых метасоматических пород, вмещающих вермикулитовые тела; 12 — разрывные нарушения

даек щелочных сиенитов. Он представлен небольшими изометричными телами хромдиопсид-вермикулитовой породы размером от нескольких сантиметров до 0,5 м. В призальбандовых оторочках вермикулит ассоциирует также с сунгулитом, а вермикулит с хромдиопсидом слагают небольшие скопления в поперечнике до 5—10 см. В единичных случаях подобное оруденение отмечается среди слабо выветрелых монолитных дунитов, обычно на пересечениях мелких трещинок, где вермикулит с хромдиопсидом образует линзовидные тела в поперечнике до 1 м. Размеры кристаллов вермикулита в этом типе изменяются от одного миллиметра до 3—5 см. Содержания вермикулита в гнездах достигают 90—95% (среднее содержание 20—30%).

Жильный тип вермикулитового оруденения приурочен исключительно к кольцевой зоне разрывных нарушений, расположенной в средней части дунитового ядра и вмещающей пегматиты и хромдиопсид-флогопит (или вермикулит)-полевошпатовые метасоматиты с гигантозернистой структурой и, обычно, зонального строения.

В западной части дунитового ядра зона разрывных нарушений прослежена на расстояние 5 км, мощность ее изменяется от 100 до 300 м (включая трещиноватые дуниты), а внутренний диаметр кольца составляет 1500—2000 м. Падение зоны от центра массива к периферии под углом 40—50°. Строение зоны сложное, в ней выделяются две системы трещин: дугообразные и радиальные.

Система кулисообразно расположенных дугообразных трещин, преобладающие направления которых грубо параллельны границам дунитового ядра, образует кольцевую зону разрывных нарушений. Падение отдельных дугообразных трещин от центра к периферии под углами 25—60°. Среди них выделяется одно крупное разрывное нарушение, прослеженное от кл. Рябковой до левой вершины руч. Инагли и имеющее протяженность 2,5 км. Параллельно или почти параллельно этому разрыву на удалении до 100—500 м горными выработками выявлены более короткие (от первых метров до 200—250 м) трещины. Углы падения радиальных трещин достигают 80—90°. Обе системы трещин сопровождаются множеством оперяющих трещин, число которых наибольшее в местах пересечения трещин главных систем.

Особенности строения кольцевой зоны разрывных нарушений определили морфологию содержащихся в ней метасоматитов, представленных жилами и штокверками с изменчивыми элементами залегания. Падения и простирания сравнительно крупных тел совпадают с общим простиранием кольцевой зоны, но отмечены случаи обратного падения (к центру массива), горизонтально залегающие тела и жилы метасоматитов — с элементами залегания, согласными с таковыми радиальных трещин. Средние падения основных жил определяются в пределах 30—60°. Мощности тел метасоматитов изменяются от нескольких сантиметров (в пережимах) до 15 м. Длина жил измеряется первыми десятками метров, иногда достигая 200—300 м.

Распределение тел метасоматитов в кольцевой зоне неравномерное. В местах пересечения дугообразных и радиальных трещин обычно залегают наиболее крупные тела хромдиопсид-слюдяного состава. С удалением от них трещиноватость уменьшается, соответственно уменьшается насыщенность зоны телами метасоматитов. Мощности метасоматитов со стороны висячего бока меньше, чем со стороны лежащего. Внешние зоны метасоматитов представлены агрегатами оливина с магнетитом и хромитом в массе крупнозернистого хромдиопсида. На контактах с внешними зонами дуниты интенсивно серпентинизированы и обогащены магнетитом. За внешними следуют зоны мономинерального хромдиопсида, затем зоны хромсодержащего диопсида (или хромдиопсида) с

флогопитом, нередко переходящими вблизи пегматитовых жил в почти мономинеральные слюдяные зоны. На контактах с пегматитами развиты полевошпат-хромдиопсидовые слюдосодержащие зоны.

Основными зонами с промышленным содержанием слюды являются хромдиопсид-слюдяная с полевым шпатом и полевошпат-хромдиопсид-слюдяная. Выделение этих двух зон обусловлено разными соотношениями содержащихся в них полевых шпатов и хромдиопсида. В первой хромдиопсид резко преобладает над полевыми шпатами, во второй количество полевых шпатов равно или больше количества хромдиопсида (30—50%).

Основные минералы метасоматитов — хромдиопсид и слюда. Они содержатся примерно в равных количествах (30—50%). В отдельных телах отмечены отклонения от среднего процентного соотношения этих минералов. Встречены отдельные участки, почти целиком (до 90—95%) сложенные слюдой или хромдиопсидом. Размеры таких участков измеряются от десятков сантиметров до 10 м (средние $0,5 \times 1 \times 1$ м). Кроме них установлены калишпат (до 10%), амфиболы (арфведсонит и аккерманит — до 3%), апатит (до 10%) и серпентин (до 1%). В пределах коры выветривания по трещинам обнаружены халцедон, кальцит, монтмориллонит и сепиолит.

На месторождении известны три разновидности слюды: флогопит, гидрофлогопит и вермикулит. Две последние образовались за счет гидратации флогопита в линейной и площадной коре выветривания. В линейной коре выветривания флогопит встречен на глубине 140 м, в интервале глубин 140—115 м слюда представлена гидрофлогопитом, а с глубин 115—100 м целиком вермикулитизирована.

Вермикулит Инаглинского месторождения представлен пластинчатыми и чешуйчатыми выделениями темно-коричневого с зеленоватым оттенком, зеленовато-бурого цветов, некоторые разновидности золотисто-желтые. Размер пластинок вермикулита колеблется от долей миллиметра до 20—30 см в поперечнике. Почти две трети слюды концентрируются в классах более 1 мм.

Содержания вермикулита в метасоматитах изменяются от 5 до 60% по массе, составляя в среднем 16% от массы породы.

Потери в массе (главным образом потери воды) инглинского вермикулита в основном происходят при нагреве до 200°, тогда как вермикулиты других месторождений СССР обезвоживаются постепенно при нагревании до 800°. Вспучиваемость вермикулита Инаглинского месторождения мало зависит от диаметра образца, максимально возрастает при диаметре пластинок около 2 мм. Толщина пластинок слюды оказывает резкое влияние на величину вспучиваемости, отмечается обратная пропорциональная зависимость ее от толщины образца.

Инаглинский вспученный вермикулит с минимальным объемным весом при удовлетворительной хрупкости получен при нагреве 800° и времени обжига 1,5 мин (оптимальные условия обжига). Наилучший размер вермикулитовых чешуй для обжига 1—2 мм. Такие пластинки увеличиваются в объеме до 22 раз. Цвет обожженного вермикулита светло-золотистый или серебристый,

Объемный вес вспученного вермикулита в засыпке изменяется от 72 до 210 кг/м³, составляя в среднем 100—110 кг/м³. Около 60% вермикулита обладает объемным весом до 100 кг/м³; 23% — 100—125 кг/м³; 12% — 125—150 кг/м³ и только 5% — более 150 кг/м³. Коэффициент теплопроводности вспученного вермикулита находится в пределах от 0,0433 до 0,053 ккал/м·ч·град при температуре +20°. Вспученный вермикулит Инаглинского месторождения отвечает требованиям действующих технических условий (ТУ 100—56 МСПМХП) и является одним из

лучших среди известных в нашей стране. С глубиной по мере уменьшения степени гидратации качество вермикулита Инаглинского месторождения снижается.

На месторождении подсчитаны запасы вермикулита категорий $C_1 + C_2$ в количестве 618 тыс. т. Прогнозные запасы вермикулита Инаглинского массива (с учетом разведанных) можно оценить в 1 млн. т.

На территории Алданского щита известны также проявления гидротизированных слюд магнезиально-железистого состава, но специальных исследований их с целью определения возможности использования в качестве вермикулитового сырья не проведено. Характеристика этих проявлений, в основном, ограничена сведениями о способности гидрослюды вспучиваться после обжига и, реже, о приуроченности их к линейным или площадным корам выветривания. На многих флогопитовых месторождениях Алданского щита встречен гидрофлогопит, близкий по своим свойствам вермикулиту (месторождения Южное, Надежное, Федоровское, Бугоричинское и др.). Гидрофлогопит обычно локализуется в близповерхностных горизонтах месторождений. С глубиной степень гидратации слюд уменьшается. Например, на месторождении Южном пробы с глубины 8—14 м содержат 30% гидрофлогопита. На глубине 60 м количество гидрофлогопита уменьшается до 10,7% от общего содержания слюды. Флогопит более глубоких горизонтов не гидратирован.

МУСКОВИТ

На территории Якутии известно два мусковитоносных региона, располагающихся в пределах Алданского щита и Анабарского кристаллического массива.

Алданский щит

На Алданском щите установлены Верхне-Чульманский, Верхне-Алданский, Алгоминский и Олекминский мусковитоносные районы. Три первых приурочены к южной окраине Алданского щита, к зоне субширотного Станового структурного шва, последний — к зоне субмеридионального Темулякитского глубинного разлома на западе щита. Пегматиты Верхне-Чульманского и Верхне-Алданского районов локализируются в глиноземистых и основных кристаллических сланцах курультинской серии нижнего архея, Алгоминского района — в глиноземистых гнейсах желтулинской серии среднего архея, Олекминского района — основных ортопородах борсалинской серии верхнего архея. Эти вмещающие породы во всех районах претерпели прогрессивный или регрессивный метаморфизм амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. В зоне Станового структурного шва во всех породах интенсивно проявлен диафторез зеленосланцевой фации.

Абсолютный возраст мусковитовых пегматитов определяется в 2—2,5, реже 3 млрд. лет, что соответствует позднему архею.

Верхне-Чульманский район

В районе в верхних течениях рек Правый Чульман, Нижняя Ларба, Чильча и Иенгра установлена полоса распространения пегматитов шириной 6—7 км, ориентированная в субширотном направлении. Выявлено свыше 100 пегматитовых жил, из которых 62 оконтурены поверхностными горными выработками. Большая часть жил сконцентрирована в верхнем течении р. Правый Чульман (Право-Чульмаканское пегматитовое

поле). Здесь выявлено 45 жил. К западу расположено Усть-Слюдяное поле с семью пегматитовыми жилами. В верхнем течении р. Нижняя Ларба находится **Верхне-Ларбинское поле** с 14 пегматитовыми жилами. Далее к западу известны только единичные пегматитовые тела.

По условиям залегания и морфологии слюдоносные тела разделяются на две группы: первая — поперечно-секущие линзы и жилы, составляющие около 80% пегматитовых тел района; при мощности 2,5—3,5 м, вторая — пластиноподобные, вытянутые по простиранию вмещающих пород, согласные тела мощностью 0,5—2,5 м. Контакты пегматитов с вмещающими породами резкие, пологоволнистые.

Большинство пегматитов района имеет существенно плагиоклазовый состав, реже микроклин-плагиоклазовый. Мусковит образует мелкие чешуи бледно-зеленого и салатного цвета, а также крупные пластины с сероватым и буроватым оттенками. Характерные включения в мусковите — магнетит, гранат, апатит, дистен, рутил, графит, хлорит, роговая обманка и редкоземельные минералы.

На Право-Чульманском и Усть-Слюдяном полях редкоземельные минералы в крупных пластинах слюды присутствуют только в качестве акцессориев, в пределах Верхне-Ларбинского поля количество их заметно увеличивается.

Промышленный мусковит представлен столбчатыми кристаллами правильной шестиугольной формы площадью 30—40 см² и высотой до 10—15 см и тонкими пластинами неправильной или прямоугольной формы средней площадью 40—50 см² при толщине 2—3 см. Цвет слюды однородный светло-серый, буроватый, реже бледно-зеленый. Пластины имеют в основном ровные, реже слабо волнистые поверхности. Иногда в кристаллах наблюдаются проколы и сростки мусковита с гранатом и кварцем. По результатам технологических исследований промышленный мусковит района относится ко II—III группам промышленного сырца. Средняя площадь пластин составляет 7—12 см². По номерному составу слюда распределяется следующим образом: 1—4 — не более 2%; 5 — 0,5—13%; 6 — 5,6—28,5%; 7 — 27,9%; 8 — 34,7—70,4%. Более высоким качеством отличается слюда из жилы 5.

Верхне-Алданский район

В районе выявлено около 50 мусковитовых и пегматитовых тел. По структурно-текстурным особенностям, морфологии тел, минеральному составу и характеру слюдоносности пегматиты близки к вышеохарактеризованным Верхне-Чульманского района.

Алгоминский район

Район расположен в верхнем течении р. Алгома. Наиболее крупное и лучше изученное поле пегматитов известно на водоразделе руч. Чакагай и Тарынах. Выявлено 60 пегматитовых жил. Северо-западнее находится еще одно пегматитовое поле. Среди пегматитов района выделяются поперечно-секущие симметрично-зональные линзы и жилы протяженностью от 20 до 100—150 м и мощностью от 0,5 до 2 м. Минеральный состав пегматитов однообразен: плагиоклаз (альбит и олигоклаз) до 60%, кварц до 50% и мусковит, в небольших количествах встречены микроклин, биотит и гранат.

Большая часть промышленных кристаллов мусковита сосредоточена в зональных поперечно-секущих линзах с кварцевым ядром. Размеры

кристаллов не превышают 10 см² и лишь единичные пластины достигают 150—200 см². Цвет слюды буроватый, пластины ее деформированы и поражены трещинами.

Олекминский район

Район расположен в междуречье Олекма — Токко-Хани. В районе выделены две протяженные линейные зоны пегматитовых полей — Темулякитская и Чаруодинская.

Темулякитская зона приурочена к восточной части Олекминского мусковитовосного района и представляет собой полосу концентрации пегматитовых жил. Длина полосы составляет 150 км. Западный фланг зоны, наиболее насыщенный пегматитами, совпадает с зоной Темулякитского глубинного разлома. В пределах западного фланга зоны выделены **Верхне-Темулякитское, Налдинское, Амнуактинское, Тас-Миелинское, Олдонгсинское пегматитовые поля.**

В пределах полей пегматитовые жилы группируются в узлы по 2—10 слюдоносных тел. Среди жил выделяют три морфологических типа: поперечно-секущие жилы протяженностью до 1800 м и выдержанной мощностью в первые метры (Верхне-Темулякитское и Налдинское поля); согласные жилы, нередко сопровождаются апофизами, протяженностью до 1000 м и мощностью от первых десятков сантиметров до первых метров; тела сложной морфологии с многочисленными ответвлениями, раздувами и пережимами (Амнуактинское поле), длина их не превышает 300 м, а мощность изменяется от 1 до 50 м.

Минеральный состав пегматитов Темулякитской зоны однообразен, главные минералы — микроклин, плагиоклаз, кварц, мусковит и биотит. В пегматитах Верхне-Темулякитского, Налдинского и Амнуактинского полей встречены гранат, магнетит, Тас-Миелинского и Олдонгсинского полей — шерл. Повышенной мусковитосностью отличаются поперечно-секущие пластиноподобные жилы с участковым и участково-зональным строением, а также тела сложной формы. Наиболее протяженные слюдоносные зоны в пегматитах прослежены на 700 м при мощности 2—3 м.

Дефектами мусковита являются пятнистость, трещиноватость, включения магнетита, лимонита и тематита, а также биотитизация и ельчатость. Наиболее крупные кристаллы слюды (до 600 см²) встречены в пегматитах с пегматоидной структурой. Меньшие размеры (чешуи до 200 см²) свойственны мусковиту, развивающемуся по трещинам и в кварц-мусковитовом комплексе. Цвет мусковита зеленый, средняя площадь пластин 5—12 см².

Распределение колотой слюды по номерам следующее: 1—4 — не более 1%; 5—1—4%; 6—3—15%; 7—5—30%; 8—50—90%.

В пределах Темулякитской зоны известно два месторождения с забалансовыми запасами мусковита. На месторождении Северном (в Налдинском пегматитовом поле) сосредоточено свыше 30 жил. На месторождении Дальнем (Амнуактинское поле) выявлено около 25 жил сложной формы.

Чаруодинская мусковитосная зона расположена в западной части Олекминского района в бассейне верхнего течения р. Хани.

На северо-восточном фланге зоны открыто Эвонокитское месторождение, где выявлено 155 пегматитовых тел, из которых 107 мусковитосны.

Пегматиты размещаются в пределах дифференцированного массива метаморфизованных габбро, габбро-диоритов позднеархейского амнуактинского комплекса. Пегматитовые тела представлены сложно

ветвящимися жилами длиной от 20 до 200 м при мощности от 1 до 20—30 м. Простираение большинства тел субмеридиональное. Минеральный состав пегматитов обычен — плагиоклаз, микроклин, кварц, мусковит, биотит.

Наиболее крупные пластины слюды, достигающие площади 3000 см² при толщине 25—30 см, приурочены к контактам блоков микроклина и кварца. Слюда ельчатая, поверхность пластин слабо волнистая. Кристаллы мусковита площадью до 100 см² развиваются по трещинам с замещением биотита. Качество этого мусковита обычно низкое.

Кристаллы хорошего качества площадью до 50 см² развиваются в кварц-мусковитовом комплексе. Для мусковита Эвонокитского месторождения характерен светло-зеленый цвет и многочисленные мелкие включения магнетита, с которым связан такой специфический дефект, как пятнистость.

Слюда концентрируется в линейных зонах мощностью от 1 до 11 м или в крупных гнездах. Промышленный сырец месторождения относится ко II и III группам. Электрические испытания прошла колотая слюда из жилы 12. Результаты их показали, что этот мусковит может быть использован для конденсатной слюды. Пятнистый мусковит может использоваться лишь для производства щипаной слюды.

Анабарский массив

Все мусковитовые проявления массива сосредоточены в пределах **Котуйкан-Монхоольской зоны глубинного разлома**, расположенной в центральной части региона. Эта зона прослежена на 300 км и имеет ширину 10—30 км. В зоне разлома все породы, метаморфизованные первоначально в условиях гранулитовой фации, диафторированы в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. На тех участках, где глиноземистые и высокоглиноземистые гнейсы в переслаивании с оловоносными орто- и парасланцами диафторированы в условиях эпидот-амфиболитовой фации, устанавливаются мусковитовые граниты и пегматоидные жилы с кристаллами мусковита. Специальных исследований на мусковит в районе не проводилось, проявления выявлены при геологическом картировании.

Ниже приводится характеристика нескольких наиболее типичных слюдопроявлений. На водоразделе рек Кэнгээдэ и Хараап выявлено проявление Водораздельное. Здесь распространены пегматитовые жилы мощностью до 5 м, выполненные преимущественно плагиоклазом и кварцем. Пегматиты крупнозернистые светло-серые слабо дифференцированные, в качестве акцессорных минералов в них присутствуют турмалин и апатит. Мусковит установлен в одной жиле длиной 50 м. Слюда мелкочешуйчатая и находится в ассоциации с биотитом, концентрируясь, главным образом, на границе плагиоклазовых и кварцевых блоков.

Участок Этиэбин характеризуется развитием мигматизированных биотитовых гнейсов, прорванных штоко- и линзообразными телами двуслюдяных гранитов. На участке выявлено семь мусковитовых пегматитовых жил протяженностью от 50 до 175 м. Жилы имеют зональное строение с центральной кварцевой зоной (кварцевое ядро) и периферическими плагиоклазовыми зонами. Мусковит распределен неравномерно, приурочиваясь к контактам зон. Гнезда слюды достигают 30 см в поперечнике. Размеры кристаллов — 5—7 см², редко до 30 см². Цвет мусковита коричневый, стально-серый с зеленоватым оттенком. Характерный дефект слюды — ельчатость. Испытания пока-

зали полную непригодность слюды для применения в электропромышленности.

Кроме вышеописанных, известны и другие проявления мусковита — долина р. Усумуун, правый берег р. Монголоох, правобережье Бирингдэ. Здесь выявлены участки, насыщенные пегматитовыми жилами мощностью 2—3,5 м. Мусковит буровато-серый, ельчатый, мелкокристаллический.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что на Анабарском кристаллическом массиве возможно выявление лишь мелких мусковитовых месторождений, причем качество слюды, видимо, будет невысоким.

АСБЕСТ

Проявления асбестов установлены в пределах Алданского щита, Сетте-Дабанского и Селенняхского горст-антиклинориев Верхояно-Колымской складчатой области. Все они практически не изучены.

В центральной части Алданского щита проявления хризотил- и амфибол-асбестов установлены среди образований позднеархейско-раннепротерозойской и позднемезозойской эпох. Известно большое число проявлений с асбестовой минерализацией, только одно месторождение (голубой асбест) и одно перспективное проявление амфибол-асбеста в Центрально-Алданском районе (голец Мрачный).

Позднеархейско-раннепротерозойские проявления асбестовой минерализации связаны с зонами метасоматоза по основным кристаллическим сланцам и диопсидовым породам. Обычно они приурочены к породам федоровской свиты. Минерализация прожилкового типа незначительна по масштабам.

Позднемезозойские проявления асбеста связаны парагенетически со щелочными сиенитами вулканогенно-интрузивного комплекса щелочных пород Алданского щита. По составу среди них можно выделить месторождение и проявления рибекит-асбеста (голубого асбеста) и проявления актинолит-родусит-асбеста.

Месторождение рибекит-асбеста связано с щелочными сиенитами, вероятно, мелового возраста. В пределах месторождения среди основных кристаллических сланцев федоровской свиты развиты мощные линейные зоны дробления. В результате интенсивного щелочного метасоматоза в этих зонах дробления сформированы жилы асбеста.

Проявления актинолит-родусит-асбеста ассоциируют с кварц-актинолитовыми жилами, секущими мезозойские сиениты, архейские граниты и тремолитовые скарны в Центрально-Алданском районе. Проявление гольца Мрачный приурочено к штоку авгитовых сиенитов, прорванных трубчатым телом щелочных литокластических лавобрекчий и окруженных зоной тремолитовых и диопсид-флогопитовых скарнов. Сиениты, брекчии и скарны рассечены серией жил кварц-актинолитового состава с калишпатом, блеклыми рудами, галенитом и пиритом. Асбест локализуется в актинолитовых зонах жил в виде прожилков мощностью 0,5—5 см, отдельных вкрапленников и гнезд. Структура прожилков — поперечно- и косоволокнистая, а в гнездах — радиально-лучистая или спутанно-волокнустая. Ширина распространения асбестовой минерализации достигает 30 м, а протяженность — первые сотни метров.

Химический состав асбеста свидетельствует о его принадлежности актинолит-родуситу: кремнезем 52,68%; двуокись титана 0,15%; глинозем 1,68%, окислы железа 10,39%; окись марганца 1,04%; окись каль-

ция 6,82%; окись магнезия 18,73%; окись калия 1,35%; окись натрия 4,32%; вода 1,42%. Волокно пригодно для использования в асбоцементных изделиях и как кислотоупорный материал в химической промышленности.

Проявления асбеста установлены также в пределах Сетте-Дабанского горст-антиклинария. Родусит-асбест выявлен в пределах Горноозерского массива ультраосновных щелочных пород позднепротерозойского возраста. Здесь родусит-асбест наблюдается в фенитах восточного экзоконтакта массива. Другой тип проявлений асбеста связан со среднепалеозойскими дайками и пластовыми залежами диабазов Сетте-Дабанского складчато-глыбового поднятия. В интенсивно-пропилитизированных дайках обнаружены жилки (типа лестничных) амфибол-асбеста.

В Селенняхском горст-антиклинории асбестовая минерализация связана с позднепротерозойскими гипербазитами. Маломощные (до 0,1—2 см) короткие прожилки асбеста локализованы в серпентинах, образуя прожилковые зоны длиной до 30 м. По морфологии асбестоносные зоны принадлежат к лабинскому подтипу жильного типа.

Более редки проявления асбеста среди роговиков вокруг гранитоидных интрузий и в зонах гидротермально-метасоматических изменений в других районах Верхояно-Колымской складчатой области (Куларский, Адычанский и др.).

ГРАФИТ

Графитовая минерализация различного происхождения выявлена на Анабарском массиве и на Алданском щите. Известна она и в Становой складчатой области байкалид, и Верхояно-Чукотской складчатой области мезозоид.

Графитопоявления Якутии принадлежат к трем формациям: формации графитоносных архейских гнейсов и сланцев, формации верхнеархейских графитоносных гранитоидов, а также в разнообразных гранитоидах и липаритах.

Алданский щит

В пределах распространения архейских толщ щита выделены Тюнгеренская, Лето-Билымахская, Джелтулинская, Иджеская и Арга-Салинская графитоносные зоны.

Перспективы **Тюнгеренской зоны** оценены А. И. Куксом в 1933 г. Зона в виде полосы шириной 5—7 км прослежена в субмеридиональном направлении. На месторождении Усть-Тюнгере выявлены три линзы графитоносных сланцев длиной 400, 350, 200 м и мощностью 50, 40 и 30 м соответственно. Они залегают в хатыминском горизонте федоровской свиты тимптонской серии архея. Прогнозные запасы графита 200 тыс. т. На флангах линз может быть выявлено еще около 1,5—1,8 млн. т графита. Среднее содержание углерода 12—15%. Зольность графита 2,96—6,5%, среднее извлечение углерода составляет 90%. Графит принадлежит к литейным маркам.

Таборное проявление расположено к югу от предыдущего и также приурочено к хатыминскому горизонту. Графитсодержащие тела сланцев имеют форму линз длиной до 200 м и более при средней мощности 15 м. Содержания графита изменяются от 5 до 40%. Графит мелкочешуйчатый и по качеству уступает усть-тюнгеренскому. Ориентировочные запасы Таборного проявления 1—1,2 млн. т. Общие прогнозные запасы Тюнгеренской зоны составляют около 3 млн. т.

Лево-Ыллымахская зона находится в северной части Алданского щита. Длина зоны около 100 км, ширина 5—7 км. Она объединяет Контрольное, Снежное, Тростниковое, Курунг-Юряхское и Балаганнахское проявления. Все они представлены графитоносными гнейсами хатыминского горизонта федоровской свиты мощностью от 5 до 20 м и длиной первые сотни метров. Содержания мелкочешуйчатого графита в гнейсах — от 5 до 15—25%, иногда 40%. На Курунг-Юряхском проявлении известны включения крупночешуйчатого графита (площади чешуй 2—5 см²). Проявление заслуживает изучения.

Джелтулинская зона приурочена к архейской тимптонской серии, длина ее — 65—70 км, ширина — 3—5 км. Наибольшие концентрации графита наблюдаются в иджекской свите, слагающей ядра узких протяженных антиклиналей. Зона объединяет три проявления графита (с севера на юг): Гудбай, Нижне-Джелтулинское и Тимптонское.

Прослеженная длина графитоносных слоев составляет первые сотни метров и до 2 км, мощность — от первых до 30—40 м. Графит мелкочешуйчатый, содержание его в породе — 5—15%, реже до 40%. Вблизи позднеархейских пегматитов содержание графита возрастает до 40%, одновременно увеличиваются площади чешуй до 1,5 см².

Иджеская зона прослежена на 150 км при ширине до 12 км. Приурочена она к восточному борту Сутамского синклиория, сложенного пироксеновыми, гранатовыми и графитоносными гнейсами и кальцифирами кюриканской свиты архейской тимптонской серии. В зоне выявлены Хангас-Иджеское, Верхне-Хангас-Иджеское и Сеймджинское проявления. Это графитоносные залежи в сланцах мощностью 15—20 м, прослеженные на первые сотни метров. Графит мелкочешуйчатый (площадь до 0,3 мм²), содержание его в руде — 5—15%, иногда 20—25%. На контакте с гранитоидами содержание графита увеличивается и он становится более крупночешуйчатым.

Арга-Салинская зона расположена на периклинальном замыкании крупной антиклинальной складки, ядро которой сложено сутамской свитой, а крылья — кюриканской свитой. В плане зона подковообразна. Длина ее — 120—130 км, ширина — 3—7 км. Она объединяет проявления Арга-Салаа, Тарынгнаах и Левый Мокрый.

На проявлении Тарынгнаах известны коренные обнажения графитоносных пород, прослеженные на 5 км. Взятые В. А. Мокроусовым штуфы руд состоят из мономинерального высококачественного графита. Содержания графита в породах от 10—15% до 40—60%. Графит мелкочешуйчатый. Отдельные штуфы состоят из мономинерального высококачественного графита.

Учитывая большую протяженность графитоносных слоев и их выдержанность на большом протяжении, Арга-Салинскую зону следует рассматривать как перспективную. За пределами рассмотренных графитоносных зон на территории Алданского щита выявлено еще 13 пространственно разобщенных и слабо изученных проявлений графита, которые объединены в три группы.

Южная группа включает проявления Правый Чульман, Верхне-Амунактинское, Алексеевское, Кыльджитское, Чайдахское. Они связаны с терригенной сеймской свитой и вулканогенно-терригенной свитой Зверева. Графит мелкочешуйчатый и образует вкрапленники или гнезда диаметром до 2—3 см. Содержание его составляет 15—18%.

Западная группа объединяет Самокитское, Джелидинское, Нерюнгринское и Хончегринское проявления. Графитоносными являются горизонты биотит-графитовых гнейсов верхнеалданской свиты, слагающие зоны длиной до 15 км и мощностью до 2 км. Графитосодержащие залежи этих зон имеют мощность до 2 м и длину до первых сотен мет-

ров. Распределение графита неравномерное, содержание его от первых до 20%, редко 70—90%. Графит чешуйчатый при преобладании чешуй площадью 2—5 мм². Здесь наблюдались прослой мономинерального графита мощностью 5—10 см.

В Северную группу объединены проявления Киси-Унгуохтахское, Озерное и Кукулах, приуроченные к Иджек-Джелтулинскому антиклинорию, сложенному тимптонской серией. В гнейсах сутамокой свиты мощность графитоносных пластов достигает нескольких метров, а длина — первые километры. Содержание графита изменяется от 5—7 до 15—40%; графит тонкочешуйчатый. Перспективным является иджекский гнейсовый горизонт сутамокой свиты с высокой насыщенностью графитом и незначительным площадным распространением. На Киси-Унгуохтахском проявлении мощность графитоносных пачек изменяется в пределах 15—20 м, а длина достигает многих сотен метров; среднее содержание графита приближается к 15%.

Становая область. В этой области широко распространены верхнеархейские графитоносные кварциты и кристаллические сланцы, слагающие полосы длиной в сотни километров. В полосе встречаются не выдержанные по длине и мощности залежи с содержанием графита 10—20%. На Дорожном и Холодниканском проявлениях графитоносные залежи прослежены на 500 м, но мощность их не превышает первых метров. Графит мелкочешуйчатый (площадь чешуй достигает 3 мм²).

Анабарский массив

В пределах массива выделены Северная, Бирингендинская и Токурская графитоносные зоны.

Северная зона связана с архейской верхнеанабарской серией, длина ее — 140 км, ширина — 10—12 км. В зоне известно два проявления — Северное и Эйими-Юреге. Северное проявление представлено тремя графитоносными телами. Вмещающие породы — амфиболовые гнейсы с прослоями гранат-биотитовых гнейсов и магнетитовых сланцев. Протяженность тел — 300, 800, 1300 м, мощности 30, 175 и 300 м соответственно. Графит чешуйчатый с размерами чешуй до 0,5 см. Среднее содержание графита 5%. Проявление Эйими-Юреге приурочено к гиперстеновым плагигнейсам архейской верхнеанабарской серии. Мощность графитоносных гнейсов достигает 150 м, длина — 2,4 км. Графит мелкочешуйчатый, среднее содержание 5—8%.

Бирингендинская зона приурочена к юго-восточной окраине Анабарского массива, здесь в гнейсах и кристаллических сланцах хапчанской серии установлено два проявления графита. Проявление Бирингенде приурочено к гранат-биотит-гиперстеновым гнейсам с графитом. Графитоносные породы слагают мощную (100—120 м) пачку, выдержанную по простиранию, с валовым содержанием графита 5—7%. Графит присутствует также в пласте голубых кварцитов мощностью 1—2 м и длиной 50—70 м; количество крупночешуйчатого графита в нем достигает 30—50%. Прогнозные запасы мелкочешуйчатого графита определены в 2,5 млн. т. а крупнокристаллического в голубых кварцитах — 0,5 млн. т. Проявление Хохой по строению и параметрам аналогично предыдущему.

Токурская зона включает три проявления графита; она вытянута в северо-западном направлении согласно с простиранием одноименного антиклинория, сложенного вулканогенно-осадочными толщами позднеархейской далдынской серии. Длина зоны 100—120 км, ширина — 60 км. Токурское проявление приурочено к биотит-альмандиновым гнейсам. Графитизированные породы образуют линзы мощностью

в первые метры и длиной до сотен метров. Графит мелкочешуйчатый, содержание его в гнейсовых линзах 2—4%, редко до 10%. Основное проявление сходно с Токурским. Протяженность графитоносных линз в гнейсах определена в 100 м, ширина — 70—80 м. Содержание графита 15%. Вблизи Токурского находится и Графитовое проявление, где мощные (300—350 м) пачки графитоносных плагиогнейсов хапчанской серии прослежены до 3 км. Среднее содержание графита 4%. Графит чешуйчатый, площадь чешуй до 5 мм².

На Анабарском щите известны еще три проявления графита. Проявление Сэрбэйэн представляет собой кварц-биотит-альмандиновые кристаллические сланцы, содержащие 2—3% графита. Проявление Чонгио приурочено к зоне дробления гиперстеновых гнейсов верхнеанабарской серии. Содержание графита в зоне 5—10%. Протяженность графитоносных гнейсов 3,5 км, мощность 70—100 м. Технологические испытания показали, что зональность (26,94%) и влажность (1,5%) графита вполне удовлетворяют требованиям ГОСТа к литейному сырью. Проявление Кенгде локализовано в вулканогенно-осадочной толще далдынской серии, прорванной позднерайскими гранитоидами. Оно состоит из трех пластообразных тел полнокристаллического графита мощностью до 2 м и длиной 100—150 м. Содержание графита в породе 40—70%.

Верхояно-Колымская область

В описываемой области проявления графита установлены в бассейнах рек Индигирка, Адыча и ряде других районов.

В бассейне р. Индигирка проявления графита Болокай-Батыаттах, Мус-Тарын и Роман приурочены к контакту мезозойских гранитоидов с толщей терригенно-карбонатных пород. В небольших залежах мелкочешуйчатый графит в количестве 30—50% присутствует в метаморфизованных углисто-глинистых сланцах. В верхнем течении р. Индигирка известны также проявления Аид и Бастакы-Тутуора. Развитые графитоносные линзы длиной 15—20 м имеют мощность 1,5—10 м. Они залегают в покровах позднерайских липаритов и их туфов. Содержание графита изменяется от первых до 10%. Среди массы тонкозернистого графита встречаются и гнезда (до 10 см в поперечнике) крупночешуйчатого графита.

В бассейне р. Адыча находится проявление Уодяй. Здесь раннемеловые граниты содержат неравномерно рассеянный графит в количестве от нескольких до 10—15%. Площадь графитизированных гранитов — несколько десятков квадратных километров.

Многочисленные проявления графита в зонах эндоконтактов массивов позднемезозойских гранитоидов Верхояно-Колымской складчатой области (Бакы-Бытантайская зона, западная часть Полоусного синклинория, структуры обрамления Колымского срединного массива и др.). Все они не изучены и, вероятно, не имеют практического значения, хотя содержания графита во многих случаях превышают 10%.

Изложенные материалы показывают широкое распространение графита на территории ЯАССР и разнообразные геологические условия его развития.

Отсутствие в настоящее время учтенных запасов графита объясняется, в первую очередь, недостаточным объемом проведенных поисковых и разведочных работ, что связано с отсутствием крупного потребителя графита в ЯАССР. Несомненно, что недра республики обладают очень крупными запасами графита, исчисляющимися в сотни миллионов тонн.

ФЛЮСЫ И ОГНЕУПОРЫ

С начала 50-х годов, в связи с выявлением и разведкой в Южной Якутии крупных запасов коксующихся каменных углей и железных руд, проводились поиски нерудного вспомогательного сырья для черной металлургии. Оценка нерудного сырья производилась в меридиональной полосе шириной до 80 км, расположенной вдоль Амура-Якутской магистрали.

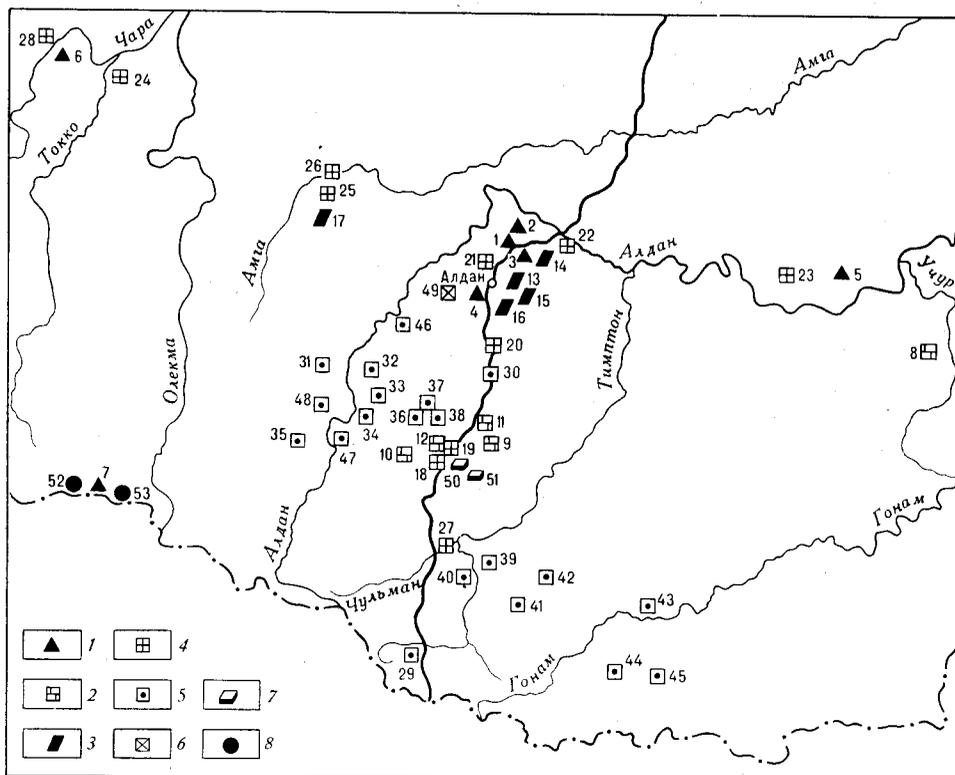


Рис. 60. Карта месторождений и проявлений вспомогательного нерудного сырья для черной металлургии Южной Якутии.

1 — известняки; 2 — мраморы; 3 — плавиковый шпат; 4 — доломиты; 5 — кварциты; 6 — форстеритовые дуниты; 7 — огнеупорные глины; 8 — высокоглиноземистое сырье.

Месторождения: *флюсовые известняки*: 1 — Бурное; 2 — Дэлбэ; 3 — Бир-Тас; 4 — Балаганнахское; 5 — Юнгюлэ; 6 — Кэнэли; 7 — Нижне-Ханинское; *флюсовые мраморы*: 8 — Мегююканское; 9 — Леглиерское; 10 — Марийка; 11 — Таежное; 12 — Пионерское; *плавиковый шпат*: 13 — Самодумовское; 14 — Эльконское; 15 — Жиганское; 16 — Пионерское; 17 — Хатырхайское; *доломитовые огнеупоры*: 18 — Пионерское; 19 — Муркегу; 20 — Юхтинское; 21 — Радиосопка; 22 — Томмотское, 23 — Бырайское, 24 — Токко, 25 — Хохоёй, 26 — Улаханское, 27 — Чульманское, 28 — Кэнэли; *кварциты*: 29 — Холодниканское, 30 — Кераское, 31 — Тонгракское, 32 — Кускангинское, 33 — Дерпут-Кусангра, 34 — Улахан-Усунское, 35 — Джалгунда, 36 — Амутканское, 37 — Мало-Амутканское, 38 — Левый Южный Нимчер, 39 — Буорыктинское, 40 — Нехор, 41 — Большой Мемкен, 42 — Малый Мемкен, 43 — Орьдокинское, 44 — Оноктинское, 45 — Дандычское, 46 — Колыньское, 47 — Имекээх, 48 — Амунаух-Амедий; *форстеритовые огнеупоры*: 49 — Инаглинское; *огнеупорные глины*: 50 — Кирпично-заводское; 51 — Эргинское; *высокоглиноземистое сырье*: 52 — Тарагай-Хая; 53 — Усть-Ханинское

Строительство железнодорожной магистрали БАМ с узлом в пос. Тында и начало разведочных работ в крупном Чаро-Токкинском железорудном районе привлекают внимание также к южной части указанного района, где вблизи строящейся трассы БАМ на левобережье р. Олекма известны проявления флюсов и огнеупоров, пока неизученные. Приблизительная потребность черной металлургии в основных видах флюсов и огнеупоров из расчета на 1 млн. т металла, по данным СОПС АН СССР, следующая: известковые флюсы — 500 тыс. т; долами-

ты — 50 тыс. т; кварциты динасовые — 20 тыс. т; глины огнеупорные — 50 тыс. т; плавиковый шпат (для мартена) — 2—4 тыс. т; магнезит — 20 тыс. т.

Поисково-разведочные работы на нерудное сырье проводились в 1950—1959 гг. Южно-Якутской и Тимптоно-Учурской комплексными экспедициями ЯТГУ под руководством А. И. Никитиной, С. П. Мехоношина, Н. Н. Геракова, А. В. Крапивы и др. В результате этих работ выявлены и оценены запасы флюсовых известняков, мраморов, доломитов, кварцитов, дунитов, а в подчиненном количестве — огнеупорных глин и флюорита (рис. 60).

Карбонатные флюсы

В качестве известковых флюсов в металлургическом производстве применяются известняки, которые встречаются в верхней части разреза карбонатной толщи нижнего кембрия (среди пород куторгиновой свиты). Вторым источником карбонатных флюсов являются известковые мраморы архейских толщ. Промысленный интерес могут представлять только мраморы федоровской свиты. Кроме того, в разрезе нижнего протерозоя в толще мраморизованных доломитов намсалинской свиты в нижнем течении р. Хани также установлено наличие флюсовых известняков, которые пока не прослежены ни по мощности, ни по простиранию.

Флюсовые известняки. Для кондиционных флюсов содержание окиси кальция должно быть не менее 50%, а нерастворимого остатка — не более 2—3%. Известняки такого состава выявлены только севернее широты г. Алдана на Якобит-Селигдарском междуречье. Здесь разведаны месторождения Бурное и Дэлбе, а также выявлены более мелкие проявления.

Месторождение Бурное (рис. 61) находится в 40 км северо-восточнее г. Алдана. Здесь на поверхность выходят почти горизонтально залегающие породы унгелинской и куторгиновой свит. Первые представлены мергелистыми доломитами, мергелями и прослоями доломитов, которые из-за высокого содержания кремнезема не представляют промышленного интереса.

Породы куторгиновой свиты слагают пологую вершину водораздела, занимая площадь свыше 6 км² и достигая в центре мощности 105 м. Они делятся на два горизонта. Верхний сложен известняками с макси-

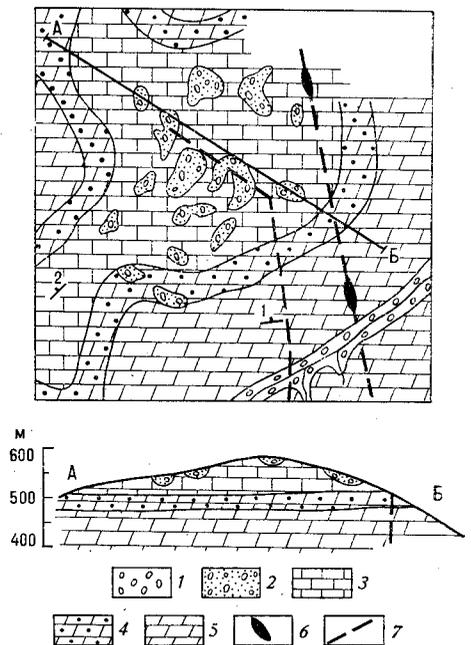


Рис. 61. Геологическая карта и разрез месторождения известняков Бурное (составила А. И. Никитина).

1 — четвертичные аллювиальные отложения
2 — неогеновые глины, пески, заполняющие карстовые воронки; 3 — 4 — нижний кембрий, куторгиновая свита: 3 — темно-серые известняки, пятнистые, серые доломитовые известняки, прослой органогенно-детритовых известняков верхнего горизонта; 4 — желто-серые глинистые доломитовые известняки с прослоями темно-серых известняков нижнего горизонта; 5 — нижний кембрий, унгелинская свита — зеленовато-серые, красновато-коричневые мергели, чередующиеся с желтовато-серыми, серовато-коричневыми глинистыми доломитами и серыми доломитами; 6 — мезозойские дайки керсантитов; 7 — линии разрывных нарушений

мальной мощностью 70 м, характерно чередование прослоев темно-серых мелкокристаллических, органогенно-детритовых известняков с подчиненными пачками доломитовых известняков пятнистой текстуры. Породы верхнего горизонта перекрыты делювиальными отложениями мощностью 0,3—5 м. Нижний горизонт мощностью 35 м сложен мергелистыми и доломитистыми известняками, содержащими 2—7% магнезии, до 4—15% нерастворимого остатка (в доломитистых и мергелистых разностях соответственно). На всей площади месторождения встречены карстовые воронки диаметром 20—100 м при глубине 6—20 м, выполненные кайнозойскими песчано-глинистыми отложениями.

Известняки верхнего горизонта разведаны на площади 5,5 км². Они являются малофосфористыми, малосернистыми, имеют объемный вес

Таблица 20

Характеристика разведанных запасов карбонатных пород месторождения Бурное

Категории запасов	Запасы, млн. т	Содержание, %				
		окись кальция	магнезия	нерастворимый остаток	кремнезем	пятиокись фосфора
В	48,5	49,1	5	1,5	1	0,6
C ₁	78,1	49,4	4,4	1,6	1,8	0,9
Итого В+C ₁	126,6	49,3	4,6	1,6	1,5	0,8
В	15,4*	49,2	4,8	1,4		0,6
C ₁	2,5*	48,7	5,4	2,4		0,8

* В том числе утвержденные для строительной извести.

2,63, прочность на сжатие 800—1345 кгс/см², пористость 0,24—0,43%. По свойствам и составу (содержание СаО — 50,1%) они отнесены к II сорту. Разведанные запасы имеют следующие характеристики (табл. 20).

Отработка может осуществляться карьером, водоприток не ожидается.

Месторождение Дэлбэ находится в 4 км севернее Бурного. Оно также приурочено к верхнему горизонту куторгиновой свиты. Нижний горизонт этой свиты сложен доломитовыми известняками и для него характерны содержания магнезии от 12 до 18%. Оперативно подсчитанные запасы верхнего известнякового горизонта категории C₁ составили 35,9 млн. т при содержании СаО 50,8%, MgO 2%, полуторных окислов 1,3%, серы 0,02%, фосфора 0,01%, нерастворимого остатка 2,5%.

Другие участки выходов известняков куторгиновой свиты в бассейне р. Якоцит имеют меньшие запасы. Например, проявление Бир-Тас имеет запасы 4,8 млн. т при мощности известняков около 20 м при менее благоприятном химическом составе. К западу, по северному обрамлению Алданского щита, флюсовые известняки также встречены в толще кембрийских отложений. Например, в междуречье Лены и Чары известно проявление Эбэ-Таас, где известняки содержат СаО 54,4%; MgO 0,67% и только 0,34% нерастворимого остатка. Однако этот район значительно удален к северу от магистрали БАМ и к северо-западу от дороги Тында — Беркамит — Таежное.

Гораздо благоприятнее размещается Ханинское проявление известняков намсалинской свиты, которое характеризуется следующим содержанием (в %): СаО 54,2, MgO 0,48, SiO₂ 1,66, P₂O₅ 0,59. Здесь

породы продуктивной свиты прослежены на 50 км, падая под углами 10—30°, но требуют опоискования.

Флюсовые мраморы. В разрезе архея Алданского щита известняковые мраморы изучены в составе федоровской свиты, хотя известны они также в отложениях кюриканской, иджакской свит и среди толщ желтулинской серии.

Промышленную ценность флюсовые мраморы могут иметь только в бассейнах рек Леглиер и Б. Хатыми, так как близко расположены к основным железорудным месторождениям Центрально - Алданского района. Непосредственно в рудовмещающей толще железорудных месторождений пачки мраморов нередко достигают мощности в 50—100 м, однако среди них существенно преобладают доломитовые разности, причем морфологически известковые и доломитовые мраморы находятся в сложных взаимоотношениях. Предварительная разведка мраморов была проведена на двух месторождениях.

Месторождение Леглиерское находится в 15 км к юго-востоку от железорудного месторождения Таежное и расположено вдоль правого берега р. Б. Леглиер. Размеры линз мраморов изменяются от 25 до 1200 м в длину при мощности 10—160 м, они наклонены под углами 20—55° на северо-восток. Доломитовые и известковые разности в плане выделяются только по результатам опробования, а на глубину не прослежены. Поэтому границы залежей флюсовых мраморов часто являются условными. Селективная отработка их, по всей вероятности, будет осложнена. Химический состав известковых мраморов (в %) следующий: CaO 50,8—54,8; MgO 0,4—2,2, нерастворимый остаток (н. о.) 1,5—5,6, полуторных окислов 0,1—0,7.

Обращает внимание изменяющееся содержание нерастворимого остатка, определяемое неравномерным распределением силикатов. Запасы известковых мраморов равны 4,4 млн. т.

Доломитовые мраморы содержат 33—35% окиси кальция и 17—18% магнелии, запасы их равны 2,3 млн. т, а на долю минерализованных мраморов и кальцифиров приходится 3 млн. т.

Месторождение Марийка (рис. 62) расположено на правом склоне долины р. Левый Дес. Мраморы обнажены на поверхности

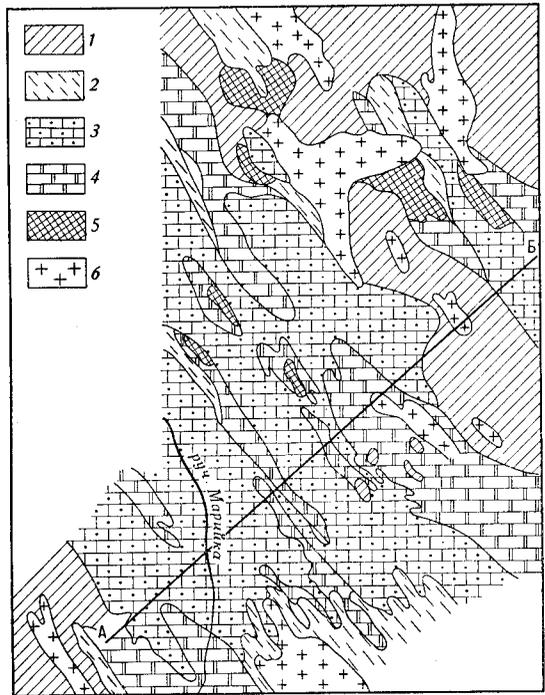


Рис. 62. Геолого-литологическая карта месторождения мраморов Марийка (составили А. И. Никитина, А. Р. Энтин).

1—6 — федоровская свита тимптонской серии, средняя подсвита, хатыминский горизонт: 1 — амфибол-пироксен-плагноклазовые кристаллические сланцы, 2 — диопсид-скаполит-плагноклазовые, диопсид-флогопитовые и другие породы; 3 — мраморы известковые и доломитовые; 4 — кальцифиры; 5 — андрадитовые, пироксен-андрадитовые и другие скарпы; 6 — роговообманковые, аляскитовые граниты и ортотектиты нерасчлененные

и образуют полосу шириной 140—300 м. Месторождение приурочено к Дес-Хатыминской синклинали и сложено породами хатыминского горизонта федоровской свиты. Линзы мраморов имеют мощность 10—75 м и в длину прослежены на 200 м. Среди них выделяются известковые и доломитовые разности, опознающиеся обычно по результатам анализов. Содержание MgO изменяется в широких пределах, составляя от 0,7—1,5% в известковых разностях и до 19,5% в доломитовых. Запасы известковых мраморов подсчитаны всего до глубины 20 м и составили 21,2 млн. т. Они содержат CaO 52,4%, MgO 2%, н. о. 2%; P_2O_5 1%.

Мраморы, пригодные в качестве известковых флюсов, встречены и в других районах Южной Якутии. Так, вблизи устья р. Желтула в толще иджекской свиты встречен пласт известняков мощностью 40 м с содержанием CaO 50,8%, MgO 3,4%, P_2O_5 0,5%. н. о. 1,1%.

По правобережью р. Алдан, в бассейнах рек Сирегли, Улахан-Дьюнюкан, в устье р. Юсь-Битир отмечены обнажения мраморов, содержание CaO до 52,5% и MgO 3,2%. Отмечалось, что в долине р. Учур, по р. Мегюскан (в устье р. Сиибэки), а также на правом берегу р. Учур (около о-ва Арыта), в среднем течении р. Гонам пласты карбонатных пород архей имеют мощность в сотни метров. По р. Нигем в составе мраморов определено CaO 53%, MgO 1,9%. Известны мощные толщи мраморов в породах олекминской серии на Токко-Олекминском междуречье.

Плавиновый шпат

Флюоритовая минерализация проявлена в контактах мезозойских интрузий с карбонатными породами кембрия. В подобной обстановке выявлено немало проявлений флюорита, приуроченных к приконтактовым участкам мраморизации, однако месторождение известно только одно. Кроме контактово-метасоматического типа известны также флюоритовые проявления гидротермального типа, представленные сериями ветвящихся жил кварц-флюоритового состава, рассекающих измененные магматические породы мезозойского возраста. Проявления флюорита обследовались в 1957—1959 гг.

Самодумовское месторождение (рис. 63) находится в 16 км от г. Алдана и к северо-западу от пос. Якокут. Оруденение приурочено к 150-метровой толще доломитовых известняков юдомской свиты, прорванных мезозойскими магматическими породами. В экзоконтакте интрузий доломиты скарнированы, а далее — перекристаллизованы и неравномерно флюоритизированы. Выявлены связанные с разрывными нарушениями горизонтально залегающие зоны обогащенных флюоритом мраморизованных доломитов на северо-восточном и юго-западном склонах гольца Золотого. Юго-западная зона имеет длину 1,1 км, мощность 50—100 м. Предварительной разведкой здесь выделена пластообразная залежь кварц-кальцит-флюоритовой руды, залегающая горизонтально и прослеженная на 280 м при мощности 0,5—13,5 м. Химический состав руды (в %): CaF_2 37,1—78, CaO 2,4—28, MgO 3,1—11, SiO_2 0,1, Al_2O_3 — менее 0,09, P_2O_5 < 0,03. По химическому составу руда отнесена по ГОСТ 7618—55 к маркам Ф-30, Ф-55, Ф-75, т. е. пригодна для производства концентратов плавинового шпата высших марок, вплоть до Ф-85 и Ф-92. В ходе технологических исследований из руд Самодумовского месторождения получены концентраты. Подсчитанные запасы руды — 44,8 тыс. т при содержании фтористого кальция 62,4%.

Жиганское проявление флюорита находится в 3,5 км к юго-западу от пос. Якокутская ЦЭС. Флюоритизированный горизонт представлен мраморизованными доломитовыми известняками тумулдурской свиты и

состоит из нескольких зон протяженностью 100—700 м, содержащих 1—10% фтористого кальция. В них выявлено 9 пластообразных залежей мощностью 0,1—0,8 м и длиной до 200 м. В рудных залежах содержание фтористого кальция изменяется от 10,7 до 61,4%. Минеральный состав залежей однообразен: кварц, флюорит и карбонат.

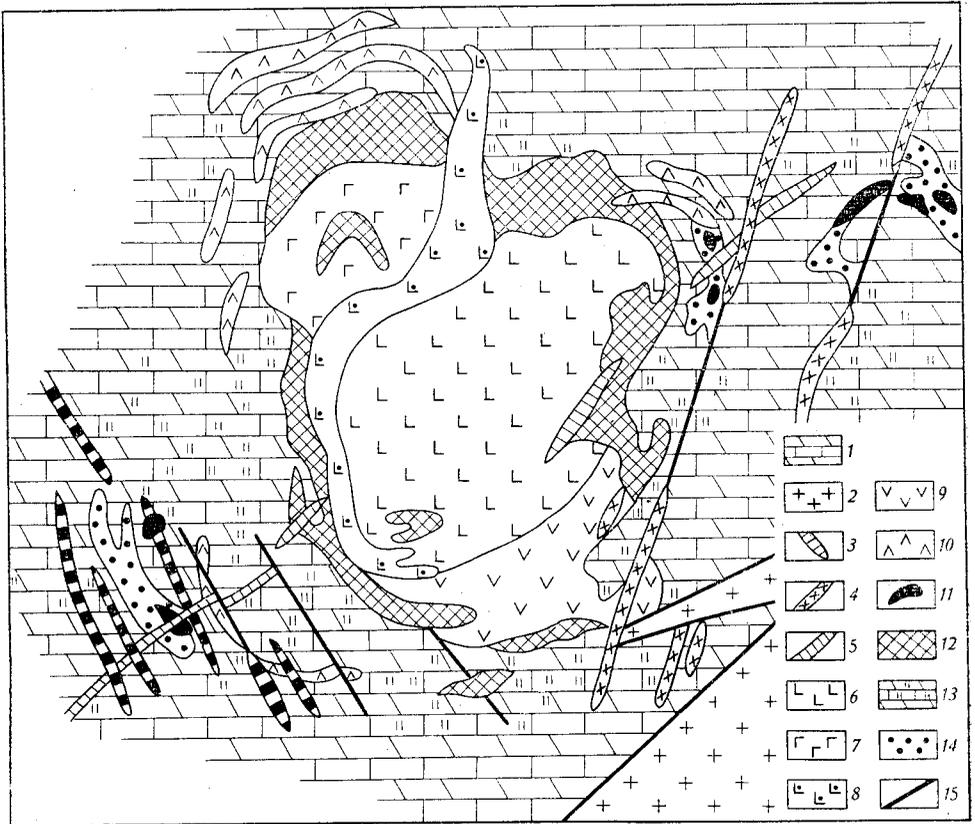


Рис. 63. Геологическая карта Самодумовского месторождения плавикового шпата. 1 — нижнекембрийские отложения, юдомская свита: доломиты, доломитовые известняки; 2 — архейский кристаллический комплекс пород, нерасчлененный; 3—10 — мезозойский интрузивный комплекс: 3 — дайки кварцсодержащих плагнопорфиров; 4 — дайки граносиенитов; 5 — дайки ортофиоров и щелочных порфировых сиенитов; 6 — щелочные сиениты; 7 — эгириновые сиениты; 8 — меланократовые микросиениты; 9 — граносиениты; 10 — пластовые интрузии роговообманковых кварцевых порфиров; 11 — кварц-кальцит-флюоритовые руды; 12 — зоны скарнов; 13 — зоны мраморизованных доломитов, иногда с флюоритом; 14 — зоны оплавленных доломитов; 15 — разрывные нарушения.

В окрестностях Жиганского рудопроявления вполне вероятно выявление новых проявлений и даже месторождений, эти перспективы подтверждаются обилием участков с флюоритовой минерализацией.

Эльконское проявление находится в 20 км к юго-западу от г. Томота. Здесь по подножью гольца, сложенного различными сиенитами, приконтактовая зона скарнированных доломитов тумулдурской свиты имеет ореол мраморизации и оплакивания. Гнезда, линзы, пластообразные залежи флюоритовой руды достигают мощности 8 м, но протяженность их не превышает 30 м. Содержание CaF_2 38,2—55,6%, CaO всего 1,5—5,5%. В окрестностях проявления участки флюоритовой минерализации встречаются довольно часто.

Хатырхайское проявление представлено пластовой залежью мощностью 5—10 м. Залежь полого падает на северо-запад и прослежена на 200 м. Прогнозные запасы составляют 100 тыс. т при содержании CaF_2 38,2—73,3%, CaO 6—12%. Вмещающие породы — слабо мраморизованные доломиты юдомской свиты.

В окрестностях **гольца Якокутского** известно много флюорит-кварц-кальцитовых жил, залегающих в автометаморфизованных мезозойских изверженных породах лакколита. Три более крупные изученные жилы Пионерская, Тульгуговая, Флюоритовая имеют мощности от 0,8 до 1,5 м при длине 200, 70 и 90 м соответственно. Содержание флюорита неравномерное, с чередованием богатых и убогих участков, местами даже безрудных.

Площадь кембрийских карбонатных отложений, где имеются мезозойские сиенитовые интрузии, является перспективной для поисков флюорита.

Огнеупорное сырье

Подобно флюсам, огнеупорное сырье детально изучалось только вдоль трассы Амуро-Якутской магистрали, причем были предварительно разведаны запасы кембрийских доломитов, диасовых кварцитов, зале-

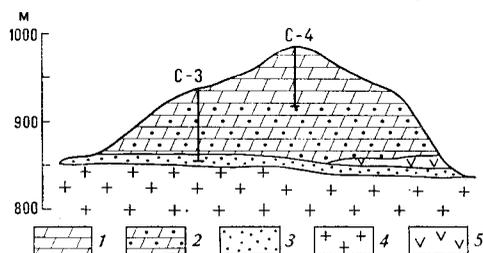


Рис. 64. Геологический разрез Юхтинского месторождения доломитов (составила А. И. Никитина).

1 — доломиты с маломощными прослоями глинистых доломитов; 2 — доломиты темного цвета, доломиты глинистые, конгломераты; 3 — песчаники, сланцы, песчаные доломиты, доломиты; 4 — архейские метаморфические породы нерасчлененные; 5 — пластовая интрузия роговообманковых ортофиоров мезозойского возраста

гающих в толщах верхнеалданской свиты иенгрской серии архея, исследованы дуниты Инаглинского массива, разведаны небольшие запасы огнеупорных глин. Поисково-оценочных работ на высокоглиноземное сырье не проводилось, хотя высокие содержания силлиманита отмечались в гнейсах и кристаллических сланцах в разных районах. Совершенно неизвестны на территории Якутской АССР, в том числе Южной Якутии, проявления магнезитов и формовочных песков.

Доломиты. Высокомагнезиальный состав карбонатных пород нижнего кембрия определяет наличие практически неограниченных запасов доломитов, в особенности в юдомской свите, выходы которой расположены в территориальной близости к угольно-металлургической базе. Экономически выгодным является залегание кондиционных доломитов, перекрывающих Пионерское железорудное месторождение. Доломиты и железные руды могут добываться комплексно.

Предварительно разведанное Юхтинское месторождение (рис. 64) находится севернее пос. Чульман. Оно расположено на плоском водоразделе рек Томмот и Малая Юхта. Базальный горизонт юдомской свиты имеет мощность 15 м и содержит песчаники, песчаные доломиты, сланцы известковистые, непригодные в качестве огнеупоров. Наоборот, доломиты среднего и верхнего горизонтов, имеющие мощность 60 м, относятся к I и II классу по МПТУ 2660—50. В контуре подсчета запасов содержится CaO 29,7%, MgO 19,1%, SiO_2 3,5% и плутонных окислов 1,3%.

При технологических испытаниях в Ленинградском институте установлена технологическая пригодность доломитов. Более высоким качест-

вом обладают слоистые доломиты. Общие запасы месторождения подсчитаны в количестве 112 млн. т, квалифицированных по категории С₁. Месторождение не обводнено и удобно для карьерной отработки.

Пионерское месторождение доломитов расположено в 90 км к северу от пос. Чульман и в 4 км западнее трассы Амуро-Якутской автомагистрали. Оно разведано бурением одновременно с разведкой железных руд. Доломиты залегают в нижней части разреза юдомской свиты и характеризуются следующей литологией и химическим составом (табл. 21).

Таблица 21

Состав доломитов месторождения Пионерского

Порода	Мощность, м	Содержание, %		
		CaO	MgO	SiO ₂
Конглобрекчи (базальные)	1—10			
Доломиты песчанистые	1—25	10—38	5—16	1—25
Доломиты массивные	4—45	27,5—31	17—22	0,5—0,6
Доломиты и доломитовые известняки	5—20	18—33	13—19	5—12

Месторождение закарстовано, причем воронки заполнены глинами как легкоплавкими, так и огнеупорными. Запасы доломитов подсчитаны только по третьей пачке, подразделенной на 3 пласта, имеющих следующий состав (табл. 22).

Таблица 22

Состав доломитов месторождения Пионерского по пластам (в %)

Компоненты	Пласт 1	Пласт 2	Пласт 3
Окись кальция	29,3	29,8	29,0
Магнезия	19,4	20,3	19,4
Кремнезем	3,8	2,2	4,1
Глинозем	0,9	1,2	0,9
Сера	0,02	0,01	0,04
Фосфор	0,03	0,01	0,02
Класс по МПТУ 2660—50	II	I	II

Физические и технологические свойства доломитов изучены в Институте огнеупоров: объемный вес 2,45—2,86; пористость 4,2—6,9, прочность на сжатие 1031—1243 кгс/см²; огнеупорность выше 1880°. Запасы месторождения по категориям А+В равны 14,49 млн. т, по категориям А+В+С₁—25,96 млн. т, т. е. достаточны для выплавки 500 млн. т металла.

Вблизи Пионерского месторождения произведена оценка доломитов еще в трех точках: 489 км (Кирпичный Завод), 493 км и 496 км трассы Амуро-Якутской магистрали. Химический состав доломитов близок к указанному выше.

Динасовые кварциты. В составе верхнеалданской свиты в Южной Якутии кварциты встречаются довольно часто и являются характерным компонентом свиты. Отложения свиты (особенно нижней подсвиты) перспективны для поисков динасовых кварцитов.

Разведочные работы проведены на Керакском месторождении кварцитов, кроме того, небольшой объем штучного опробования выполнен на Холодниканском месторождении, расположенном вблизи пос. Золотинка. Остальные проявления известны только по единичным анализам штучных проб, отобраных при геологической съемке.

Керакское месторождение кварцитов находится в 4 км к югу от пос. Б. Нимныр и севернее пос. Чульман. Оно разведано в 1951—1956 гг. и представлено крупной залежью кварцитов размером $0,7 \times 1,2$ км. Залежь, кроме мономинеральных кварцитов, включает редкие прослойки гнейсов, линзочки полевошпатовых кварцитов, мелкие тела мигматитов. Кварцит имеет крупнозернистую структуру и содержит кремнезема 97,39%; двуокиси титана 0,8%; окиси железа 1,6%; окиси кальция и магния 0,21%. По технологической пробе огнеупорность определена в 1760°, объемный вес 2,6, пористость 1,3%. Динас из керакских кварцитов отнесен к I и II классам. Запасы категорий C_1 подсчитаны до глубины 20 м и составили 11,6 млн. т для открытой отработки. Возможен значительный прирост запасов при разведке на глубину.

Холодниканское проявление кварцитов находится в 6 км южнее пос. Золотинка и в 78 км от пос. Чульман. Мономинеральные кварциты залегают в ядре антиклинальной складки в виде линз и содержат 96,8—98,7% кремнезема, в полевошпатовых кварцитах содержания кремнезема составляют 79,6—92%.

По внешнему виду кварциты керакские и холодниканские неразличимы. Следует полагать, что при проведении поисково-разведочных работ в указанном районе можно выделить запасы динасового сырья I и II класса в количестве 5—10 млн. т выше горизонта грунтовых вод (до глубины 10—30 м). Благоприятна близость к трассе железной дороги Тында — Беркамит и пос. Чульман.

Другие крупные выходы кварцитов, наблюдавшиеся в составе верхнеалданской свиты, в основном, группируются в четырех районах, первый из которых расположен по левобережью р. М. Нимныр (проявление Амутканское и др.) и удален на 30 км к западу от пос. М. Нимныр. Мощность пластов кварцитов невелика (20—30 м). В междуречье Чампула и Алдана выявлен горизонт мономинеральных кварцитов мощностью 100—400 м, который прослеживается и на правобережье р. Алдан (Колыньское проявление). Широкое поле развития крупных линз кварцитов известно в бассейнах притоков р. Алдан: Амедици, Кускангра, Унгра. Мощность кварцитовых тел достигает 200—300 м, причем развиты как мономинеральные разности, так и полиминеральные. Третий район — Сутам-Гонамское междуречье, характеризуется преобладанием мономинеральных кварцитов. К юго-востоку от пос. Чульман по притокам р. Тимптон также встречены пачки кварцитов мощностью до 200—300 м, залегающие в ядрах антиклиналей. С последними связаны месторождения пьезокварца. Состав кварцитов в этом районе непостоянный.

Форстеритовые огнеупоры. Наиболее крупным, расположенным в благоприятных географо-экономических условиях источником форстеритового сырья является Инаглинский ультраосновной массив. Так как геологическое описание Инаглинского массива приведено в очерках «Хром», «Вермикулит», то ниже сообщаются только данные о вещественном составе форстеритового сырья. Разведка выполнена на участке площадью около 1 км², что составляет 6% площади выходов форстеритовых дунитов на поверхность. Запасы дунита на разведанном участке подсчитаны до глубины 50—70 м в количестве 183,4 млн. т и квалифицированы по категории C_1 .

Средний минеральный состав дунита (в %): форстерит 55—65, серпентин 35—45, магнетит 3,5, вторичные минералы (цеолиты, карбонаты, тальк, тремолит) слагают до 3% объема. По сравнению с дунитами, используемыми в уральской металлургии, инаглинский дунит на 5% меньше серпентинизирован, менее железист, что является благоприятным свойством. Обожженный при 1450° дунит состоит на 95—97% из форстерита и на 3—5% из магнетита, а при обжиге до 1600° образуется также клиноэнстатит. Огнеупорность сырого дунита 1770°. Технологические свойства огнеупоров при обжиге до 1600° и их соответствие техническим требованиям черной металлургии (ЧМТУ 5127—55) приведены в табл. 23.

Таблица 23

Характеристика форстеритовых огнеупоров Инаглинского месторождения

Показатели	Номера проб			Нормы ТУ
	1	2	3	
Физические свойства:				
прочность на сжатие, кг/см ²	346	209	255	+175
пористость, %	23,4	24,7	24,6	—28
Огнеупорность, °С	1770	1700	1750	+1550
начало деформаций, °С	1690	1650	1530	+1550
Химический состав:				
содержание кремнезема, %	32,4	32,1	27,6	32
содержание окиси магнезия, %	58,9	59,4	59,9	54

Примечание. Пробы: 1 — дунит инаглинский, предварительно обожженный при 1450°, с добавкой 20% магнезита; 2 — дунит инаглинский сырой с добавкой 20% магнезита; 3 — дунит уктусский сырой с добавкой 25% магнезита.

Таким образом, по физическим свойствам и составу огнеупоры из инаглинских дунитов являются кондиционными. Запасы последних на месторождении превышают возможные потребности металлургии автономной республики, однако они удалены на большое расстояние от железорудных месторождений. В разрезах железорудных месторождений, особенно Таежного, форстеритовые оливиниты слагают прослойки и линзы, достигающие по мощности 10—25 м. При открытой отработке железной руды оливиниты пойдут в отвал. Так как здесь в оливине содержание фаялитовой молекулы всего 12—14%, то маложелезистые оливиниты могут явиться качественным огнеупором и добываться попутно с рудой.

Огнеупорные глины. Месторождения глин, в том числе каолиновых, охарактеризованы при описании стройматериалов. В настоящем разделе приведены результаты исследований, которые были выполнены при изучении сырья для огнеупоров, пригодных для черной металлургии и находящихся в оптимальных транспортно-географических условиях.

Кирпичнозаводское месторождение (рис. 65) расположено севернее пос. Чульман и до 1950 г. эксплуатировалось в небольших объемах при изготовлении кирпича для местных нужд. Разведочные работы на нем проводились, начиная с 1951 г., неоднократно, в последний раз — в 1972—1973 гг. Среди доломитовых известняков юдомской свиты выявлены две крупные карстовые депрессии, имеющие сложную неправильную, несколько удлиненную в меридиональном направлении форму. Максимальная ширина 500 м, длина до 1300 м, глубина достигает 40—70 м. Карстовые депрессии выполнены глинами белого, желтого,

бурого цвета, чередующимися с глинистыми песками неогенового возраста. С поверхности продуктивная толща перекрыта глинисто-щебенчатым делювием, имеющим мощность 2—3 м.

В составе глин преобладает каолин, но наблюдаются также монтмориллонитовые разновидности. Псаммитовая фракция состоит из кварца с примесью полевых шпатов и кальцита. По гранулометрии глины относятся к грубозернистым низкой и средней дисперсности. Химический состав непостоянен, но по содержанию глинозема глины, в основном, относятся к полукислым, а кислыми являются только высоко запесоченные.

По термическим свойствам глины месторождения относятся к трем группам: огнеупорным, тугоплавким и легкоплавким. Среди огнеупорных глин можно выделить четыре керамические подгруппы (табл. 24).

Огнеупорные глины месторождения, как показали технологические исследования, пригодны только для производства полукислых изделий невысоких классов. При обогащении сильно песчаных белых глин можно получать ценное шамотное сырье с огнеупорностью не ниже 1730° . Запасы огнеупорных глин Кирпичнозаводского месторождения равны 5,1 млн. т. Кроме того, подсчитано 1,5 млн. т кварцевых песков, которые для применения в качестве формовочных требуют предварительного отмучивания от примеси глины. Месторождение насыщено грунтовыми водами, горно-технические условия ожидаются сложными.

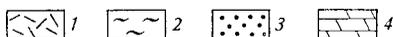
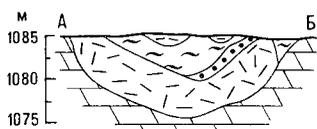
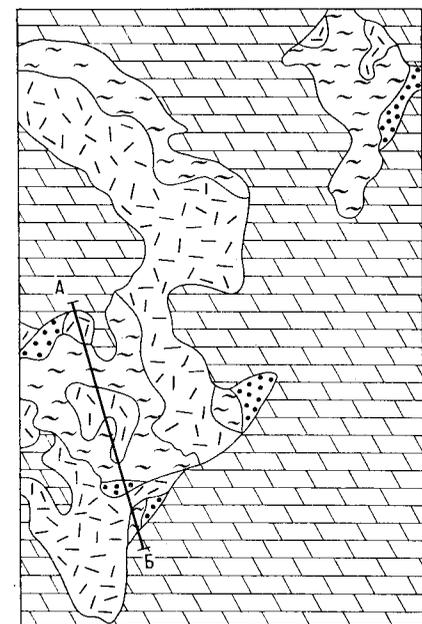


Рис. 65. Геологическая карта и разрез Кирпичнозаводского месторождения огнеупорных глин (составила А. И. Никитина).

1 — глины пестроцветные; 2 — глины белые, желтовато-белые, песчаные глины; 3 — пески, глинистые пески и валуны выветрелых песчаников; 4 — юдомская свита: доломиты, глинистые доломиты

был определен в 250 м, а глубина — до 20 м. Глины по типам аналогичны описанным на предыдущем месторождении, они также сопровождаются линзами песков. Ориентировочные запасы определены в 0,8 млн. т огнеупорных глин и 0,8 млн. т песков.

Перспективы района, по всей вероятности, значительно превышают оценочные запасы, причем перспективная полоса будет простирается широко вдоль кембрийского обрамления северного склона предгорной впадины, отвечающей Алдано-Чульманскому угленосному району.

Из более удаленных районов, имеющих сходную перспективу на огнеупорные глины, следует упомянуть Якобит-Селигдарское междуречье, а также бассейн р. Селигдар.

Высокоглиноземистое сырье. Как описано в очерке «Алюминиевое сырье», на территории ЯАССР среди метаморфических пород докембрия нередко обнаруживается значительное содержание силлиманита (25—30% и более), а также дистена; причем запасы силлиманита составляют нередко миллионы тонн, а порой оцениваются и выше. Однако для использования и производства силумина необходимо иметь концентрат, содержащий не менее 60% силлиманита. Основная трудность при обогащении определяется тем, что в гнейсах силлиманит представлен тонковолокнистым фибролитом.

Таблица 24

Характеристика огнеупорных глин Кирпичнозаводского месторождения

Показатели	Подгруппы керамические			
	1-а	1-б	1-в	2
Содержание, % окислов железа щелочей	—1 (2) Повышенный	—3	+3 +4	2,4—4,5
Температура спекания, °С	+1430			
Огнеупорность, °С	1700	1630	1605	1620
Класс (ГОСТ 4879—49)	Б, В	В		

С целью выяснения возможности обогащения по силлиманиту в 1960 г. Иркутским филиалом института ГИРедмет было выполнено исследование обогатимости гнейсов Таежного месторождения, имеющих довольно низкие содержания силлиманита (9,9—11,5%). Путем двухстадийной флотации (сульфидной, затем — силлиманитовой) содержание силлиманита в концентрате повышено в 4 раза и достигло в оптимальном случае 45% при его извлечении 63%. Несомненно, для исходного сырья, содержащего силлиманит в 2—3 раза выше, кондиционные концентраты можно получать экономичным путем.

Один из перспективных районов для комплексного использования силлиманитсодержащих железных руд — Ханинский район.

Проявление Тарагай-Хая этого района расположено на правом берегу р. Хани (вершины ключей Сегеток-Харых и Барылахах), где силлиманит в гнейсах тарагайской и барылахской свит содержится в среднем в количестве 5—35%, порой образуя мономинеральные прослойки мощностью 0,1 м. Значительная мощность толщи гнейсов и неоднородность состава позволяют рассчитывать на выделение достаточно мощных пачек с содержаниями, позволяющими получить кондиционные концентраты. В верхах барылахской свиты найден горизонт силлиманит-маргитовых железистых кварцитов, имеющих мощность 15—30 м. Содержания обоих минералов варьируют в широких пределах на протяжении 12 км, достигая иногда 88—100%. Вероятно, для этих руд экономично получать отдельные концентраты, причем запасы каждого компонента составят десятки миллионов тонн.

Следует также отметить Усть-Ханинское проявление дистена, находящееся на правом берегу р. Олекмы в 2 км южнее устья Хани и приуроченное к выходам пород тургунчинской свиты. Содержание дистена равно 20—40%. Мощность продуктивной пачки не выяснена.

ХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

БОР

На территории Якутской АССР могут быть выделены две бороносные провинции: Алданская и Верхояно-Индибирская. В их пределах выявлены разнообразные по составу и масштабам месторождения и проявления борного сырья, которые могут представлять практический интерес. Эндогенная борная минерализация в Западной Якутии незначительная. Она известна в известняках на западном склоне Хараулахских гор и в районе кимберлитовых трубок, где обнаружен датолит. По р. Вилюй, ниже устья руч. Ахтаранда отмечено повышенное содержание бора в скарнах, в долеритах, секущих скарны, а также во вмещающих песчаниках и известняках на контакте со скарнами. В скарнах обилён вилуит, содержащий бор.

В Алданской и Верхояно-Индибирской провинциях бóльшая часть месторождений и проявлений эндогенной борной минерализации генетически связана с постмагматическими процессами формирования магнезиальных и известковых скарнов. В магнезиальных скарнах преобладают магнезиальные и магнезиально-железистые бораты: людвигит, суанит, котоит и другие минералы бора, иногда широко распространены бороалюмосиликаты — турмалин и серендибит. В известковых скарнах возникают своеобразные наложенные ассоциации борных минералов — вонсенит, карбонатобораты и боросиликат-карбонаты (сахайт, боркарит, харкерит), а также боросиликаты (данбурит и датолит) и бороалюмосиликаты (аксинит).

Турмалиновая минерализация приурочена преимущественно к древним архейским метаморфическим комплексам, а также связана с гидротермально-изменёнными породами гранитоидного ряда или обусловлена воздействием гранитоидов на вмещающие их породы. Этот тип минерализации не имеет промышленного значения и ниже не рассматривается.

На территории Якутии выделяются, в основном, три минеральных типа месторождений бора: людвигитовый, суанитовый и котоитовый. На многих месторождениях бораты сопровождаются оруденением касситерита и других металлов, которые иногда имеют ведущее значение по отношению к борной минерализации. Например, людвигитовые руды нередко оказываются комплексными (борато-магнетитовыми или борато-оловянными).

Алданская бороносная провинция

В структурно-геологическом отношении описываемая борная провинция охватывает центральную часть Алданского щита. Главнейшие борожелезородные, флогопитовые и апатитовые месторождения региона заключены в мощной пачке архейских гнейсов и кристаллических сланцев. Борная минерализация в пределах провинции разнообразна по условиям нахождения и довольно широко проявлена. Наибольший практический интерес имеют архейские преимущественно людвигит-магнетитовые и ссайбелиит-магнетитовые комплексные руды (Таежное и Магнетитовое месторождения). Аналогичная минерализация в кальцифирах известна в железородных месторождениях Тинское и Пионерское. Мезозойское боратное оруденение обнаружено в районах развития щелочного магматизма, а боросиликатная минерализация, представленная датолитом, установлена на флогопитовых (Куранахское, Колтыкон, Эмельджакское) и железородных (Комсомольское и др.) месторождениях; данбуритом и, по-видимому, аксинитом — на Таежном месторождении.

Архейские месторождения бора

Месторождение Таежное принадлежит метаморфогенной карбонатной щелочно-железистой формации. Его характеристика приведена в очерке «Железо».

Месторождение относится к людвигитовому типу и обладает всеми присущими этому типу особенностями. Среди первичных боратов преобладает людвигит (с железистостью 25—40%), кроме этого, в кальцифирах неравномерно распределены суанит, сингалит и варвикит, а в скарнах изредка — флюоборит и варвикит. Широко развито замещение первичных боратов ссайбелиитом. Кроме боратов широко развиты в скарнах серендибит и турмалин; редко встречаются аксинит, датолит и данбурит. Последние два минерала пространственно связаны с проявлениями магматизма мезозойского времени.

Среди руд, скарнов, кальцифиров месторождения, в которых распространена боратная минерализация, преобладают разности с клиногумитом и серпентином (по форстериту), вместе с которыми иногда присутствует небольшое количество флогопита (или шпинели). Более ограничены серпентин-флогопитовые разности и в единичных случаях наблюдалось появление железистого людвигита в флогопит-клинопироксеновых скарнах. Иногда концентрации людвигита в аподоломитовых скарнах совмещены с магнетитовым оруденением. Соотношение магнетита и людвигита в рудах меняется в пределах от магнетитовых до чисто людвигитовых разностей, но последние редки. Остальная часть людвигитовых руд характеризуется постоянным присутствием магнетита в количествах, делающих эти руды комплексными. Совершенно неизменный людвигит в рудах с магнетитом относительно редок. Обычно преобладают руды, в которых степень разложения людвигита составляет 30—70%. Полностью замещенные ссайбелиитом и магнетитом разности подчинены. Структурные взаимоотношения людвигита, магнетита и скарновых минералов в рудах таковы, что людвигит и магнетит замещают форстерит и пироксен. Относительно магнетита людвигит характеризуется признаками одновременного или более позднего развития. Сульфиды (пирит, пирротин, реже халькопирит), составляющие 2—5% в рудах, образовались позднее магнетита и людвигита.

Выделяются следующие минеральные типы боратных руд месторождения: борато-магнетитовые (людвигит-магнетитовые, ссайбелиит-магнетитовые); людвигитовые; апосуанитовые и аполюдвигитовые; ссайбелиитовые (мало); флюоборитовые (редко). Борато-магнетитовые руды образуют залежи пласто- и линзообразной формы. Собственно боратные рудные тела редки; в отличие от них магнетитовые руды образуют самостоятельные тела. Боратные и комплексные руды приурочены, в основном, к южному крылу железорудной залежи, находящейся в основании продуктивного горизонта федоровской свиты, и отсутствуют в магнетитовых залежах и вмещающих породах, расположенных стратиграфически выше. На северном крыле месторождения в составе главной залежи комплексные руды слагают сравнительно небольшие линзы на двух разобщенных участках, а в замковой части структуры вблизи выходов на поверхность они отсутствуют. В контактах с доломитовыми породами указанные рудные тела нередко сопровождаются ореолами вкрапленности боратов и магнетита в мраморах. Мощности этих ореолов 0,5—2 м. Нередко эти ореолы вкрапленников отчетливо ориентированы вкрест простираения пород, соответственно наличию мощных апофиз боратовых залежей в толще доломитов. Контуры борато-магнетитовых залежей подчиняются общим формам железорудных тел, нередко залегающих согласно с вмещающими породами.

Месторождение Магнетитовое. Боратные руды приурочены в основном к главной магнетитовой залежи. Ссайбелиитовые руды и интенсивная флюоборитовая минерализация были встречены лишь в одном пересечении. Мономинеральные ссайбелиитовые руды образовались на месте исходных суанитовых руд. Остатки суанита уже крайне редки. Боратная минерализация спорадически встречается в аподоломитовой части скарново-магнетитовых тел месторождения и представлена людвигитом в тех же минеральных ассоциациях, что и на Таежном месторождении.

Борная минерализация на других железорудных месторождениях имеет ограниченное распространение. В скарново-рудном поле **Пионерского месторождения** борная минерализация представлена турмалином и людвигитом, каждый из которых встречается в небольшом количестве. Турмалин образует небольшие метасоматические гнезда в пироксен-скаполитовых околоскарновых породах. Людвигит месторождения представлен не только нормальной, но и магнизиальной разностью. Он образует вкрапленность в кальцифоре, где также определены клиногумит, магнетит, доломит, кальцит, шпинель, гидроталькит и серпентин. Отсутствие значительных тел форстеритовых скарнов в месторождении показывает его бесперспективность по боратному оруденению. На **Тинском месторождении** людвигитовая минерализация встречена в форстерит-клиногумитовых кальцифирах с магнетитом и андрадитом.

Мезозойские проявления бора

Архейские и кембрийские образования Алданского щита прорваны разнообразными мезозойскими интрузиями, имеющими состав от щелочных сиенитов до гранитов. Вкрапленная минерализация людвигита развита только у контакта доломитов кембрия с субпластовыми залежами лейкократовых кварцевых порфиров. В составе последних иногда отмечается наличие турмалина.

Людвигитовая минерализация связана с контактовыми и жильными кальцит-клиногумитовыми инфильтрационными скарнами. Чаще всего людвигит концентрируется в кальцифирах, нигде не слагая крупных богатых участков. Железистость людвигита невысокая, около 23%. Кроме людвигита и кальцита здесь встречаются в небольшом количестве клиногумит, магнетит и реликтовый доломит. Более поздние прожилки сульфидов, тремолита обнаружены в скарнах и в кальцитовой зоне. Местами по людвигиту развит гистерогенный ссайбелиит. Низкое содержание боратов и малые размеры проявлений указывают на их непромышленный характер.

В связи с мезозойскими интрузиями в Центрально-Алданском районе отмечена датолитовая минерализация, развитая на архейских скарновых флогопитовых месторождениях Куранахское, Колтыконское и Эмельджакское и на Комсомольском железорудном месторождении. На Куранахском месторождении датолитовая минерализация обнаружена в карьерах участков Зимнего, Структурного и Предвиденного. Датолит встречается в ассоциации с кальцитом, выполняющим округлые или линзовидные гнезда до 40 см в поперечнике в диопсидовых скарнах и кальцифирах верхнего продуктивного горизонта федоровской свиты. На Комсомольском месторождении датолит как аксессуарный минерал встречен в пироксен-гранатовых скарнах, а на флогопитовых месторождениях Колтыконское и Эмельджакское он связан с диопсидовыми и флогопит-диопсидовыми кальцифирами. Датолитовая минерализация здесь не-

представляет промышленного интереса и, вероятно, связана с кварцевыми порфирами.

Анализ имеющегося материала показывает, что борное оруденение так же характерно для Алданского щита, как железное и флогопитовое. Бор является типичным элементом этой провинции.

Верхояно-Индибирская провинция

Рассматриваемая провинция располагается в пределах Тас-Хаяхта-ского и Полоусного горст-антиклинориев — структур обрамления Колымского срединного массива. Территория провинции сложена преимущественно карбонатными породами палеозойского и позднепротерозойского возраста общей мощностью более 10 км. В пределах мезозойских наложенных впадин (грабен) они с угловым несогласием перекрыты верхнеюрскими и меловыми эффузивно-терригенными отложениями.

По структурному положению и минеральному составу все известные месторождения и проявления бора более или менее однотипны. Они генетически связаны с магнезиальными и наложенными на них известковыми скарнами магнезиально-скарновой рудной формации и локализованы в пределах контактовых ореолов раннемеловых гранитоидов, которые прорывают карбонатные и терригенно-карбонатные толщи палеозоя.

Массивы гранитоидов представляют собой крупные тела сложной формы. Сложены они гранитами и гранодиоритами. На контакте с карбонатными породами в массивах развиты ортоклазовые и пироксен-ортоклазовые метасоматические граниты, а вдоль контактов с терригенными породами — контаминированные гранодиориты, гранодиорит-порфиры и кварцевые диориты.

В пределах бороносных рудных полей вмещающие осадочные породы представлены доломитами, известняками и, реже, мергелями, сланцами и песчаниками. Под воздействием интенсивного контактового метаморфизма эти породы превращены в различные по составу скарны, кальцифиры, роговики, мраморы и кварциты. Наиболее благоприятным литологическим фактором, влияющим на условия образования бороносных скарнов, является наличие у контактов массивов доломитов и доломитизированных известняков.

Бороносные скарны наблюдаются как непосредственно у контакта гранитоидов с доломитами, так и на удалении от него до 50 м. Морфология тел зависит от характера залегания плоскости контакта подвергающихся скарно-рудному замещению доломитов и гранитоидов. При согласном залегании в пластах доломитов образуются пласто-, жило- и линзообразные залежи, в случае секущего контакта — столбо- и трубообразные тела.

Четко выделяются два этапа образования бороносных скарнов: магматический и постмагматический. С магматическим этапом связано образование магнезиальных скарнов. В постмагматический этап происходит наложение известково-скарновых образований, образование оруденения и существенное преобразование состава магнезиальных скарнов. При этом часто наблюдается почти полное замещение последних боратами и новообразованными фтор-, гидроксил- и щелочьсодержащими силикатами и т. д. В минеральном составе скарно-рудных образований широко распространены борные минералы серии людвигита — вонсента, суанит, котоит, ссайбелиит, сахаит, харкерит и датолит, слагающие рудные тела. Менее распространены флюоборит, данбуриит, варвикит, алюмолюдвигит, боркарит, ольшанскит, норденшельдит, индерит, иниит, а также аксинит и турмалин.

В пределах провинции выделяются следующие бороносные районы с месторождениями или проявлениями бора: Тас-Хаяхтахский, Селеняхский, Полоусный и Улахан-Тасский.

Тас-Хаяхтахский район

В этом районе находится Верхне-Тирехтяхская группа месторождений, а также установлены Наледное, Кэбириинское и Халимское месторождения, приуроченные к зоне контактово-измененных пород вблизи Наледного, Кыт-Тасского и Догдинского гранитоидных массивов.

В состав **Верхне-Тирехтяхской группы** входят несколько месторождений, все они по своему структурному положению почти однотипны и располагаются в одном рудном поле.

В строении рудного поля участвуют преимущественно карбонатные породы верхнего силура и верхнего девона. Верхнесилурийские образования (венлок) занимают небольшие по площади участки, пространственно тяготеющие, в основном, к юго-западному контакту Верхне-Тирехтяхского интрузива, и представлены довольно мощной (800 м) толщей глинистых, известково-глинистых сланцев, доломитов, известняков, реже песчаников. В нижней части разрезов преобладают сланцы, в верхней — карбонатные породы. Отложения лудловского яруса слагают почти 70% площади рудного поля. Представлены они доломитами и известняками, нередко доломитизированными, и, в меньшей степени, мергелями, конгломератами, известково-глинистыми и глинистыми сланцами, песчаниками суммарной мощностью 1280 м. Породы верхнего девона обнажены в северной части рудного поля и представлены в основном доломитами и известняками мощностью 650 м.

Верхне-Тирехтяхский массив сложен в основном гранитами, лишь в северо-западной части рудного поля обнажаются гранодиориты. В приконтактовых частях много ксенолитов и даек аплитов. Состав пород неоднороден, наблюдаются аплитовые, реже лейкократовые граниты, местами повышенной щелочности. Последние развиты непосредственно у контакта со скарнами и представлены субщелочными пироксеновыми гранитами с переходами до сиенитов. Реже развиты гибридные породы состава кварцевых диоритов и диоритов. Контакты пластов карбонатных пород с гранитоидами чаще близки к согласным. Секущие контакты редки. В пределах рудного поля незначительно развиты дайки позднеюрских долеритов и позднемеловых лампрофиров. Доломиты и известняки в контактах с гранитоидами превращены в магнезиальные и известковые скарны, а сланцы, мергели и песчаники преобразованы в известково-силикатные роговики. Скарновые образования мощностью от нескольких сантиметров до первых десятков метров наблюдаются практически вдоль всего контакта интрузива, а также в реликтовых остатках кровли и ксенолитах карбонатных пород. Скарны имеют типичные для магнезиально-скарновой формации строение и состав зон.

Титовское месторождение является одним из типичных магнезиально-скарновых месторождений боратных руд. Приурочено оно к юго-восточной части Верхне-Тирехтяхского рудного поля (рис. 66). В пределах месторождения установлено более 40 бороносных, главным образом, лудвигитовых тел. Лудвигитовые залежи приурочены в основном к шпинель-форстеритовой зоне скарнов, но довольно часто прослеживаются в зону кальцифиров, с одной стороны, и реже в шпинель-пироксеновую, с другой.

В шпинель-форстеритовой зоне лудвигит образует рудные тела с магнетитом или без него. Лудвигит обладает высокой железистостью и составляет не менее 70—80% от общего объема зоны. Крупнокристалли-

ческие людвицитовые руды приурочены, как правило, к центральной части рудных тел, а плотная мелкозернистая людвиговая масса, часто с магнетитом, слагает обычно их зальбанды. В рудах наблюдаются реликтовые зерна форстерита (клиногумита), иногда флогопит и небольшая примесь кальцита.

В шпинель-пироксеновой зоне людвицит распространен в виде рассеянной вкрапленности и прожилков и очень редко образует богатые скопления. В небольшом количестве в рудах обычно содержатся пироксен, кальцит, иногда флогопит и редко магнетит. В кальцифирах кроме основных кальцита и людвигита обнаружены форстерит или клиногумит, иногда шпинель, магнетит, периклаз (бруцит), флогопит, ссайбелиит и варвикит. Людвицит наблюдается в виде вкрапленности, слагает прожилковые цепочки и гнезда. Скопления людвигита располагаются ближе к скармам и в удалении от них исчезает. Людвицит,

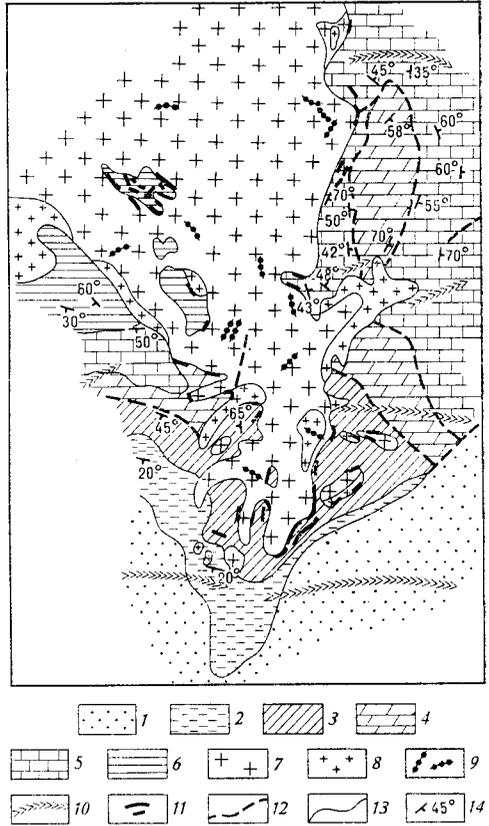


Рис. 66. Схема геологического строения Титовского месторождения

1 — батские отложения: конгломераты, песчаники, аргиллиты и известняки; 2 — байосские отложения: конгломераты, песчаники, аргиллиты; 3 — верхнедевонские и нижнедевонские отложения нерасчлененные: доломиты, известняки, мергели и аргиллиты; 4 — верхнедевонские отложения, доломиты, известняки, мергели и аргиллиты; 5 — нижнедевонские отложения: доломиты, известняки, аргиллиты; 6 — венлокские отложения: известняки, доломиты, аргиллиты и песчаники; 7 — граниты крупнозернистые; 8 — граниты аплитовидные; 9 — дайки аплитов; 10 — дайки долеритов; 11 — рудные тела с борной минерализацией; 12 — разрывные нарушения; 13 — геологические границы; 14 — элементы залегания осадочных пород

как правило, магнезиальный, его железистость не превышает 40%, встречен глиноземистый людвицит с содержанием глинозема 11%.

На некоторых месторождениях людвицит большой железистости или вонсенит развит в ассоциации с андрадитовым гранатом. Людвиговая минерализация здесь своеобразна. Людвицит представлен агрегатами от игольчатого до крупнопризматического сложения. Такие рудные тела имеют небольшую (до 2—3 м) мощность и залегают либо среди крупнозернистых мраморов недалеко от контактов гранитоидов, либо обнаруживаются в контактовых породах, образуясь, по-видимому, за счет скарнированных силикатных прослоев. Кроме андрадита и кальцита отмечается магнетит, салит, иногда флогопит, изредка везувиан, очень редко титанит, роговая обманка, апатит, альваит и аксинит.

Среди людвицитовых руд на отдельных участках в виде гнезд разных размеров встречается флюоборитовая минерализация, флюоборит находится в ассоциации с магнетитом и содержит тонкие вrostки людвигита или вонсенита. С людвицитовыми рудами связано бедное вкрапленное сульфидное оруденение — чаще всего пирротин, сфалерит, пирит,

арсенопирит, халькопирит. При этом сульфиды развиваются с замещением людвигита.

Протяженность рудных тел варьирует от 5—7 до 600 м. В хорошо обнаженных участках рудные тела вскрыты на глубину порядка 100—200 м. Интересной особенностью рудных полос на месторождении является наличие параллельных рудных тел на расстоянии 5—40 м одно от другого.

Постоянной полезной примесью в людвигитовых рудах является олово, содержания которого в рудах изменяются в широких пределах. Олово как изоморфная примесь входит в решетку людвигита. Максимальное содержание олова наблюдается в средних по железистости разностях.

В контактах людвигитовых тел и в удалении от них на 50—60 м внутри кальцифиров и апопериклазовых бруситовых мраморов в виде самостоятельных жильных тел встречены котоитовые руды. Кроме котоита и кальцита в руде содержится небольшое количество форстерита и клиногумита, людвигита, иногда шпинели и вторичных минералов — брусита и ссайбелиита. Протяженность тел с такими рудами не более 50—100 м при мощности от 0,2 до 6 м.

Иногда по котоитовым рудам, с их замещением, развита обильная сахаитовая минерализация. Сахаит слагает многообразные или гнездобразные тела мощностью от нескольких сантиметров до 6,4 м. В сахаитовых рудах наблюдаются вкрапленность людвигита, обильные включения и реликты котоита, реже суанита (свежего или замещенного ссайбелиитом); обнаружены также форстерит или гумитовые минералы, иногда шпинель, хлорит и сфалерит. Сахаит наблюдался также в виде цемента в брекчированном форстеритовом скарне. Сахаит обычно замещен в той или иной степени более низкотемпературными гидротермальными и гипергенными продуктами. Гидротермальные продукты представлены боркаритом с примесью брусита и кальцита, которые слагают систему ветвящихся микропрожилков или пленок, обволакивающих зерна сахаита. В отдельных прожилках зафиксирован ольшанскит с примесью кальцита, ссайбелиита и лимонита. В гипергенных условиях сахаит разлагается с образованием натечных корочек водных боратов кальция и магния. Оптически в них определены инионит и индерит. В других случаях гипергенные корочки на сахаите сложены кальцитом и бруситом.

На тех же участках, где есть сахаит, найден и харкерит, который слагает линзовидные тела мощностью от нескольких сантиметров до 1,5 м либо в контакте скарна с кальцифиром, либо внутри скарна или кальцифира. В ассоциации с харкеритом встречены везувиан, диопсид, магнетит, иногда сфалерит, редко вонсенит или железистый людвигит, монтичеллит, куспидин, андрадит, клинтонит, флогопит, апатит, шпинель, форстерит и кальцит. Харкерит замещается преимущественно кальцитом и минералами типа хлорита. В редких случаях в харкерите встречаются секущие прожилки, сложенные датолитом или боркаритом. Протяженность тел с сахаитовыми и харкеритовыми рудами не превышает 30—50 м.

В измененных околоскарновых породах и эндоскарновых телах в незначительном количестве обнаружен датолит. Он замещает аксинит, кварц и пренит. Иногда датолит слагает сеть прожилков мощностью до 5 см в зоне аксинитовой породы, он встречен также в диопсидовом скарне совместно с пренитом. В экзоскарнах рудных тел датолит развивается по стыкам андрадита или пироксена с кальцитом, иногда хлоритом или в тощих жилах в вонсените. Рудные тела с датолитом имеют небольшие параметры.

Геологическое строение других месторождений Верхне-Тирехтяхской группы близко охарактеризованному выше.

Наледное месторождение (рис. 67) расположено в зоне контакта Догдинского гранитного интрузива с терригенно-карбонатными породами девона. Осадочные образования, участвующие в строении месторож-

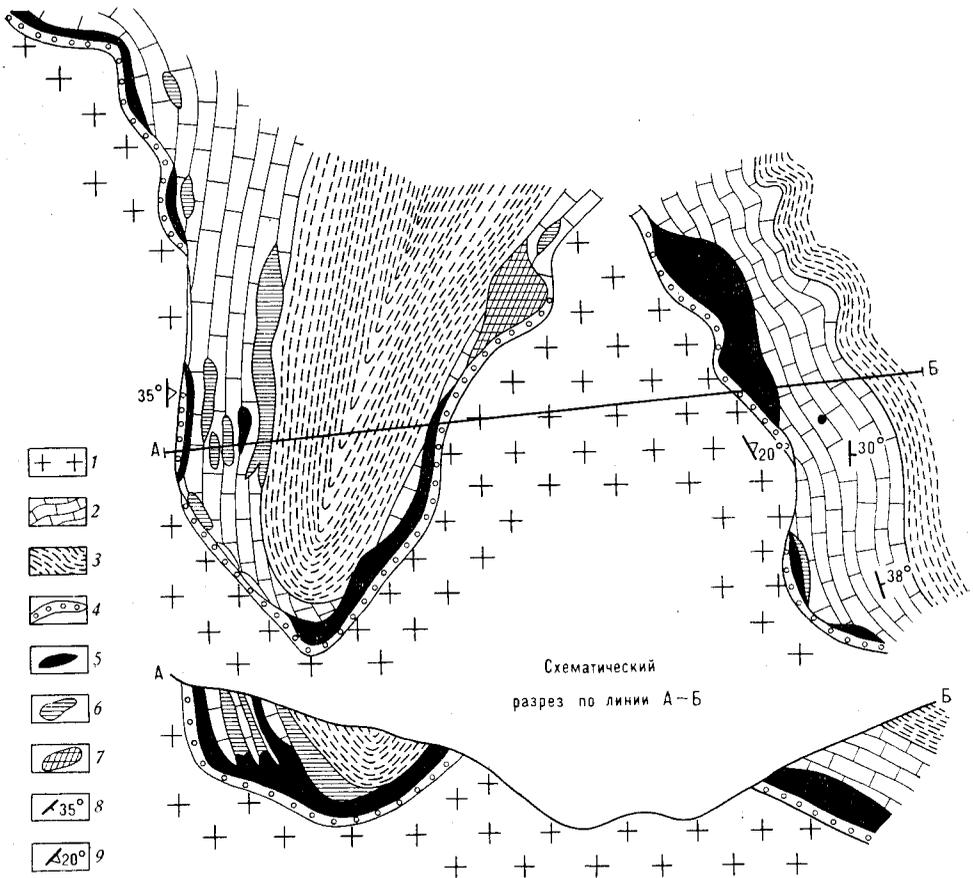


Рис. 67. Схема геологического строения главного участка Наледного месторождения. 1 — лейкократовые биотитовые и роговообманково-биотитовые граниты; 2 — мраморизованные известняки и доломиты, бруситовые мраморы; 3 — ороговикованные известковые сланцы; 4 — нерасчлененные скарны; 5 — людвигитовые с суанитом и ссайбелитом рудные тела; 6 — суанит-ссайбелит-котоитовые мраморы; 7 — клиногумит-флогопитовые скарны с варвикитом и людвигитом; 8 — элементы залегания осадочных пород; 9 — наклон контактовой поверхности

дения, представлены двумя горизонтами: нижним (нижний девон) и верхним (средний девон). Нижнедевонский горизонт сложен доломитами, доломитизированными и глинистыми известняками (350 м). Среднедевонский горизонт сложен доломитизированными и глинистыми известняками, доломитовыми, известково-глинистыми сланцами (410 м). Интрузив в пределах месторождения представлен гранитами, которые в эндоконтактных зонах переходят в субщелочные разновидности. В экзоконтакте развиты мраморы, роговники, скарны. Скарны, приуроченные к непосредственному контакту мраморов с гранитами, образуют залежи почти на всем их протяжении, но с перерывами. Мощности скарнов не превышают первых десятков метров. По карбонатным породам развиты магнезиальные скарны шпинель-пироксен-форстеритового (клиногумито-

вого) состава с флогопитом. Во внешних зонах, примыкающих к скарнам, характерно развитие в мраморах периклаза и замещающего его брусита. Бруситовые мраморы слагают участки, удаленные от контакта на 500—700 м. По магнезиальным скарнам и гранитам развиты известковые скарны пироксен-гранатового состава, частично актинолитизированные и пренитизированные.

Боратные тела образуют, по-видимому, пласто- и линзообразные залежи, располагающиеся в общем плане согласно с вмещающими породами. Главным боратом в составе рудных тел был суанит, который в значительной степени замещился людвигитом (с железистостью 60—70%) и ссайбелиитом с образованием характерных псевдоморфоз. Суанит тесно ассоциирует с кальцитом, форстеритом, гумитовыми минералами, флогопитом, пироксеном и людвигитом. Магнетит встречается как гистерогенный продукт по людвигиту. По людвигиту, реже суаниту довольно широко развиты вторичные водные бораты — индерит и ииниит.

У контакта с рудными телами в кальцифирах отмечаются котоит, суанит и ссайбелиит. Кроме этого, на удалении 40—50 м от контактов указанных рудных тел среди бруситовых апопериклазовых мраморов отмечаются линзообразные жилы мощностью до 16,4 м и протяженностью от 10 до 130 м, представленные котоитовыми и суанитовыми мраморами. Котоитовый мрамор, кроме котоита, людвигита и суанита, иногда содержит агрегаты (стяжения) и линзы суанита диаметром до 20 см, окаймляющиеся людвигитом. В котоитовых мраморах встречаются в небольших количествах клиногумит и шпинель. Суанитовые мраморы состоят из кальцита и суанита в соотношении 1 : 1. Небольшая часть суанита гистерогенно замещена ссайбелиитом. Иногда развиты мощные скарновые образования, представленные форстеритом, шпинелью, титанклиногумитом, флогопитом и серпентином. В ассоциации с вышеуказанными минералами (особенно с титаноклиногумитом) присутствует варвикит, образующий местами значительные концентрации. В гранат-пироксеновых скарнах с пренитом и клиноцоизитом встречены датолит и данбурит.

Кэбириинское месторождение расположено на северо-восточном контакте Кыт-Тасского интрузива с карбонатными породами нижнего девона.

Рудные тела представлены ссайбелиитовыми (апосуанитовыми и аполюдвигитовыми) залежами, развитыми с замещением собственно магнезиально-скарновых образований. В рудах, кроме ссайбелиита, содержатся кальцит, в небольших количествах — флогопит, пироксен, минералы гумитовой группы амфибол-актинолитового ряда (развиты по пироксену), серпентин, амезит, сульфиды, главным образом арсенопирит. В кальцифирах отмечен котоит, варвикит, людвигит и флюоборит. Крупных рудных тел на месторождении не обнаружено. Местами в скарнах и рудах встречается кальцитовая порода с гигантокристаллическим кальцитом, хлоритом, арсенопиритом и пиритом, актинолитом, тальком, кварцем, турмалином, сфеном, магнетитом, ильменитом, вонсенитом и данбуритом. В рудах в редких случаях наблюдается гистерогенное замещение данбурита датолитом. Данбурит развит локально, его скопления, вероятно, приурочены к местам, где кальцитовая минерализация метасоматически замещала пироксен-суанитовые (ссайбелиитовые) руды.

Халимское месторождение расположено на восточном контакте Догдинского интрузива с карбонатными породами среднего девона.

Минеральный состав рудных тел заметно изменяется по мере удаления от контакта с интрузивом. На контакте с гранитоидами развиты околоскарновые породы, пироксен-гранатовые и пироксен-гранат-скапо-

литовые скарны с амфиболом, волластонитом, везувианом, аксинитом, эпидотом, турмалином, кварцем, флюоритом, кальцитом, клиноцоизитом, пренитом и др. Эти образования имеют небольшую мощность (0,1—0,3 м). С ними связаны проявления датолита, молибденита и других металлов. Далее наблюдаются хондродит-людвигитовые руды с флогопитом, клиногумитом и гумитом, часто развивающимися по хондродиту. Среди людвигита встречаются линзы и гнезда суанита с псевдоморфозами ссайбелинита по нему. В ряде рудных тел в хондродит-(клиногумит-, гумит-) людвигитовых рудах встречаются в небольших количествах флюоборит и магнетит. Значительные количества флюоборита (до 50%) в виде отдельных линз в ассоциации с гумитовыми минералами, железистым людвигитом, флогопитом, магнетитом, ссайбелинитом и серпентином отмечаются внутри людвигитовых тел или на контакте их с карбонатными породами. Мощность флюоборитовых залежей достигает нескольких метров. Флюоборит имеет существенно фтористый состав: около 60—65% фтористого минала. В редких случаях флюоборитовая и людвигитовая минерализация образует вкрапленность в прилегающих к рудным телам кальцифирах, где она ассоциирует с гумитовым минералом, магнезиальным людвигитом, иногда котоитом. Сам флюоборит имеет существенно гидроксильный состав (30% фтористого минала). В скарнах и рудах встречены также секущие прожилки кальцит-хондродит-флюоборитового состава. Фтористость флюоборита в них вновь высокая (74%).

Борная минерализация установлена также в скарновых образованиях у контактов Кыях-Отгохского, Докучанского, Кыт-Тасского и Мунилканского интрузивов. Представлена она в основном людвигитовыми рудами, суанит-людвигит-ссайбелинитовыми кальцифирами и иногда датолитом в измененных околоскарновых породах и эндоскарнах. Параметры рудных тел в большей части не установлены.

Селенняхский район

В пределах Селенняхского кряжа также обнаружена боратовая минерализация, приуроченная к контактам Саханьинского и Сечано-Яофтахского гранитоидных массивов с карбонатными породами нижнего и среднего палеозоя. Имеются сведения о распространении людвигита на контакте Мокринского интрузива.

На проявлении Саханьинского массива установлены людвигитовые тела с магнетитом и сульфидами, а также людвигит-котоитовые кальцифиры, мраморы с саханитом, скарны с датолитом и аксинитом. В скарнах и прилегающих к ним мраморах присутствует шеелит. Железистость людвигита из образца с шеелитом равна 50%.

Широко развита боратовая минерализация у контакта Сечано-Яофтахского гранитоидного массива. Здесь выделяются участки с комплексной касситеритовой и боратовой минерализацией. Установлены людвигитовые скарновые тела и людвигит-котоитовые кальцифиры.

Полоусный и Улахан-Тасский районы

Проявления людвигит-ссайбелинитовой минерализации установлены на северо-восточном контакте Махастырского, по южному экзоконтакту Восточно-Полоусного и Улахан-Тасского гранитоидных массивов. Проявления представлены скарново-рудными телами, сложенными людвигит-магнетитовыми рудами с клиногумитом мощностью 0,5—1 м, которые прослеживаются на 200—900 м.

Месторождения насыщены рудными телами и характеризуются разнообразием типов оруденения. Ценность людвицитовых руд возрастает из-за наличия в их составе примеси олова. Поэтому они могут рассматриваться как комплексные. Имеются веские основания считать, что и другие типы борного оруденения (суанитового, котонитового, ссайбелиитового, сахаитового и харкеритового) имеют значительные концентрации и широко распространены.

ФОСФАТНОЕ СЫРЬЕ

На территории Якутской АССР установлены месторождения и проявления фосфатного сырья (апатитов и фосфоритов) разного возраста и различной формационной принадлежности. Огромные территории Якутии, общие геологические предпосылки позволяют рассчитывать на открытие новых перспективных месторождений фосфатного сырья.

АПАТИТЫ

Апатитовое оруденение впервые в пределах республики было обнаружено в 1938 г. в процессе изучения щелочных сиенитов Джангулахского массива. В 1949—1953 гг. Б. Д. Бошков, С. П. Камелин и В. П. Кузнецов установили региональное распространение апатита в карбонатных породах федоровской свиты тимптонской серии Алданского щита и его ассоциацию с диопсидом и флогопитом. В 1954 г. Ц. И. Уфлянд высказала предположение о перспективности на апатит метаморфизованных и метасоматически-измененных пород федоровской свиты. В конце 50-х годов были открыты Арбарастахский и Горноозерский массивы ультраосновных щелочных пород с карбонатитами, в которых были изучены и разведаны комплексные апатит-магнетитовые руды. В Центрально-Алданском районе обнаружено Селигдарское месторождение апатитовых руд.

Месторождения и проявления апатитов в пределах Якутии представлены несколькими типами, важнейшие из них — метаморфогенные в архейских метаморфических комплексах (федоровская свита), апатитоносные карбонатиты в массивах ультраосновных щелочных пород и апатит-титаномагнетитовые в дифференцированных интрузиях габброноритов. По распространению, времени формирования и генезису можно выделить две апатитоносные провинции Якутии: Алданскую (в составе Западно-Алданского и Восточно-Алданского апатитоносных районов) и Анабарскую.

Алданская провинция

В пределах провинции преобладают месторождения метаморфогенные и магматогенные преимущественно докембрийского возраста. Формирование апатитового оруденения происходило в течение раннеархейской (иенгрской), позднеархейско-раннепротерозойской (позднесубганской), позднепротерозойской, среднепалеозойской и мезозойской эпох.

Позднеархейская эпоха проявилась в южной части Центрально-Алданского района и выразилась в формировании магматогенных комплексных ильменит-титаномагнетитовых руд с апатитом в дифференцированных интрузиях основного и ультраосновного состава (Кавактинское и др.). Позднеархейско-раннепротерозойская (позднесубганская) эпоха является главной продуктивной эпохой на апатиты. С этой эпохой связаны главнейшие месторождения железа, флогопита и апатитов. Все эти три вида минерального сырья приурочены к магнезиальным скар-

нам, находятся в тесной пространственной (отложения федоровской свиты Центрально-Алданского района) и, вероятно, парагенетической связи. Это позволяет рекомендовать при поисках месторождений апатита использовать критерии структурного, литологического, стратиграфического и метаморфического контроля оруденения, установленные для флогопитовых месторождений. С субганской эпохой связано и формирование крупных массивов анортозитов Становика и Джугджура (за пределами Якутской АССР), также весьма перспективных для поисков промышленных скоплений апатитовых руд. В позднепротерозойскую эпоху в юго-восточной части Алданского щита и в пределах Сетте-Дабанского горст-антиклинория были сформированы массивы ультраосновных щелочных пород с карбонатитами (Арбарастахский и Горноозерский). Среднепалеозойская эпоха проявилась только в Сетте-Дабанском горст-антиклинории и выразилась в образовании карбонатитовых руд с апатитом в мелких массивах ультраосновных щелочных пород (лединская группа). Для мезозойской эпохи характерны небольшие проявления апатита, приуроченные к мезозойским щелочным породам.

Западно-Алданский апатитоносный район

Район приурочен структурно к центральной части Алданского щита, где широко развиты архейские метаморфические комплексы (иенгрский, тимптонский и др.), характеризуется самым древним проявлением апатитового оруденения.

Кавактинское проявление (верхнее течение р. Кавакта) апатита приурочено к одноименной дифференцированной интрузии пород основного и ультраосновного состава раннеархейского возраста (см. очерк «Титан»). В пределах интрузии на площади 3,75 км² установлено вкрапленное титаномагнетитовое и ильменитовое оруденение; составной частью этих руд является апатит. Проявление практически не изучено, и, учитывая большую площадь оруденения, его можно рассматривать как перспективное.

Селигдарское месторождение расположено в пределах Алдан-Тимптонского междуречья к юго-западу от г. Алдан. В районе месторождения распространены архейские метаморфические и магматические образования, песчаники и доломиты юдомской свиты (верхний протерозой — нижний кембрий), мезозойские интрузии щелочных сиенит-порфиров. Метаморфические породы принадлежат верхнеалданской свите иенгрской серии и медведевскому любкакайскому горизонтам федоровской свиты тимптонской серии архея.

Структурно месторождение приурочено к зоне глубинного разлома, контролирующего размещение ряда массивов ультраосновных и щелочных пород (Инаглинский, Томмотский, Ыллымахский и др.).

Северная часть месторождения обнажена, южная часть перекрыта доломитами юдомской свиты и субпластовыми интрузиями мезозойских сиенит-порфиров суммарной мощностью до 70 м.

Рудное тело имеет в плане эллипсоидную форму с размерами осей 2,4×1 км и прослеживается на глубину не менее 700—800 м. Руды Селигдарского месторождения имеют флогопит-мартит-apatит-карбонатный состав. Наблюдается устойчивость минерального и химического состава руд с глубиной.

Определения абсолютного возраста апатитовых руд показали цифру в 1850 млн. лет, что сопоставимо с временем формирования флогопитовых месторождений (1,8—2 млрд. лет). На этом основании время формирования Селигдарского месторождения определено раннепротерозой-

ской (субганской) эпохой, когда широко проявились метасоматические процессы.

Прогнозные запасы апатитовых руд до глубины 250—300 м оцениваются в 2 млрд. т при среднем содержании P_2O_5 в 6—7%. Отдельные рудные тела могут иметь и более высокие концентрации P_2O_5 .

Вблизи Селигдарского месторождения открыты новые отдельные рудные тела, а возможно, и самостоятельные месторождения (Комариное, Тигровое и др.).

С селигдарским типом сближаются и другие проявления Центрально-Алданского района. Проявление **Нирянджа** расположено к юго-западу от Селигдарского месторождения и приурочено к зоне крупного регионального Юхтинского разлома. На поверхности разлом выражен линейной зоной катаклаза, милонитизации, брекчирования и гидротермально-метасоматического изменения пород. В районе проявления развиты преимущественно интенсивно гранитизированные амфиболовые и биотит-амфиболовые кристаллические сланцы и гнейсы, а также биотитовые и амфиболовые граниты (Нимырьское поле гранитизации). Разрез через зону Юхтинского разлома выглядит (с юго-запада на северо-восток) следующим образом: аляскитовые граниты (калишпат 60—70%, кварц 30—35%, гематит и магнетит 5—8%, хлорит 2—3%), апатитсодержащие кварц-гематитовые породы (apatит 1—2%, гематит 15—20%, кварц 70—85%), апатит-гематит-кварцевые породы (apatит до 30%, кварц 55—60% и гематит до 10—15%). Взаимоотношения между зонами разного состава имеют характер постепенного перехода на узком интервале. Максимальные концентрации апатита устанавливаются в центральной части апатит-гематит-кварцевой зоны.

Апатит-гематит-кварцевая руда представляет брекчию, состоящую из крупных обломков, одиночных кристаллов или сростков кристаллов апатита, сцементированных кварц-гематитовым материалом с незначительной вкрапленностью мелких кристаллов апатита. Параметры оконтуренных рудных тел участка Нирянджа варьируют в очень широких пределах: мощность от 0,5—1 до 40—50 м. Содержание P_2O_5 изменяется от 2 до 14%.

Ряд перспективных проявлений селигдарского метаморфогенного типа выявлен в бассейнах рек Лев. и Прав. Нимгеркан, где они концентрируются в пределах Нимгерканской апатитоносной зоны, а также в бассейне р. Б. Нимыр (Нимырьское рудное поле), Нимыро-Ыллымахском районе (Осенний лист) и др.

Среди апатитопроявлений в магнезиальных скарнах наибольший интерес представляют апатитопроявления на Чугинских флогопитовых месторождениях и в долине руч. Бишь.

Чугинское проявление расположено на левом склоне долины р. Чуга, где обнажены кальцифиры и мраморы архейской федоровской свиты с прослоями амфиболитов и кварцевых гнейсов. Апатит в ассоциации с флогопитом насыщает три жилы длиной до 660 м. Содержания апатита в жилах достигают 50—60%. Отдельные кристаллы имеют длину 0,7 м, толщину 0,4—0,45 м. В долине руч. Бишь установлено два проявления апатита, связанных с биотитовыми и биотит-амфиболовыми гнейсами федоровской свиты. Здесь встречены слои (15—20 м) диопсидовых и диопсид-скаполитовых пород с крупнокристаллическим (1—2 см) апатитом, которого около 5—8%.

Из проявлений другого типа отметим проявления апатита в пределах **Инаглинского массива** ультраосновных пород позднепротерозойского возраста. Апатит обнаружен во всех разновидностях метасоматитов. На отдельных участках хромдиопсид-слюдяных метасоматитов его содержа-

ния увеличиваются до 10%. Наиболее богаты апатитом метасоматиты по пироксенитам. В рудах преобладает фторапатит. Запасы апатитов в зонах метасоматитов Инаглинского массива не превышают первых миллионов тонн. Широко распространены в Западно-Алданском апатитоносном районе проявления апатита, связанные с позднемезозойскими массивами щелочных пород в верхнем течении р. Амга. Наиболее значительно **Джагылахское проявление**, приуроченное к одноименному массиву. Последний представляет собой штокообразное тело зонального строения, сложенное пуласкитами и монцитовыми сиенитами. Содержание пятиоксида фосфора в породах массива (в %) следующее: щелочные сиениты 6, пуласкиты 0,53, пятнистые сиениты 2—3 и биотитизированные сиениты 2—5. Ранний апатит преимущественно мелкозернистый, поздний — крупнозернистый и парагенетически связан с биотитом и пироксеном.

Восточно-Алданский апатитоносный район

Восточно-Алданский апатитоносный район структурно совпадает с юго-восточной окраиной Алданского щита и южной частью Сетте-Дабанского горст-антиклинория. Для него характерны преимущественно апатитоносные карбонатиты в массивах (Арбарастахский и Горноозерский позднепротерозойского возраста и Лединская группа среднепалеозойского возраста) ультраосновных щелочных пород.

Пироксенитовые породы в центральной части **Арбарастахского массива** вмещают столбообразное тело сложной формы апатит-магнетит-хондритовых руд, где содержания апатита составляют 20—70%. В апатит-магнетит-форстеритовых рудах содержания апатита достигают 30—65%, в магнетит-форстеритовых — 3—5%. Наиболее крупные тела имеют мощность до нескольких сот метров при длине 1—1,5 км, размеры линзовидных и полукольцевых тел значительно меньше. Апатит-магнетитовые руды иногда слагают полосы в редкометалльных карбонатитах. Концентрации пятиоксида фосфора в рудах Арбарастахского массива (в %) следующие: апатит-магнетит-форстеритовая 5,82—11,86; апатит-магнетит-хондритовая 20,08; флогопит-apatит-форстеритовая 9,1. Среднее содержание составляет около 10%. Меньшее значение имеют штокверковые зоны в слюдяно-пироксеновых породах и отдельные слюдяные зоны, обогащенные апатитом. В штокверковых зонах содержания апатита составляют 5—10% (2—4% P_2O_5), а в слюдяных зонах — 10—25% (4—10% P_2O_5).

Прогнозные запасы апатитовых руд Арбарастахского массива определены в 3,77 млрд. т, соответственно, запасы пятиоксида фосфора при средних содержаниях около 10% составляют около 350 млн. т. При подсчете прогнозных запасов пятиоксида фосфора принят радиус 2 км, что соответствует радиусу распространения апатитосодержащих пород.

Горноозерское месторождение расположено в южной части Сетте-Дабанского горст-антиклинория. В карбонатитах массива апатит встречается повсеместно. Наибольшее его количество (до 10% и выше) содержится в поздних карбонатитах массива. Особенности апатитового оруденения изучены недостаточно. Выделяются апатит-магнетит-пироксеновые руды с содержаниями апатита около 10% и другие карбонатиты с апатитом, которого около 3—4%. При разрушении карбонатитов в верхнечетвертичных озерных песчано-галечниковых отложениях сформированы экзогенные скопления апатита с содержаниями 6—7% и магнетита. Прогнозные запасы апатита Горноозерского месторождения могут быть определены в 290 млн. т (в том числе 50 млн. т в озерных

отложениях). В первичных карбонатитовых рудах концентрации пятиоксида фосфора определены в 4—5%, наряду с рядовыми можно выделить участки с концентрациями 10% и более.

Анабарская провинция

Провинция структурно совпадает с Анабарским массивом, Уджинским поднятием и смежными структурами. В южной части массива известны крупные интрузии анортозитов (Геральский, площадью 2600 км²) с приуроченными к ним проявлениями комплексных апатит-ильменитовых и апатит-ильменит-титаномагнетитовых руд. В пределах Биригиндинской зоны на юго-восточном окончании Анабарского массива обнаружены апатитоносные пегматиты. Интересно проявление Олобу, представленное скоплением эгириновых и ортоклаз-микроклиновых апатит-содержащих пегматитовых жил. Протяженность пегматитового поля 2,7—3 км. Длина отдельных пегматитовых жил составляет 50—100 м, а мощность — 10—50 м. Содержания апатита в жилах достигают 30—70%.

Большие перспективы в пределах провинции можно связывать с массивами Богдо и Томтор ультраосновного щелочного состава позднепротерозойского возраста в верхнем течении р. Онкучах. Во внешнем кольце массива Томтор, где зафиксированы интенсивные магнитные аномалии, обнаружены щелочные нефелинсодержащие сиениты, переполненные ксенолитами твейтозитов. В твейтозитах количество нефелина достигает 40%, а граната (шорломита), сфена и кальцита — до 8%. Содержания апатита и рудных минералов не превышают 2%. В северной и северо-восточной частях (вторая концентрическая зона массива) отмечена весьма интенсивная и сложная по строению магнитная аномалия, вероятно, обусловленная тремя интрузивными телами северо-западного простирания. Все эти тела не обнажены и состав их неизвестен. Содержание Р₂О₅ в уртигах массивов около 4%. Бурение в пределах массивов показало наличие в них богатых апатитовых руд, что подтверждает высокую перспективную оценку апатитоносности этих ультраосновных щелочных магматических образований, напоминающих формуацию апаитовых нефелиновых сиенитов центрального типа Хибин.

К югу от рассмотренных массивов (на продолжении Уджинского разлома) выявлены магнитные аномалии, сходные с аномалиями массивов Богдо и Томтор, что указывает на нахождение здесь не вскрытых эрозией массивов аналогичного типа. В районе аномалии обнаружены дайкообразные тела апатит-магнетитового состава.

Изложенные сведения об апатитах территории ЯАССР показывают, что апатитовое оруденение здесь весьма широко проявлено и связано с различными геологическими формациями.

ФОСФОРИТЫ

Наиболее ранние сведения о фосфоритах Якутии относятся к 1915 г., позднее была установлена приуроченность фосфоритов к трансгрессивным горизонтам средней юры. В 1934 г. Н. П. Херасков обратил внимание на повышенную (до 7% Р₂О₅) фосфатность эчийской свиты нижней перми Западного Верхоянья, а в 1938 г. К. С. Андрианов выявил повышенную (до 10—11% Р₂О₅) фосфатность ордовикской криволицкой свиты. В 1964 г. Л. К. Комина обобщила материал по фосфоритам Западной Якутии и выделила Приленский, Вилюйский, Мархинский и Лено-Анабарский районы и несколько перспективных проявлений фосфоритов.

В 1968 г. Т. И. Анодин привел сведения о фосфоритоносности кембрийских, ордовикских, каменноугольных и юрских отложений Вилюйской синеклизы.

Выявленные проявления фосфоритов разделяются на платформенные и геосинклинальные. К первым относятся проявления осадочного чехла Сибирской платформы, в отложениях Предверхоанского прогиба, к геосинклинальным — проявления Верхояно-Колымской складчатой области. Намечаются Лено-Анабарский, Лено-Вилюйский и Западно-Верхоанский бассейны, включающие девять фосфоритоносных площадей.

Лено-Анабарский бассейн объединяет Северо-Анабарскую, Южно-Анабарскую и Нижне-Ленскую площади. Северо-Анабарская площадь охватывает нижнее течение рек Анабар и Оленек. Длина ее около 300 км, ширина — 30 км. Здесь находится пять проявлений фосфоритов, приуроченных к отложениям волжского яруса, — Анабарское, Половинное, Буолкалахское, Чуюмпе и Стээн-Юрэхское. Первые четыре представлены желваковыми рудами и содержат примесь ракушняково-зернистого фосфатного материала, который напоминает геосинклинальные фосфориты. Для Анабарского и Половинного проявлений характерно присутствие в позднеюрских песчаниках фосфатного гравелита мощностью 1,2—1,4 м, до 30% гравия представлено мелкими желваками фосфорита, а остальные 70% — окатанным терригенным материалом. Присутствие гравелита в основании фосфатной пачки, мощность которой достигает 12—15 м, указывает на ее образование в процесс трансгрессии, что является благоприятным фактором.

На Буолкалахском и Чуюмпе проявлениях длина фосфатоносных линз до 300 м, а мощность — 0,5—1,5 м. Содержание P_2O_5 в желваках достигает 14,3—16,7%, а в цементирующем их глауконитовом материале — 15%, составляя в среднем в породе 0,7—1,5%. Стээн-Юрэхское проявление приурочено к аргиллитам волжского яруса, содержащего четыре прослоя пластовых фосфоритов. Мощности прослоев (снизу вверх): 0,8—0,9 м; 0,7—1 м; 2,5 м и 0,3—0,35 м. Содержания P_2O_5 в трех верхних прослоях (снизу вверх) — 17,7% и 27,72%; породы базального слоя на фосфор не анализировались. В аргиллитовой толще наряду с пластовыми фосфоритами присутствуют и желваковые разновидности в виде линз (0,2—0,3 м) длиной до 5—7 м, содержащих фосфатизированный ракушняк. Запасы проявления в 1971 г. оценены в 77,6 тыс. т, но они, вероятно, занижены, так как в 3,7 км от рассматриваемого проявления также установлены выходы на поверхность фосфоритоносных пород волжского яруса. Здесь в желваках содержится до 32,5% P_2O_5 при мощности прослоев с желваками 0,1—0,3 м. Прогнозные запасы проявления, видимо, не менее 1—1,2 млн. т.

Южно-Анабарская площадь прослежена более чем на 200 км при ширине 5—30 км. Выявленные здесь желваковые фосфориты приурочены к отложениям индского, карнийского, плинсбахского и валанжинского ярусов. Опробованы два проявления.

На проявлении Яков-Доруха прослои плинсбахских конкреционных фосфоритов мощностью 0,3—0,7 м прослежены на первые десятки метров. Содержания P_2O_5 в конкрециях — до 16,2%, в цементе — до 5—6%. В основании валанжинского яруса наблюдаются фосфатизированные песчаники и аргиллиты. Содержание фосфатного вещества составляет 30—35% от общего объема породы. На проявлении Богдо-Тасс фосфориты насыщают пласт известняков мощностью до 1 м, залегающий в основании нижней юры и прослеженный на 200 м. Содержание P_2O_5 в пласте — 11,9%.

Индские фосфориты встречаются в бассейне р. Улахан-Хас-Терют-тэх. Они приурочены к трансгрессивной песчанико-алевролитовой пачке и образуют прослой желваковых руд мощностью 0,2—0,3 м и протяженностью 300—400 м. Содержание P_2O_5 в желваках 13—27%.

Проявления фосфоритов в отложениях карнийского яруса известны в бассейнах рек Бур, Сизбыт, Вендявкири, Куоланды, где они в виде линзы насыщают отдельные песчаниковые горизонты. Базальный горизонт сложен битым ракушняком, терригенным материалом (35%) и лептохлорит-фосфатным цементом (60—65%). Содержание P_2O_5 в породе 5,99—13,9%.

Плинсбахские фосфориты вскрыты по долинам рек Улахан-Хас-Терюттэх, Бур, Сизбыт и приурочены к алевролитовой толще. Они образуют три выдержанных прослоя мощностью 0,3—0,6 м и длиной 7—40 м. Распределение P_2O_5 в них весьма неравномерное, содержание его 7—23%.

Нижне-Ленская площадь расположена в северо-восточной части Предверхоаянского прогиба, длина ее составляет 120 км, а ширина 10—20 км. Она включает Хотугу-Бертиме, Кюнкюче, Нижне-Буотарское и Чекуровское проявления. Проявления Хотугу-Бертиме и Кюнкюче приурочены к глинистым породам ааленского яруса, содержат выдержанный на десятки километров горизонт желваковых фосфоритов с незначительным содержанием P_2O_5 .

Нижне-Буотарское проявление обнаружено в правых береговых обрывах р. Лены. Приурочено оно к келловей-оксфордским песчаникам и алевролитам. Содержание P_2O_5 в лептохлоритовом цементе песчаников оксфордского яруса — 2,8—5,8%, в сидеритовом 0,2—2%, в глинистых алевролитах келловейского яруса содержание P_2O_5 достигает 20%. Мощности фосфатизированных пород келловейского яруса — 24 м, оксфордского — 1,6—2,0 м. В 8 км выше по р. Лене от этих проявлений расположено Буотарское проявление, приуроченное к основанию отложений байосского яруса. В глинистой пачке, перекрывающей базальные конгломераты, выявлено 18 прослоев желваковых фосфоритов мощностью 0,05—3 м. Содержания P_2O_5 в желваках изменяются от 5,6—6,4 до 18,7—20,8%. Мощность глинистой пачки 20 м.

Чекуровское проявление представлено аргиллитами валанжинского яруса, содержащими 13 прослоев желваковых фосфоритов мощностью 0,3—1,5 м. Мощность продуктивной пачки 25—30 м. Желваки фосфоритов, достигающие в поперечнике 5—20 см, имеют зональное строение — внешняя их оторочка сидеритовая, ядро — черный аморфный фосфорит. Содержание P_2O_5 в оболочке 5,93—12,18%; в ядре 20,6—23,97%. Завершается разрез прослоем фосфоритоносных песчаников мощностью 1,7—1,9 м, содержащих 9,2—18,6% P_2O_5 . Высокие содержания P_2O_5 и региональное распространение валанжинского фосфоритоносного уровня характеризуют рассматриваемое проявление как перспективное.

Лено-Вилюйский бассейн расположен на юге платформы и включает глубоко прогнутые части Ангаро-Ленского краевого прогиба, Вилюйской и Тунгусской синеклиз. Бассейн включает Ленскую и Мархинскую площади.

Ленская площадь имеет длину около 200 км (в пределах Якутии) при ширине 60 км (на западе) и 100—110 км (на юге). Развитые здесь среднеордовикские продуктивные отложения образуют три изолированных поля: Южное, Центральное и Северное.

Южное поле объединяет Половинкинское, Нижне-Нюйское и Джербинское проявления фосфоритов, сходные по строению. Содержание P_2O_5 в фосфоритах изменяется от 3—7 до 11—29%. Наиболее изучено

Половинкинское проявление, на котором в основании алевролитов среднеордовикского криволуцкого яруса залегает насыщенный битыми раковинами прослой песчаника мощностью 0,9—3,3 м. Содержание P_2O_5 в песчанике 5—11%, в желваках до 29,7%.

Центральное поле объединяет четыре проявления ракушняково-зернистых фосфоритов — Орто-Нахарское, Оччугуй-Мурбайское, Бетинче и Улахан-Оттех. Первое характеризуется выдержанными на сотни метров маломощными (0,2—0,6 м, редко до 2 м) прослоями ракушняково-зернистых фосфоритов с содержанием P_2O_5 3,5%. Остальные проявления фосфоритов во многом идентичны.

На Северном поле насыщенность фосфатоносных прослоев обломками раковин достигает 30—40%; мощность прослоев 0,2—0,8 м, а протяженность составляет сотни метров.

Мархинская площадь объединяет три проявления фосфоритов. Энердекское проявление расположено на правом берегу р. Марха. Фосфоритоносными являются терригенные отложения домерского, тоарского и ааленского ярусов. Кроме конкреционных и желваковых фосфоритов в породах содержится примесь фосфатизированного ракушняка. Содержание P_2O_5 в ракушняке 6,3—9,4%, в конкрециях 12,85—15,48%; в желваках 14,0—14,96%; в терригенно-карбонатном цементе 1,7—4,4%. Видимая мощность фосфатоносных прослоев 12—15 м.

Западно-Верхоянский бассейн объединяет фосфатопроявления геосинклинального типа Хараулахского и Куранахского антиклинориев, Сетте-Дабанского горст-антиклинория и Адычанского брахиантиклинория, где выделяются и соответственные площади. Хараулахская площадь протягивается на 180 км при ширине 5—20 км. Проявление Кумах-Суурт связано с аргиллитами оленекского яруса, содержащими прослой мощностью до 1 м и конкреции диаметром от 2—3 до 10—12 см. Содержание P_2O_5 в них 4,3—6,5%, реже до 11%. Проявление Таас-Ары выявлено в отложениях анизийского яруса. Оно представляет три прослоя желваковых фосфоритов мощностью от 0,15 до 0,3—0,4 м. Содержание P_2O_5 в желваках 14—16%, в цементе 2,1—3,6%. В базальных слоях карнийского яруса, сложенных желваковыми конгломератами и ракушняково-зернистыми фосфоритами мощностью 0,1—0,15 и 0,4 м, содержания P_2O_5 изменяются от 2,0 до 14%.

Восточная часть Хараулахской площади (длина 180 км, ширина 12—25 км) включает четыре проявления фосфоритов. Проявления Сокол и Южно-Кысамское расположены в среднекаменноугольной тиксинской свите. На проявлении Сокол продуктивный пласт сложен аргиллитами и имеет мощность 27 м. На проявлении выявлено восемь горизонтов желваковых фосфоритов мощностью 0,15—0,5 м, прослеженных на сотни метров. Содержание P_2O_5 в желваках составляет 2,5—5,8%; в аргиллитах 1,5—2,7%. На Южно-Кысамском проявлении прослежено семь горизонтов желваковых фосфоритов мощностью 0,1—0,5 м. Содержание P_2O_5 в желваках составляет 11,6—15,62%, в аргиллитах 7,23—9,21%.

Чубукулахское проявление залегает в глинистых сланцах в кровле эчийской свиты нижней перми. Содержание P_2O_5 составляет несколько процентов. На Тит-Арынском проявлении среднее содержание P_2O_5 в лесчаниках эчийской свиты не превышает первых процентов, а в стяжениях — 10%. Мощность слоя 0,25—0,3 м. В кровле свиты наблюдаются линзовидные включения ракушнякового фосфорита мощностью 0,2—0,3 м.

Куранахская площадь совпадает пространственно с Куранахским антиклинорием. Здесь выявлены конкреции в отложениях эчий-

ской свиты нижней перми. Дулгалахское и Эчийское проявления приурочены к аргиллитовой пачке и принадлежат желваковому типу. Мощность фосфатоносных прослоев 1—1,5 м, длина — десятки метров. Содержание P_2O_5 в желваках 5—6%, в аргиллитах 2,3%.

Кыллахская площадь длиной 110 км и шириной 15—20 км объединяет три проявления, залегающих в верхнепротерозойской бикской свите, юдомской и кембрийских пестроцветной, иниканской и чайской свитах.

На проявлении Чухоной, как установил В. А. Ян-жин-шин, продуктивный пласт черных лидитовых сланцев мощностью 0,3 м залегает в основании иниканской свиты. Сланцы, содержащие в среднем 5,3% P_2O_5 , насыщены пиритовыми желваками. В бикской свите фосфатоносными являются известковистые алевролиты и тонкозернистые песчаники мощностью 5 м; содержание P_2O_5 в алевролитах 2,7%, в песчаниках 3,7%.

Проявление Джюкян приурочено к пестроцветной и иниканской свитам нижнего кембрия и чайской свите среднего кембрия. В пестроцветной свите желваки содержатся в пластах кремнисто-глинистых сланцев мощностью 1,2 м. Содержание P_2O_5 в желваках 17,5—25%, в цементе 4,9%. Желваки составляют 25% от общего объема фосфатоносного пласта. В прослое черных глинистых сланцев иниканской свиты мощностью 0,3 м содержание P_2O_5 составляет 5,3%. В бордовых мергелях чайской свиты содержание P_2O_5 1,7%.

Акринское проявление локализовано в ядре антиклинали, сложенной нижнекембрийской иниканской свитой, в которой выявлено три пропрослая фосфоритов. Нижний пласт мощностью 5,8 м представлен кремнисто-глинистыми сланцами с желваками фосфоритов (до 10% от объема пород), содержание P_2O_5 в пласте 5,05%, в желваках до 19,8%, в кремнистых сланцах до 15%. В верхних прослоях мощностью 0,45 и 0,8 м содержатся мелкие конкреции (1—2 см) фосфоритов в количестве до 10% от общего объема пород. Содержание P_2O_5 в конкрециях составляет 17—30%.

Верхне-Томпонская площадь совпадает с полосой глинистых сланцев и аргиллитов оленекского яруса, она прослежена на 70 км и имеет ширину 3—5 км. Проявление Вах залегает в песчанико-алевролитовой толще, где есть несколько слоев мощностью 0,1—1 м с конкрециями. Количество конкреций в прослоях достигает 50—70% от общего объема породы. Содержание P_2O_5 в конкрециях до 3,97. Проявление Ерага представляет два слоя желваковых фосфоритов мощностью до 1 м, разделенных пачкой алевролитов и песчаников мощностью 20 м. Количество желваков в прослоях до 50—70% от общей массы, содержание P_2O_5 в желваках — 7,06% и двуокиси титана — до 0,75%.

Фосфориты на территории ЯАССР распространены, как показано, довольно широко и связаны как с платформенными, так и с геосинклинальными осадочными формациями. Изучение этих формаций только начинается, и поэтому перспективы республики в отношении фосфоритов приходится оценивать лишь исходя из широких аналогий. Первоочередными для постановки поисков и оценочных работ следует считать позднепротерозойские пластовые геосинклинальные фосфориты Кыллахской площади. По составу это существенно кремнистые образования, несколько напоминающие промышленные руды Каратауского и Хубсугульского фосфоритоносных бассейнов. Наряду с этой площадью привлекают внимание волжские и меловые фосфориты Хараулахского антиклинория и Лено-Анабарского прогиба. Заслуживают внимания и ракушнково-зернистые фосфориты Ленской площади.

СТРОНЦИИ

Повышенные концентрации стронция установлены в осадочно-метаморфических породах архейского фундамента, в позднепротерозойских магматических образованиях и пегматитах и в среднепалеозойских кимберлитах. Особенно часто стронций фиксируется в сульфатно-карбонатных и карбонатных палеозойских комплексах Сибирской платформы, изредка — в Момо-Полоусной парагеосинклинальной зоне. Есть сведения о наличии стронция в углях Кангаласского бассейна.

Выделяется пять стронциеносных районов, из которых Анабарский, Вилуйско-Тунгусский и Алданский приурочены к Сибирской платформе; Омлевский — к Момо-Полоусной зоне Верхояно-Колымской складчатой области; Нижне-Алданский — к Предверхоянскому краевому прогибу.

Анабарский район. Сульфатно-карбонатная формация раннекембрийского и девонского возраста района включает несколько проявлений целестина. Раннекембрийские проявления приурочены к полосе карбонатных пород, окаймляющих восточный склон Анабарского массива. Ширина этой полосы до 5 км, длина достигает 100—150 км. Проявления стронция девонского возраста установлены в гипсоносном разрезе Кютюнгинского грабена. На одном из них — Сэне — обнаружен прослой целестина и барита мощностью 0,1—0,2 м.

Вилуйско-Тунгусский район. С сульфатно-карбонатной формацией этого района связаны проявления целестина позднекембрийского и силурийского возраста. Позднекембрийские проявления — Улахан-Ботубинское, Оюсутское, Улахан-Мякское, Ханинское, Орто-Силигирское, Мурбайское, Тас-Юряхское и Улу-Тогинское — приурочены к локальным поднятиям платформенного покрова.

Тас-Юряхское проявление характеризуется гнездовым распространением целестина в известняках верхоленской свиты позднекембрийского возраста. Поперечник гнезд — от 3—5 до 20 см, длина прослоев — 8—30 м, мощность — первые метры.

На Улахан-Ботубинском проявлении, по-видимому, прослеживается тот же целестиноносный горизонт, что и на Тас-Юряхском, но целестин заполняет прожилки, поры и каверны в известняках.

Проявлениями целестина силурийского возраста являются Оюсутское и Курунг-Делинге. На первом из них В. И. Куралев установил целестин в трех пластах лландоверского яруса. Нижний пласт мощностью 1,2 м содержит линзы и конкреции (до первых десятков сантиметров в диаметре) кальцита и голубого целестина. Химический состав конкреций (в %) следующий: SiO_2 1—13,6; Fe_2O_3 0,34—2,5; Al_2O_3 0,5—3,38; SO_3 1,07—42,8; CaO — сл. — 26,66; SrO 53,5—55,6; MgO 0,1—18,24. Средний пласт мощностью 1,2 м содержит каверны до 4 см в поперечнике, выполненные голубым целестином. Верхний пласт мощностью 1,4 м содержит прослой мощностью 0,5 м с конкрециями целестина.

Проявление Курунг-Делинге расположено в верхнем течении р. Маркоки. Серые доломитистые известняки включают прослой мощностью 0,3 м, обогащенный целестиновыми конкрециями.

Алданский район. В сутамской и кюриканской свитах джелтулинской серии архея установлены стронциеносные карбонатные пачки мощностью 10—20 м, прослеженные по простиранию на 2—3 км. Палеозойские проявления приурочены к отложениям раннекембрийской толбачанской свиты (Мархинское) и лландоверскому ярусу нижнего силура.

Мархинское проявление прослежено по обоим берегам р. Марха. Это пласт известняка, насыщенный изометричными (5—10 см) стяжениями целестина. Мощность пласта 1,5—1,8 м. На проявлении Диринг-

Юрях стяжения с целестином распространены на значительной площади.

В карбонатитах Арбарастахского массива стронций содержится в виде изоморфной примеси в ряде минералов. Содержание стронция в них достигает нескольких процентов. Горноозерское проявление приурочено к одноименному массиву ультраосновных щелочных пород с карбонатитами. Стронций содержится в апатите, флюорите и др.

Ыллымахское и Инаглинское проявления стронция приурочены к одноименным массивам, на периферии интрузивных массивов наблюдаются щелочные пегматиты с лампрофиллитом, ферморитом и томсопитом.

Омулевский район. Сульфатно-карбонатная формация широко распространена на южном фланге Момо-Полоусной зоны (проявления Виток, Девонское). Гипсы и ангидриты верхнего силура с целестином имеют мощность 0,03—5 м и протяженность до 1 км.

Нижне-Алданский район. Лимническая формация приурочена к мел-палеогеновым отложениям Предверхоанского краевого прогиба. Проявления стронция приурочены к отдельным месторождениям углей.

БАРИТ

Барит (барий) известен на территории ЯАССР уже с 1927 г., когда был обнаружен в шлиховых ореолах в бассейнах рек Молодо и Табасында. В 1957 г. А. И. Пименов нашел баритовую жилу мощностью 0,4—1 м среди позднепротерозойских отложений Юдомо-Майского перикратонного прогиба.

В результате геологосъемочных работ проявления барита были выявлены в связи с карбонатными и терригенно-карбонатными отложениями осадочного чехла Алданского щита, в Ангаро-Ленском прогибе, на территории Анабарского массива и в других районах. Все эти проявления не имеют практического значения.

СЕРА САМОРОДНАЯ

Самородная сера в виде незначительных проявлений чаще всего встречается в осадочном чехле Сибирской платформы, где она зарегистрирована в нижнекембрийских и средне-верхнедевонских отложениях; известна она и в Омулевском горст-антиклинории Колымского среднего массива в среднедевонских известняках. Ничтожное количество серы известно в окисленных сульфидных рудах оловянных и прочих месторождений, но они здесь не рассматриваются.

Проявления серы, главным образом, связаны с сульфатно-карбонатной формацией. В ней известно восемь проявлений, причем Сералахское, Дикимдинское, Олекминское, Тянское и Тарынское образуют Сералахскую сероносную площадь, а Русскореченское и Каменское — Русскореченскую. Одно проявление известно около г. Мирного.

Сералахская сероносная площадь приурочена к северному склону Алданского щита и в виде узкой полосы протягивается от бассейна р. Тяна до среднего течения р. Олекма.

Наиболее изучено Сералахское проявление, представляющее собой цепочку скальных выходов осерненных пород юдомской свиты вдоль правого берега р. Олекма. Длина выходов пород 4 км, мощность слоев — от первых до 30 м. Сера в ассоциации с гипсом и кальцитом выполняет мелкие поры и каверны в глауконитовых песчаниках. Максимальные концентрации серы приурочены к основанию продуктивного сералахского горизонта, минимальные — к его кровле.

Из долины р. Олекма сералахский горизонт прослежен в бассейне р. Тяна, где обнаружены Олекминское, Дикимдинское, Тарыньское и Тяньское проявления. Все они аналогичны Сералахскому, отличаясь от последнего еще большей невыдержанностью залежей и более низким качеством руд.

Русскореченская площадь расположена в устье одноименного левого притока р. Лены. Скопления серы в кембрийской эльгянской свите были вскрыты в двух пунктах скважинами. На Русскореченском проявлении повышенные концентрации серы установлены в интервале глубин 220—410 м. Мощность осерненного горизонта 8 м, длина — 7 км.

К юго-востоку от этого проявления на правом берегу р. Лены находится Каменское проявление. На глубине 450 м вскрыта верхняя часть эльгянской свиты. Сера наблюдается в кавернах битуминозных известняков кровли свиты.

Мирнинское проявление установлено при просмотре керна буровой скважины. Сера в виде мелких рассеянных зерен и колломорфных стяжений присутствует в нижнекембрийских известняках чарской свиты, вскрытых скважиной в интервале 257—265 м. Заверочной скважиной видимые включения серы встречены не были, что не позволяет дать оценку этому проявлению.

С сульфатно-терригенно-карбонатной формацией связана **Нордвик-Хатангская сероносная площадь**, приуроченная к солянокупольной структуре Хатангской впадины. В восточной ее части известно проявление самородной серы Соляная Сопка. Здесь сера ассоциирует с гипсами и доломитами, образуя в них мелкие линзы и гнезда мощностью до 0,25 м. В. А. Черепанов в 1965 г. установил серу в данбуритовых конкрециях. По структуре и набору микрокомпонентов они во многом аналогичны данбуритам Гаурдакского месторождения.

Проявление Чаал расположено в девонской галогенной толще Кемпендэйского поднятия. В делювиальных глинах наблюдаются очень мелкие (0,05 мм) сростки кристаллов серы. Содержание ее в глинах не превышает долей процента.

Сереченское проявление расположено в верховьях р. Серечен. Сера приурочена к среднедевонским известнякам. Зона дробления известняков мощностью 0,8—1,2 м насыщена прожилками серы длиной 3—4 м и мощностью доли метра. Наблюдаются также рассеянная вкрапленность мелких (1—3 мм) зерен серы и ее прожилки мощностью до 0,3 см.

МЫШЬЯК

Мышьяк является одним из наиболее распространенных элементов Якутии и обнаружен во многих кварцевых и кварц-карбонатных жилах полиметаллических, оловорудных и других месторождений Верхояно-Колымской складчатой области. Специального изучения и количественной оценки мышьякового оруденения не проводилось. Изучение этого типа эндогенного оруденения Якутии было выполнено преимущественно при исследовании других типов оруденения. Установлено, что наибольшее количество мышьяка сконцентрировано в месторождениях касситерит-сульфидной формации Дербек-Нельгехинской зоны. Подмечено, что максимальные концентрации арсенопирита связаны с повышенной кобальтоносностью арсенопирита. В Южном Верхоянье открыто и месторождение собственно мышьяковых руд — Сендученское, которое эксплуатировалось в основном с целью извлечения уникальных музейных образцов аурипигмента и реальгара.

Верхояно-Колымская провинция

В составе провинции выделены Верхоянская, Яно-Индибирская и Чохчур-Чокурдахская зоны с проявлениями мышьяка.

Верхоянская зона. Верхоянская зона структурно приурочена к Верхоянскому мегантиклинорию, Южно-Верхоянскому синклинорию, Хараулахскому антиклинорию, Сетте-Дабанскому горст-антиклинорию и Куларскому складчато-глыбовому поднятию.

В Куларском районе проявления мышьяка генетически связаны с малосульфидной кварцевой формацией арсенопиритового типа. Наиболее перспективны проявления Новое и Элигерское. Проявление Новое представляет собой минерализованные зоны дробления в южной части Куларского района, выполненные катаклазированными кварцевослюдыстыми роговиками туогучанской свиты верхней перми. Здесь выявлено большое число зон дробления мощностью 50—60 м и протяженностью более 100 м. Минерализованные зоны дробления вмещают кварц, кальцит, вольфрамит, шеелит, арсенопирит, реже пирротин, галенит и пирит. Содержания мышьяка достигают 5%. В районе Элигерского проявления минерализованные зоны дробления имеют большую протяженность и включают отдельные жильные тела с арсенопиритом. В них содержания мышьяка изменяются от 2,62 до 9,32%.

Западно-Верхоянский район приурочен к Куранахскому антиклинорию, где преимущественно развито полиметаллическое оруденение. Повышенные концентрации мышьяка выявлены в связи с этим типом эндогенного оруденения. Здесь обнаружены самостоятельные арсенопирит-кварцевые жилы, сконцентрированные в Хобяту-Эчийском, Чочимбальском и Сеймчанском рудных узлах. В экзоконтактной зоне Хобяту-Эчийского гранодиоритового массива раннемелового возраста выявлены арсенопирит-халькопиритовые жилы. В пределах Южно-Хобятинского проявления в поле роговиков установлена полоса арсенопиритовых жил длиной до 1 км. Мощность отдельных жил не превышает 0,25 м, они состоят из кварца, арсенопирита и халькопирита. В этом же районе известны и другие рудные тела подобного состава, в которых содержания мышьяка достигают 51%.

В Чочимбальском рудном узле в составе жил преобладают кварц, арсенопирит, пирит, сфалерит и галенит, менее характерны сидерит, халькопирит и висмут. В Сеймчанском узле содержания мышьяка в таких жилах не превышают 11,31%.

Необходимо также отметить повышенные содержания мышьяка в полиметаллических рудах Эндыбальского узла, где его количество в галенит-сфалеритовых рудах достигает 5,3—7,9%.

В Южно-Верхоянском районе известны месторождения и проявления аурипигмента и реальгара. Сендученское месторождение этого типа расположено в бассейне р. Томпо. Месторождение представлено кварц-карбонатными жилами. Жилы имеют мощность до 3,5 м и содержат линзовидные обособления и желваки аурипигмента; в рудах содержатся также реальгар, антимонит, стибнит, сфалерит, энаргит, халькопирит, арсенопирит и джемсонит. Отдельные кристаллы аурипигмента достигают 30 кг и 60 см длины. Содержание мышьяка в рудах 10—58%.

Кыгыл-Тасское проявление района принадлежит касситерит-сульфидной формации. Находится оно в нижнем течении руч. Кыгыл-Тас, правого притока р. Тыры. Проявление специфически мышьяковое, но отдельные рудные тела являются комплексными олово-мышьяково-свинцово-цинковыми. Рудные тела сложены слабо оловоносными арсено-

пирит-кварцевыми жилами и прожилками. Форма жил четковидная — их мощность в среднем 0,2—0,3 м, в раздувах они достигают 1—1,5 м.

Проявления арсенопирита известны также во многих рудных проявлениях и месторождениях зоны. В первую очередь отметим проявления арсенопиритового типа, месторождения галенит-сфалеритовой формации и другие. В большинстве этих проявлений и месторождений мышьяк является вредной примесью, ухудшающей технологию извлечения полезного компонента.

Яно-Ингидирская зона. Эта зона приурочена к Полоусненскому синклинию, Адычанскому брахиантиклинорию и Сартангскому синклинию. Для зоны характерны оловянные, вольфрамовые, сурьмяные и полиметаллические месторождения и проявления. Во многих из них содержится мышьяк.

В Полоусненском районе в пределах оловорудных месторождений известно большое число проявлений мышьяка, представленных жилами и минерализованными зонами дробления с содержаниями от десятых долей до 13,8%. Все эти проявления специально не изучались. В Дербек-Нельгехинской оловорудной зоне также выявлены отдельные жилы и минерализованные зоны дробления с арсенопиритом. В рудах Илингасского оловорудного месторождения среднее содержание мышьяка составляет 1,97%. Близки содержания мышьяка в рудах оловорудного месторождения Алыс-Хая — 1,71%. Предполагается, что при решении вопроса о промышленном освоении группы оловорудных месторождений Дербек-Нельгехинской зоны мышьяк может извлекаться как сопутствующий компонент.

Чохчур-Чокурдахская зона. Все проявления мышьяка (иногда со значительными концентрациями) зоны приурочены к разнообразным оловорудным месторождениям и проявлениям. В выявленных проявлениях в пределах зоны встречены арсенопирит в ассоциации с халькопиритом, антимонитом, минералами олова, висмута и др. Содержания мышьяка, как правило, не превышают первых процентов.

Помимо описанных на территории Якутии известны и другие типы мышьяковой минерализации. Могут представлять интерес скарновые месторождения Улахан-Тасского горст-антиклинория и других регионов Восточной Якутии, где арсенопирит содержится в больших количествах, но специального изучения уровня его концентраций и возможности извлечения не проводилось. Не исключено также открытие в пределах развития карбонатных отложений новых месторождений собственно мышьяковых руд типа Сендученского, аурипигмент которого пока добывался только для музейных коллекций.

СОЛИ

СОДА

На территории ЯАССР в Мегино-Кангаласском районе известны содовые озера термокарстового происхождения — Абалах, Тураннах, Улахан-Кусагас, Улахан-Арылах, Мэми, Куччугуй-Арылах, Улахан-Кюндэ, Ламы, Майдаган и др. Воды озер гидрокарбонатно-натриевого типа, степень минерализации их различна. Для содовых озер характерна годичная цикличность гидрохимического режима; весной при стоке талых вод уровень воды в озерах повышается, а соленость их уменьшается. Летом благодаря испарению концентрация солей возрастает, а осенью после дождей происходит новое опреснение озер. С наступлением зимы концентрация рапы сильно увеличивается.

Озеро Абалах расположено на правом берегу р. Лены в 110—115 км от г. Якутска. В 1954 г. С. С. Платонов установил, что проба рапы озера, взятая в июне, имеет минерализацию 8,514 г/л, а взятая в апреле (подо льдом) — 35,820 г/л.

Буровыми скважинами на глубине 1,5 м был вскрыт пласт соды на глубине 1,15—1,7 от уреза воды. Он сложен скоплением друз кристаллов диаметром до 2—4 см или кристаллами соды в массе черной грязи; такие скопления кристаллов соды можно наблюдать в линзах протяженностью 5—25 м, мощность их составляет 5—10 см, реже до 70 см и более. Анализ кристаллов соды из оз. Абалах показал следующий состав (в %): Na_2CO_3 37,08; H_2O 62,92, т. е. она представляет собой десятиводный углекислый натр.

Озеро Тураннах расположено вблизи озера Абалах, минерализация воды в нем 6,077 г/л. Химический состав воды следующий (в г/л): NaCl 0,45; Na_2SO_4 0,75; NaHCO_3 4,19, Na_2CO_3 0,426; MgCO_3 0,153; CaCO_3 0,028. В рапе всего озера, по предварительным данным, в растворенном виде содержится следующее количество солей (в т): NaCl 2,06; Na_2SO_4 348,1; NaHCO_3 191,6; Na_2CO_3 195,1; MgCO_3 70,1; CaCO_3 12,8.

Озеро Улахан-Кусагас расположено в 14 км к юго-западу от озера Абалах. В воде озера содержится растворенная сода, минерализация — 5,692 г/л.

Озеро Улахан-Арылах. Минерализация воды в летнее время 3,548 г/л; по составу она близка минерализации озера Абалах. В воде озера растворены следующие соли (в г/л): NaCl 0,503; Na_2SO_4 0,634; NaHCO_3 2,152; Na_2CO_3 0,064; MgCO_3 0,179; CaCO_3 0,01.

Озеро Мэми. Минерализация 2,832 г/л. Содержание Na_2CO_3 — 0,03 г/л. В остальных озерах минерализация близка минерализации озера Мэми. Наиболее богато содой озеро Абалах. Один литр воды его содержит в среднем 11,2 г соды. Возможные запасы соды в озерах Абалах и Тураннах около 38,9 т, что в переводе на кальцинированную соду составляет 9,2 т.

На оз. Абалах с 1935 г. функционирует курорт республиканского значения. Оз. Абалах постепенно усыхает — размеры его по сравнению с 1935 г. значительно уменьшились. Вода остальных озер имеет меньшую минерализацию и не эксплуатируется.

ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ

Якутская АССР является районом Советского Союза, куда поваренную соль приходится привозить за тысячи километров, а между тем республика располагает огромными запасами каменной соли высшего сорта.

На территории Западной Якутии в настоящее время разведаны и учтены запасы ископаемой каменной соли в ряде месторождений. Для местных нужд разрабатываются мощные Кемпендяйские соляные источники. В Восточной Якутии проявлений каменной соли пока неизвестно, хотя предполагают ее наличие в эйфель-франкских отложениях Омупевского прогиба.

В Западной Якутии известны три крупные группы месторождений — Олекминская, Кемпендяйская и Пеледуйская. Кроме того, месторождения каменной соли известны в Мирнинском районе и на севере республики (Хатангская впадина, Нордвик).

КАМЕННАЯ СОЛЬ

Олекминский район

Соляное месторождение находится на правом берегу р. Лены в 12 км ниже устья р. Олекмы. Месторождение является типично пластовым, мономинеральным, сформированным в лагунных условиях. Разведочными скважинами было вскрыто два горизонта каменной соли в интервалах 387—406 и 481—524 м (центральный участок месторождения). Средняя мощность верхнего горизонта около 20 м, нижнего — более 60 м, выявлено 9 пластов соли. Внутри соленосных горизонтов содержится большое количество засоленных доломитов. Горизонты хорошо выдерживаются далеко за пределами разведанной части месторождения.

Мерзлота в районе месторождения не сплошная, имеются талики. Гидрогеологические условия благоприятны для освоения его шахтным способом с применением метода замораживания. Ожидаемый приток вод, залегающих на глубине 40—50 м, в шахту составляет 230 м³/ч.

Соль высокого качества и хорошей выдержанности состава по разрезу отдельных пластов, белая, бесцветная и воднопрозрачная без запаха. Запасы по Солянскому месторождению составляют по категориям: А — 221 млн. т, В — 279 млн. т и по категориям А+В+С₁ — 892 млн. т.

Среднее содержание NaCl составляет 98,27—98,68%, солей кальция 0,1—0,6%, магния 0,01—0,1%, т. е. соль относится к высшему сорту.

Перспективы увеличения запасов неограниченны, так как площадь соленосного бассейна только в районе месторождения превышает сотни квадратных километров. Месторождение расположено на берегу крупной транспортной магистрали — р. Лены.

Месторождение является самым восточным в Советском Союзе, ближайшим к Дальнему Востоку и Тихоокеанскому побережью — районам, особенно остро нуждающимся в соли. В будущем намечается эксплуатация месторождения с предполагаемой годовой производительностью 300 тыс. т соли, с последующим увеличением до 500 тыс. т. При строительстве железной дороги с выводом на р. Лену объем добычи соли может быть увеличен до 2 млн. т в год. Продукция предприятия может вывозиться в районы Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Олекминское проявление расположено около г. Олекминска, пласты соли встречены скважинами в нижнекембрийских чарской, толбачанской и пестроцветной свитах. На глубине 195—380 м залегают пласты соли мощностью от нескольких до 19 м при суммарной мощности от 31 до 45 м. На глубине 570—780 м пересечено 17 пластов с максимальной мощностью 17 м и суммарной мощностью пластов в 60 м. Несколько пластов соли находится на глубине 1100—1230 м. Запасы не подсчитаны, но достаточно велики.

Наманинское месторождение расположено на левом берегу р. Лены в 70 км от г. Олекминска. В отложениях толбачанской свиты вскрыто три пласта каменной соли мощностью 26, 18 и 28 м в интервалах 280,5—306,5, 354,0—372,0 и 380—408 м.

Химический состав соли (в %) следующий: NaCl 98,85—98,98; MgO до 1,10; CaO 0,89—1,27; SO₃ 0,046—0,54, нерастворимый остаток до 0,16%. Качество соли высокое; отдельные пласты вполне удовлетворяют требованиям ГОСТа, а соль относится к первому и высшему сортам. По месторождению предварительно подсчитаны запасы соли по категории С₂ — 748 млн. т; истинные запасы несомненно больше.

Усть-Бирюкское месторождение находится в 60 км выше г. Олекминска на левом берегу р. Лены. Буровыми скважинами было выявлено два горизонта каменной соли: верхний — в отложениях меггерской свиты среднего кембрия, нижний — в отложениях чарской свиты нижнего кембрия. Верхний горизонт вскрыт на глубине 208—318,3 м от поверхности и состоит из 4 пластов, разделенных прослоями засоленных доломитов и ангидритов. Нижний горизонт обнаружен на глубине 351,9—414,7 м и содержит три пласта каменной соли.

Содержание NaCl в верхнем горизонте 82,23—98,89%. Общим недостатком всех разновидностей соли является высокое содержание в ней нерастворимого остатка, которое в большинстве случаев превышает кондиционное (1%). Запасы месторождения признаны забалансовыми и в пределах разведанной площади составляют: по категориям A_2+B — 266 млн. т, по категории C_1 — 142 млн. т.

Русскореченское проявление расположено на левом берегу р. Лены, в районе пос. Русская Речка. В нижнекембрийских отложениях пестроцветной свиты скважинами на глубинах 385 и 393 м вскрыты два пласта соли мощностью от 2,4 до 8,4 м. Соль плотная прозрачная, белая, со слабым сероватым и красноватым оттенком, с прослоями серого глинистого доломита мощностью до 1 м. Среднее содержание NaCl — 95,96%. Содержание примесей других солей низкое. Подсчет запасов соли не производился. По геологическим данным они могут быть значительными.

Дельгейское проявление. При бурении на нефть Дельгейской скважины на Иньярской структуре каменная соль была вскрыта в нижнекембрийских отложениях чарской, толбачанской и пестроцветной свит. На глубине 1050—1420 м (чарская свита) наблюдается чередование пластов каменной соли мощностью до 27—37 м, водянопрозрачной, иногда загрязненной, с пластами доломитов. В отложениях толбачанской свиты соль мощностью от 0,2 до 23 м вскрыта на глубине 1570—1900 м. В пестроцветной свите на глубине 2050—2450 м мощность отдельных пластов соли достигает 51,5 м. Разработка признана нерентабельной из-за большой глубины залегания соли.

Кемпендяйский район

В Кемпендяйском районе (среднее течение р. Вилюй) известно три месторождения каменной соли, а также соляные источники. Недостатком их является отдаленность от водных путей и значительная засоренность различными примесями.

Месторождение Кыгыл-Тус расположено в среднем течении р. Кемпендяй, в 30 км восточнее Кемпендяйского сользавода. Оно представляет ряд коренных выходов девонской каменной соли, обнажающихся в 40 м над уровнем р. Кемпендяй. Содержание (в вес. %) NaCl изменяется от 80,59 до 96,35; $CaSO_4$ 0,27—3,06; HCO_3 0,12—0,24; Ca 0,16—0,88; Mg от сл. до 0,55; н. о. 1,76—14,72 (в среднем 6,5—7,0%).

Соль белого цвета, иногда примесь глины окрашивает ее в розовые тона. Месторождение разведано в 1962 г. Каменная соль отнесена ко II сорту (без выварки в пищу непригодна). Может быть использована в сельском хозяйстве в качестве кормовой соли. Запасы соли, утвержденные ТКЗ в 1963 г., составляют по категориям $A+B+C_1$ 680 тыс. т и по категории C_2 — 1814 тыс. т. Состав соли не соответствует техническим требованиям, и разработка месторождения обычным горнопроходческим путем нерентабельна.

Кюндяйские месторождения соли девонского возраста расположены в верхнем течении р. Кюндяй, первое из них — у озера

Тас-Тус-Кюэль, второе — в районе озера Мочаны. На восточном обрывистом берегу озера Тас-Тус-Кюэль соль обнажается в виде двух отвесных утесов (штоки), разделенных осыпями глин; высота их 25 м. Общая длина выходов 40 м. У озера Мочаны пласт соли имеет видимую мощность 3 м. Геологическое строение аналогично месторождению Кыгыл-Тус.

Соль Кюндяйских месторождений белого цвета, но часто бывает окрашена в розовые тона примесями красных глин. Состав соли (в вес. %) следующий: NaCl 96,53—99,81, нерастворимый остаток 0,13—2,03; CaSO₄ 0,06—0,85; CaCl 0,03—0,22; MgCl сл., редко до 0,04; KCl редко до 0,35. Месторождения не разведывались.

Скважиной, пробуренной у г. Мирного, в отложениях толбачанской свиты нижнего кембрия на глубине 550,9—638,9 м вскрыты три пласта каменной соли мощностью от 4,9 до 32,5 м. Соль прозрачная, участками буроватая, иногда с прослоями доломитов. Проявление не разведывалось.

Район Хатангского залива

В Анабарском районе, на севере Якутской АССР широко распространены осадки девонского возраста, слагающие ядра многочисленных купольных структур восточного побережья Хатангского залива и полуострова Юрюнг-Тумус (Усть-Тигянской, Ледовка, Кожевникова и др.).

На полуострове Юрюнг-Тумус (Соляная сопка) обнажен шток каменной соли, имеющий в плане форму эллипса с осями 3400 м и 370 м. С поверхности соль прикрыта кепроком мощностью от нескольких до 130 м, состоящим из глыб гипса и известняка. Вертикальная протяженность соляного тела не менее 2500 м; сложено оно пластами белой и серой соли.

Из открытого карьера было добыто 2400 т соли, из двух небольших шахт — около 66 000 т. Общие запасы соли до глубины 300 м исчисляются в 850 млн. т. Разработка месторождения прекращена.

Разведка соли на куполе Кожевникова установила наличие мощного кепрока. Слои с чистой солью мощностью до 30 м встречены на глубине 270—300 м ниже уровня моря.

Предполагается присутствие нескрытых соляных штоков в куполе Ледовка, расположенном в 13 км восточнее залива Кожевникова, а также в Усть-Тигянском куполе, находящемся в устье р. Тигян.

Организация промышленной разработки соли в районе затруднена в связи со значительной удаленностью его и отсутствием транспортных магистралей.

ПРИРОДНЫЕ СОЛЯНЫЕ ВОДЫ И РАССОЛЫ

Олекминский район

Многочисленные соляные источники, выходящие на земную поверхность в долине р. Лены и в наиболее крупных ее притоках, издавна местные жители использовали для кустарной выварки соли. Из-за невысокой концентрации рассолов и низкого качества промысел этот в настоящее время почти прекратился.

Соляные источники находятся на левом берегу р. Лены, у устья руч. Солянки. Крепость рассола 9,7° Боме. Производительность артели, которая вела добычу соли в 1943 г., составляла от 30 до 130 кг соли в сутки. Качество соли было низким.

На м а н и н с к и й (Булгуньяхташский) источник находится в долине р. Наманы, в 65 км выше устья. Вода источника сульфатно-натриевого типа, содержит соли Са и Mg, в результате чего имеет горько-соленый вкус, прозрачная, с резким запахом сероводорода. Минерализация 87,39 г/л. Крепость рассола достигает 10° Боме; дебит — 1 л/с. В нем содержится (в вес. %): NaCl 93,21; CaCO₃ 0,03; CaSO₄ 5,0; MgSO₄ 1,76.

На базе источника более 20 лет работал кустарный сользавод со среднесуточной производительностью около 700 кг соли.

Источники У с т ь - М о л б о расположены в долине р. Чара. Химический состав воды (в мг/л): Са 408,94—558,88, Mg 152,63—192,62, Na+K 2554,5, Cl 2929,71—3974,23, SO₄ 1752,37—1756,60, HCO₃ 227,84—105,7. Дебит источников не определялся.

Кемпендяйский район

Кемпендяйский район характеризуется наличием большого количества соляных озер и источников. Кемпендяйский источник находится на правом берегу р. Кемпендяй, в 57 км от ее устья. Соляные ключи вы-

Т а б л и ц а 25

Характеристика соляных источников Кемпендяйского района

Источник	Расход, л/ч	Концентрация, ° Боме	Содержание NaCl, %	Количество выносимой соли, т/год
Кемпендяйский	7 000	25	97,98	19 067
Озеро Тус-Кель	9 000	19	97,22	18 472
Озеро Мохсоголох (Курортное)	10 000	7	97,42	7 400
Озеро Большой Рассол	7 000	19	97,57	14 343
Озеро Малый Рассол	6 000	12	97,33	8 345
Итого				68 647 т/год

ходят в старицах реки и, растекаясь, образуют в районе сользавода озера — Тус-Кель, Мохсоголох (Курортное), Большой Рассол, Малый Рассол.

Дебит главного Кемпендяйского источника достигает 20 тыс. л в сутки. В 1962 г. для увеличения дебита соляных источников в районе Кемпендяйского сользавода было проведено 10 буровых скважин с откачками, четыре из них суммарным дебитом 9 л/с эксплуатируются. На Кемпендые сейчас производится добыча до 4 тыс. т в год соли способом естественного вымораживания и путем выпарки для удовлетворения внутренних потребностей республики. Кемпендяйский источник (вместе с Багинским) по концентрации рассола и количеству выносимой на поверхность соли является одним из наиболее мощных в Сибири (табл. 25).

Багинский источник расположен в долине руч. Эллен-Сала (приток р. Кемпендяй). Содержание NaCl в воде главного источника 98,03—98,12%, остальную часть осадка составляют сульфаты кальция, магния и хлориды магния. Источник разрабатывался для местных нужд; добывалось несколько тонн соли в год. Дебит этого источника составля-

ет 17 000 л/ч, концентрация рассола 20° Боме, количество выносимой соли в год — 38 500 т; добыча может быть увеличена до 1000 т/год.

Кюндяйский источник находится на правом берегу р. Кюндяй, в 1 км ниже устья речки Бергегелях. Источник обладает высокой концентрацией рассола (содержание NaCl 98%) и значительным дебитом.

Табасындский источник приурочен к руслу руч. Табасында. Воды насыщены NaCl при незначительном содержании сульфатов и карбонатов кальция. Иногда присутствуют в небольшом количестве хлориды Ca и Mg.

Ленский район

В Ленском районе известно большое количество соляных источников — Пеледуйские, Мухтуйские, Улахан-Мурбайские и др.

Пеледуйские источники выходят по берегам р. Пеледуй и бьют со дна. Один из источников, расположенный в 35 км от устья, эксплуатировался до 1958 г. Дебит источника — 800 тыс. л/сут, крепость рассола — до 8° Боме. Солевой состав (в вес. %): NaCl 96,7; CaSO₄ 1,28; MgSO₄ 0,29 и Mg(HCO₃)₂ 0,24. Производительность завода была выше 10 т соли в сутки.

Мухтуйские источники. В районе г. Ленска известны две группы источников — одна у р. Сайылыка и вторая у Соляной протоки. Первая группа имеет низкую концентрацию — не более 1,2° Боме. Дебит источников — 1—2 л/с. Минерализация воды источников Соляной протоки — 13,81 г/л, содержание NaCl — 92,47%. Источники р. Улахан-Мурбай и ее левого притока р. Тустах приурочены к трещиноватым известнякам нижнего кембрия. Вода соленая, с резким запахом сероводорода; детально источники не изучались. Шумахинская группа источников находится в долине руч. Шумаха, правого притока р. Лены. Вода источников горько-соленая, с резким запахом сероводорода. Юктинский источник известен в долине руч. Юктэ. Вода с примесью сероводорода; соль этих источников использовалась для местных нужд. Тамперский источник расположен в верховьях р. Тампер (левый приток р. Большой Патом).

Приведенная характеристика месторождений поваренной соли Западной Якутии указывает на исключительно большое значение соляных богатств Якутской АССР. На базе соляных месторождений Олекминского района можно создать горнодобывающие и перерабатывающие предприятия, способные обеспечить потребность в каменной соли не только ЯАССР, но и значительной части всего Дальнего Востока СССР.

КАЛИЙНЫЕ СОЛИ

Залежи калийных солей в ЯАССР не установлены. По геологическим, палеогеографическим и гидрохимическим признакам их присутствие вероятно в наиболее прогнутых частях раннекембрийского и средне-поздне-девонских галогенных бассейнов. Глубинные горизонты были вскрыты опорными скважинами при нефтепоисковых работах в 40—50-е годы. Анализ воды из скважин в отложениях солеродных бассейнов установил повышенные содержания в них калия, брома и бора, что позволяет положительно оценивать их перспективы в отношении калийных солей. Всего намечаются три перспективные для поисков калийных солей площади — Дельгейская и Верхне-Силигирская (Мархинская) в кембрийском и Нордвиг-Хатангская в девонском солеродных бассейнах.

Дельгейская площадь в 1958 г. вскрыта одной опорной буровой скважиной. Е. А. Разумовская высказала предположение, что рассолы происходят за счет выщелачивания залежей калийных солей на глубинах 2720—2730 м. На этой глубине, по исследованиям Ф. Г. Гуголь, залегают галогенные отложения нижнекембрийской пестроцветной свиты, дебит дренирующих их рассолов составляет 100 т/сут. Содержание калия в воде 42,7 г/л.

Л. А. Яншин [1962] предположил, что накопление калийных солей происходило в конседиментационных впадинах Сибирского галогенного бассейна. На поднятиях, разделяющих впадины, галогенез был неполным и завершался садкой галита. В связи с этим понятно отсутствие прослоев калийных солей в керне Дельгейской скважины, заданной на своде локального поднятия. Очевидно, более благоприятные условия для садки калийных солей существовали в 5—10 км к югу от скважины, где в кровле фундамента фиксируется небольшое погружение. Фациальным барьером, отделявшим залив с калийной рапой от галитового кембрийского бассейна, служила серия поднятий (Наманинское, Алданское, Верхне-Синское), расположенных к северо-востоку от буровой скважины. Об этом свидетельствует уменьшение концентрации калия (3,88 г/л) в водах Наманинской скважины. Таким образом, поисковые работы на калий рекомендуется проводить в 5—10 км к югу от Дельгейской скважины.

Верхне-Силигирская (Мархинская) площадь вскрыта опорной скважиной, пройденной до кристаллического фундамента. В интервале 1040—1060 м обнаружен водоносный горизонт с содержанием калия до 19,5 г/л. В скважине соленосные отложения не были установлены, что может быть следствием неправильного режима бурения (не предусматривалось предотвращение выщелачивания соляного керна). В то же время вскрытый водоносный горизонт, приуроченный к старореченской свите, по составу и минерализации (404 г/л) оказался идентичным магниево-кальциевым рассолам межслоевых и подсолевых отложений Ангаро-Ленского бассейна. Этот факт, а также высокий бром-хлорный коэффициент свидетельствуют о возможном происхождении калийных рассолов за счет выщелачивания калийно-магнезиальных солей.

Можно полагать, что наиболее благоприятные условия для накопления калийных солей существовали к северо-западу от Мархинской опорной скважины, где по геофизическим данным намечается Верхне-Силигирская впадина.

Нордвик-Хатангская площадь. В конце 40-х годов при разбуривании соляного купола Кожевникова обнаружены кристаллики борацита в средне-верхнедевонской галогенной толще. В 1960 г. П. С. Воронов высказал предположение о полном типе галогенеза в девонском солеродном бассейне.

Эти факты позволяют положительно оценивать перспективы поисков калийных солей на Нордвик-Хатангской площади.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Якутская АССР располагает огромными ресурсами природного минерального сырья, создающими благоприятные предпосылки для интенсивного развития местной промышленности строительных материалов. К настоящему времени на территории выявлено более 1500 месторождений и проявлений разнообразных строительных материалов. К промышленному освоению подготовлено более 100 месторождений, по которым имеются утвержденные или учтенные запасы; эти месторож-

дения располагаются в основных горнопромышленных районах. В 1975 г. в республике эксплуатировалось всего 36 объектов различного вида строительных материалов, из которых только по 23 месторождениям учтены и утверждены запасы. Приведем характеристику наиболее разведанных месторождений, перспективных проявлений по отдельным видам сырья.

КИРПИЧНО-ЧЕРЕПИЧНОЕ СЫРЬЕ

Глины и глинистые породы в ЯАССР встречаются в осадочных отложениях почти всех геологических возрастов, но наиболее широко глины и суглинки распространены в аллювиальных, озерно-аллювиальных и элювиальных образованиях четвертичного возраста.

Глины и суглинки слагают верхние горизонты четвертичных отложений террас крупных рек и их притоков; встречаются они также в составе аллювиальных отложений малых рек и делювиальных отложений водоразделов. Они часто залегают под маломощным почвенным покровом в благоприятных для добычи условиях. Глины и суглинки образуют пластовые, пластобразные и линзовидные залежи, мощность их — от долей метра до 10—12 м; средние мощности промышленных месторождений не превышают 2—3 м. Породы очень часто загрязнены растительными остатками и грубокластическим материалом. Чистые глины встречаются редко. Часто среди позднечетвертичных аллювиальных и озерно-аллювиальных суглинков наблюдаются линзы и прожилки ископаемого льда.

По 36 месторождениям кирпично-черепичного сырья учтены суммарные запасы на 1.1.1976 г. по категориям $A+B+C_1$ в сумме 34,5 млн. м³ и по категории C_2 — 1,2 млн. м³. Запасы остальных месторождений, не числящихся на балансе, по категориям $A+B+C_1$ составляют 21,5 млн. м³ и по категории C_2 — 27,6 млн. м³. Наряду с детально разведанными есть много месторождений, по которым имеются только сведения о возможной площади распространения и ориентировочные запасы сырья; в большинстве из них качество сырья не изучено.

Месторождения представлены легкоплавкими глинами и суглинками мало- и умеренно пластичными, пригодными в основном для производства обыкновенного кирпича марок «75—100»; реже «150» и выше. Сырье некоторых месторождений пригодно также для производства керамзита. Эксплуатируется 16 месторождений, в том числе 8 с не учтенными балансом запасами. Добыча на этих месторождениях производится полумеханизированным или кустарным способом. Основными производителями кирпича являются Покровский и Мархинский кирпичные заводы, работающие на сырье одноименных месторождений. В ближайшие годы с вводом в строй крупных кирпичных заводов на базе Мархинского (см. раздел Керамзитовое сырье) и Чурапчинского месторождений и реконструкции Покровского кирпичного завода производство кирпича увеличится до 55—60 млн. штук в год, т. е. добыча сырья возрастет до 160—180 тыс. м³. Для обеспечения такого объема добычи на амортизационные сроки кирпичных заводов республика располагает необходимыми промышленными запасами сырья. При необходимости эти запасы могут быть увеличены за счет доразведки промышленных месторождений и выявления новых месторождений на площадях развития глинистых пород на смежных участках.

Ниже приводится описание наиболее типичных месторождений и в табл. 26 перечень месторождений с запасами сырья по категориям $A+B+C_1$ более 500 тыс. м³.

Олекминское месторождение расположено в 3 км к северо-востоку от г. Олекминска и соединено с последним автодорогой.

Месторождение сложено четвертичными аллювиальными отложениями и представлено залежью со средней мощностью 3,6 м. Вскрышных работ не требуется. По гранулометрическому составу породы относятся к средним пылеватым суглинкам и характеризуются отсутствием включений крупнее 1 мм. Суглинки малопластичные и пригодны для производства кирпича марок «100», «150». Оптимальная температура обжига — 950° С,

Таблица 26

Характеристика месторождений кирпично-черепичного сырья

Месторождение	Средняя мощность вскрыши, м	Средняя мощность полезного ископаемого, м	Порода. Возможная область применения	Состояние запасов на 1.1.1976 г., тыс. м ³	
				A+B+C ₁	C ₂
Брус-Ханинское	0,1	2,5	Суглинок. Кирпич марки „100“—(М—„100“) и цемент	2267	—
Дербекинское	3,3	10,1	Глина. Кирпич М—„100“	6857	—
Джебарики-Хая	0,1	1	Суглинок. Кирпич М—„100“	1554	—
Кумах-Будунское	0,2	1,3	Глина. Кирпич. М—„100“, „250“ и керамзит	1101	—
Лабуинское	0,2	1,8	Суглинок. Кирпич М—„100“	597	—
Майнское	0,3	1,9—4,4	Суглинок. Кирпич	1300	—
Ой-Бесское	0,4	1,5	Глина. Кирпич М—„100“— „200“ и керамзит М—„800, „	4700	—
Покровское	0,2	2,6	Суглинок. Кирпич М—„100“ и керамзит М—„600“	1197	750
Сыдыбальское	0,3	3	Глина. Кирпич М—„100“, „200“ и керамзит М—„500“	2228	—
Таас-Ары	0,6	1,8	Глина. Кирпич М—„150“, „200“ и керамзит М—„350“	1672	—
Тызлахское	0,4	2,3	Суглинок. Кирпич	4284	—
Черемуховское	0,2	1	Суглинок. Кирпич М—„150“	1100	—
Чурапчинское	0,2	2,5	Суглинок. Кирпич М— „100“, „150“, керамзит М— „350“, „500“	1271	448

относительная формовочная влажность 17,4—20,9%, общая усадка 4,6—6,0%, водопоглощение 16,1—17,8%, объемный вес кирпича 1,73—1,81 г/см³, предел прочности при сжатии 123—153 кг/см². Запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ составляют 3781 м³. Перспективы увеличения запасов незначительны.

Ойун-Хомотинское месторождение расположено в 45 км к юго-востоку от пос. Эге-Хая. Месторождение сложено аллювиальными глинами раннечетвертичного возраста. Мощность пласта глин около 7 м; мощность вскрыши 6—8 м. Глины белые гидрослюдистые. Содержание глинистой фракции — 21,54%, пылевой — 57,46% и песчаной — 21%. Глины пригодны для производства кирпича марок «100»—«150» Балансовые запасы глин на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ составляют 2929 тыс. м³; увеличение запасов возможно.

Якокитское месторождение находится в 45 км к северу от г. Алдан. Оно сложено голоценовыми аллювиально-делювиальными отложениями. Продуктивная толща представлена глинами и суглинками с содержанием до 10% крупнообломочного материала. Средняя мощность залежи — 1,9 м (от 0,5 до 3,7 м); она перекрыта почвенно-растительным слоем. По содержанию частиц менее 0,06 мм (до 91%) сырье относится к дисперсному и высокодисперсному. Испытаниями установ-

лена пригодность его для производства обыкновенного кирпича марок «100» и «150» полусухим методом прессования при температуре обжига 950—960°С. Сырье пригодно и для производства керамзитового гравия марки «500». Горнотехнические и гидрогеологические условия эксплуатации месторождения благоприятны. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ составляют 2608 тыс. м³, перспективные запасы оцениваются в 6,8 млн. м³.

Покровское месторождение расположено в 1,5 км к северо-западу от пос. Покровск. Через месторождение проходит шоссейная дорога, связывающая г. Якутск с Покровским промышленным комплексом.

В строении месторождения принимают участие среднекембрийские карбонатные породы и четвертичные отложения — древний аллювий р. Лены, к которым приурочены суглинки. Они залегают в виде пласта мощностью от 0,4 до 2,5 м (средняя 1,9 м) непосредственно под растительным слоем. Суглинки серовато- и буровато-желтые, умереннопластичные (7,0—13,8), характеризуются отсутствием фракций крупнее 1 мм. Содержание фракций менее 0,002 мм составляет 9,1—40,8%. Суглинки пригодны для производства кирпича марок «100» и «150». Оптимальная температура обжига — 980—1020°С. Суглинки пригодны также для производства керамзита марки «800». Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ составляют 1197 тыс. м³, категории С₂ — 750 тыс. м³.

Месторождение Мирное расположено в 5 км к северо-востоку от г. Мирный. Продуктивная толща представлена выветрелыми нижнеюрскими алеволитами и аргиллитами. Мощность продуктивного слоя 0,6—5,5 м (средняя 1,9 м); мощность вскрыши — 0,4 м. По минеральному составу глины относятся к гидрослюдистым. Химический состав (в вес. %) следующий: SiO₂ 60,3—66,45; Al₂O₃ 11,93—16,97; Fe₂O₃ 4,47—8,42; CaO 0,55—2,03; MgO 1,23—2,09 и др. В глинах содержится незначительное количество песчаной фракции. Глины средне- и умереннопластичные (13,3—19,6). При вводе отощителя (песка) до 25—40% возможно получение кирпича марок «75»—«100». Оптимальная температура обжига 1050°С.

Месторождение характеризуется благоприятными горнотехническими и гидрогеологическими условиями. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ составляют 622 тыс. м³; увеличение запасов возможно в несколько раз.

Месторождение Аэродромное расположено в 0,8 км к северо-востоку от г. Ленска. Продуктивная толща сложена аллювиальными суглинками четвертичного возраста и представляет пластообразную залежь со средней мощностью 2,1 м (от 0,9 до 3,1 м); мощность вскрыши — 0,2 м.

По гранулометрическому составу породы довольно однородны и классифицируются как средние и тяжелые суглинки. Коэффициент пластичности находится в пределах 6,43—12,06. Испытаниями установлено, что из сырья можно получить обыкновенный кирпич марок «100»—«150». При введении органической добавки (опилок) в количестве 1—2% глины пригодны для производства керамзита. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ равны 618 тыс. м³.

КЕРАМЗИТОВОЕ СЫРЬЕ

В настоящее время в Якутской АССР разведано 13 месторождений керамзитового сырья с суммарными запасами по категориям А+В+С₁ — 16,8 млн. м³ и категории С₂ — 5979 тыс. м³, запасы по 7 месторож-

дням утверждены и учтены балансом и по состоянию на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ равны 16 млн. м³. Разведанные месторождения керамзитового сырья приурочены к юрским и четвертичным алювиальным отложениям, представленным глинами и суглинками умеренно- и среднепластичными, дисперсными, пригодными для производства керамзитового гравия высоких марок и обыкновенного кирпича. Большая часть разведанных балансовых запасов сырья сосредоточена в Центральной Якутии — в Покровско-Якутском промышленном районе (53% общих запасов) и в Западной Якутии (45% общих запасов). В горнопромышленных районах северо-востока республики сырьевая база также достаточно велика. Исследованиями установлено, что глинистые разновидности триасовых отложений, имеющих широкое развитие в районах Депутатского и Эге-Хайского оловорудного месторождений, по предварительным данным, могут служить сырьем для производства керамзита. Триасовые глинистые сланцы вспучиваются при предварительном подогреве (150°С), при температуре 1100—1200°С коэффициент вспучивания достигает 2—7. Объемный вес этих пород от 800 до 200 кг/м³, запасы их велики.

В 1975 г. в республике эксплуатировалось пять месторождений, причем суммарная добыча сырья составила 62 тыс. м³. Основными производителями керамзита являются Бестяхский завод железобетонных изделий и Мирнинский комбинат строительных материалов, работающие соответственно на сырье Сытыганского и Староазеродромного месторождений. В связи со строительством керамзитовых заводов в г. Якутске и пос. Марха на базе Мархинского месторождения производство керамзита возрастет до 200 тыс. м³ в год и соответственно увеличится добыча сырья до 100—120 тыс. м³. Для обеспечения этого уровня добычи промышленных запасов сырья достаточно, так как только разведанных запасов в Мархинском месторождении (даже с учетом производства кирпича) хватит на 50—60 лет. Ниже приводится краткое описание наиболее типичных месторождений керамзитового сырья.

Мархинское месторождение расположено в 11 км к северо-западу от г. Якутска. Продуктивная толща сложена среднеюрскими глинами и алевролит-глинистыми породами, залегающими в виде пласта под почвенно-растительным слоем, и песками мощностью от 0,1 до 3 м (средняя 0,8 м). Средняя мощность полезного слоя 12 м (1,6—29,1 м).

По минеральному составу глины являются монтмориллонитовыми с гидрослюдой. Гранулометрический состав (в об. %) следующий: 1—0,05 мм — 15,0—70,0; 0,05—0,002 мм — 9,1—27,7. По числу пластичности (5,3—14,9) они в среднем умереннопластичны.

Испытаниями установлена пригодность сырья для изготовления керамзита марки «500». Оптимальная температура обжига — 1800°С. Коэффициент вспучивания — 2,3 (от 1,8 до 5,2), предел прочности при сжатии 31,6 кгс/см², МРЗ — 15. Глины пригодны также для производства кирпича марок «100» и «150». Запасы глин на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ равны 6267 тыс. м³.

Сытыганское месторождение глин находится в 17 км к северо-западу от пос. Покровск. Оно приурочено к раннеюрским континентальным отложениям и сложено серыми, плотными, жирными, гидрослюдистыми глинами, залегающими пластообразно. Средняя мощность полезного слоя равна 4,2 м (от 0,5 до 8,8 м); мощность вскрыши — 1,1 м (0,3—2,2 м). Состав сырья выдержан на всем месторождении и имеет следующие средние значения (в вес. %): SiO₂ 56,06; Al₂O₃ 27,27; CaO 1,03; MgO 1,15; Na₂O 1,22; K₂O 2,69; SO₃ 1,13 и п.п. — 2,69. По числу пластичности (14—23) глины относятся к среднепластичным.

Они пригодны для изготовления керамзитового гравия марки «500», используемого для легких бетонов конструктивного и конструктивно-теплоизоляционного назначения. Глины вспучиваются при температуре 140—220° С; коэффициент вспучивания — до 5,11; оптимальная температура обжига — 1280° С; насыпной объемный вес керамзитового гравия — 440—460 кг/м³; предел прочности при сжатии — 34—40 кгс/см². Запасы глины на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ составляют 1668 тыс. м³.

Староаэродромное месторождение глины расположено в 7 км восточнее г. Мирный. Оно представлено бурыми и желтовато-бурыми элювиально-делювиальными глинами и суглинками, выветрелыми алевролитами и аргиллитами юрского возраста. Мощность полезного слоя изменяется от 0,6 до 5,1 (средняя 2,04 м); мощность вскрыши — 0,5 м. Глины характеризуются незначительным содержанием фракций более 0,5 мм (0,17—7,98%) и преобладанием глинистых частиц диаметром менее 0,005 мм (31,15—53,36%). По числу пластичности (11,9—27,8) они относятся к I и II классам. Полузаводскими испытаниями установлена пригодность их для производства кирпича марки «75», но с добавкой в качестве отощителя песка в количестве 37%. Оптимальная температура обжига 940—960° С. Глины пригодны и для получения керамзитового гравия высоких марок; оптимальная температура обжига — 1250° С; объемный вес гравия — 400—650 кг/м³. Запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ составляют 1199 тыс. м³, но они могут быть увеличены в несколько раз.

Далдынское месторождение суглинков находится на правом берегу р. Далдын, в 12 км от пос. Новый. Месторождение приурочено к аллювиальным отложениям I надпойменной террасы р. Далдын. Полезный слой представлен суглинками со средней мощностью 1,6 м (от 0,6 до 3 м). Залегают они под почвенно-растительным слоем. По гранулометрическому составу продуктивный слой разнообразен. Содержание фракций следующие: более 0,25 мм — 0,15—37,6%; 0,25—0,01 мм — 4,15—73,6%; 0,25—0,01 мм — 4,15—75,35%; 0,01—0,005 мм — 9,0—54,15; 0,005—0,001 мм — 0,9—30,15% и менее 0,001 мм — 2,35—30,55%. По степени пластичности сырье относится к умереннопластичным. Испытаниями установлено, что суглинки пригодны для производства керамзитового гравия марки «500» при оптимальной температуре обжига 1150° С. Интервал вспучивания — 80—100°; коэффициент вспучивания — до 4; объемный насыпной вес гравия 310 кг/м³. Запасы суглинков на 1.1.1976 г. по категории В составляют 334 тыс. м³, но они могут быть увеличены в несколько раз.

ГЛИНЫ ТУГОПЛАВКИЕ

На балансе числится одно Кангаласское месторождение тугоплавких глины, расположенное в 46 км от г. Якутска. Оно приурочено к угленосным нижнемеловым отложениям и сложено глинами, залегающими между угольными пластами. Мощность пласта глины около 4 м. По физико-механическим и керамическим свойствам глины пригодны для производства полукислых огнеупорных изделий марки ПР, тугоплавкого кирпича, метлахских и облицовочных плиток при легкоплавких глазурах с температурой розлива 1000—1100° С. Огнеупорность глины изменяется от 1520 до 1650° С. Число пластичности от 6 до 20. Химический состав (в вес. %): SiO₂ 64,27; Al₂O₃ 23,35; Fe₂O₃ 1,34; CaO 1,86; MgO 0,8 и п.п. 6,96. Балансовые запасы тугоплавких глины на 1.1.1976 г. по категориям А+В равны 81 тыс. т. Месторождение имеет большие перспективы прироста запасов.

В последние 20 лет специальных геологопоисковых работ на тугоплавкие глины не производилось. Однако проявления таких глин отмечены многими исследователями; они не изучены, но по некоторым свойствам скорее всего относятся к тугоплавким (лабораторные испытания не выполнены).

В табл. 27 приведена краткая характеристика некоторых месторождений тугоплавких глин, возможно, имеющих промышленное значение.

В Алдано-Чульманском горнопромышленном районе огнеупорные и тугоплавкие глины приурочены к участкам развития древней коры

Таблица 27

Характеристика месторождений тугоплавких глин

Месторождение и его географическое положение	Породы и их стратиграфическое положение	Мощность пластов, м	Содержания глинозема, %
Мирнинское, в 4—5 км к востоку от пос. Мирный	Каолиноподобные глины в нижнеюрских отложениях	2—10	30
Мархинское, правый берег р. Марха	Белые глинистые породы в верхнеюрских отложениях	1,5	Более 21
Эймское, на левом берегу р. Намана	Глины в четвертичных отложениях	0,4—2,5	39,5
Эрозивное, в пределах Зырянского каменноугольного месторождения	Аргиллитоподобные в нижнемеловых отложениях с температурой плавления 1500°С	До 1	24—28

выветривания, причем реликты каолинового элювиального покрова сохранились в наложенных депрессиях и на их склонах. В 90 км к северу от пос. Чульман разведано Кирпичнозаводское месторождение огнеупорных и тугоплавких глин, запасы которых по категории С₁ составляют 9 млн. т, в том числе огнеупорных — 5,1 млн. т.

На севере Якутии для производства тугоплавкого кирпича могут быть использованы глины, приуроченные к палеогеновым (?) угленосным отложениям. Мощности пластов глин — от долей метра до 8—10 м. Глины тонкодисперсные. Запасы сырья велики.

ПЕСКИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

Пески, отвечающие требованиям промышленности для строительных работ, производства бетона, силикатных и прочих изделий, имеют наиболее широкое распространение в Центральной и Западной Якутии, на севере, юге и востоке республики они встречаются значительно реже. Пески, в основном, являются аллювиальными и флювиогляциальными, реже — элювиальными образованиями. В Центральной и Западной Якутии распространены континентальные рыхлые песчаники юрского и мелового возраста (Лено-Вилуйское междуречье, долины рек Вилюй, Марха и их притоков). В бассейнах правых притоков Вилюя широко развиты эоловые пески кварцевого состава. Превосходные разрезы перевеянных песков наблюдаются по долине р. Лена выше пос. Покровск, а также у пос. Бестях, пос. Графский Берег. Эоловые пески наложены на нормальный аллювий, представленный песками и галечниками. Суммарная мощность аллювиально-эоловых накоплений участками достигает 80—120 м. Пески, аналогичные таковым Бестяхского месторож-

дения, имеют весьма широкое распространение в долинах рек Лены (устья рек Алдан-Качикатцы, Олекма и др.) и Вилюй.

Огромные запасы четвертичных песков известны в Ленском районе. Здесь на левобережье Лены очень широко распространены так называемые «Ленские пески», которые протягиваются от с. Кантайка на восток до устья р. Нюя и образуют полосу шириной до 10—50 км; максимальная мощность песков 100—140 м. Пески залегают преимущественно в виде линз и пластообразных тел или, реже, образуют пластовые залежи, выдержанные по строению, мощности и качеству сырья. Пески обычно мелко- или среднезернистые, кварц-полевошпатовые, реже кварцевые, как правило, характеризуются высоким содержанием глинистых и пылевидных частиц и только в редких случаях могут быть использованы для производства бетона без обогащения. Органические примеси присутствуют в количестве 2—3%. Содержание кремнезема в песках изменяется от 70 до 85%, глинозема — от 8 до 13%, окиси железа — от долей до 10—12% и SO_3 — не более 2%.

Балансом запасов на 1.1.1976 г. в Якутии учтено 14 месторождений песков с запасами, утвержденными ТКЗ. Из них сырье пяти месторождений с запасами по категориям $A+B+C_1$ в количестве 2026 тыс. м³ учтено как пригодное для производства бетона, запасы трех месторождений в количестве 3792 тыс. м³ по категориям $A+B+C_1$ учтены балансом как отвечающие требованиям промышленности для производства силикатных изделий. Пески остальных четырех месторождений с суммарными запасами по категориям $A+B+C_1$ — 1326 тыс. м³ и по категории C_2 — 42 тыс. м³ по качеству отнесены к сырью, используемому для кладочно-штукатурных растворов и других строительных работ.

Бестяхское месторождение расположено на правом берегу р. Лены, в 0,5 км юго-восточнее пос. Н. Бестях. Месторождение сложено аллювиальными песками позднечетвертичного возраста, приуроченными к IV надпойменной террасе р. Лены. Пески представляют собой пластовую залежь, выдержанную по строению и мощности. Средняя мощность равна 4,9 м; мощность вскрыши — 0,2 м. Пески серые, желтовато-серые; мелкозернистые, слюдистые. Содержание глинистых и пылевидных частиц изменяется от 0,73 до 6%. Испытаниями установлена пригодность песков для производства силикатного кирпича марок «75» — «125» при содержании активной составляющей в массе порядка 10%. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. составляют по категориям $A+B$ 2539 тыс. м³. Перспективы прироста запасов огромны.

Месторождение Сосновое расположено в 3,5 км к северо-востоку от г. Ленска. Это пластовая залежь песков, выдержанная по строению, мощности и качеству сырья. Средняя мощность полезного слоя 2,5 м; мощность вскрыши 0,3 м. Пески серые, кварц-полевошпатовые, разномерные с включением мелкого гравия до 10%. Содержание глинистых и пылевидных частиц в среднем равно 5,6%. Средний гранулометрический состав следующий: фракция 2,5 мм — 6,41%; 2,5—1,25 мм — 1,91%; 1,25—0,63 мм — 10,92%; 0,63—0,314 мм — 3,02% и менее 0,314 мм — 48,44%. Пески пригодны для производства силикатного бетона марки «200», МРЗ — «25» — «50». Балансовые запасы песков на 1.1.1976 г. по категориям $A+B+C_1$ составляют 864 тыс. м³.

Оймяконское месторождение находится в 38 км к северо-востоку от пос. Депутатский и состоит из пяти разобщенных участков, сложенных аллювиальными отложениями I надпойменной террасы р. Оймякон. Полезный слой — линзовидные залежи песка с очень изменчивой мощностью (0,6—1,5 м) и со сложной конфигурацией; мощность вскрыши 0,3 м. Пески желтовато-серые, кварц-полевошпатовые, разномерные с преобладанием крупнозернистых разновидностей (МК-2,47).

Содержание глинистых и пылевидных фракций не превышает 1%. Испытаниями установлена пригодность песков как мелкого заполнителя бетона, но при условии их отмывки от органических примесей. Они пригодны для кладочных и штукатурных растворов. Запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ равны 189 тыс. м³; они могут быть увеличены за счет доразведки прилегающих площадей.

Якутское месторождение находится в 5 км к северо-западу от г. Якутска. Пески приурочены к неогеновым отложениям и залегают в виде линз, вытянутых с юго-востока на северо-запад. Мощность полезного слоя изменяется от 0,7 до 4,3 м (средняя 1,3 м); мощность вскрыши не превышает 0,5 м. Пески серые, желтовато-серые, кварц-полевошпатовые, разнозернистые с редкой рассеянной галькой. Модуль крупности песков 2—2,5. Содержание глинистых и пылевидных частиц колеблется от 1,1 до 21% (среднее 6,5%). Пески пригодны для производства бетона и кладочно-штукатурных растворов. Балансовые запасы сырья по категории А на 1.1.1976 г. равны 594 тыс. м³, но могут быть увеличены в несколько раз.

Месторождение Сохсолох открыто в 4 км к западу от пос. Айхал. Оно приурочено к верхнепермским слабосцементированным песчаникам. Песчаники светло-серые, кварц-полевошпатовые, средне- и крупнозернистые, выветрелые до состояния песка. Содержание глинистых и пылевидных частиц в среднем составляет 16%. Химический состав (в вес. %) следующий: SiO₂ 82,6; Al₂O₃ 7,73; Fe₂O₃ 2,02; CaO 2,38; MgO 1,27 и п.п.п. 2,6. Средняя мощность продуктивной толщи, принятая для подсчета запасов, равна 7 м. Испытаниями установлена пригодность сырья для производства силикальцитных армированных и неармированных изделий с высокой морозостойкостью. Ячеистые (газосиликатные) изделия можно изготовить марки «35» — «100». Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ составляют 346 тыс. м³. Кроме того, запасы грунта (породы вскрыши) для гидротехнического сооружения по категории С₁ составляют 82 тыс. м³. Прирост запасов возможен.

ПЕСКИ СТЕКОЛЬНЫЕ

Чистых кварцевых песков на территории Якутии почти нет. Кроме основного компонента — кварца — они содержат в различных соотношениях другие минералы и вредные примеси (Fe₂O₃ и Cr₂O₃). Наиболее благоприятные геологические обстановки, соответствующие условиям накопления стекольных песков, возникли в основном в позднем триасе — средней юре, позднем мелу — палеогене, неогене и плейстоцене. Стекольные пески поздне триасовой — юрской эпохи установлены на Ботубинском поднятии в составе укугутской свиты. Мел-палеогеновая эпоха накопления стекольных песков охватывает центральные части Вилюйской синеклизы и Предверхоаянского краевого прогиба (Тюнгский и Кобяйский районы распространения стекольных песков).

На Тюнгском и Вилюйском проявлениях кварцевые пески слагают дюнные гряды длиной первые километры, шириной 50—60 м и высотой до 2 м. Сортировка материала хорошая, что в сочетании с формой залегания песков указывает на их эоловую природу. Запасы огромны.

К аллювиальным образованиям неоген-четвертичного возраста приурочены основные месторождения и проявления Ленского района. При этом стекольные пески высших марок преобладают в составе террас среднелейстоценового комплекса (Халамандинское, Мурьинское, Хамринское, Джербинское, Орто-Нахринское и ряд других месторожде-

ний среднего течения р. Лены). В настоящее время разведано только одно месторождение — Намсырское.

Намсырское месторождение стекольных песков расположено в 20—25 км к северо-западу от г. Якутска и связано с ним грунтовой дорогой. Пласт песков ассоциирует с каолинами, тянется на первые километры, мощность 10—15 м. Залегает он в основном непосредственно под почвенно-растительным слоем. Средняя мощность вскрыши составляет 0,5 м (0,2—1,3 м). Средняя мощность песков 2 м. Среднее содержание основных компонентов (в вес. %) следующее: SiO_2 82,28; Al_2O_3 10,19 и Fe_2O_3 0,78. Гранулометрический состав: фракции крупнее 0,495 мм — 11,46%; 0,495—0,104 мм — 80,43%; 0,104—0,088 мм — 1,65% и менее 0,088 мм — 5,07%, т. е. они относятся к средне- и мелкозернистым.

Испытаниями установлено, что обогащенные пески пригодны для производства выдувных, прессовых и прессово-выдувных изделий как ручным, так и механизированным способом (бутылки, тара, некоторые виды сортовой и хозяйственной посуды). Пески могут быть также использованы для производства полубелого и листового стекла. Количество сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В составляет 194 тыс. т; запасы могут быть увеличены за счет разведки на глубину.

ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНАЯ СМЕСЬ

На территории ЯАССР отложения песчано-гравийной смеси имеют сравнительно широкое развитие и, как правило, приурочены к древним и современным речным долинам, сформировавшимся в палеоген-неогеновое и четвертичное время. Цементированные разновидности (конгломераты) этого сырья встречаются среди осадочных образований почти всех геологических систем, особенно их много среди пермских и юрских отложений в районах Западной Якутии.

Промышленные месторождения смеси приурочены, главным образом, к аллювиальным образованиям четвертичного возраста и неогеновым отложениям. Это обычно линзовидные и пластовые залежи, мелкие или средние по площади и масштабам. Выход гравия из смеси — 35—80% (чаще 50—55%). Нередко в Южной Якутии встречаются месторождения с содержанием валунов до 15—16%.

Балансом запасов на 1.1.1976 г. в Якутии учтено 30 месторождений с запасами по категориям А+В+С₁ 31 511 тыс. м³ и по категории С₂ — 8928 тыс. м³. Основная часть запасов сосредоточена в Западной — 43%, Центральной — 24% и Южной — 28% Якутии, а в Северо-Восточной — находится всего лишь 5% от общих балансовых запасов. На Северо-Востоке республики месторождения песчано-гравийных отложений могут быть выявлены среди аллювиальных и флювиогляциальных отложений бассейнов рек Яна и Индигирка, обычно слагающих террасы высотой от 2—5 до 80—100 м. Большие скопления гравийно-галечного материала встречаются в нижнем течении р. Яна (на отрезке от устья р. Джанкы до пос. Усть-Куйга) и по левобережью р. Яна (выше устья р. Бакы). Наиболее перспективны бассейны рек Дулгалах и Сартанг (верховье р. Яна), участок р. Яна ниже пос. Батагай (до устья р. Адыча) и долина р. Адыча. Мощности песчано-гравийных отложений в этих районах достигает 3—5 м. В районе Депутатского оловорудного месторождения наиболее перспективны для поисков песчано-гравийных отложений длины рек Иргичээн, Оймакон, Уяндина и их притоков. На юго-востоке республики песчано-гравийные смеси также имеют широкое распространение среди аллювиальных и флювиогляциальных образований бассейнов рек Аллах-Юнь и Юдома, где мощность рыхлых отложений достигает 80—100 м.

Ниже приводится краткое описание наиболее типичных месторождений и краткая характеристика остальных месторождений (табл. 28).

Месторождение Дорожное расположено в Ленском районе, в 8 км к северо-востоку от г. Ленска. Месторождение сложено аллювиальными отложениями четвертичного возраста. Продуктивная толща представляет линзовидную залежь песчано-гравийного материала. Максимальная мощность — 16,7 м (средняя 11 м); мощность вскрыши — 3 м (от 0,5 до 8,6 м). Содержание гравия в смеси в среднем равно 30—35%. Гравий хорошей окатанности различной формы, преобладают фракции 30—50 мм. Петрографический состав гравия: главным образом магматические породы, менее распространены осадочные (карбонатные) породы. Песок — отсев разнотернистый, олигомиктовый. Содержание глинистых и пылевидных частиц в нем не превышает 2%. Испытаниями установлено, что сырье отвечает требованиям промышленности и может служить в качестве инертного заполнителя для обычного бетона марки «200», а по показателям износа — для дорожных покрытий с любым характером движения. Месторождение обладает сравнительно благоприятными горнотехническими и гидрогеологическими условиями. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ равны 3762 тыс. м³, но могут быть увеличены во много раз.

Новинское месторождение находится в 30 км к юго-востоку от г. Мирный и соединено с последним улучшенной грунтовой дорогой. Месторождение состоит из четырех линзовидных тел. Залежи представлены современными аллювиальными отложениями русловой фации. Мощность полезного слоя изменяется от 1 до 7,8 м (средняя 4,4 м). Среднее содержание гравия в смеси 48% (33—67%). Гравий хорошей окатанности, в его составе преобладают порфириды, кварциты, кварц и кремний. Гранулометрический состав: фракции 80—20 мм — 48,2% и 20,5 мм — 45,4%. Песок-отсев полимиктовый, средне- и крупнозернистый. Содержание глинистых и пылевидных частиц изменяется от 2 до 14,5 (среднее 5,9%). Испытания показали, что сырье пригодно в качестве заполнителя бетона марки «200». Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ составляют 2648 тыс. м³ и по категории С₂ — 445 тыс. м³. Перспективы прироста запасов очень велики.

Кильдямское месторождение находится в 33 км к северу от г. Якутска. Полезная толща связана с отложениями неогена и представляет собой линзовидную залежь, вытянутую с северо-запада на юго-восток на 3 км при максимальной ширине 800 м; залегает она непосредственно под почвенно-растительным слоем. Мощность залежи от 0,3 до 2,4 м (средняя — 1,2 м). Гранулометрический состав смеси непостоянен. Содержание песка в ней варьирует от 32 до 88% (среднее 59,7%). Песок кварц-полевошпатовый, мелко- и среднетернистый, глинистый (1,3—16%). Гравий относится к рядовому, крупному. Петрографический состав гравия: кварц с подчиненным количеством кремнекислых пород. Испытания гравия в бетоне со стандартным песком показали, что при нормальном расходе цемента М «300» гравий пригоден для обычных бетонов марки «50» — «100», а песок-отсев пригоден лишь при перерасходе цемента против нормы на 20—25%. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ равны 779 тыс. м³; перспектив на прирост запасов нет.

Якокитское месторождение открыто в 48 км к северо-востоку от г. Алдан. Месторождение слагают современные аллювиальные отложения. Песчано-гравийный материал залегает в виде пласта, вытянутого вдоль русла реки на 1100—1200 м; ширина залежи — 800—850 м; мощность полезного слоя изменяется от 2,1 до 7,3 м (средняя — 5,3 м); средняя мощность вскрыши — 1,3 (от 0,4 до 2,1) м. Содержание

Таблица 28

Характеристика месторождений песчано-гравийной смеси

Месторождение	Мощность вскрыши, м	Мощность полезного слоя, м	Возможная область применения	Состояние запасов на 1.1.1976 г., тыс. м ³	
				A+B+C ₁	C ₂
Аллахское	0,2	1,3—4,4	Для бетона М—„400“ и строительства автодорог	199	
Батагайское	0,2	до 3	Для дорожного строительства	468	
Булгунняхтатское	1,4	0,9—7,2	Для бетона и дорожного строительства	407	
Верхнее	4	4,7—12,4	Для бетона М—„300“, „400“	508	217
20-й километр	0,6—3,4	2,8—5,1	Для бетона и в дорожном строительстве	3036	
Джебарики-Хая	0,9—12	7—15	Гравий для бетона, песок, для кладочно-штукатурных растворов	2813	
Зеленый мыс	0,2—1,9	1—4,7	Для бетона и дорожного строительства	486	
Еинье	0,8—4	3,6—6,8	Для бетона М—„300“ и дорожных покрытий	530	
Китчанское	1,5	5—19	Для бетона марок „150“—„200“	713	
Курунг-Салаинское	Незначит.	1—8,2	Для бетона марок „100“—„150“, МРЗ „100“	1583	
Мархинское	0,1—2,4	0,2—3	Для бетона М—„200“ и дорожных покрытий	834	
Надежда	—	1,2—3,2	Для бетона М—„200“ и дорожных покрытий	214	
Нижне-Телькинджинское	0,5	0,9—3,6	Для дорожного строительства	106	
Огонек	0,2—4,1	0,4—7,4	Для бетона марок „200“—„300“	5874	2992
Самахачанское	0,8—8	3—7	Для бетона М „500“ дорожных покрытий и оснований с тяжелым характером движения	780	
Тибигинэ-Юряхское	0,3	1,4	Для бетона М—„250“ и в дорожном строительстве	753	
Улахан-Торгодуновское	0,1—2	0,3—6,2	Для бетона М—„100“, „250“	672	
Усть-Ботомское	0,3—2,1	1—5	Для бетона и в дорожном строительстве	—	500
Усть-Юхухтинское	0,6—3,3	1—5	Для бетона М „150“	777	
Филипповское	—	до 2,5	Для бетона М „150“ и „200“	215	
Щукинское	2,1	1,5—7,3	Для бетона конструкций марок „100“ и „150“	3179	
Хандинское	1,4	0,2—3,4	Для бетона марок „150“ и „200“	318	
Ытык-Кюельское	3	3	Для бетонов и в дорожном строительстве	—	495

гравия в смеси — 65—68%. Гравий плохой и средней окатанности, представлен изверженными, реже метаморфическими породами. Гравий по размерности относится к рядовому, крупному. Гравий-отсев пригоден для производства бетона марки «200» и дорожного строительства. Песок-отсев по содержанию пылевидных и глинистых частиц не удовлетворяет требованиям ГОСТа 2781—50 ТУ ГУШОСДОРа. Балансовые запасы гравия на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ составляют 1372 тыс. м³. Перспективы прироста запасов велики.

Иргичээнское месторождение расположено в 9 км к северу от пос. Депутатский. Месторождение сложено аллювиальными отложениями четвертичного возраста. Песчано-гравийная смесь образует пластообразную залежь со средней мощностью 2,2 м (от 1,1 до 3,5 м), мощность вскрыши — 0,4 м. Содержание гравия в смеси от 60 до 85%. Петрографический состав гравия (в об. %): песчаники — 90%, сланцы 5—8%, гранитоиды и роговики 2,5%. Преобладают фракции 5—20 и 20—50 мм. Содержание пылевидных и глинистых частиц — 0,4—0,8%. Гравий выдержал 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Песок-отсев разнозернистый (МК — 1,9—3,1) полимиктовый, глинистый. По результатам технологических испытаний установлено, что гравий по содержанию пластинчатых и лещадных зерен (25—32%) пригоден в качестве заполнителя для бетона, но только при соответствующем технико-экономическом обосновании, и не пригоден для дорожного строительства. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ составляют 867 тыс. м³. Увеличение запасов возможно в несколько раз.

КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИЗВЕСТИ

В Якутии известно более 250 проявлений и месторождений известняков и отчасти доломитов, пригодных для производства строительной извести. Из этого числа только по 10 месторождениям запасы утверждены и учтены балансом. На 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ они составляют 45,9 млн. т и по категории С₂ — 5,4 млн. т. Больше половины (58%, или 29,6 млн. т) общих запасов приходится на крупные Мурбайское и Бурное месторождения. Месторождения среднего размера (Известковое и Скальное) содержат 16,2 млн. т, или 32%, на долю остальных 6 месторождений, относящихся к категории мелких, приходится 10% (или немногим более 5 млн. т) от общего количества запасов.

До настоящего времени ни одно месторождение с учтенными балансом запасами промышленностью не освоено. Только периодически кустарным способом эксплуатировались (в основном до 1969 г.) Бурное, Томпорокское, Мурбайское и Крутое месторождения. Основным производителем извести в Якутии является цех извести Бестяхского завода железобетонных изделий, работавший до 1970 г. на сырье Бестяхского месторождения известняков (см. раздел «Строительные камни»), а с 1970 г. — на базе Сасабытского месторождения цементного сырья. Для производства извести используется сырье месторождений с не учтенными балансом запасами — Алданское, Покровкинское, Олекминское и выходы известняков на неразведанных участках. При необходимости разведанные запасы могут быть увеличены во много раз за счет доразведки на любом месторождении, а также путем постановки поисково-разведочных работ на перспективных площадях развития палеозойских карбонатных пород, которые широко распространены на западе и юго-западе Якутии. На востоке Якутии карбонатные породы приурочены к нижне- и среднепалеозойским отложениям, слагающим окраинные под-

нятия Колымского срединного массива, Сетте-Дабанский горст-антиклинорий.

Пласты известняков известны в Момском районе (Уччинское и Тихонское проявления), в междуречье ее притоков — Селеннях и Уяндина, а также по р. Колыме у г. Среднеколымска.

Ниже приведено описание наиболее типичных месторождений, в табл. 29 дан перечень остальных месторождений.

Таблица 29

Характеристика месторождений карбонатных пород для строительной извести

Месторождение	Мощность вскрыши, м	Мощность полезного ископаемого, м	Возможные области применения	Состояние запасов на 1.1.1976 г., тыс. т	
				A+B+C ₁	C ₂
Алданское	—	6	Строительная известь	—	700
Булунканское	2,1	5,6	Магнезиальная известь и бутовый камень М—“400”	198	368
Догдинское	—	—	Магнезиальная известь, бутовый камень, щебень	2450	4370
Известковое	1,0—1,5	20—50	Воздушная известь 1 сорта, бутовый камень М—“500”	9190	—
Муркегу	2	30	Магнезиальная известь и щебень	3960	—
Олекминское	—	—	Воздушная известь 1 сорта	1950	—
Покровщинское	5	20—27	Производство извести	—	4000
Скальное	5	43	Воздушная известь класса „А”	4000	2700
Тихонское	—	до 100	Воздушная известь, портландцемент	2482	—
Томворукское	2	до 40	Воздушная известь, портландцемент	—	1100
Участок Известковый	—	—	Воздушная известь	—	750
Уччинское	—	—	Воздушная известь, портландцемент	3965	—

Мурбайское месторождение открыто в 68 км севернее г. Ленска. Это пластовая залежь, сложенная нижнекембрийскими известняками светло-и зеленовато-серыми, мелкозернистыми с прослойками кремнегелевого известняка темно-серого цвета мощностью от 0,1 до 1 м. Химический состав известняков (в вес. %) следующий: SiO₂ 0,22—31; Fe₂O₃ 0,03—4,8; Al₂O₃ 0,04—1,85; CaO 30,5—54,9; MgO 0,01—12,42; п.п.л. 26,92—45,87 и н. о. 0,35—20,75. Испытаниями установлена пригодность известняков для производства извести I и II сортов при оптимальной температуре обжига 1100—1250°С, а также минеральной ваты объемным весом 100—105 кг/м³. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям A+B+C₁ составляют 10,7 млн. т; перспективы прироста запасов огромны.

Депутатское месторождение расположено в 60 км к юго-востоку от пос. Депутатский. Месторождение залегает в живетском ярусе среднего девона, сложенном известняками, реже доломитизированными известняками. Пласты моноклинально, под углом до 80° наклонены на юго-восток. Глубина подсчета запасов 35 м; мощность вскрыши не

превышает 2 м. Химический состав известняков (в вес. %) следующий: SiO_2 3,66—8,08; Fe_2O_3 0,24—0,53; CaO 48,8—52,8; MgO 0,4—2,25 и п.п.п. 40,25—41,8. Содержание CaCO_3 75,3—86,3%. Величина гидравлического модуля 6,1—13,6. Сырье пригодно для изготовления извести класса «В». Месторождение находится в благоприятных горнотехнических и гидрогеологических условиях. Запасы сырья для производства извести на 1.1.1976 г. по категории В составляют 2016 тыс. т; перспективы месторождения огромны.

Месторождение Горка находится в 2 км к северо-востоку от пос. Новый. Оно сложено нижнеордовикскими известняками и доломитизированными известняками. Мощность полезного слоя 1,5—4,1 м (средняя 3,3 м); средняя мощность вскрыши 3,4 м (от 1,8 до 5,4 м). Химический состав известняков (в вес. %) следующий: SiO_2 11,68—35,84; Al_2O_3 1,99—7,14; Fe_2O_3 0,41—1,3; CaO 31,1—20,84; MgO 5,01—14,64; SO_3 0,12—0,26 и п.п.п. 24,78—38,98. Физико-механические свойства: удельный вес 2,74—2,97 г/см³; объемный вес 2,16—2,55 г/см³; водопоглощение 1,27—6,05 и предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии 223,5—261,4 кгс/см². Известняки пригодны для производства воздушной извести II сорта и бутового камня марки «200» и выше. Запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ — 606 тыс. т. Увеличение запасов возможно.

Месторождение Крутое находится в 1 км к югу от пос. Айхал. Поверхность месторождения представляет довольно крутой склон структурно-трапшового силла. Полезная толща представлена известняками, состоящими в основном из мелкозернистой кальцитово-массы. Полезная толща изучена на глубину 10 м. Средняя мощность вскрыши — 5 м (1,8—6,4 м). Известняки характеризуются следующим химическим составом (в вес. %): SiO_2 5,5—21,06; Al_2O_3 0,11—1,98; Fe_2O_3 1,83—6,66; MnO — сл.; TiO_2 0,14—0,22; CaO 36,28—46,48; MgO 3,04—4,58, п.п.п. 34,07—40,38 и н. о. 0,07—0,32. Физико-механические свойства известняков следующие: удельный вес 2,66 г/см³, объемный вес 2,32 г/см³, водопоглощение 5,72%, прочность 12,84% и предел прочности при сжатии 430 кгс/см³. Испытаниями установлено, что известняки пригодны для производства гидравлической и маломagneзиальной извести, а также в качестве бута и щебня. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ равны 606 тыс. т, они практически не ограничены.

Эльдиканское месторождение расположено в 80 км от пос. Эльдикан по автотрассе Эльдикан — Ыныкчан. Оно сложено верхнепротерозойскими известняками, залегающими моноклинально с крутым падением пластов на юго-восток. Глубина подсчета запасов принята 5 м, средняя мощность вскрыши 1,1 м. Известняки серые, темно-серые, микро- и скрытокристаллические, массивные и массивно-полосчатые. Содержания CaCO_3 86,59%, MgCO_3 6,72% и глинистых примесей 3,08%. Физико-механические свойства известняков: объемный вес 2,69—2,72 г/см³, водопоглощение 0,1—0,4% и предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии 300—497 кгс/см². Известняки пригодны для получения строительной воздушной извести I и II сорта, а также щебня и бута. Запасы сырья для производства извести на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ составляют 286 тыс. т; запасы могут быть увеличены во много раз.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КАМНИ

К промышленному освоению подготовлено 15 месторождений с суммарными запасами по категориям А+В+С₁ в количестве 83 млн. м³ и по категории С₂ — 28,7 млн. м³. Эти месторождения размещаются сле-

дующим образом: Западная Якутия — шесть месторождений с запасами 37,7 млн. м³, или 47% общего количества запасов категорий А+В+С₁. Большая часть запасов (31,1 млн. м³) приходится на Диабазовое-2 и Средне-Далдынское месторождения. В Центральной Якутии находится четыре месторождения с суммарными запасами по категориям А+В+С₁ в количестве 35,7 млн. м³, или 43% от общего количества балансовых запасов. Большинство месторождений сосредоточены в Орджоникидзевском и Олекминском районах, и лишь 22 тыс. м³ запасов приходится на долю Собо-Хайнского месторождения песчаников, расположенного в устье р. Вилюй. Восточная Якутия включает четыре месторождения с запасами 2541 тыс. м³, или 3% от общего количества балансовых запасов категорий А+В+С₁. Из них 1584 тыс. м³ запасов приходится на месторождение Родинка, расположенное в Нижне-Колымском районе. В Южной Якутии разведано одно месторождение Гранитное с запасами по категориям В+С₁ в количестве 7086 тыс. м³. Таким образом, такие промышленные комплексы, как Центрально-Алданский и комплексы востока республики (Янский и Депутатский, Хандыгский и Верхне-Индигирский), практически не обеспечены подготовленными к промышленному освоению запасами строительных камней, хотя для этого имеются огромные возможности. Ниже приводится описание типичных месторождений.

Средне-Далдынское месторождение расположено в 17 км к северо-западу от пос. Удачный. Оно сложено горизонтально залегающей пластовой интрузией траппов — мелко- и среднезернистыми оливиновыми долеритами. Средняя мощность траппов 28,7 м (9,4—35,3 м), а мощность перекрывающих их элювиально-делювиальных образований изменяется от 0,9 до 11,6 м (средняя 4,5 м). Физико-механические свойства долеритов следующие: объемный вес 2,95 г/см³, удельный вес 2,99—3,04 г/см³, плотность 2,95—3 г/см³, водопоглощение 0,29%, предел прочности после испытаний на морозостойкость 1000 кгс/см², марка щебня по дробимости «1000» и «1200», морозостойкость МРЗ — «300». Долериты пригодны для производства бетонов марок «200» — «400», для дорожного строительства и другие нужды. Балансовые запасы сырья по категориям В+С₁ составляют 22 698 тыс. м³; перспективы прироста запасов очень велики.

Еловское месторождение расположено на левом берегу р. Лены в 372 км вверх по течению от г. Якутска. Месторождение сложено дайкой траппов. Мощность дайки диабазов в пределах контура подсчета запасов 90—118 м; падение близко к вертикальному. Удельный вес диабазов 2,92—3,08 г/см³, ср. плотность 2,7—3,03 г/см³, пористость 3—4%, водопоглощение 0,1—2,8%, предел прочности при сжатии 1090—1709 кгс/см² и морозостойкость «300». При прямом испытании щебень диабазов обеспечивает получение бетона марок «200» — «300». По составу (модуль кислотности более 1,2) они могут быть использованы как основной материал с добавкой 20—30% вмещающих карбонатных пород для производства минеральной ваты. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ равны 15 657 тыс. м³; запасы практически не ограничены.

Месторождение Диабазовое-2 расположено в 7 км к северу от г. Мирный и соединено с последним грунтовой дорогой. Месторождение представляет собой трапповый силл пермо-триасового возраста; он сложен темно-серыми среднезернистыми диабазами. Средняя мощность силла, принятая для подсчета запасов, равна 10 м; мощность вскрыши 0,3 м. Физико-механические свойства диабазов: объемный вес 2,93 г/см³; водопоглощение 0,78%; предел прочности при сжатии после 50 циклов переменного замораживания и оттаивания 1300 кгс/см² и

в насыщенном водой состоянии — 1049 кгс/см². Износ в барабане Деваля 4,1% по массе. Диабазы пригодны для всех видов дорожных покрытий и для производства бетонов высоких марок. Запасы сырья на 1.1.1976 г. по категории С₁ равны 8419 тыс. м³; перспективы прироста запасов велики.

Сасабытское месторождение располагается на левом берегу р. Лены в 10 км к юго-западу от пос. Покровск. Оно сложено среднекембрийскими известняками и мергелистыми известняками, полого наклоненными на северо-восток под углами 3—5°. Средняя мощность полезной толщи, принятая для подсчета запасов, равна 25,4 м; мощность вскрыши 12 м (0,3—19 м). Сырье характеризуется следующими физико-механическими свойствами (первая цифра — известняки, вторая — мергелистые известняки): удельный вес 2,75—2,73 г/см³; объемный вес 2,68—2,66 г/см³, пористость 1,77—3,25%; водопоглощение 0,24—0,45%; предел прочности при сжатии 632,9—533,2 кгс/см²; морозостойкость — МРЗ — «50», коэффициент сопротивления удару «8» — «4»; истираемость в барабане Деваля 25,4—29,2%. Сырье пригодно для производства щебня марок «400» — «600». Оно может также использоваться для производства извести и портландцемента. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В составляют 11 552 тыс. м³; есть перспективы увеличения запасов.

Депутатское месторождение песчаников расположено в 1,5 км восточнее пос. Депутатский. В геологическом строении месторождения принимают участие среднеюрские песчаники и четвертичные элювиально-делювиальные образования, представленные развалами вышеописанных песчаников мощностью до 3,6 м. К последним приурочено тело полезного ископаемого. Песчаники серые, кварц-полевошпатовые, мелко- и среднезернистые, монолитные. Объемный вес 2,53 г/см³; удельный вес 2,71 г/см³; водопоглощение 0,3—0,7%; истираемость в барабане Деваля 14—20%; предел прочности при сжатии 2500—2700 кгс/см²; морозостойкость — МРЗ — «100». Песчаники являются высококачественным сырьем для производства щебня и рваного бута. Горнотехнические и гидрогеологические условия эксплуатации весьма благоприятны. Балансовые запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С₁ — 300 тыс. м³; перспективы прироста запасов очень велики.

Зырянское месторождение открыто в 3 км севернее пос. Угольная Зырянка. Продуктивная толща, представленная горелыми породами, приурочена к угленосным отложениям буор-кемюсской свиты нижнего мела. Видимая мощность горелых пород в обнажениях достигает 50 м. Горелики кирпично-красные, бордовые, брекчиевидные, ноздреватые, сливные и плотные. Предел прочности при сжатии плотных разновидностей горелых пород 900—1000 кгс/см², брекчиевидных — 300—400 кгс/см², ноздревато-кавернозных — 80—185 кгс/см². Результаты испытаний щебня из горелых пород в бетоне показали, что предел прочности при сжатии после 28 дней составляет 230 кгс/см², объемный вес бетона 2179—2188 кг/м³. Предварительно подсчитанные запасы по категории С₂ составляют 839 тыс. м³; прогнозные запасы горелых пород велики.

ЦЕМЕНТНОЕ СЫРЬЕ

Породы, пригодные в качестве сырья для производства цемента, в ЯАССР имеют весьма широкое распространение. Большинство из описанных месторождений известняков и глин могут быть использованы и для производства цемента. В настоящее время в республике имеется лишь одно детально разведанное месторождение цементного сырья (Са-

саабытское), промышленное освоение которого началось в 1970 г. Для развития цементной промышленности востока республики может быть использовано сырье трех месторождений с не учтенными балансом запасами (Восточно-Хандыгское, Малая Россомаха и Малиновка), размещенные в Томпонском районе в непосредственной близости друг от друга. Общие запасы этих месторождений по категориям А+В+С₁ равны 35,5 млн. т. На западе Якутии аналогичные месторождения могут быть выявлены вблизи населенных пунктов Ленск, Мирный, Удачный и Айхал, где имеются разведанные месторождения карбонатных и глинистых пород. На юге республики в качестве сырья для цементной промышленности могут быть использованы аллювиальные суглинки и карбонатные породы, обнажающиеся по берегам р. Алдан и его притоков (район г. Томмот).

Сасаабытское месторождение находится в 10 км к юго-западу от пос. Покровск (см. раздел Строительные камни). Месторождение сложено среднекембрийскими карбонатными толщами и аллювиальными отложениями четвертичного возраста. Полезная толща представлена чередующимися пластами известняков, мергелистых известняков и перекрывающими их аллювиальными суглинками. Средняя мощность карбонатных пород, принятая для подсчета запасов, равна 30,2 м, а суглинков — 3,8 м. Средний химический состав карбонатной толщи (в вес. %) следующий: SiO₂ 5,54; Al₂O₃ 2,03; Fe₂O₃ 0,86; CaO 49,32; MgO 1,58; SO₃ 0,09 и п.п.п. 40,79. Силикатный модуль 1,91, глиноземный 2,56. Химический состав суглинков (в вес. %): SiO₂ 63,68; Al₂O₃ 12,58; Fe₂O₃ 4,37; CaO 5,89; MgO 2,19; SO₃ 0,88 и п.п.п. 8,3. В состав сырьевой смеси при производстве полузаводских испытаний входили следующие компоненты (в %): известняк 84,4—85,7; суглинок 13,28—14,7; огарки 0,9—1,2 и Са 0,3. Физико-механические испытания цемента, изготовленного из клинкера, показали высокую прочность на изгиб и сжатие (как в растворе жесткой, так и пластичной консистенции), по всем показателям цемент относится к марке «400». Запасы карбонатных пород на 1.1.1976 г. по категориям А+В равны 21,3 млн. т и суглинков по категориям А+В 1,6 млн. т, имеются перспективы увеличения запасов.

Восточно-Хандыгское месторождение находится в 145 км от пос. Хандыга по автодорожке Хандыга — Магадан. Полезная толща сложена мелкозернистыми ордовикскими плитчатыми известняками. Химический состав (в вес. %) следующий: SiO₂ 13,51; Al₂O₃ 2,35; Fe₂O₃ 1,08; CaO 42,96; MgO 1,93; SO₃ 0,22 и п.п.п. 35,25; модули: силикатный 3,54, глиноземный 2,54. В лабораторных условиях трехкомпонентной смеси (известняк, глинистые сланцы и колчеданные огарки) был получен портландцемент марки «500». В качестве глинистой составляющей использовались глинистые сланцы, аналогичные таковым месторождения Малиновка, а в качестве корректирующей добавки — огарки пирротина, являющиеся отходом медно-вольфрамовых руд Агылкинского месторождения. Запасы известняков по категориям В+С равны 10,3 млн. т; возможно увеличение запасов.

ГИПС СТРОИТЕЛЬНЫЙ

Гипс и ангидриты широко распространены на западе Якутии, где они встречаются в долинах рек Лена, Олекма, Вилуй и их притоков, на севере — в бассейне р. Оленек и правых притоков р. Лены, а на востоке — в бассейне р. Восточная Хандыга и в других районах. Стратиграфически месторождения гипсов и ангидритов приурочены к кембрийским, ордовикским, силурийским, девонским и каменноугольным от-

ложениям. Среди них гипсы залегают в виде отдельных пластов, линз и линзовидных прослоев, мощности которых изменяются от долей до первых десятков метров. Мощности гипсоносных отложений достигают иногда 350—400 м.

На 1.1.1976 г. на балансе находится два месторождения гипсового камня с запасами по категориям А+В+С₁ в сумме 13 602 тыс. т и по категории С₂ — 825 тыс. т. В настоящее время промышленностью освоено только Олекминское месторождение гипса. Перспективы увеличения запасов имеются в Олекминском, Ленском, Мирнинском, Сунтарском, Томпонском и других районах ЯАССР. Ниже приводится краткое описание наиболее промышленно интересных месторождений гипсов и ангидритов.

Олекминское месторождение расположено в 1,5 км северо-западнее г. Олекминска и приурочено к верхнекембрийской верхоленской свите, сложенной красно-бурыми и зеленовато-серыми мергелями, глинами, доломитами и известняками. Пласт гипса вместе с толщей вмещающих пород образует небольшие брахискладки с падением на крыльях не более 2—2,5°. Разведанный пласт весьма выдержан, залегают на глубинах от 35 до 64 м, мощность его изменяется от 6,3 до 11 м (средняя 8,4 м). Гипс в целом однороден, серой и светло-серой окраски и тонкозернистой структуры. На разведанном полигоне в полосе шириной 200 м, прилегающей к р. Лене, пласт гипса интенсивно закарстован, зона развития карста в подсчет запасов не включена.

Химический состав гипса следующий (в вес. %): SiO₂ 0,25—8,52; Fe₂O₃ 0,01—0,22; Al₂O₃ сл.—0,19; CaO 27,75—32,56; MgO 0,24—9,60; SO₃ 27,88—46,13; H₂O 12,65—19,73; н. о. 0,2—8,27. Содержание CaSO₄ × 2H₂O от 65,1 до 99,2% (среднее 81%). Средний объемный вес гипса 2,3 г/см³, удельный вес 2,34 г/см³. Технологические испытания показали, что гипс по сроку схватывания, тонкости помола и пределу прочности на сжатие относится ко II сорту и пригоден для производства штукатурного и формсвочного гипсов, а также для других видов гипсовых вяжущих веществ. Запасы гипса на 1.1.1976 г. по категориям А+В+С₁ равны 10,6 млн. т.

Верхнемоикское месторождение находится в 75 км к северо-востоку от г. Мирный. Оно залегают в отложениях среднего ордовика, сложенных преимущественно мергелистыми породами, в различной степени загипсованных. Залегание пород почти горизонтальное. В продуктивной толще находится три пласта со средней суммарной мощностью 7,3 м. Содержания CaSO₄ · 2H₂O по верхнему и нижнему слоям составляют 81,46 и 78,32% соответственно, а по среднему — 96,78%. Минеральный состав гипса следующий (в об. %): кальцит 0,3, доломит 1,15, гипс 61,95 и ангидрит 34,15. Согласно ГОСТу 4А3—48 гипс среднего слоя относится к I сорту, а верхнего и нижнего — ко II сорту. Основной особенностью месторождения является большая мощность перекрываемых полезную толщу пород (30—60 м), что предопределяет подземную добычу сырья. Запасы сырья на 1.1.1976 г. по категориям В+С равны 2977 тыс. т и по категории С₂ — 825 тыс. т.

СЫРЬЕ ДЛЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

В Якутии подготовлено к промышленному освоению только Бестяхское месторождение с балансовыми запасами сырья на 1.1.1976 г. по категориям А+В в 113 тыс. м³. Месторождение находится в 15 км к юго-западу от пос. Покровск. Оно сложено среднекембрийскими карбонатными породами — известняками и мергелистыми известняками. Средняя мощность продуктивной толщи, включенная в подсчет

запасов, равна 16,4 м, а вскрыши, представленной суглинками и супеями,— 2,9 м.

Минеральная вата в полужаводских условиях из двухкомпонентной шихты мергелистого известняка (64,4%) и суглинка (35,6%), мягкая на ощупь, тонко- и коротковолокнистая с объемным весом 143 кг/м^3 и содержит корольков диаметром более 0,55 м 10%. Средний диаметр волокон 10 мм; влажность ваты 2%. Суглинок, использованный в качестве компонента в шихте, по химическому составу соответствует таковому Сасаабытского месторождения цементного сырья.

С 1970 г. в республике налажено производство минеральной ваты. Производителями минеральной ваты являются Мирнинский комбинат строительных материалов управления Виллюгэстрой и цех минеральной ваты Бестяхского завода железобетонных изделий управления строительства Якутяжстрой, работающий на завозном сырье (диабазовый щебень и кокс). Производство минеральной ваты в Якутии может быть увеличено благодаря обилию сырья и его высоким техническим свойствам. На западе Якутии для производства минеральной ваты могут быть использованы глинистые разновидности кембрийских, ордовикских и силурийских карбонатных отложений, а также траппы, а на юго-западе — сырье Мурбайского месторождения известняков. В Центральной Якутии, кроме кембрийских карбонатных пород могут быть использованы диабазы Еловского месторождения.

Для обеспечения восточных районов республики минеральной ватой возможно использование даек и пластовых залежей диабазов, глинистых сланцев и палеозойских карбонатных пород, распространенных вдоль автотрассы Хандыга — Магадан. На юге Якутии также возможно выявление сырья для производства минеральной ваты среди отложений кембрия и магматических пород.

МИНЕРАЛЬНЫЕ КРАСКИ

Специальных работ по изучению минеральных красок в Якутии не проводилось. В процессе геологических исследований выявлен ряд перспективных, сейчас слабо изученных, проявлений и месторождений минеральных красок.

Крупные месторождения минеральных красок геологи НПО Севморгео открыли в пределах Оленекского поднятия — Вендявкери и Куоландское. Они расположены на левобережье р. Бур и приурочены к нижнетриасовым отложениям, в которых концентрируются также проявления каолиновых глин.

Пласты охр приурочены к верхней зоне коры выветривания раннетриасового (индского) возраста. Они состоят из сильно выветрелых песчаников, алевроитовых глин и собственно охр. Мощности пластов охр достигают 1—2 м. Красочные глины относятся к охрам высшего качества и характеризуются следующим химическим составом (в вес. %): SiO_2 40,8—41,1; Al_2O_3 13,9—18,2; Fe_2O_3 18,0—23,8; TiO_2 2,7; CaO 1,43; MgO 2,3; MnO 0,12 и п.п.п. 12,3—13,3.

Геологические запасы исчисляются десятками миллионов тонн. Ценность вышеупомянутых месторождений несколько снижается из-за удаленности их от основных промышленных районов республики.

Глинистое минеральное сырье отмечено также в Западной Якутии в средней части долины р. Виллюй (Аппаинское проявление) и на левом берегу р. Мархи (Курунт-Джелиндинское проявление). Здесь возможны промышленные запасы, но качество сырья не изучено. На юге Якутии месторождения гематитовых, медных и марганцевых руд (Гематитовое, Сиваглинское и др.) могут рассматривать-

ся как потенциальное сырье для изготовления железоокисных пигментов (охра, сiena, умбра и т. д.); запасы выветрелых руд исчисляются многими миллионами тонн.

КАМНИ ОБЛИЦОВочНЫЕ

В Якутской АССР разведанных месторождений облицовочных камней нет. В настоящем разделе изложены сведения о тех месторождениях и проявлениях мраморов, которые были выявлены при геологическом картировании и поисковых работах на другие полезные ископаемые. Основные количества мраморов заключены в интенсивно метаморфизованных архейских образованиях Алданского щита и Анабарского массива, метаморфизованных протерозойских и палеозойских отложениях обрамления Колымского срединного массива, Сетте-Дабанского горст-антиклинория и др.

Леглиерское месторождение расположено в 15 км к юго-востоку от железорудного месторождения Таежное и приурочено к федоровской свите архейской тимптонской серии. На месторождении вскрыто 13 линз, сложенных известковыми и доломитовыми мраморами. Содержание основных химических компонентов строительного мрамора следующее (в вес. %): CaO 34,46—51,07; MgO 1,33—13,04; н. о. 3,08—6,74 и R₂O₃ 0,41—0,68. Мраморы могут быть использованы в качестве облицовочного камня и металлургических флюсов, запасы строительного мрамора по категории С₂ составляют 3 млн. т.

Месторождение Мари́йка находится в 31 км к западу от пос. Б. Хатыми. Оно сложено метаморфическими породами федоровской свиты. Продуктивный горизонт залегает в форме деформированного пласта мощностью 300 м и представлен мраморами с линзами кальцифиров. Выделяются известковые, доломитовые и декоративно-облицовочные мраморы. Они могут быть использованы в качестве флюса, подделочного и декоративно-облицовочного материала, а также как щебень и крошка; прогнозные запасы мраморов оцениваются в 200 млн. т.

Мраморы 104-го км автотрассы Хандыга — Магадан приурочены к нижнекембрийским отложениям Сетте-Дабана и представлены двумя пачками мощностью 30 и 40 м, разделенных между собой пластом хлоритовых сланцев мощностью 15 м. Ориентировочные запасы мраморов 12 млн. м³ (при глубине выемок 10 м). Мраморы и мраморовидные известняки по разнообразной декоративной расцветке, мощности и близости к автотрассе заслуживают дальнейшего изучения.

Мухтуйское проявление расположено в 10 км от г. Ленска. Мраморы здесь связаны с силлами траппов в кембрийских известняках. Мраморы доломитисто-известковые, средне-мелкозернистые, плитчатые, имеют белый цвет с легким зеленоватым оттенком. Мощности мраморов составляют 4—5 м около каждого контакта; запасы не определены.

Трехгорное проявление расположено вблизи пос. Светлый. Мраморы и мраморизованные известняки залегают в верхнепротерозойских отложениях. Цвет их изменяется от светло-серого до вишневого. Мощность продуктивной толщи 80 м. Проявление перспективное.

На Анабарском щите основным концентратором мраморов является архейская хапчанская серия. В ней локализована перспективная Хапчанская мрамороносная зона длиной 60 км и шириной 15—20 км.

В качестве облицовочного и архитектурно-подделочного камня могут быть использованы некоторые разновидности изверженных пород, развитые на Анабарском массиве и Алданском щите, а также в Восточной и Западной Якутии.

В заключение отметим, что в целом наблюдается неполная обеспеченность строящихся и намечаемых к строительству промышленных комплексов ЯАССР подготовленными высококачественными запасами строительного минерального сырья. Месторождения стройматериалов крайне не равномерно распределены в отдельных экономических районах. Обеспеченность обширной территории Восточной Якутии разведанными запасами этих видов сырья крайне низкая. Но потенциальные возможности увеличения запасов строительного сырья очень велики как за счет доразведки большинства известных месторождений и проявлений, так и выявления последних вблизи промышленных комплексов.

В северо-восточной части ЯАССР в качестве сырья для производства керамзита могут быть использованы глинистые сланцы верхоянского комплекса, имеющие широкое распространение. В Центрально-Алданском районе в качестве сырья для производства керамических изделий могут быть использованы каолины коры выветривания Алексеевского пенеблена. В верхнем течении р. Индигирка суглинками сложены поверхности надпойменных террас многих водотоков. По своим физико-механическим свойствам они могут отвечать требованиям промышленности к сырью для производства кирпича и керамзита.

Широкое распространение на территории ЯАССР изверженных и осадочных пород, пригодных для строительных работ, позволяет вести добычу бутового камня и щебня в любом удобном для эксплуатации месте. В Южной Якутии для этого пригодны магматические, метаморфические и осадочные породы Алданского кристаллического щита. Для этих же целей магматические породы могут быть использованы и в восточной части республики. Однако во всех этих районах изученность изверженных и осадочных пород в качестве строительных материалов очень слабая.

На юге республики пески распространены среди аллювиальных и флювиогляциальных отложений четвертичного возраста. Значительные запасы аллювиальных песков встречаются, в основном, среди средне-, верхнечетвертичных и голоценовых отложений в долинах крупных рек — Алдан, Олекма, Чара, Тимптон, Амга, Токко и др. Пески мелко- и среднезернистые, кварц-полевошпатовые преимущественно глинистые с галькой и гравием. Хорошо промытые отсортированные среднезернистые полимиктовые пески встречаются среди флювиогляциальных отложений в долинах рек Алдан, Учур, Тимптон и др.; мощность их достигает 30—40 м.

На северо-востоке ЯАССР месторождения песков и песчано-гравийных отложений известны в бассейнах рек Яна, Индигирка и Колыма. В районе Депутатского оловорудного месторождения наиболее благоприятными объектами для выявления песков и песчано-гравийных смесей являются долины рек Иргичээн, Оймьякон и Уяндина, а также Селеннянская и Уяндинская кайнозойские впадины. Пески неогенового возраста широко распространены на правом берегу р. Нера; они мелко- и среднезернистые существенно кварцевые; мощность их 50—60 м.

В Вилюйской синеклизе широко развиты золотые пески. Они обнаружены в виде дюн на поверхности речных террас и водоразделов. Пески кварцевые, отсортированные, чистые; мощность их достигает 20—40 м; запасы огромные. Они могут служить качественным сырьем для производства стекла и других строительных материалов.

Оценивая общие перспективы по дальнейшему развитию сырьевой базы строительных материалов, необходимо подчеркнуть, что Якутская АССР располагает весьма благоприятными геологическими предпосылками для выявления новых месторождений различного вида строительных материалов.

МЕРЗЛОТНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Территория ЯАССР находится в области распространения многолетнемерзлых пород (рис. 68), что обуславливает своеобразие методов геологоразведочных и эксплуатационных работ. Рассматриваемые нами

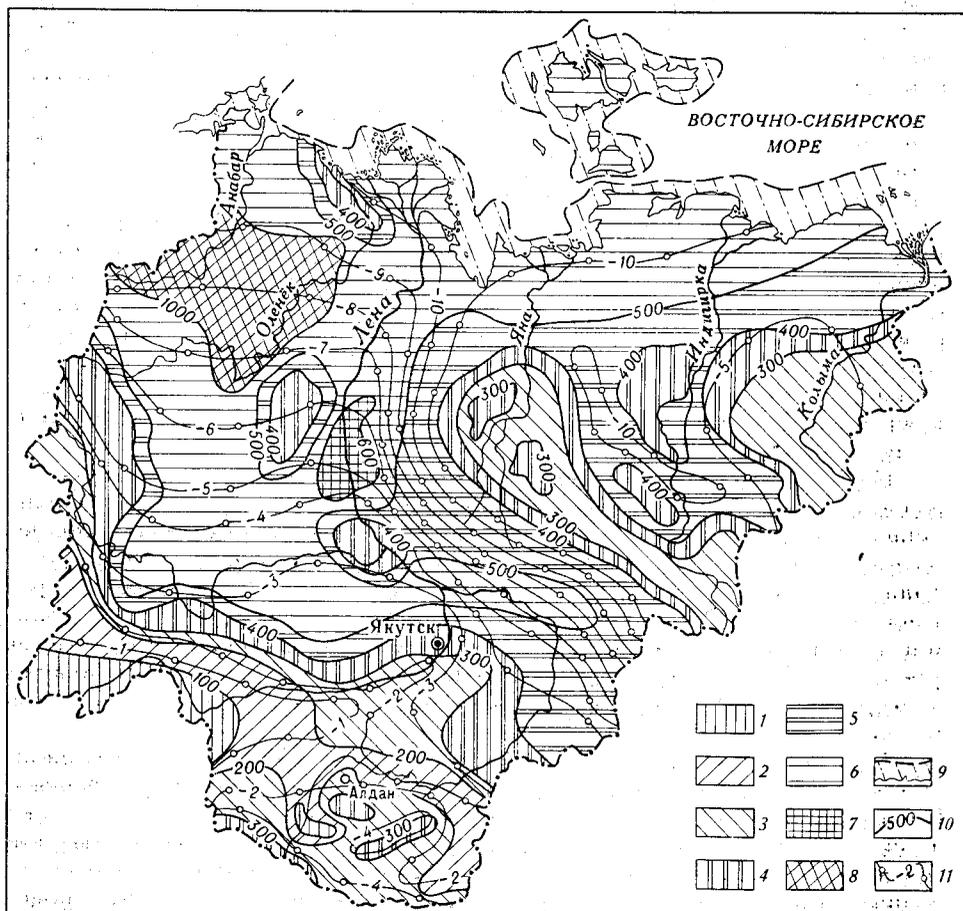


Рис. 68. Схема распространения многолетнемерзлых пород по территории Якутской АССР (по П. И. Мельникову, 1968).

1—8 — мощности многолетнемерзлых пород: 1 — от 0 до 100 м, 2 — от 100 до 200 м, 3 — от 200 до 300 м, 4 — от 300 до 400 м, 5 — от 400 до 500 м, 6 — от 500 до 600 м, 7 — от 600 до 1000 м, 8 — от 1000 до 1500 м; 9 — мерзлые породы шельфа; 10 — изолинии максимальной мощности зоны отрицательных температур; 11 — геоизотермы у подошвы слоя нулевых колебаний температур

особенности мерзлой зоны определяют также условия формирования ресурсов и состава подземных вод.

Подземные воды республики формируются в различных по генезису, составу, возрасту водоносных комплексах, а наличие мощной многолетнемерзлой толщи определяет характер гидродинамической и гидрохимической зональности и является надежным изолятором подмерзлотных

вод от поверхностных. В соответствии с этим определены три крупные гидрогеологические системы: 1) Восточно-Сибирская система артезианских бассейнов и гидрогеологических массивов; 2) Верхояно-Колымская

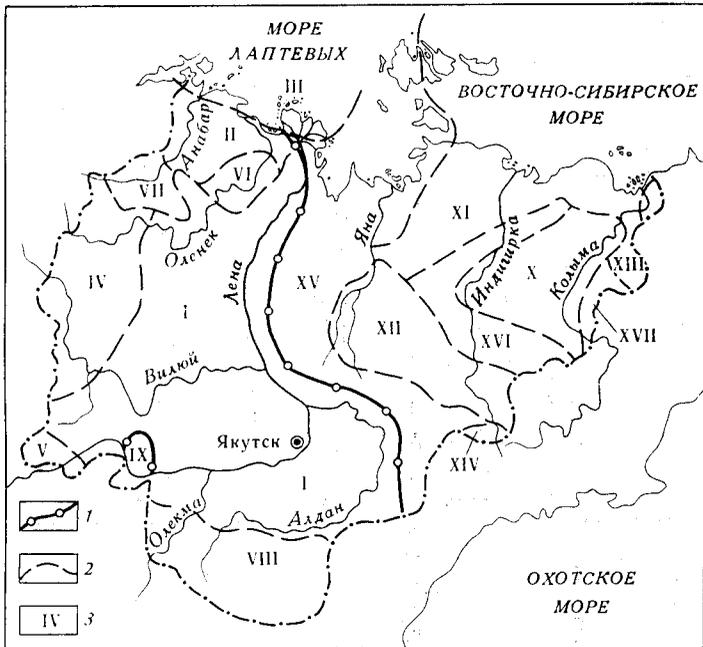


Рис. 69. Схема гидрогеологического районирования Якутии (по О. Н. Толстухину). 1 — границы между гидрогеологическими системами; 2 — границы между гидрогеологическими структурами 1-го порядка; 3 — порядковый номер гидрогеологической структуры. I — Якутский артезианский бассейн; II — Хатангский артезианский бассейн; III — артезианский бассейн моря Лаптевых; IV — Тунгусский артезианский бассейн; V — Ангаро-Ленский артезианский бассейн; VI — Оленекский гидрогеологический массив; VII — Анабарский криогеологический массив; VIII — Алданский гидрогеологический массив; IX — Патомо-Витимский гидрогеологический массив; X — Колымский артезианский бассейн; XI — Индигиро-Колымский артезианский бассейн; XII — Яно-Индиговский криогенный напорный бассейн; XIII — Приомолонский криогенный напорный бассейн; XIV — Охотско-Чукотский пояс вулканогенных супербассейнов; XV — Верхоянский гидрогеологический массив; XVI — Полоусенско-Верхнеколымский гидрогеологический массив; XVII — Аноуйский гидрогеологический массив

система гидрогеологических массивов; 3) Патомо-Витимский гидрогеологический массив; к последнему относится небольшая южная часть республики (рис. 69).

КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО МЕРЗЛОТНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

Классификация месторождений твердых полезных ископаемых по мерзлотно-гидрогеологическим признакам имеет важное научное и практическое значение, так как позволяет определить степень сложности промышленного освоения. В настоящее время существует ряд таких классификаций, предложенных различными исследователями. Помещенная ниже (табл. 30) классификация месторождений твердых полезных ископаемых несколько отличается от ранее предложенных и построена на анализе мерзлотно-гидрогеологических и геологических условий разведанных и обрабатываемых месторождений, расположенных на территории республики. Рассмотрим мерзлотно-гидрогеологические условия выделенных в классификации типов месторождений.

К первому типу месторождений, залегающих полностью в мерзлом слое пород, относится значительная группа россыпных месторождений

**Классификация месторождений полезных ископаемых
по мерзлотно-гидрогеологическим условиям**

Группа месторождений	Тип месторождений	Подтип месторождений	Класс месторождений	Сложность горногеологических условий освоения
Месторождения области распространения многолетнемерзлых пород	I. Месторождения, залегающие полностью в мерзлом слое пород	1. Низкотемпературные ($t < -5^{\circ}$)	1) Залегающие в рыхлых образованиях 2) Залегающие в трещинных и закарстованных породах	Простые
		2. Высокотемпературные ($t > -5^{\circ} \text{C}$)	1) Залегающие в рыхлых образованиях 2) Залегающие в трещинных и закарстованных породах	
	II. Месторождения, залегающие среди талых пород		1) Залегающие в рыхлых образованиях	{ Простые Сложные (водоприток в шахту от 100 до 500 м ³ /ч)
			2) Залегающие в трещинных и закарстованных породах	{ Простые Сложные (водоприток в шахту от 100 до 500 м ³ /ч)
	III. Месторождения, залегающие в мерзлом и талом слоях пород		2) Залегающие в трещинных, закарстованных и карстующихся породах	Очень сложные (водоприток в шахту свыше 500 м ³ /ч)

северных районов. К ним относится и группа рудных месторождений северо-востока и севера республики, где мощность мерзлых пород значительная, а основные промышленные запасы сосредоточены в мерзлой зоне. В качестве примера приведем мерзлотно-гидрогеологические условия характерных месторождений.

Эбеляхский район (рис. 70) расположен в северо-восточной части Сибирской платформы. Местность представляет собой хорошо расчле-

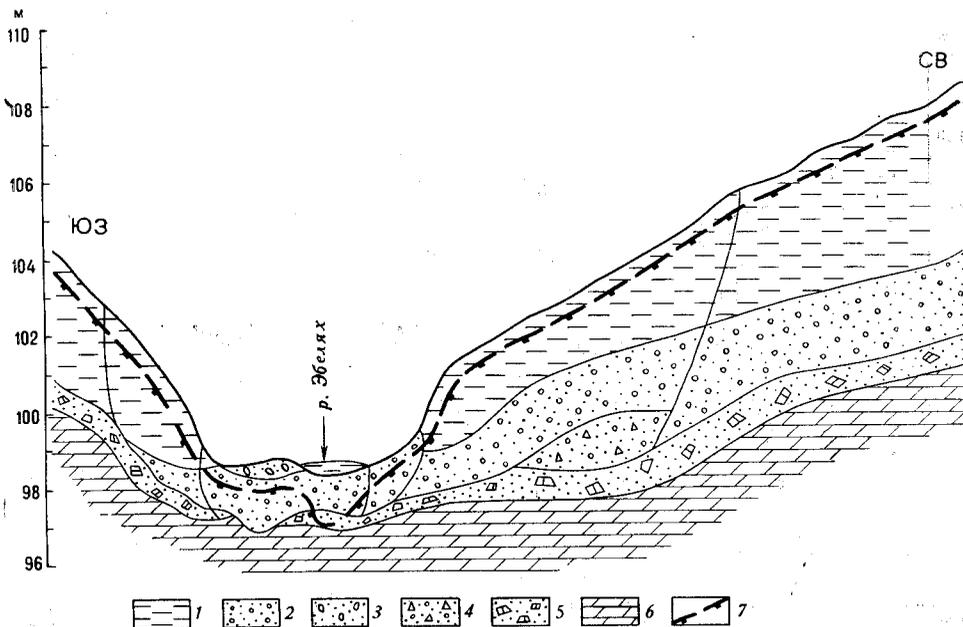


Рис. 70. Мерзлотно-гидрогеологический разрез россыпи в Эбеляхском районе (по Л. М. Зарецкому).

1 — илстый суглинок; 2 — песок с гравием и мелкой галькой; 3 — песчано-гравийно-галечниковые отложения; 4 — песчано-гравийно-щебнистые отложения; 5 — делювиальные щебнистые отложения; 6 — доломиты; 7 — верхняя граница многолетнемерзлых пород

ненное плато с абсолютными отметками поверхности водоразделов 170—230 м. Климат района резко континентальный с продолжительностью зимнего периода 7—8 месяцев и минимальными температурами воздуха минус 50—60° С; лето короткое с максимальной температурой +35° С. Средняя годовая температура равна минус 14,5° С. Годовое количество осадков 130—200 мм. Реки имеют сезонный летний сток, зимой они полностью промерзают. Расход р. Анабар в паводок достигает 3700 м³/с, сокращаясь в летнюю межень на 5 м³/с; колебания расхода воды в р. Эбелях соответственно от 460 м³/с до 4 м³/с.

Район расположен в области сплошного распространения многолетнемерзлых пород, и талые участки даже под руслом сравнительно крупной р. Анабар отсутствуют. Мощность и температура слоя многолетнемерзлых пород специально не исследовались, но, судя по аналогичным соседним участкам, мощность их может достигать 700—500 м, а температура на глубине слоя сезонных колебаний (15—20 м) — до минус 10—11° С.

Глубина сезонного протаивания изменяется от 0,4 до 2,3—3,5 м. В руслах рек, на перекатах аллювиальные образования сезонно протаивают до глубины 3,6 м. При отработке промышленных запасов россыпных месторождений района водоприитоки в выработках будут опре-

делиться расходом водотоков в летний непродолжительный период и, вероятно, будут незначительными.

Россыпи Эбеляхского района, таким образом, по мерзлотно-гидрогеологической классификации (см. табл. 30) относятся к первому типу, второму подтипу и первому классу. Разработка таких месторождений будет происходить в весьма простых условиях.

Медно-вольфрамовое месторождение Агылки (рис. 71) расположено в северной части Восточного Верхоянья. Рельеф района месторож-

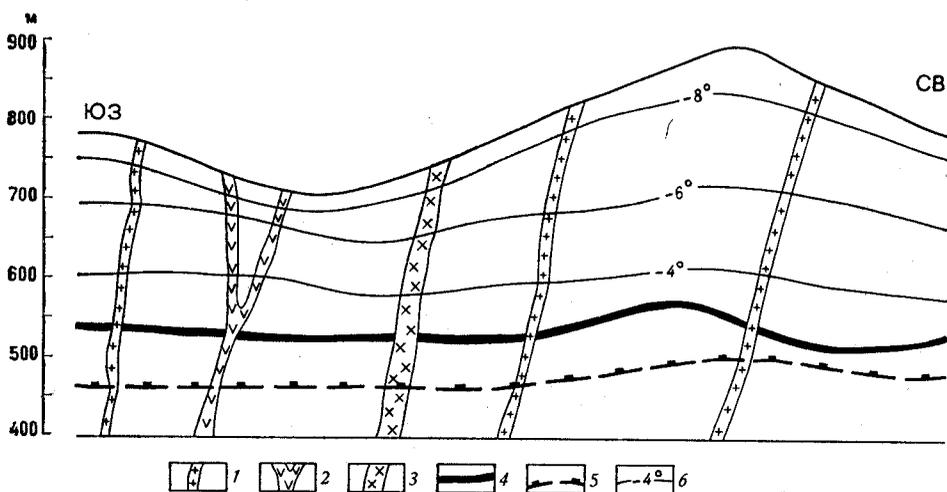


Рис. 71. Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез месторождения Агылки (по Г. М. Билинкису).

1 — дайки кислого состава; 2 — дайки лампрофиров; 3 — дайки основного состава; 4 — рудное тело; 5 — зона многолетнемерзлых пород и их нижняя граница; 6 — изолинии одинаковых температур

дения горный, с абсолютными отметками поверхности водоразделов 600—1100 м. Месторождение расположено на обоих склонах долины реки, характеризующейся обилием перекастов, значительным уклоном русла, крайне не равномерным стоком в разные сезоны года, высоким весенним паводком, полным отсутствием зимой стока; на летне-осенний период приходится не менее 80% годового стока. Ледостав происходит в середине октября, паводок — в конце мая или начале июня. Подруслый сток зимой отсутствует, но широко развиты наледи.

Климат района месторождения резко континентальный. Наиболее низкие температуры воздуха (-50 — -62°C) приходятся на январь, высокие ($+33^{\circ}\text{C}$) — на июль. Средняя продолжительность безморозного периода равна 57 дням. Осадки выпадают крайне не равномерно, на осенне-летний период приходится 70%. Общая годовая сумма осадков не превышает 285—350 мм.

Месторождение расположено в области сплошного распространения многолетнемерзлых пород, мощность которых в зависимости от рельефа местности изменяется от 220 до 400 м. Нижняя граница многолетнемерзлых пород в общем плавно повторяет рельеф местности, опускаясь до абсолютной отметки 470—450 м в пониженных местах и поднимаясь до 500—550 м под горными сооружениями. Таликовые зоны на площади месторождения не обнаружены. Температура мерзлых пород на глубине слоя годовых колебаний (10—15 м) достигает минус 7— 9°C .

Мощности сезонно протаивающих пород колеблются от 0,5 до 2,5 м. Гидрогеологические условия месторождения определяются мерзлотной обстановкой района, литологическим составом пород и другими природными факторами. Надмерзлотные воды обычны в сезонно протаивающих делювиально-элювиальных и аллювиальных образованиях. Последние обводнены только летом на глубину до 2,5 м, но значительно более делювиальных.

Скважинами за пределами месторождения в долине реки вскрыты напорные подмерзлотные воды в триасовых песчанико-сланцевых отложениях. Пьезометрический уровень их устанавливается на уровне местного базиса эрозии. Удельный дебит вод колеблется от 0,02 до 0,24 л/с, что свидетельствует о неравномерной и крайне незначительной обводненности триасовых отложений. По составу воды относятся к гидрокарбонатным кальциевым с минерализацией до 0,2—0,3 г/л.

Таким образом, месторождение полностью залегает в многолетне-мерзлом слое и мерзлотно-гидрогеологические условия его отработки являются весьма простыми. По мерзлотно-гидрогеологической классификации (см. табл. 30) оно относится к первому типу, первому подтипу и второму классу.

О юмракское месторождение флогопита (рис. 72) расположено в бассейне одноименной реки, правого притока р. Тимптон. Рельеф местности высокогорный и характеризуется абсолютными отметками вершин 1350—1854 м; относительные превышения водоразделов над днищами долин достигают 500—800 м. Реки района — типично горные потоки с уклоном русла до 80 м на 1 км; на них много порогов и перекатов; характерна сезонность стока (более 75% падает на лето). Для рек характерно резкое колебание расходов и уровней в паводок и межень. Расход воды в р. Оюмрак летом достигает 40—50 м³/с. Климат района резко континентальный со среднегодовой температурой воздуха минус 9,5°С. Среднегодовое количество осадков составляет 500—550 мм, из них 75% выпадает в виде дождя.

Промышленные запасы месторождения находятся полностью в мерзлом слое породы; таликовые зоны и русло р. Оюмрак, в котором также есть таликовые зоны, расположены на значительном удалении от месторождения. Мощность мерзлых пород превышает 300 м, а температура составляет минус 3,5°С. Штольни и буровые скважины, пройденные на месторождении, не вышли из слоя мерзлых пород; горные выработки не крепились.

Подземные воды на месторождении, залегающие среди сезонно протаивающих и подрусовых сезонно промерзающих образований, в связи с коротким периодом функционирования и незначительным дебитом значения не имеют. По составу они относятся к ультраосновным гидрокарбонатным натриевым с минерализацией до 0,05 г/л. Подмерзлотные воды, вскрытые скважиной в русле р. Оюмрак (за пределами месторождения), относятся к трещинно-жильным, обладающим напором более 155 м, и связаны с тектонической трещиноватостью. Суммарный удельный дебит скважины составляет 0,08 л/с, что свидетельствует в общем о слабой водообильности пород. Воды по составу относятся к сульфатным натриевым с минерализацией до 0,5 г/л.

По мерзлотно-гидрогеологической классификации месторождение относится к первому типу, второму подтипу и второму классу. Выемка промышленных запасов флогопита может производиться в весьма простых мерзлотно-гидрогеологических условиях.

Из приведенных примеров видно, что большинство месторождений первого типа имеют простые горно-геологические условия освоения и могут быть отработаны как открытыми, так и подземными выработками.

Слой многолетнемерзлых пород, таким образом, является положительным природным фактором для освоения месторождений этого типа.

Сложные условия отработки будут у тех месторождений первого типа, в разрезе которых встречаются погребенные льды значительной мощности и различного генезиса. При вскрытии выработкой льда, при интенсивном проветривании, особенно в летнее время, они тают, и, таким образом, устойчивость стенок и кровли выработок резко снижается.

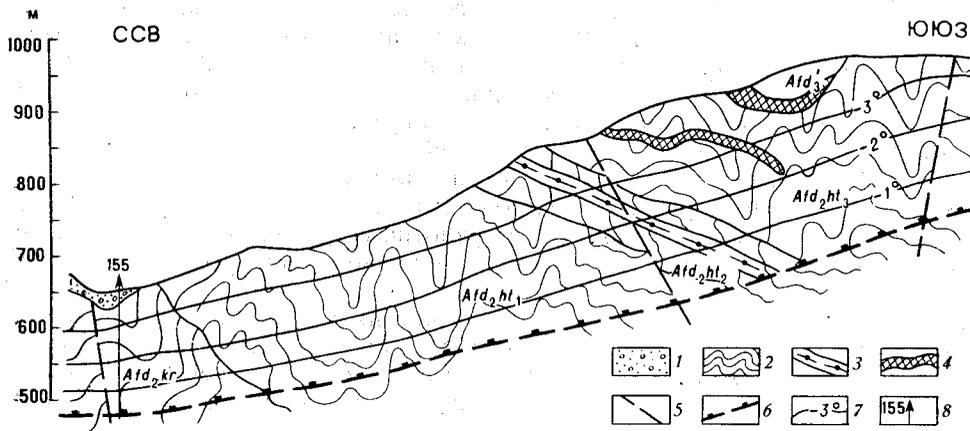


Рис. 72. Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез западной части Оумрацкого месторождения (по А. М. Сафонову).

1 — аллювиальные отложения; 2 — кристаллические образования средней подсвиты федоровской свиты архея (Afd_2kr — кербикианский горизонт, Afd_2ht_1 — нижний продуктивный подгоризонт хатыминского горизонта, Afd_2ht_2 — средний подгоризонт хатыминского горизонта, Afd_2ht_3 — верхний подгоризонт хатыминского горизонта, Afd_1 — верхняя подсвита); 3 — пласти гранатовых гнейсов; 4 — линзы кальцифиров; 5 — разрывные нарушения; 6 — нижняя граница многолетнемерзлых пород; 7 — изолинии одинаковых температур; 8 — величина напора подмерзлых вод

Второй тип месторождений полезных ископаемых, промышленные запасы которых находятся в талых породах, в республике распространен широко. К ним относятся преимущественно россыпи касситерита и пластовые месторождения угля и других полезных ископаемых, приуроченные к осадочным комплексам.

Характерной особенностью этой группы месторождений является также наличие слоя многолетнемерзлых пород, оказывающих значительное влияние на проходку горных выработок. Промышленные запасы таких месторождений расположены либо в таликовом пространстве, ограниченном мерзлыми породами снизу, либо под слоем мерзлых пород. Остановимся на описании двух наиболее типичных для этой группы месторождений.

Россыпь касситерита Тенкели (рис. 73) расположена в северной предгорной части хр. Полоусного. Рельеф местности полого-увалистый с абсолютными отметками 120—130 м; поверхность слабо расчленена речной системой.

Река Тенкели, к аллювиальным отложениям которой приурочена большая часть запасов касситерита, является основной водной артерией района и характеризуется значительным колебанием расхода (до $50 \text{ м}^3/\text{с}$). В ноябре поверхностный сток полностью прекращается и возобновляется в конце мая или начале июня. Территория месторождения находится в переходной зоне от области континентального арктического климата к области субарктического и характеризуется минимальной низкой температурой воздуха в январе (минус 38—42° С) и макси-

мальной в июле (плюс 22—24° С). Сумма годовых атмосферных осадков — 270—330 мм.

Россыпь расположена в области преимущественно сплошного распространения многолетнемерзлых пород; мощность их 230—400 м. Температура на глубине слоя сезонных колебаний составляет минус 6—8° С. Сезонное протаивание и промерзание пород характеризуется

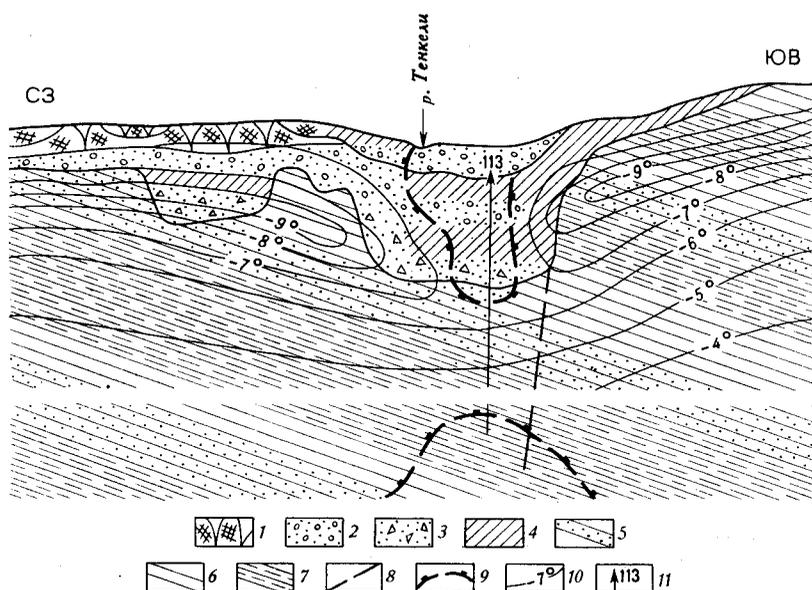


Рис. 73. Мерзлотно-гидрогеологический разрез центральной части месторождения Тенкели (по В. Е. Афанасенко).

1 — торфяники с жильными льдами; 2 — гравий с песком; 3 — щебень с дрсвой; 4 — суглинки; 5 — песчаники; 6 — аргиллиты; 7 — алевролиты; 8 — линии разрывных нарушений; 9 — границы многолетнемерзлых пород; 10 — изолинии одинаковых температур; 11 — величина напора подмерзлотных вод

большой изменчивостью глубин по площади и в районе высокой поймы достигает 0,3—1,8 м. По гидрогеологическому районированию месторождение относится к Полоусному гидрогеологическому массиву.

Подземные воды месторождения приурочены к несквозному подрусловому талику р. Тенкели и мощным верхнеюрским песчано-глинистым толщам. Подрусловый талик обширен — ширина его 500—700 м, а глубина — 58 м. Подземные воды, насыщающие гравийно-галечниковые, песчаные и супесчаные отложения талика, относятся к поровым, пластово-поровым. Водоупором для них являются мерзлые породы. Формирование подземных вод талика и их динамика зависят от поверхностных вод реки, атмосферных осадков, а также вод сезонно-талого слоя. Зимой воды талика приобретают напор и наблюдается падение их уровня на 6—8 м. Фильтрационные свойства и водообильность пород, слагающих талик, изменяются с глубиной. В верхней части, где отложения сложены хорошо промытым и отсортированным гравийно-галечниковым материалом, коэффициент фильтрации равен 55—85 м/сут, а удельный дебит (при опытных откачках) — 4,2—6,5 л/с. В нижней части талика, где в отложениях несколько увеличиваются глинистые фракции, коэффициент фильтрации уменьшается в 2—4 раза, а удельный дебит снижается до 1,3—4 л/с. Подземные воды таликовых зон являются ультрапресными с минерализацией, не превышающей 0,04 г/л, гидрокарбонатного кальциевого класса и не отличаются от вод р. Тенкели.

В северо-восточной части месторождения приток вод в карьер, которым обрабатывается месторождение, со стороны таликовой зоны изменяется от 15 000 до 17 000 м³/сут, что создает значительные трудности и сложности ведения горных работ. Месторождение находится в сложных мерзлотно-гидрогеологических условиях.

По предложенной мерзлотно-гидрогеологической классификации рассматриваемое месторождение относится ко второму типу и первому классу.

Нерюнгринское каменноугольное месторождение (рис. 74) расположено в южной части Южно-Якутского угленосного района. Климат

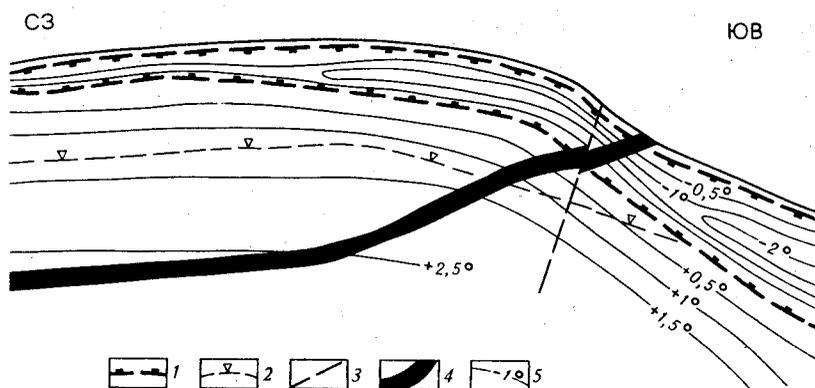


Рис. 74. Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез юго-восточной части Нерюнгринского каменноугольного месторождения (составил И. Г. Артеменко).

1 — слой многолетнемерзлых пород; 2 — уровень подземных вод; 3 — разрывные нарушения; 4 — пласт каменного угля; 5 — изолинии равных температур

района резко континентальный, среднегодовая температура равна минус 9,6°С. Сумма годовых атмосферных осадков 350—450 мм, из них 40—45% выпадает летом. Площадь месторождения представляет плоскогорье с абсолютными отметками водоразделов до 800—950 м, сильно расчлененное речной сетью. Максимальный летний расход р. В. Нерюнгра не превышает 10 м³/ч. Зимой поверхностный сток прекращается и на отдельных участках рек наблюдается лишь подрусловый поток, связанный с наличием таликовых либо тектонических зон.

Центральная часть месторождения на водоразделе сильно расчленена притоками рек Верхняя и Нижняя Нерюнгра. Абсолютные высоты в районе достигают 950 м. Многолетнемерзлые породы занимают 80% площади месторождения и залегают в днищах и на склонах речных долин. На наиболее высокой водораздельной части площади шириной около 500 м зафиксированы лишь сезоннопромерзающие породы. Таликовые зоны отмечены и под руслом р. В. Нерюнгра. Температура мерзлых пород на подошве слоя годовых колебаний (10—15 м) редко опускается ниже минус 2,5°С; максимальная мощность мерзлых пород равна 110—150 м.

Подземные воды холодниканского водоносного комплекса относятся к трещинным, безнапорным и по составу к гидрокарбонатным кальциевым с минерализацией 0,25—0,3 г/л. Водообильность нижележащего горкитского водоносного комплекса значительно выше холодниканского. Здесь буровыми скважинами вскрыты трещинно-жильные воды, обладающие напором (до 200 м) и относящиеся к сульфатным кальциевым с минерализацией 0,8—1,2 г/л.

Из рыхлых образований наиболее обводнены аллювиальные, залегающие в долине р. Нерюнгра. Производительность скважин, вскрыв-

ших эти воды, достигает 5—8 л/с, и при максимальном развитии эксплуатационных работ воды свободно могут инфильтроваться по таликовым зонам.

Пласт Мощный месторождения будет разрабатываться карьером. При глубине карьера 150—200 м до абсолютной отметки 730 м летом в него будут поступать только ливневые воды в количестве 700—900 м³/ч; после углубления карьера (до 300—350 м) летом в него будет поступать около 1730 м³/ч. Водоприток складывается из ливневых атмосферных осадков, фильтрации в карьер подземных вод холоднянского комплекса (270 м³/ч), поверхностных вод р. В. Нерюнгра (390 м³/ч) и аллювиального потока этой реки (290 м³/ч). На каждый квадратный метр карьера летом может поступать до 0,16 л/ч воды, которая не представляет большой опасности. Зимой приток воды в карьер сократится до 600—500 м³/ч (больше чем вдвое) и на отработку месторождения существенного влияния он не окажет. Таким образом, добыча угля будет происходить в сравнительно простых гидрогеологических условиях. Нерюнгринское каменноугольное месторождение относится ко второму типу и второму классу.

Приведенные примеры свидетельствуют о разнообразии мерзлотно-гидрогеологических условий и что большинство месторождений второго типа имеют сложные условия отработки. Следует, однако, отметить, что в месторождениях, залегающих в пределах таликовых зон и обрабатываемых открытым способом (карьером) либо подземным, наличие водопритока, даже незначительного, намного осложняет ведение обычных работ. Для россыпных месторождений, обрабатываемых драгами, наличие обводненного талого грунта, наоборот, создает благоприятные условия для добычи. Следовательно, сложность отработки месторождений такого типа во многом зависит от способа отработки.

Большинство рудных коренных месторождений олова, железа, угля и других полезных ископаемых Якутии входят в третий тип месторождений, у которых промышленные запасы расположены как в мерзлом, так и в талом слое пород. Россыпные месторождения третьего типа встречаются редко. Мерзлотно-гидрогеологические условия месторождений третьего типа разнообразны. Температура горных пород таких месторождений изменяется с глубиной от минусовой (—8—7°С) до положительных значений. Приведем примеры месторождений этого типа.

Депутатское оловорудное месторождение (рис. 75) расположено в центральной части хр. Полоусного. Рельеф среднегорный, резко расчлененный с абсолютными высотами водоразделов 100—1100 м. Режим стока воды в реках и ручьях отчетливо сезонный, зимой реки и ручьи промерзают. Месторождение находится в резко континентальном субарктическом климатическом поясе. Минимальная температура воздуха достигает минус 50—55°С, максимальная плюс 15—17°С; количество осадков 175—363 мм в год.

Месторождение находится в области преимущественно сплошного распространения многолетнемерзлых пород, таликовые зоны отсутствуют. Сезонное протаивание происходит до глубины 0,5—1,2 м. Мощность многолетнемерзлых пород, зависящая от рельефа местности, изменяется от 200 до 500 м. Температура варьирует от минус 6° до минус 8°С.

Подземные воды функционируют лишь в сезонно протаивающем слое. Под руслами рек часто наблюдаются несквозные талики мощностью 1,4—5 м. Зимой значительная часть вод этих таликов консервируется в виде крупных наледей, возникающих в долинах рек ежегодно.

Подмерзлотные воды вскрыты буровыми скважинами. Обычно они не контактируют с нижней границей многолетнемерзлых пород и все же обладают напором, равным 90—270 м. Водоносность пород обуслов-

лена их трещиноватостью и поэтому воды относятся к трещинному типу. Фильтрационная способность водоносных пород целиком зависит от степени трещиноватости пород и коэффициент фильтрации их колеблется от 0,03 до 0,56 м/сут. Подмерзлотные воды относятся к слабо солоноватым (минерализация от 1,8 до 4,2 г/л), сульфатным кальциевым с жесткостью до 61 мг/экв.

Рудными телами месторождения являются преимущественно жилы, зоны дробления и штокверки. Часть промышленных запасов олова

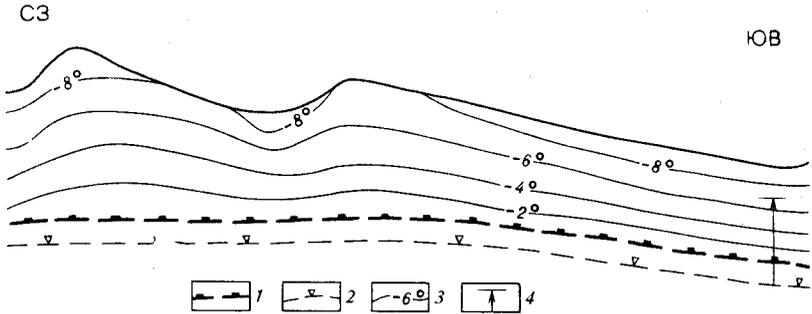


Рис. 75. Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез Депутатского оловорудного месторождения (по В. Н. Девяткину, А. А. Курило).

1 — нижняя граница многолетнемерзлых пород; 2 — предполагаемая верхняя граница триасового водоносного комплекса; 3 — изолинии одинаковых температур; 4 — напор подмерзлотных вод

(около 20%) расположена в талых обводненных породах и при их выемке в выработки будут поступать подземные воды. По расчетам А. А. Курило, при разработке этой части месторождения водопиток в вертикальную шахту может достигать 40—50 м³/ч. Основные запасы месторождения находятся в многолетнемерзлых породах и разработка их будет вестись в простых мерзлотно-гидрогеологических условиях. Месторождение относится к третьему типу и второму классу.

Сангарское каменноугольное месторождение (рис. 76) находится в Ленском каменноугольном бассейне (правый берег р. Лены). Площадь месторождения представляет пологую возвышенность с абсолютной высотой 387 м, расчлененную мелкими ручьями. Климат района резко континентальный с низкой среднегодовой температурой воздуха (минус 10,5°С) и суммой годовых атмосферных осадков 238—242 мм. На подземные воды района месторождения оказывает существенное влияние гидрогеологический режим р. Лены.

Месторождение расположено в области преимущественно сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Мощность последних равна 200—210 м. Под руслом р. Лены и днищами некоторых крупных озер расположены сквозные таликовые зоны. Средняя температура на глубине слоя годовых колебаний (35 м) равна минус 2,2°С. Нижняя граница многолетнемерзлых пород плавно повторяет рельеф местности. Месторождение находится в Якутском артезианском бассейне. Надмерзлотные воды, залегающие в слое сезонного промерзания и протаивания, проявляются в летние периоды. Межмерзлотные воды связаны с подрусовыми и подозерными таликовыми зонами, по которым идет водообмен подмерзлотных вод с поверхностными. Водообильность пород таликовых зон незначительна, что обусловлено слабой пропускной способностью слагающих их пород. Подмерзлотные воды развиты всюду и, как правило, залегают под нижней границей многолетнемерзлых пород. Там, где воды не контактируют с мерзлыми породами, они относятся к безнапорным, но при соприкосновении с мерзлым водоупором они на-

порные. Уровень подмерзлотных вод либо совпадает с уровнем воды в реке (по периферии складки), либо залегает на 8—20 м и выше его (в ее центре). Долина р. Лены дренирует подмерзлотные водоносные комплексы.

Около трети балансовых запасов угля (около 100 млн. т) расположено ниже нижней границы многолетнемерзлых пород, и их эксплуатация будет происходить при водопритоке в горизонтальные горные выра-

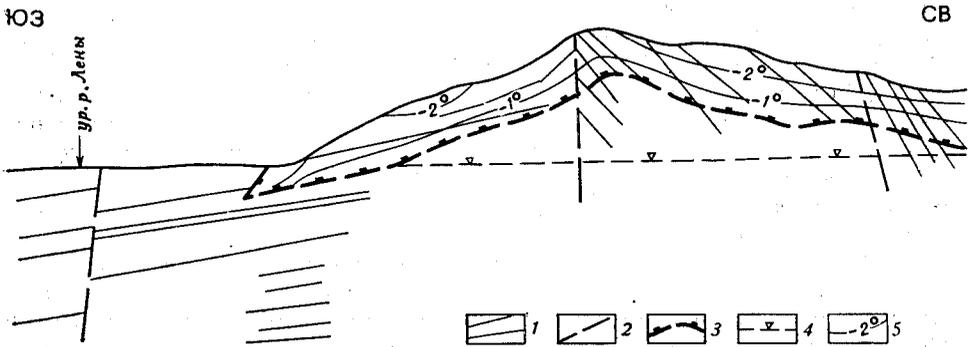


Рис. 76. Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез Сангарского каменноугольного месторождения (по В. М. Журкину, В. Г. Розниченко).

1 — пласты каменных углей; 2 — разрывные нарушения; 3 — нижняя граница многолетнемерзлых пород; 4 — уровень подземных вод; 5 — изолинии одинаковых температур

ботки (ориентировочно превышающие 100 м³/ч на каждые 100 м проходки). Выемка этой части месторождения будет производиться в сложных мерзлотно-гидрогеологических условиях. Месторождение относится к третьему типу и второму классу (см. табл. 30).

К третьему типу месторождений относится большая группа месторождений трубчатого типа — кимберлиты Якутии.

Кимберлитовые трубки расположены в пределах восточной окраины Средне-Сибирского плоскогорья, представляющего приподнятую волнистую равнину, сравнительно неглубоко расчлененную современной гидрографической сетью. Абсолютные отметки междуречных пространств достигают 450—460 м.

Речная сеть района по характеру режима стока относится к типу рек с высоким весенним половодьем, низкой меженью и летне-осенним паводком. В зимнее время сток обычно прекращается.

Климат района резко континентальный с продолжительной (6—7 мес) холодной зимой (до -60°C) и коротким, но сравнительно теплым ($+35^{\circ}\text{C}$) летом.

Кимберлитовые трубки расположены в области сплошного распространения многолетнемерзлых толщ. Таликовых зон в районе не отмечено. Мощность многолетнемерзлых пород составляет 300—320 м и более. Однако зона охлажденных (морозных) пород благодаря наличию в водоносном горизонте переохлажденных крепких рассолов (криопэгов) распространяется, по данным Института мерзлотоведения СО АН СССР, до глубины 750—800 м. Наиболее низкая температура горных пород составляет минус $2,5^{\circ}\text{C}$. Температурный градиент, таким образом, чрезвычайно растянут.

В гидрогеологическом плане трубки входят в пределы восточной части Тунгусского артезианского бассейна. Характерной особенностью этой части бассейна является наличие в нижних частях разрезов высококонцентрированных (до 240 г/л) рассолов, часто переохлажденных (до

—2,3° С). Водоносный горизонт приурочен к карбонатным отложениям ичерской и метегерской свит, представленных трещиноватыми доломитами, доломитизированными известняками и песчаниками. Мощность горизонта 240—250 м, водоупором служат мощные залежи каменной соли. Вскрываемые воды относятся к трещинным, в местах тектонических зон — к трещинно-жильным и обладают напором над кровлей горизонта, равным 120—130 м. По составу воды характеризуемого горизонта относятся к хлоридно-сульфатным натриевым переохлажденным рассолам с минерализацией 94—160 г/л с содержанием различных газов. В газовой составляющей преобладает сероводород (до 220 мг/л), кроме того, содержится в незначительных количествах метан, этан, водород, аргон, двуокись углерода, азот. Характеризуемые воды в связи со специфическим составом являются высокоокисными, весьма агрессивными по отношению к металлам, резине и другим материалам.

Водообильность пород водоносного комплекса по простиранию весьма не постоянна и колеблется в широких пределах, в зависимости от степени трещиноватости пород.

Буровые и опытные (кустовые) откачки показали значительную обводненность нижних частей кимберлитовых трубок. В шахту при максимальном их погружении в водоносный комплекс может поступать около 2000—2200 м³/ч воды что является весьма значительной величиной и выводит их в разряд с очень сложными горно-геологическими условиями освоения.

Приведенные примеры мерзлотно-гидрогеологических условий отдельных месторождений свидетельствуют об их широком разнообразии. Повышенная мощность многолетнемерзлых толщ и наиболее низкая их температура наблюдаются в областях с высокогорным, сильно расчлененным горным рельефом, где распространены месторождения преимущественно первого типа. Оработка промышленных запасов месторождений твердых полезных ископаемых, залегающих на территории таких областей, как правило, осуществляется в весьма простых мерзлотно-гидрогеологических условиях без существенных притоков подземных вод в выработки.

Месторождения второго типа, залегающие среди талых многолетнемерзлых пород в мерзлотно-гидрогеологическом отношении, по сравнению с месторождениями первого типа, располагаются в худших условиях и при оработке их в горные выработки могут поступать подземные воды, иногда в значительных количествах.

Мерзлотно-гидрогеологические условия месторождений третьего типа могут быть самыми разнообразными и оказывать существенное влияние при проходке горных выработок. Наиболее опасным участком при оработке промышленных запасов таких месторождений является район перехода мерзлых пород в талые. Здесь можно ожидать встречу напорных подмерзлотных вод, которые могут создать катастрофическую ситуацию, кроме того, прочностные свойства талых пород значительно хуже пород, находящихся в многолетнемерзлом состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алмазы* (коренные месторождения).— В кн.: Строение земной коры Якутии и закономерности размещения полезных ископаемых / В. В. Ковальский, Г. В. Зольников, В. К. Маршинцев и др. М., Наука, 1969, с. 309—318.
- Алмазоносные россыпи Западной Якутии* / И. С. Рожков, Г. П. Михалев, Б. И. Прокопчук и др. М., Наука, 1967, 280 с.
- Алмазоносные месторождения Якутии* / А. П. Бобриевич, М. П. Бондаренко, Н. А. Гневушев и др. М., Госгеолтехиздат, 1959, 527 с.
- Архипов Ю. В., Биланенко В. А.* Сурьмяное оруденение Восточной Якутии.— *Разведка и охрана недр*, 1973, № 10, с. 8—13.
- Анасенко А. В., Бычок В. Г.* Сарылахское золото-сурьмяное месторождение в Якутской АССР.— *Разведка и охрана недр*, 1970, № 4, с. 56—59.
- Андрьянов Н. Г.* О коре выветривания на эффузивных образованиях бассейна р. Сунтар.— В кн.: Тезисы докладов совместной научной сессии Института геологии Якутского филиала СО АН СССР, Якутского территориального геол. управления, Якутского гос. ун-та. Якутск. 1970, с. 192—193.
- Анодин Т. И.* Нерудные полезные ископаемые Западной Якутии. М., Наука, 1968, 246 с.
- Богатов В. И., Герасимов Е. К., Ливина Т. А.* Фосфоритоносность верхнепалеозойских и нижнемезозойских отложений Северного Хараулаха.— *Сов. геология*. 1967, № 5, с. 45—56.
- Билибин Ю. А.* Металлогеническое районирование Якутии. Избранные тр. Т. III, М., Изд-во АН СССР, 1959, 518 с.
- Бобриевич А. П., Соболев В. С.* Кимберлитовая формация северной части Сибирской платформы.— В кн.: Петрография Восточной Сибири, 1962.— Т. I, с. 341—416.
- Бобров А. К.* Геология Предбайкальского краевого прогиба. Строение и перспективы нефтегазоносности. М., Наука, 1964, 219 с.
- Бородянский А. И., Рожков И. С., Флеров Б. Л.* Геологическое строение и металлогения Верхне-Адычанской зоны.— В кн.: Геология россыпей Якутии, 1963, с. 167—181.
- Бредихин И. С.* Южно-Якутский каменноугольный бассейн.— В кн.: Угленосность и угленосные формации Якутии. М., Наука, 1966, с. 70—103.
- Васильев В. Г., Трофимук А. А., Черский Н. В.* Лено-Виллюйская газоносная провинция. Якуткнигоиздат, 1970, 112 с.
- Вейнеберг М. К., Мазаева П. У., Фрадкин Г. С.* Морфогенетические типы локальных структур Кемпендяйской впадины.— В кн.: Тектоника Сибири, М., Наука, 1972, Т. V, с. 154—164.
- Ветлужских В. Г.* Золотоносность районов крайнего юга Якутии.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР, вып. XVII, Якутск, 1970, с. 88—92.
- Виноградов В. А., Красильников А. А., Горина И. Г.* Об источниках золота на Оленекском поднятии.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. Якутск, 1967, вып. XV, с. 114—119.
- Волкодав И. Г., Горбунов А. И. Мехоношин В. Ф.* Перспективы создания новой полиметаллической базы в Якутии.— *Разведка и охрана недр*, 1976, № 10, с. 6—9.
- Гавриков С. И., Арский Ю. М.* К характеристике структурно-морфологических типов и вещественного состава золоторудных месторождений в бассейне верхнего те-

- чения р. Индигирки.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР, Якутск, 1963, вып. XII, с. 107—114.
- Галабала Р. О.* Мезозойские и кайнозойские континентальные перерывы восточной части Сибирской платформы и связанные с ними коры выветривания.— В кн.: Континентальные перерывы и коры выветривания Сибири. Новосибирск, с. 98—102. (Тр. СНИИГГИМС, вып. 126).
- Гамянин Г. Н.* Минеральные типы золоторудных месторождений.— В кн.: Позднемезозойский магматизм и золотое оруденение Верхне-Индигирского района. М., Наука, 1971, с. 150—221.
- Гедройц Н. А.* Нефтеносность Советской Арктики по данным на 1949 г. Л., Тр. НИИГА, 1950, т. 3, 70 с.
- Геология СССР*, т. XVIII (западная часть Якутской АССР), ч. I, кн. 1 и 2, М., Недра, 1970, 536 с. и 256 с.
- Геология СССР*, т. XXX, кн. 1 и 2, М., Недра, 1970, 548 с. и 536 с.
- Геология СССР*, т. 42 (Южная Якутия). М., Недра, 1972, 481 с.
- Герасимов Е. К., Шилкин А. И.* Прогнозная оценка мезо-кайнозойской бокситоносности Алдано-Тимптонского междуречья.— В кн.: Континентальные перерывы и коры выветривания Сибири. Новосибирск, 1971, вып. 126, с. 122—12. (Тр. СНИИГГИМС).
- Глубинное* строение восточной части Сибирской платформы и прилегающих складчатых сооружений Верхояно-Чукотской области. М., Наука, 1968. 172 с.
- Геологическое* строение и нефтегазоносность восточной части Сибирской платформы и прилегающих районов.— В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по оценке нефтегазоносности территории Якутии. М., Недра, 1968, с. 3—504.
- Геологическое* строение, перспективы нефтегазоносности Якутской АССР и направление дальнейших работ на нефть и газ. Изд. Якутского филиала СО АН СССР, Якутск, 1972, 235 с.
- Гинзбург А. И., Эпштейн Е. М.* Карбонатитовые месторождения. Генезис эндогенных рудных месторождений. М., Недра, 1968, с. 152—219.
- Горбунов А. И., Иноземцев И. Н., Старников А. И.* Свинцово-цинковое оруденение силезского типа в кембрийских отложениях Восточного Алдана.— Геология и охрана недр, 1972, № 5, с. 12—13.
- Горецкий Д. К., Калмыков Н. Т.* О поисках бокситов и огнеупорных пород типа флюнклей в палеозойских отложениях Сибирской платформы.— Сов. геология, 1960, № 3, с. 85—99.
- Горнштейн Д. К., Гудков А. А., Косолапов А. И.* Основные этапы геологического развития и перспективы нефтегазоносности Якутской АССР. М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 5—230.
- Гринберг Г. А., Бахарев А. Г., Гамянин Г. Н.* Гранитоиды Южно-Верхоянского синклинория и Юдомо-Майского района и критерии связи с ними золотого оруденения. М., Наука, 1970, 216 с.
- Гринберг Г. А., Соловьев В. И., Гамянин Г. Н.* Типы золоторудных месторождений Верхне-Индигирского и Аллах-Юньского районов и связь их с магматизмом.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР, Якутск, 1970, вып. XVII, с. 38—44.
- Дзевановский Ю. К.* Архейский метаморфический комплекс Алданского щита.— В кн.: Труды Межведомственного совещания по разработке стратиграфических схем Сибири. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958, с. 37—42.
- Дьяков А. Г.* Закономерности размещения молодых алмазных россыпей Сибирской платформы.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. IV. М., 1960, с. 192—197.
- Еловских В. В.* Эндогенные рудные формации Якутии и связь их с магматическими комплексами.— В кн.: Рудообразование и его связь с магматизмом. М., 1972, с. 67—71.
- Еловских В. В.* Принципы металлогенического районирования Якутии.— В кн.: Рудообразование и его связь с магматизмом. М., 1972, с. 240—243.

Жабин В. В., Казанский Ю. П. Главнейшие уровни кор выветривания в докембрии Сибири.— В кн.: *Континентальные перерывы и коры выветривания Сибири*. Новосибирск, 1971, вып. 126, с. 55—57. (Тр. СНИИГГИМС).

Железородные формации докембрия Алданского щита/И. Д. Ворона, В. М. Кравченко, В. А. Перваго и др.— В кн.: *Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира*. Киев, 1972, с. 258—267.

Жуков В. В., Горина И. Ф., Пинчук Л. Я. Кайнозойские алмазоносные россыпи Анабаро-Оленекского района.— Тр. Научно-исследовательского ин-та геологии Арктики. М., 1968, т. 156, 144 с.

Зеленов К. К. О нижнекембрийских морских битуминозных отложениях северного склона Алданского массива.— Тр. ГИН АН СССР. Сев. геол., 1955 (66), вып. 155, с. 116—135.

Зимкин А. В. История геологического изучения Верхоянья, Нижне-Индиго-Гирского края. Якутск, 1971, 20 с.

Иванова В. П., Масайтис В. Л. Доюрская аллитовая кора выветривания на р. Марха.— В кн.: *Континентальные перерывы и коры выветривания Сибири*. Новосибирск, 1971, вып. 126, с. 91—94. (Тр. СНИИГГИМС).

Иванов В. В., Семенов Г. А. Индиго-Зырянский возможный нефтегазоносный бассейн.— Колыма, 1971, № 3, с. 43—47.

Ивксен Ю. П., Амузинский В. А., Невойса Г. Г. Строение, история развития, магматизм и металлогения северной части Верхоянской складчатой зоны. Новосибирск, Наука, 1975, 323 с.

Избеков Э. Д. Особенности россыпного золота Вилюйской синеклизы и прилегающих районов.— В кн.: *Россыпи золота и их связи с коренными месторождениями в Якутии*. Якутск, 1972, с. 178—189.

Индолев Л. Н. Серебро в сульфидных месторождениях северо-востока Якутии.— Геология и геофизика, 1966, № 7, с. 56—66.

Индолев Л. Н., Невойса Г. Г. Типы серебряной минерализации Северо-Восточной Якутии.— В кн.: *Рудообразование и его связь с магматизмом*. Якутск, 1969, с. 288—289.

Индолев Л. Н., Невойса Г. Г. Серебро-свинцовые месторождения Якутии. Новосибирск, Наука, 1974, 256 с.

Казаринов А. И. К вопросу о генезисе золоторудных месторождений куранахского типа.— В кн.: *Золоторудные формации Дальнего Востока*. М., 1969, с. 125—135.

Кимберлитовая формация Якутии/В. В. Ковальский, К. Н. Никишев, Г. В. Зольников и др.— В кн.: *Строение земной коры Якутии и закономерности размещения полезных ископаемых*. М., 1969, с. 189—206.

Ковальский В. В. Кимберлитовые породы Якутии и основные принципы их петрогенетической классификации. М., Изд-во АН СССР, 1963, 184 с.

Ковальский В. В., Михеенко В. И., Ненашев Н. И. К вопросу об абсолютном возрасте кимберлитовых пород Якутии.— В кн.: *Вопросы датировки древнейших геологических образований и основных пород*. М., 1967, с. 173—176.

Корчагин А. М. Вермикулит-флогопитовое месторождение Инагли.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1968, № 8, с. 86—97.

Косолапов А. И., Мокшанцев К. Б., Черский Н. В. Перспективы Колымского массива, Момо-Зырянской впадины и Приморского прогиба на нефть и газ.— В кн.: *Геологическое строение и нефтегазоносность восточной части Сибирской платформы и прилегающих районов*. М., 1968, с. 361—367.

Кравченко В. М., Ворона И. Д. Чарско-Алданская железорудная провинция.— В кн.: *Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР*. Якутск, 1968, вып. 18, с. 211—224.

Кривонос В. Ф. Геология кимберлитов Приленья.— В кн.: *Геология и полезные ископаемые севера Сибирской платформы*. Л., 1971, с. 16—30.

Кулиш Е. А. Кварциты архея южной части Алданского щита. Изд. АН СССР, СО, Дальневосточный политехн. ин-т, 1964. 118 с.

- Лазько Е. М.* Хрусталеносные кварцевые жилы и их генезис (на примере изучения Адданских месторождений горного хрусталя). Изд. Львовского гос. ун-та, 1957, 205 с.
- Левченко И. Г.* Новые данные о геологии и нефтегазоносности западной части Сибирской платформы.—Экспресс-информация. Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. Информация 5, 1972, № 4, 5 с.
- Леонов Б. П., Прокончук Б. И., Орлов Ю. Л.* Алмазы Приленья. М., Наука, 1966, 280 с.
- Лицарев М. А.* Генезис флогопитовых месторождений Алдана. М., Изд-во АН СССР, 1961, 167 с.
- Лугов С. Ф., Мокеев Б. В., Потапова Т. М.* Закономерности формирования и размещения оловорудных месторождений Северо-Востока СССР. М., Недра, 1972, 360 с.
- Макаров К. К., Косолапов А. Л.* Геологическое строение и перспективы южного склона Анабарской антеклизы на нефть и газ.—В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по оценке нефтегазоносности территории Якутии. М., Недра, 1968, с. 341—351.
- Малич Н. С., Туганова Е. В.* Закономерности распределения полезных ископаемых чехла Сибирской платформы.—Сов. геология, 1975, № 2, с. 41—51.
- Масайтис В. Л., Михайлов М. В.* Среднепалеозойская вулканогенно-осадочная серия Ыгыаттинской впадины.—Геология и геофизика, 1966, № 4, с. 43—53.
- Матвеевко В. Т., Шагалов Е. Т.* Разрывные нарушения, магматизм и оруденение Северо-Востока СССР.—В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М., 1958, вып. 1, с. 169—240.
- Мельников Б. Д., Израилев Л. М.* О стратиформном свинцово-цинковом оруденении Верхоянского мегантиклинория.—Геология рудных месторождений, 1975, № 1, с. 101—104.
- Милашев В. А.* Петрохимия кимберлитов Якутии и факторы их алмазоносности. Л., Недра, 1965, 160 с.
- Моралев В. М.* Возраст ультраосновных и щелочных пород Алданского щита.—Докл. АН СССР, 1969. Т. 127, № 1, с. 168—169.
- Мурзаев С. П.* Метасоматическая зональность флогопитовых месторождений Алдана.—В кн.: Геология и петрология докембрия Алданского щита. М., 1966, с. 294—318.
- Мусалитин Л. А.* Металлогенические зоны Куларского антиклинория.—Сов. геология, 1971, № 8, с. 114—125.
- Неволин В. С., Потапов С. В., Гудзенко В. Т., Каминский Ф. В.* Кембрийские отложения доманикового типа на востоке Алданского щита.—Сов. геология, 1974, № 3, с. 83—94.
- Некрасов И. Я.* Магматизм и рудоносность северо-западной части Верхояно-Чукотской складчатой области. М., Наука, 1962, 333 с.
- Некрасов И. Я.* Геохимия олова и редких элементов Верхояно-Чукотской складчатой области. М., Наука, 1966, 379 с.
- Некрасов И. Я., Рожков И. С., Бородянский А. Н.* Золотоносность северо-западной части Верхояно-Чукотской складчатой области.—Геология и геофизика, 1961, № 4, с. 64—73.
- Ненашев И. И.* Время образования изверженных пород в «продольных» и «поперечных» зонах западной части Верхояно-Колымской складчатой области.—В кн.: Труды X сессии комиссии по определению абсолютного возраста геол. форм. М.—Л., 1962, с. 252—267.
- Палеогеография* Приленского района в связи с формированием алмазных россыпей/М. И. Плотникова, О. И. Кардопольцева, В. А. Липатова и др.—В кн.: Геология россыпей. М., 1965, с. 294—302.
- Платина* Алданского щита/И. С. Рожков, В. И. Кицул, Л. В. Разин и др. М., Изд-во АН СССР, 1962, 119 с.
- Перваго В. А.* Алданская железорудная провинция. М., Недра, 1966, 116 с.

Плотникова М. И., Салтыков О. Г. Принципы и методика составления средне-масштабных минерагенических и прогнозных карт алмазоносных россыпей Западной Якутии.— Сов. геология, 1968, № 1, с. 78—91.

Позднемезозойский магматизм и золотое оруденение Верхне-Индигирского района/И. С. Рожков, Г. А. Гринберг, Г. Н. Гамянин и др. М., Наука, 1971, 240 с.

Покалов В. Т. Генетические типы и поисковые критерии эндогенных месторождений молибдена. М., Недра, 1972, 310 с.

Потапова Э. Г. О железорудном месторождении Победное.— Геология рудных месторождений, 1959, № 3, с. 89—94.

Проблема черной металлургии на базе руд и каменных углей Южной Якутии. М., 1955, вып. 2, 472 с. (Труды Якутской комплексной экспедиции).

Прокопчук Б. И. Об условиях, необходимых для образования богатых аллювиальных россыпей алмазов в Западной Якутии (на примере Эбеляхской русловой россыпи).— Докл. АН СССР, 1969, т. 189, № 6, с. 1355—1362.

Пухарев А. И. Таежное железорудное месторождение.— В кн.: Проблема южно-якутской черной металлургии. Якутск, 1958, с. 128—145.

Санин В. И., Пуцилло В. Г., Успенский С. П. Витумы и битуминозные породы кембрийских отложений. М., т. I, вып. 2, 1950, 138 с. (Труды Ин-та нефти АН СССР).

Саратов Ф. С. О возрасте гранитоидов и оруденения низовьев р. Яны.— В кн.: Магматизм Северо-Востока СССР, Магадан, 1968, с. 63—64.

Семихатов М. А., Серебряков С. Н., Ерошев-Щак В. А. Предъюдомская гиббситоносная кора выветривания в Восточной Сибири.— Докл. АН СССР, 1972, т. 202, № 6, с. 1416—1418.

Сенюков В. П. Река Толба и нефтеносность северного склона Алданского массива/(ГОНТИ, НКТП СССР, 1938, 62 с.

Сердюченко Д. П. О некоторых богатых бором осадочно-метаморфических фациях.— Докл. АН СССР. 1955, т. 102, № 4, с. 823—826.

Силичев М. К., Скобелев А. А. Нежданинское золоторудное месторождение.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. Якутск, 1970, вып. XVII, с. 45—51.

Силичев М. К. Геологическое положение и особенности структуры Нежданинского золоторудного месторождения.— Геология рудных месторождений, 1970, № 2, с. 96—102.

Смирнов Л. П. Древние коры выветривания на кристаллических породах Анабарского щита.— Ученые зап. НИИГА. Региональная геология, 1965, вып. 5, с. 16—19.

Строение земной коры Якутии и закономерности размещения полезных ископаемых. М., Наука, 1969, 376 с.

Структурный контроль проявлений кимберлитового магматизма на северо-востоке Сибирской платформы/К. Б. Мокшанцев, В. В. Еловских, В. В. Ковальский и др. Новосибирск, Наука, 1974, 98 с.

Тектоническая карта Якутской АССР м-ба 1:2 500 000 (объяснительная записка), Якутск, 1971, 110 с.

Титано-циркониевые россыпные проявления в кайнозойских отложениях Якутии/В. Г. Власов, А. С. Казанцев, А. А. Котов и др.— В кн.: Геология и полезные ископаемые Якутии. Якутск, 1970, с. 162—163.

Тектоническое строение Якутской АССР/К. Б. Мокшанцев, Д. К. Горнштейн, Г. С. Гусев и др. М., Наука, 1964, 291 с.

Тектоника Якутии/К. Б. Мокшанцев, Д. К. Горнштейн, Г. С. Гусев и др. Новосибирск, Наука, 1975, 199 с.

Трофимук А. А. Перспективы нефтегазоносности Востока СССР.— В кн.: Проблемы нефтегазоносности Востока СССР. М., 1967, с. 5—21.

Трушков Ю. Н. Условия формирования и закономерности распределения россыпей в мезозоидах Якутии. М., Наука, 1971, с. 141—143.

Тучков И. И. Фосфориты нижнего течения р. Лены.— В кн.: Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии. Якутск, 1963, с. 198—203.

Тыжнов А. В. Геологические запасы углей СССР.— Сов. геология, 1970, № 4, с. 54—73.

Угрюмов А. Н. Некоторые особенности гранитов Якокут-Ыллымахского поля гранитизации (центральная часть Алданского щита).— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской ССР, Якутск, 1968, вып. 18, с. 173—177.

Угрюмов А. Н., Эггин А. Р. О длительно развивающихся блоковых структурах Центральной части Алданского щита (на примере Якокут-Ыллымахского блока).— Докл. АН СССР, 1969, т. 184, № 3, с. 680—684.

Файнштейн Г. Х., Одинцова М. М., Смирнова О. К. Предварительные данные о некоторых закономерностях размещения лейасовых алмазоносных отложений Западной Якутии.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР, 1960, вып. 2, с. 35—47.

Флерова О. В. Нефтегазоносность кембрийских отложений Лено-Алданского бассейна/Под ред. докт. геол.-минерал. наук В. М. Сениюкова. М.—Л., Гостоптехиздат, 1961, 130 с.

Фрадкин Г. С. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности западной части Вилюйской синеклизы. М., Наука, 1967, 204 с.

Фрумкин И. М., Нужнов С. В. Основные проблемы геологии архейских образований Алданского щита.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР, Якутск, 1968, вып. XVIII, с. 7—19.

Харьков А. Д. К сравнительной характеристике кимберлитовой трубки «Сытыканская» и трапового силла, перекрывающего трубку.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР, 1961, вып. VIII, с. 43—65.

Харьков А. Д. Новые данные о возрасте кимберлитовых трубок Далдыно-Алактинского района.— Геология и геофизика, 1967, № 4, с. 124—127.

Черский Н. В. Богатства недр Якутии. Якутск, 1971, 237 с.

Шабынин Л. И. О контактово-метасоматических месторождениях бора в магнезиальных скарнах.— Геология рудных месторождений, 1961, № 3, с. 3—27.

Шамшина Э. А., Шпунт Б. Р. Эпохи корообразования на территории Якутии.— В кн.: Древние коры выветривания Якутии. Якутск, 1975, с. 7—10.

Швецов Е. С., Мехвоношин А. П. Закономерности размещения месторождений флогопита в Алданской слюдоносной провинции.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М., 1962, вып. VI, с. 373—384.

Шило Н. А., Сидоров А. А., Зильбермиц А. В. Притихоокеанские вулканогенные пояса Советской Азии и их металлогенические особенности.— Геология и геофизика, 1967, № 4, с. 3—11.

Шпак К. С., Сурикова А. С. Досинийская кора выветривания на Алданском щите.— Геология и геофизика, 1967, № 6, с. 130—132.

Эггин А. Р. Основные закономерности размещения флогопитовых и магнетитовых месторождений в Центрально-Алданской флогопитоносной и железорудной провинции.— В кн.: Геология и петрология докембрия Алданского щита, М., 1966, с. 85—92.

Эрлих Ж. Н. О тектонике центральной части Суханского прогиба и закономерностях распространения кимберлитовых тел в бассейне реки Оленек.— Информ. бюлл. НИИГА, 1958, вып. 12, с. 16—25.

Яншин А. Л. Перспективы открытия месторождений калийных солей на территории Сибири.— Геология и геофизика, 1962, № 10, с. 3—22.

Ярмолюк В. А., Варнавский В. Г. Перспективы нефтегазоносности Аяно-Майского района Хабаровского края.— Сов. геология, 1964, № 6, с. 23—31.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абалах — 355, 356
 Агылкы — 220, 235, 248, 388
 Аид — 319
 Акринское — 350
 Албынское — 168
 Алдайское — 374, 375
 Алексеевское — 317
 Аллахское — 373
 Алтайское — 150, 166
 Алыс-Хая — 174, 248, 355
 Алымджахское — 122, 133
 Амедицинское — 112, 119, 130
 Амнунактинское поле — 313
 Амнунах — Амедиш — 320
 Амутканское — 320, 328
 Анабарское — 347
 Аппанское — 381
 Апсаканское — 113, 119, 130
 Арбарастахское — 113, 119, 180, 306, 342, 343, 345, 352
 Арга-Сала — 317
 Арга-Тюнгское — 128
 Арыбилобское — 306
 Атугей-Сутамские — 114, 118
 Ачыгыгый-Юряхское — 115
 Аэродромное — 365
- Багинский источник** — 360
 Бадаранское — 39
 Багы — 224
 Балаганнахское — 317, 320
 Баранское — 295
 Бастакы-Тутуора — 319
 Батагайское — 373
 Беенчимское — 87
 Безымянное — 150, 170
 Берендей — 173
 Беркакитское — 113
 Бестяхское — 368, 369, 374, 380
 Бесюке — 129
 Бетинче — 349
 Биляхское — 178
 Биригенде — 318
 Бир-Тас — 320, 322
 Бирюкское — 116
 Бишь — 344
 Богдо — 180, 346
 Богдо — Тасс — 347
 Болокай-Татыаттах — 319
 Болотное — 118
 Больше-Нимнырское — 120
 Больше-Ляховское — 125
 Большой Мемкен — 320
 Большой Рассол — 360
 Ботомское — 114, 127, 128
 Брус-Ханинское — 364
 Бугоричинское — 305, 311
 Букачан-Арыыта — 126
 Булатское — 173
- Булгунняхтатское — 373
 Булунканское — 375
 Буойское — 124, 131
 Буолкалахское — 347
 Буотарское — 348
 Бур — 348
 Бурдыхлайское — 303
 Бурное — 320, 321, 374
 Буюрыктинское — 320
 Быковское — 82
 Бырайское — 320
- Вах** — 350
 Вендявкири — 348, 381
 Верхнеалданская россыпь — 120, 131
 Верхне-Амнунактинское — 317
 Верхне-Вилочанское — 57
 Верхнее — 373
 Верхне-Керакское — 304
 Верхне-Кутинское — 167
 Верхне-Ларбинское поле — 312
 Верхне-Менкеченское — 150, 163
 Верхнемоинское — 380
 Верхне-Оленекские — 87
 Верхне-Силигирская площадь — 361, 362
 Верхне-Темулякитское поле — 313
 Верхне-Хаугас-Иджекское — 317
 Верхне-Эмельджакское — 299
 Верхне-Эндыбальское — 134
 Виллойское — 370
 Виллойчанское — 115, 129
 Виток — 352
 Водораздельное — 314
 Воин — 180
 Восточное — 305
 Восточно-Хандыгское — 379
 Восход — 305
 Вулкан — 180
- Гал-Хая — 253
 Гек — 180
 Гематитовое — 91, 103, 118, 381
 Геральские — 346
 Голец Паленый — 113, 118
 Голокют — 86
 Горка — 376
 Горкитское — 107, 111
 Горное — 139
 Горноозерское — 180, 306, 316, 342, 343, 345, 352
 Горностыль — 178
 Гранитное — 377
 Графитовое — 319
 Гудбай — 317
- Дабанское — 116
 Далдынское — 367
 Дальнее — 313

- Дандычское — 320
 Дарпирское — 81
 20-й километр — 373
 Девоновское — 352
 Дельгейская площадь — 361, 362
 Дельгейское — 358
 Депутатское — 206, 375, 378, 393, 394
 Дербекинское — 364
 Дерпут-Кускангра — 320
 Десовское — 95, 102, 118
 Детаньжинское — 169
 Джалканское — 144
 Джалтундя — 320
 Джагылахское — 344
 Джатонское — 168
 Джебарики-Хая — 72, 79, 364, 373
 Джелиндинское — 183, 317
 Джелтуктатское — 112, 118
 Джербинское — 348, 370
 Джюкян — 350
 Диабазовое — 2, 377
 Дикимдинское — 352, 353
 Димское — 137
 Дириг-Юрях — 351, 352
 Догдинское — 253, 375
 Дорожное — 318, 372
 Дорожный — 118
 Дремучее — 301
 Дулгалахское — 350
 Дьяхтардахское — 232
 Дэлбэ — 320, 321, 322
 Дюлонг-Эдисское — 115
 Дюстачанское — 129, 179
- Еинье — 373
 Елкин Ключ — 118
 Еловское — 377, 381
 Ерага — 350
- Жиганское — 320, 324**
- Загадочное — 257
 Загадочное — 257
 Заречное — 118
 Зарницынское — 167
 Зеленый мыс — 373
 Звездочка — 254
 Зырянское — 130, 72, 378
- Известковое — 374, 375
 Иирэлээх — 122
 Илнй — 254
 Ильменитовое — 124, 125
 Илнитасское — 174, 205, 235, 355
 Илыгрская площадь — 59
 Имальское — 107, 111, 118
 Имекээх — 320
 Имнеканское — 268
 Имтанджинское — 172
 Инаглинское — 132, 282, 306, 309, 320, 323, 344, 352
 Иргичээнское — 374
- Кабулахское — 139
 Кабахынарское — 130
 Кавактинское — 113, 119, 130, 342, 343
 Каменское — 352, 353
 Кангаласское — 72, 367
 Каталахское — 301
 Кебектинское — 108
- Кемпендяйский источник — 360
 Кенгде — 319
 Кендейское — 124
 Кенелеканские источники — 64, 66
 Кентегейское — 268
 Керакское — 304, 320, 328
 Керсюкенский участок — 294
 Кетема — 128
 Кильдямское — 372
 Кирпичнозаводское — 320, 329, 368
 Киси-Унгуохтахское — 318
 Китчанское — 373
 Кожевниковское — 359
 Колтыконское — 332, 334
 Кольнское — 320, 328
 Комариное — 344
 Комсомольское — 97, 118, 322, 334
 Контрольное — 317
 Коротьская группа — 303
 Крайний — 222
 Крутое — 374, 376
 Кудуминское — 111
 Кукулах — 318
 Кумах-Суурт — 349
 Кумах-Будунгское — 364
 Куоландское — 348, 381
 Куонамские — 87
 Куранахское — 332, 334
 Куртангское — 115, 128
 Курунг-Делинге — 351
 Курунг-Джелиндинское — 381
 Курунг-Салаинское — 373
 Курунг-Юряхское — 317
 Кускангринское — 320
 Кутинское — 168
 Куччугуй-Арылах — 355
 Кугыл-Тасское — 354
 Кыгыл-Тус — 358
 Кыльджитское — 317
 Кыранское — 87
 Кыс-Полонез — 125
 Кыс-Юрэгэ — 258
 Кэбиринское — 336, 340
 Кэнэли — 320
 Кюндяйские — 358
 Кюндяйский источник — 361
 Кюнкюче — 348
 Коскюндэнское — 178, 285
- Лабуинское — 364
 Ламы — 355
 Лемо-Ленское — 295
 Левый Мокрый — 317
 Левый Южный Нимчер — 320
 Леглиерское — 95, 118, 320, 323, 382
 Ледовское — 359
 Линдэнское — 128
 Любкакайская группа — 303
 Любкакайское — 118
 Лютенгское — 115, 128
- Мавринское — 131
 Маган-Тасское — 94
 Магнетитовое — 118, 332, 334
 Майдаган — 355
 Майнское — 364
 Малиновка — 379
 Мало-Джелинское — 129
 Мало-Куонамское — 127
 Малая Кетема — 128

- Малая Россобаха — 379
 Мало-Амутканское — 320
 Мало-Нимнырское — 118
 Малый Менкен — 320
 Малый Рассол — 360
 Мамонтовогорское — 124, 131
 Мангазейское — 150
 Марийка — 320, 323, 382
 Мархинское — 60, 351, 363, 366, 368, 373
 Мастахское — 27, 31, 37
 Мачобинское — 122
 Мегюсканское — 320
 Мирнинское — 352, 353, 368
 Мир — 10
 Мирное — 365
 Михайловское — 111
 Монголо-Туойдахская площадь — 307
 Мохсоглох (Курортное) — 360
 Мраморное — 118
 Мраморы 104-го км — 382
 Мугикта — 259
 Мурбайское — 351, 374, 375, 381
 Муркегу — 320, 375
 Мурьинское — 370
 Мус-Тарын — 319
 Мухтуйские источники — 361
 Мухтуйское — 382
 Мэми — 355, 356
- Надежда** — 373
Надежное — 311
 Налдинское поле — 313
 Наледное — 336, 339
 Нальчик — 118
 Наманинский (Бугуньяхтахский) источник — 360
 Наманинское — 196, 357
 Намсырское — 371
 Неакуинское — 179, 301
 Неджелинское — 27, 31, 38
 Некежитское — 86
 Нелюкинское — 112
 Нерюнгринское — 19, 81, 83, 317, 392
 Нехор — 320
 Нижне-Буотарское — 348
 Нижне-Джелтулинское — 317
 Нижне-Кюлючююское — 258
 Нижне-Нюйское — 348
 Нижне-Телькинджинское — 373
 Никак — 118
 Нимнырское — 120, 344
 Ниричинское — 118
 Ниранджа — 344
 Новинское — 372
 Новое — 118, 354
 Нордвик-Хатангская площадь — 361, 362
 Нюйское — 139
- Обман** — 283
Огонек — 373
 Одинокое — 200, 232
 Озерная — 224
 Озерное — 318
 Ой-Бесское — 364
 Оймяконское — 369
 Ойун-Хомотинское — 364
 Олдонгинское поле — 313
 Олеминское — 352, 353, 357, 363, 374, 375, 380
- Оленекские — 294
 Оленекское — 47, 131
 Олобу — 346
 Оломокитское поле — 313
 Олонноконское — 126
 Ольчанское — 144
 Оноктинское — 320
 Орто-Иджек — 285
 Орто-Нахарское — 349
 Орто-Нахринское — 370
 Орто-Силигирское — 351
 Орулганское — 139
 Орыдокинское — 320
 Осенний лист — 344
 Оставное — 319
 Острый — 180
 Осурское — 122
 Очугуй-Мурбайское — 349
 Оюмракское — 304, 389, 390
 Оюсутское — 351
- Пеледуйские источники** — 361
 Перевальное — 138, 158
 Перекатное — 137
 Пилкинское — 139, 221
 Пионерское — 102, 118, 320, 327, 332, 334
 Плесовое — 301
 Победное — 90, 116
 Поворотный — 180
 Покровкинское — 374, 375
 Покровское — 364, 365
 Половинкинское — 348, 349
 Половинное — 347
 Пологое — 271
 Право-Каменское — 139
 Право-Канкунское — 118
 Право-Чульмаканское поле — 311
 Правый Чульман — 317
 Прогноз — 174
- Раннее — 150
 Радиосопка — 320
 Рассохинское — 131
 Родинка — 377
 Роман — 319
 Россобаха — 251
 Рохма — 118
 Русскореченское — 352, 353, 358
 Рябиновое — 398
- Савгельское — 118
 Самахаханское — 373
 Самодумовское — 320, 324
 Самокитское — 317
 Сангарское — 130, 394, 395
 Сардана — 138, 156
 Сарылахское — 263
 Сасаабытское — 374, 378, 379, 381
 Саханьинские — 341
 Северное — 313, 318
 Сейкимянское — 258
 Сеймджимское — 317
 Селериканское — 269
 Селигдарское — 342, 343
 Сендученское — 259, 270, 353, 354, 355
 Сентачанское — 265
 Сералахское — 352
 Сереченское — 353
 Сечано-Яофтахские — 341

- Сиваглинское — 97, 102, 118, 135, 381
 Синско-Титарынские — 138
 Сизбит — 348
 Скальное — 374, 375
 Слезовка — 139
 Снежное — 108, 111, 317
 Соболахское — 27, 39
 Собо-Хайнское — 25, 31, 41, 377
 Согинское — 72, 82
 Сокол — 349
 Солдат — 125, 131
 Соляная Сопка — 353, 359
 Соляные источники — 359
 Солянское — 357
 Сопка — 116
 Сосновое — 369
 Сохсолох — 370
 Средне-Ботубинское — 55
 Средне-Вилуйское — 27, 31, 34
 Средне-Далдынское — 377
 Стаанахская площадь — 307
 Староаэродромное — 366, 367
 Стээн-Юрэхское — 347
 Суорган-Хайдылып — 129
 Суор-Уйэтэ — 125
 Суола — 115
 Сыдыбальское — 364
 Сылагинское — 133
 Сытыганское — 366
 Сыклэлээх — 295
 Сэрбэйэн — 319
 Сээнэ — 351
 Сюрюктяхское — 131

 Таас-Ары — 349, 364
 Таас-Тумус — 125
 Табасындский источник — 361
 Таборное — 299, 316
 Таежинская группа — 303
 Таежное — 91, 95, 98, 118, 320, 329, 332, 333, 382
 Тамперский источник — 361
 Тарагайское — 111, 118
 Тарагай-Хая — 320, 331
 Тарынгнаах — 317
 Тарынахское — 107, 108, 109, 118
 Тарынское — 52, 353
 Тас-Миелинское поле — 313
 Тас-Мизэляхское — 113
 Тас-Юряхское — 351
 Тенкели — 387, 390, 391
 Тенкенское — 115
 Тибигинэ-Юряхское — 373
 Тигровое — 344
 Тимптонское — 317
 Тинское — 118, 332, 334
 Тит-Арынское — 349
 Титовское — 336
 Тит-Эргинское — 97, 118
 Тихонское — 375
 Токко — 320
 Токурское — 318
 Толонское — 36
 Томмотское — 320
 Томпоруцкое — 374, 375
 Томтор — 181, 346
 Тонграцкое — 320
 Торгинское — 111
 Трехгорное — 382
 Тростниковое — 317

 Туксанайские — 132
 Тураннах — 355, 356
 Турское — 118
 Тус-Кель — 360
 Тьэллахское — 364
 Тунгское — 128, 221, 370
 Тянское — 352, 353

 Уджинское — 126
 Укачилканское — 214
 Укукитское — 121
 Улахан-Арылах — 355, 356
 Улахан-Ботубинское — 351
 Улахан-Кусагас — 355, 356
 Улахан-Кюндэ — 355
 Улахан-Мурбайские источники — 361
 Улахан-Мьякское — 351
 Улахан-Оттех — 349
 Улаханское — 320
 Улахан-Торгодьунское — 373
 Улахан-Усунское — 320
 Улахан-Хас-Терюттэх — 348
 Улахан-Эгеляхское — 145, 210
 Улахан-Юрьев — 116
 Улу-Тогинское — 351
 Уодяй — 319
 Уруй — 158
 Усть-Бирюкское — 358
 Усть-Ботомское — 373
 Усть-Вилуйское — 25, 31, 39
 Усть-Молбо (источники) — 360
 Усть-Слюдяное поле — 312
 Усть-Сутамское — 284
 Усть-Тигянское — 359
 Усть-Тюнтере — 316
 Усть-Ханинское — 320, 331
 Усть-Юхухтинское — 373
 Участок Известковый — 375
 Уччинское — 375
 Уяндинские — 133
 Уянкаан — 133

 Федоровское — 303, 311
 Филипповское — 373

 Халамандинское — 370
 Халимское — 336, 340
 Хамринское — 370
 Хамчимарское — 254
 Хандинское — 373
 Ханинское — 322, 351
 Хангас-Иджекское — 317
 Хаптасынахская площадь — 307
 Хапчанская зона — 382
 Хара-Кэм — 137
 Хара-Уу — 128
 Харбылагарское — 129
 Хастырское — 172
 Хататское — 123, 178
 Хатырхайское — 320, 326
 Ходойдохское — 150
 Холболохское — 257
 Холодниканское — 118, 318, 328
 Хончегринское — 317
 Хотугу-Бертиме — 348
 Хохой — 318
 Хохойе — 320

 Цветковское — 302
 Центрально-Десовское — 95

- Чаал — 353
Чалбинские — 230, 231
Чайдахское — 49, 317
Чайнытское — 183
Чарское — 286
Чекуровское — 348
Ченкиямское — 59
Черемуховское — 364
Чертово-Улово — 178
Чибагалахское — 217
Чокурдахская — 390
Чонгио — 319
Чочимбальское — 150
Чубукулахское — 349
Чугинское — 344
Чулангдинское — 111
Чульмаканское — 83
Чульманское — 320
Чурапчинское — 363, 364
Чурбукулаах — 295
Чухоной — 350
Чуюмпе — 347
- Шумахинские источники — 361
Щукинское — 373
- Ылымахское — 352
Ытык-Кюельское — 373
- Эбэ-Тас — 322
Эвонокитское — 313
Эгаджинское — 174
- Эгетинское — 302
Эдис — 128
Эймское — 368
Эйими-Юреге — 318
Эксачинское — 108, 111
Элигерское — 354
Эльдиканское — 376
Эльконское — 299, 300, 320, 325
Эмельджакское — 102, 118, 298, 332, 334
Эндыбальское — 134
Энердекское — 349
Эргинское — 320, 330
Эрозионное — 368
Этиэбин — 314
Эчийское — 350
- Юбилейное — 173
Юдомское — 134
Южное — 311
Южно-Кысамское — 349
Южно-Нимнырское — 304
Южно-Тигянское — 48
Южно-Хобоятинское — 354
Юктинский источник — 361
Юнгюлэ — 320
Юхтинское — 320, 326
- Ягиндя — 118
Яков-Доруа — 347
Якокитское — 364, 372
Якокутское — 326
Якутское — 370

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие <i>Ю. В. Архипов</i>	7
Введение (<i>Ю. В. Архипов, И. М. Фрумкин, В. М. Мишкин</i>)	9
Краткая история изучения	9
Основные металлогенические эпохи	11
Горючие полезные ископаемые	22
Нефтегазоносность	22
Общие сведения и нефтегеологическое районирование (<i>В. Е. Бакин, Е. И. Бодунов, К. Б. Мокшанцев, Д. П. Сидоров, Ю. Л. Сластенов</i>)	22
Хатангско-Вилуйская нефтегазоносная провинция	24
Лено-Вилуйская нефтегазоносная область (<i>Е. И. Бодунов, Л. А. Грубов, Д. П. Сидоров, Ю. Л. Сластенов, Т. И. Сороко, О. Н. Изосимова</i>)	24
Лено-Анабарская нефтегазоносная область (<i>В. А. Каширцев, А. И. Колосолапов</i>)	46
Лено-Тунгусская нефтегазоносная провинция	50
Западно-Вилуйская нефтегазоносная область (<i>К. Е. Колодезников, Г. С. Фрадкин, Е. И. Бодунов</i>)	50
Непско-Ботуобинская нефтегазоносная область (<i>В. Е. Бакин, А. К. Бобров, Д. П. Сидоров</i>)	53
Северо-Алданская нефтегазоносная область (<i>Д. К. Горнштейн, А. К. Бобров, И. Е. Москвитин</i>)	58
Анабарская нефтегазоносная область (<i>К. К. Макаров</i>)	63
Катангская нефтегазоносная область (<i>Е. И. Бодунов, Ю. Л. Сластенов</i>)	66
Восточная Якутия (<i>К. Б. Мокшанцев, Ю. Л. Сластенов</i>)	67
Приморская низменность (<i>К. Б. Мокшанцев, Ю. Л. Сластенов</i>)	70
Основные направления дальнейших поисковых и разведочных работ (<i>Е. И. Бодунов, К. Б. Мокшанцев, Д. П. Сидоров, Ю. Л. Сластенов</i>)	70
Ископаемый уголь (<i>Ю. В. Архипов</i>)	72
Каменноугольное угленакопление	75
Пермское угленакопление	76
Юрское угленакопление	77
Меловое угленакопление	78
Третичное угленакопление	81
Горючие сланцы (<i>Ю. В. Архипов, М. Н. Лубяновский, Н. П. Поляков, Е. В. Пантелеев</i>)	83
Металлические полезные ископаемые	90
Черные металлы	90
Железо (<i>В. М. Кравченко, А. И. Пухарев, И. М. Фрумкин</i>)	90
Типы железорудных месторождений и районирование	91
Железорудные месторождения метаморфогенной серии Южной Якутии	94
Месторождения карбонатной щелочноземельно-железистой формации	94
Метаморфизованные месторождения железисто-кремнистых формаций	102
Железорудные месторождения эндогенной серии Южной Якутии	112
Железорудные районы Центральной, Западной и Восточной Якутии	114
Железорудные ресурсы Якутской АССР	117
Титан (<i>Ю. В. Архипов, А. А. Котов, Ю. Н. Хлопкин</i>)	117
Алданская провинция	117
Коренные проявления	119
Россыпные проявления	120
Анабарская (Западно-Якутская) провинция	121
Коренные месторождения и проявления	121
Россыпные проявления	122
Лено-Вилуйская провинция	123
Верхояно-Колымская провинция	124
Коренные проявления	124

Россыпные проявления	125
Марганец (Ю. В. Архипов, Л. Л. Катюжан)	125
Алданская провинция	126
Анабарская провинция	126
Лено-Вилуйская провинция	127
Тунгусская и Верхояно-Колымская провинции	129
Ванадий (Ю. В. Архипов, В. М. Мишин, Ю. Н. Хлопкин)	130
Хром (Ю. Н. Хлопкин)	131
Цветные металлы	134
Медь, свинец и цинк (И. Г. Волкодав, Л. Н. Индолев, В. А. Биланенко)	134
История открытия и изучения	134
Основные эпохи образования медного и свинцово-цинкового оруденения	135
Типы медного и свинцово-цинкового оруденения	143
Характеристика основных металлогенических зон и районов Верхояно-Колымской провинции	154
Кыллахская зона	154
Южно-Верхоянская зона	159
Западно-Верхоянская зона	169
Полоусненская рудная зона	172
Яно-Адычанский рудный район	173
Кобальт и никель (Ю. В. Архипов, Ю. Н. Хлопкин)	174
Алюминиевое сырье (В. М. Мишин, Ж. Х. Лукьянова)	177
Бокситы	177
Нефелиновые породы	180
Высокоглиноземистые метаморфические породы	181
Благородные металлы	184
Золоторудные формации Якутии (Ю. В. Архипов, Г. Н. Гамянин)	184
Малосульфидная золото-кварцевая формация	184
Регенерированная золото-антимонитовая формация	187
Умеренно-сульфидная золото-кварцевая формация	188
Золото-сульфидная формация	189
Золото-серебряная формация	192
Россыпные месторождения	194
Платина (А. Н. Угрюмов)	196
Серебро (Ю. Н. Хлопкин, Л. Н. Индолев)	197
Редкие металлы	198
Олово, вольфрам (В. И. Шур, Б. Л. Флеров)	198
Рудные формации и характеристика типовых месторождений олова	198
Касситерит-пегматитовая формация	198
Касситерит-кварцевая формация	199
Касситерит-силикатная формация	203
Касситерит-сульфидная формация	203
Оловоносные скарны	216
Вольфрамоносные и вольфрамовые формации	220
Оловоносные и вольфрамоносные россыпи и краткая характеристика типовых месторождений	221
Районирование и характеристика основных оловянных и оловянно-вольфрамовых рудных зон Якутии (Я. В. Яковлев)	230
Полоусно-Колымская зона	230
Яно-Полоусная зона	231
Индигино-Колымская зона	236
Верхоянская зона	236
Южно-Верхоянская зона	237
Тас-Кыстабытская зона	238
Молибден (В. И. Шур, Л. Л. Катюжан)	238
Рудные формации и их размещение	239
Молибденоносные районы	240
Южно-Якутский район	241
Западно-Якутский район	244
Полоусненский район	244
Западно-Верхоянский район	246
Южно-Верхоянский район	246
Висмут (Н. В. Климов)	247
Верхояно-Колымская провинция	247
Южная Якутия	249
Ртуть (Н. В. Климов)	249
Закономерности размещения ртутного оруденения	249
Типы ртутных месторождений и проявлений	250
Районирование и характеристика основных ртутьносных зон	251
Момо-Полоусненский пояс	251

Верхояно-Индибирский пояс	254
Другие ртутносные зоны Верхояно-Колымской провинции	259
Сурьма (<i>Н. В. Климов, Л. Н. Индолев</i>)	259
Рудные формации и закономерности их размещения	260
Характеристика основных сурьмяносных поясов, районов и зон	262
Неметаллические полезные ископаемые	272
Драгоценные и цветные камни	272
Кимберлиты	272
Морфология кимберлитовых тел (<i>И. Я. Богатых</i>)	272
Вещественный состав кимберлитов (<i>А. А. Панкратов</i>)	274
Возраст кимберлитов (<i>Л. А. Зимин</i>)	278
Структурный контроль размещения кимберлитов (<i>Л. А. Зимин, Г. Д. Балакшин, В. М. Ушаков, В. А. Биланенко, В. А. Побережский, И. Я. Богатых</i>)	278
Россыпная алмазосность (<i>В. М. Мишин</i>)	280
Позднепалеозойская формация	280
Мезозойская формация	281
Позднемеловая — раннекайнозойская формация	282
Позднекайнозойская формация	282
Цветные камни (<i>А. П. Солодко, В. И. Войвиченко</i>)	282
Ограночные цветные камни	282
Поделочные камни	285
Пьезооптическое сырье (<i>А. П. Солодко, Г. Б. Митич</i>)	286
Пьезокварц	287
Южно-Якутская хрусталеносная провинция	287
Учурский хрусталеносный район	290
Хрусталеносный район Верхоянского хребта	291
Хрусталеносный район хребта Илль-Тас	292
Исландский шпат	293
Шпатоносный район низовьев р. Оленек	293
Верхневиллюйский шпатоносный район	294
Флюорит	295
Горнорудное сырье	296
Флогопит (<i>А. Р. Энтин, И. М. Фрумкин, С. П. Мурзаев</i>)	296
Алданская провинция	296
Эмельджакский район	298
Каталахско-Неакуинский район	300
Куранахский район	302
Тимптонский район	302
Нимырский район	304
Оюмракский район	304
Чугинский и Учурский районы	305
Анабарский массив	307
Вермикулит (<i>Н. И. Крук, А. М. Корчагин</i>)	307
Мусковит (<i>А. Р. Энтин, Ю. В. Адаменко</i>)	311
Алданский щит	311
Верхне-Чульманский район	311
Верхне-Алданский район	312
Алгоминский район	312
Олекминский район	313
Анабарский массив	314
Асбест (<i>А. Н. Угрюмов</i>)	315
Графит (<i>Л. М. Юрьева, В. М. Мишин</i>)	316
Алданский щит	316
Анабарский массив	318
Верхояно-Колымская область	319
Флюсы и огнеупоры (<i>А. И. Пухарев</i>)	320
Карбонатные флюсы	321
Плавиковый шпат	324
Огнеупорное сырье	326
Химическое сырье	332
Бор (<i>А. В. Дорофеев</i>)	332
Алданская бороносная провинция	332
Архейские месторождения бора	333
Мезозойские проявления бора	334
Верхояно-Индибирская провинция	335
Тас-Хаяхтахский район	336
Селенняхский район	341

Полоусный и Улахан-Тасский районы	341
Фосфатное сырье (В. М. Мишин, Ф. Л. Смирнов, Ж. Х. Лукьянова)	342
Апатиты	342
Алданская провинция	342
Западно-Алданский апатитоносный район	343
Восточно-Алданский апатитоносный район	345
Анабарская провинция	346
Фосфориты	346
Стронций (Л. М. Юрьева, В. М. Мишин)	351
Барит (Л. М. Юрьева, В. М. Мишин)	352
Сера самородная (Л. М. Юрьева, В. М. Мишин, Ж. Х. Лукьянова)	352
Мышьяк (Ж. Х. Лукьянова)	353
Верхояно-Колымская провинция	354
Соли	355
Сода (Ж. Х. Лукьянова)	355
Поваренная соль (Ж. Х. Лукьянова)	356
Каменная соль	357
Олекминский район	357
Кемпендяйский район	358
Район Хатангского залива	359
Природные соляные воды и рассолы	359
Олекминский район	359
Кемпендяйский район	360
Ленский район	361
Калийные соли (В. М. Мишин)	361
Строительные материалы (Н. С. Борисов)	362
Кирпично-черепичное сырье	363
Керамзитовое сырье	365
Глины тугоплавкие	367
Пески строительные	368
Пески стекольные	370
Песчано-гравийная смесь	371
Карбонатные породы для строительной извести	374
Строительные камни	376
Цементное сырье	378
Гипс строительный	379
Сырье для минеральной ваты	380
Минеральные краски	381
Камни облицовочные	382
Мерзотно-гидрогеологические условия месторождений полезных ископаемых (И. Г. Артеменко)	384
Классификация и характеристика месторождений по мерзотно-гидрогеологическим условиям	385
Список литературы	387
Предметный указатель	403
Вкладка. Рис. 2. Структурная карта Лено-Вилуйской области по подошве мезозоя	

ИБ № 3048

ГЕОЛОГИЯ СССР

Том XVIII

Якутская АССР

Полезные ископаемые

Редактор издательства *Л. С. Цапина*
Технические редакторы *А. Е. Матвеева,*
А. Г. Иванова

Корректор *Сергеева А. В.*

Сдано в набор 23.08.78. Т-06059
Подписано в печать 28.03.79.
Формат 70×108¹/₁₆. Бумага № 1. Гарнитура литер.
Печать высокая. Печ. л. 26,25 с вкл.
Усл. п. л. 36,75. Уч.-изд. л. 37,52. Тираж 1200 экз.
Заказ 736/12255—4. Цена 6 р. 20 к.

Издательство «Недра», 103633,
Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19
Ленинградская картографическая фабрика
объединения «Аэрогеология»

