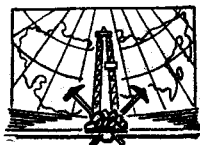


Выпуск 246

Г. Е.-А. Айзенштадт, М. В. Горфункель

ТЕКТОНИКА И НЕФТЕНОСНОСТЬ
ПРИКАСПИЙСКОЙ
И СЕВЕРО-ГЕРМАНСКОЙ
ВПАДИН

(сравнительный анализ)



Издательство «Н Е Д Р А»
Ленинградское отделение
Ленинград · 1965

В книге описано общетектоническое положение Северо-Германского седиментационного бассейна, дана характеристика стратиграфии, тектоники и нефтеносности солянокупольной области, изложены существующие взгляды на происхождение соляных куполов и на роль региональной тектоники в процессах движения соли. Произведено сопоставление литолого-фациальных условий, тектоники и нефтеносности Прикаспийской и Северо-Германской впадин и на этом основании сделаны некоторые практические рекомендации по выбору направлений нефтепоисковых работ в Прикаспийской впадине.

Книга представляет интерес для широкого круга геологов и геофизиков, занимающихся проблемами региональной геологии, солянокупольной тектоники и методикой поисков нефти.

ТОО НИИ «Каспиймунайгаз»

ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

38501
ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая вниманию читателей работа является, по-видимому, первой достаточно полной сводкой по геологии и нефтегазоносности Северо-Германской солянокупольной области, изданной на русском языке. В последнее время чрезвычайно возрос интерес геологов и геофизиков, работающих в пределах солянокупольных регионов и особенно в Прикаспийской впадине, к материалам, освещающим характерные черты строения других, сравнительно лучше изученных областей развития соляной тектоники. К таким областям относится прежде всего Северо-Германская впадина, а также Голф-Кост в США и некоторые другие районы.

Как известно, солянокупольные бассейны Северного Прикаспия и Северо-Германской впадины имеют целый ряд сходных черт: в обеих впадинах преобладала общая тенденция к погружению; из мощных соленосных толщ пермского возраста возникли соляные купола; впадины очень близки по своему литолого-фациальному облику и мощностям пород надсолевого комплекса; примерно в одно и то же время в них проявлялись тектонические фазы, вызвавшие усиленный рост куполов. В соответствии с этой общностью геологических условий мы находим здесь и сходный комплекс полезных ископаемых — нефть, газ, калийные соли и т. д.

В связи с этим авторы стремились на основе учета конкретной геологической обстановки перенести, насколько это возможно, положительный опыт по расшифровке геологического строения и поискам полезных ископаемых, накопленный в одной солянокупольной области в другую область, что могло бы значительно повысить эффективность геологопоисковых и разведочных работ. Не менее важной является и теоретическая сторона этих исследований, направленная на выяснение общих закономерностей возникновения солянокупольных областей и развития различных форм соляной тектоники. Эта часть работы представляет интерес еще и потому, что из-за недостаточного знакомства с фактическим материалом у отдельных исследователей возникают подчас малообоснованные представления о тектонике и степени перспективности исследуемых областей.

Описание северогерманских солянокупольных структур в советской литературе проводилось и ранее (например, Ю. А. Косыгин, 1950, 1960),

однако на несколько иной основе, с других позиций и менее детально. Поэтому авторы стремились привести возможно более полный материал также и с той целью, чтобы книга могла быть использована в качестве справочного пособия по вопросам геологии и нефтегазоносности солянокупольной территории ФРГ. Для освещения некоторых вопросов привлекалась литература также и по другим солянокупольным областям.

В процессе подготовки рукописи авторы получили ряд ценных указаний от члена-корреспондента Академии наук СССР профессора М. Ф. Мирчинка, профессора П. К. Иванчука, доктора геолого-минералогических наук Н. А. Калинина, доктора Залома из Германской Демократической Республики и других специалистов. Большую помощь при подготовке графики оказала М. Л. Червоноброде.

Авторы считают своим приятным долгом выразить искреннюю признательность всем названным лицам.

ГЛАВА I
СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ
СЕВЕРО-ГЕРМАНСКОГО БАСЕЙНА

В этой главе описывается разрез осадочных образований, выполняющих Северо-Германский бассейн, в их стратиграфической последовательности, излагаются краткие сведения о палеогеографической обстановке седиментации. Более подробно освещен комплекс отложений начиная с нижней перми, так как именно со второй половины нижней перми началось накопление толщ, структурно относящихся уже к мезозою и впоследствии принявших участие в соляной тектонике, представляющей особый интерес благодаря приуроченности к соляным куполам ряда нефтяных месторождений. Кроме того, в центральных частях солянокупольного района подсольевые толщи вскрыты единичными скважинами, осветившими, как правило, лишь незначительную часть их разреза. Поэтому характеристика допермских отложений дается по районам герцинских массивов, обрамляющих солянокупольную область с юга.

ПЕРМЬ И БОЛЕЕ ДРЕВНИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Наиболее древние отложения, установленные в Рейнском массиве, это верхнекембрийские немые серицитовые сланцы, филлиты и кварциты Арденн. Они перекрываются тремадокской толщей (пиритизированные филлитовые сланцы, кварцевые филлиты и эффузивы), содержащей остатки *Dictyonema flabelliforme*.

Древнейшие отложения Рейнских сланцевых гор (восточная часть Рейнского массива) — это белые ордовикские кварциты с *Dalmanina kegelei*, брахиоподами и мшанками (лландейло). Силур здесь представлен остракодовыми известняками (венлок), ортоцератитовыми известняками (венлок и нижний лудлов), глинистыми сланцами (нижний лудлов), трилобитовыми известняками (верхний лудлов). Возраст метаморфических пород Гарца (гнейсы, зеленые кристаллические сланцы, филлиты) точно не определен. В. Шриль (1931) относит их к альгонку — кембрию — нижнему силуру. Древнейшие точно датированные толщи имеют силурийский возраст. Они сложены широко распространенными глинистыми граптолитовыми сланцами с линзами известняков, граувакками, кварцитами и диабазами. Мощность силурийских отложений Гарца около 1200 м. Они расчленяются на гарцгеродскую и хассельфельдскую свиты.

После позднекаледонской складчатости на границе силура и девона в области Рейнского массива началось накопление мощных толщ девонских отложений. Нижний девон Рейнских сланцевых гор делат на рейнский фациальный тип (большая часть массива) и герцинский фациальный тип (восточная и юго-восточная части сланцевых гор). Рейнские фации — мощные песчаники, герцинские — мощные глинисто-известковистые толщи. Фауна рейнской зоны — бентонная, герцинской зоны — нектонная

(главным образом трилобиты и головоногие). В противоположность сильно песчанистому нижнему девону, средний девон Рейнских сланцевых гор в основном сланцевый. На севере Арденн в среднем девоне были развиты литоральные кластические фауны, в эйфеле — известняково-мергелистые с брахиоподами и кораллами. Верхнедевонские отложения Рейнского массива характеризуются чередованием по площади фаций бассейнов и поднятий. В бассейнах отлагались глины с остракодами, трилобитами и гониатитами, на мелководных участках поднятий — известняки, часто рифовые, с обильными гониатитами.

В Гарце, как и на площади Рейнского массива, проявлялась позднекаледонская складчатость, но она была здесь относительно слабой. Главную роль как в Гарце, так и в Рейнском массиве играла в дальнейшем герцинская складчатость, начавшаяся бретонской фазой на границе девона и карбона. Нижний девон верхнего (северо-западного) Гарца сложен песчаниками рейнского типа с фауной *Spirifer cultrijugatus*, а в нижнем (юго-восточном) Гарце преобладают карбонатные отложения. В самом начале девона в Гарце отмечается перерыв в осадконакоплении. Отложения среднего девона начинаются слоями с *Calceola sandalina*. Мощность 50 м. Выше залегает 500-метровая толща виссенбахских глинистых сланцев, местами содержащих пластовые жилы диабазов. В среднем Гарце в конце среднего девона отлагались тонкокристаллические стрингоцефаловые известняки, во многих местах с многочисленными пластовыми интрузиями диабазов и кератофиров. Верхнедевонские отложения представлены бюджетеймскими сланцами и залегающим над ними зеленовато-серыми и красноватыми ципридиниевыми сланцами (бассейновые фации). В фациях поднятий они замещаются известняками, часто коралловыми.

Отложения нижнего карбона* развиты лишь в северной части Рейнского массива и в мульдах Динант и Намюр. Они представлены углистыми известняками с богатой фауной (брахиоподы, гониатиты, кораллы). Мощность отложений 150—700 м. На правом берегу Рейна фации углистых известняков сменяются фациями кульма**. Верхний карбон развит лишь на северной окраине Рейнского массива, которая была вовлечена в погружение передового прогиба герцинской складчатости. Лимнические верхнекарбонные — нижнепермские отложения встречаются и в центральных частях массива — в мульде между Эйфелем и Хунсрюком. С цехштейна массив представлял собой устойчивую глыбу, лишь край его испытывали незначительные погружения. Нижнекаменноугольные отложения Гарца начинаются акер-брухбергскими кварцитами с флорой *Asterocalamites scrobiculatus*, сменяющимися вверх по разрезу морскими

* Западноевропейское подразделение карбона отличается от принятого в СССР:

Западная Европа		СССР
Верхний (силезий)	Стефан Вестфаль	Верхний Средний
Нижний (динант)	Намюр Визе Турне	Нижний

** Морские каменноугольные отложения территории ГДР и ФРГ подразделяются на две крупные фацальные группы: терригенные, существенно глинистые, иногда фосфатные, с фауной гониатитов («кульма»), и известняковые, с кораллами, брахиоподами и фораминиферами («каменноугольный известняк») [Папрот, Тейхмюллер, 1959].

таннерскими граувакками и гаттендорфиевыми известняками (нижний турне).

Выше залегает мощная толща кульма, в которой выделяют три части. Нижняя, мощностью до 100 м, сложена кремнистыми сланцами, иногда с кварцево-порфиристыми туфами. В подошве — горизонт фосфоритовых галек. Над кремнистыми сланцами расположен горизонт кульмских глинистых сланцев (на западе — чистые глинистые сланцы мощностью до 60 м; к юго-востоку мощность возрастает до 500 м, появляются пласты

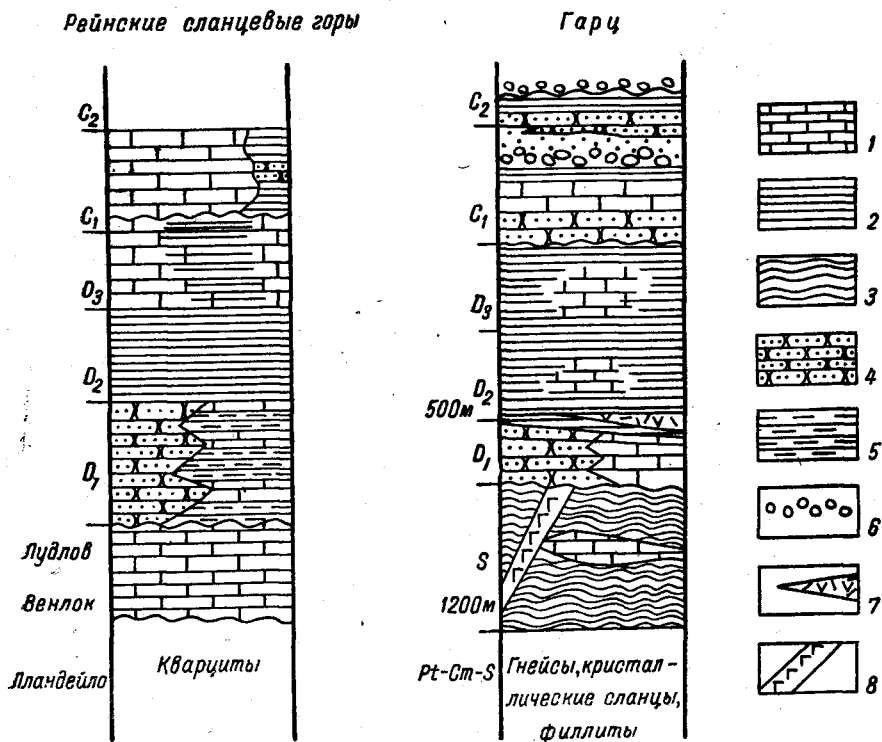


Рис. 2. Схематические разрезы допермских отложений Гарца и Рейнских сланцевых гор. Составил М. В. Горфункель по литературным данным (1963).

1 — известняки; 2 — глинистые сланцы; 3 — кристаллические сланцы; 4 — песчаники; 5 — аргиллиты; 6 — конгломераты; 7 — эффузивные породы; 8 — интрузивные породы.

граувакк). В средней части горизонта отмечаются конгломераты, содержащие иногда довольно крупные валуны гранита, кварцевого порфирита, кварцита, филлита и жильного кварца. Заканчивается кульм граувакковой толщей, мощность которой составляет несколько сотен метров. Верхний карбон известен лишь в восточной части Гарца. Нижняя часть — грубообломочные грилленбергские слои с пропластками глинистых сланцев, содержащих остатки флоры. Возраст этих слоев — вестфаль-D. (Отложения намюра и почти всего вестфали в Гарце отсутствуют.) Выше залегают мощные мансфельдские слои (нижний стефан). Их базальные конгломераты содержат гальки нижнекарбонных акер-брухбергских кварцитов.

Представление о разрезе допермских и вышележащих отложений дают схематические разрезы (рис. 1* и 2).

* Рис. 1 смотрите в конце книги.

Красный лежень (нижняя пермь, рис. 3)

Эти отложения установлены в краевых частях пермского седиментационного бассейна, а также в сводах соляных куполов Гольштейна, где соль красного лежня вместе с солью цехштейна принимает участие в строении ядер диапиров. Стратиграфия красного лежня изучена слабо. В Саарском бассейне он подразделяется на две части — нижний красный лежень (отенский горизонт французских геологов) и верхний красный лежень (саксонский горизонт).

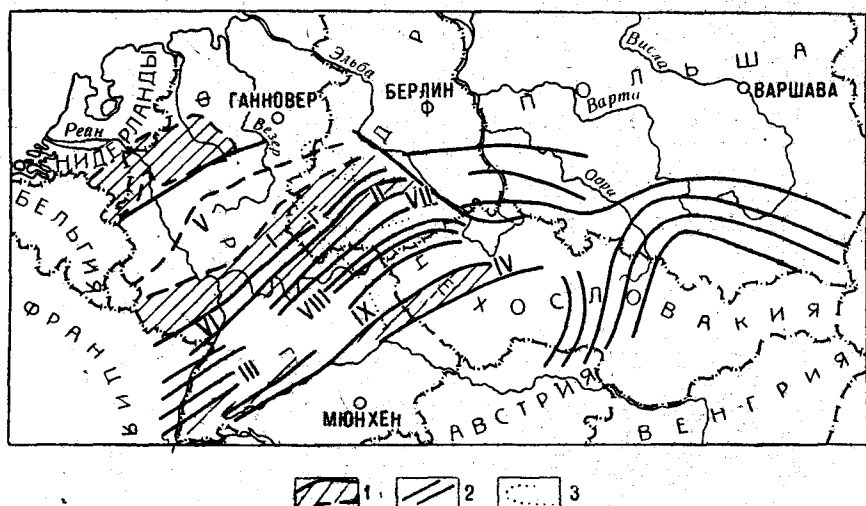


Рис. 4. Поднятия и прогибы Центральной Европы к концу палеозоя (В. Фрейберг, К. Питцш, П. Дори, 1960).

1 — прогибы: I — Саар-Зельке; II — Заальский прогиб; III — Шрамбергский; IV — Наабско-Центральнобогемский; 2 — поднятия: V — Главное Среднегерманское; VI — Шпессартское поднятие; VII — Сев. Саксонское; VIII — Восточно-Тюрингское главное поднятие и Граулифтовые горы; 3 — контуры герцинских массивов.

Нижний красный лежень связан постепенным переходом с породами стефанского яруса верхнего карбона и представлен темными, часто красными сланцами, содержащими лавовые потоки и пласты углей. Флора (*Walchia piniformis*, *Callipteris conferta* и др.) и фауна (*Palaeohatteria*, *Archegosaurus*) свидетельствуют о влажном континентальном климате. В это время большая часть Центральной Европы была занята герцинскими сооружениями, расчлененными на ряд горных хребтов и впадин, в которых происходило накопление мощных толщ континентальных осадков (рис. 4). Нижний красный лежень по площади распространения уступает верхнему. Однако мощность его, благодаря герцинским опусканиям, значительно больше и достигает в Саарском угольном бассейне 3000 м. Верхний красный лежень широко распространен в депрессии, залегающей между герцинидами на юге и Скандинавией на севере. Максимальных мощностей он достигает в Гольштейне.

В конце нижней перми, между нижним и верхним красным лежнем, произошли последние значительные герцинские движения, вызвавшие омоложение рельефа и усиление эрозии. В это время герцинский континент простирался из Центральной Европы до Эльбы, и лишь в устье Эльбы на севере появляются морские глины и каменная соль красного лежня («хазельгебирге»). Бассейн верхнего красного лежня простирался в широтном направлении из района Северной Голландии до Литвы. Южнее

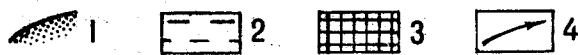
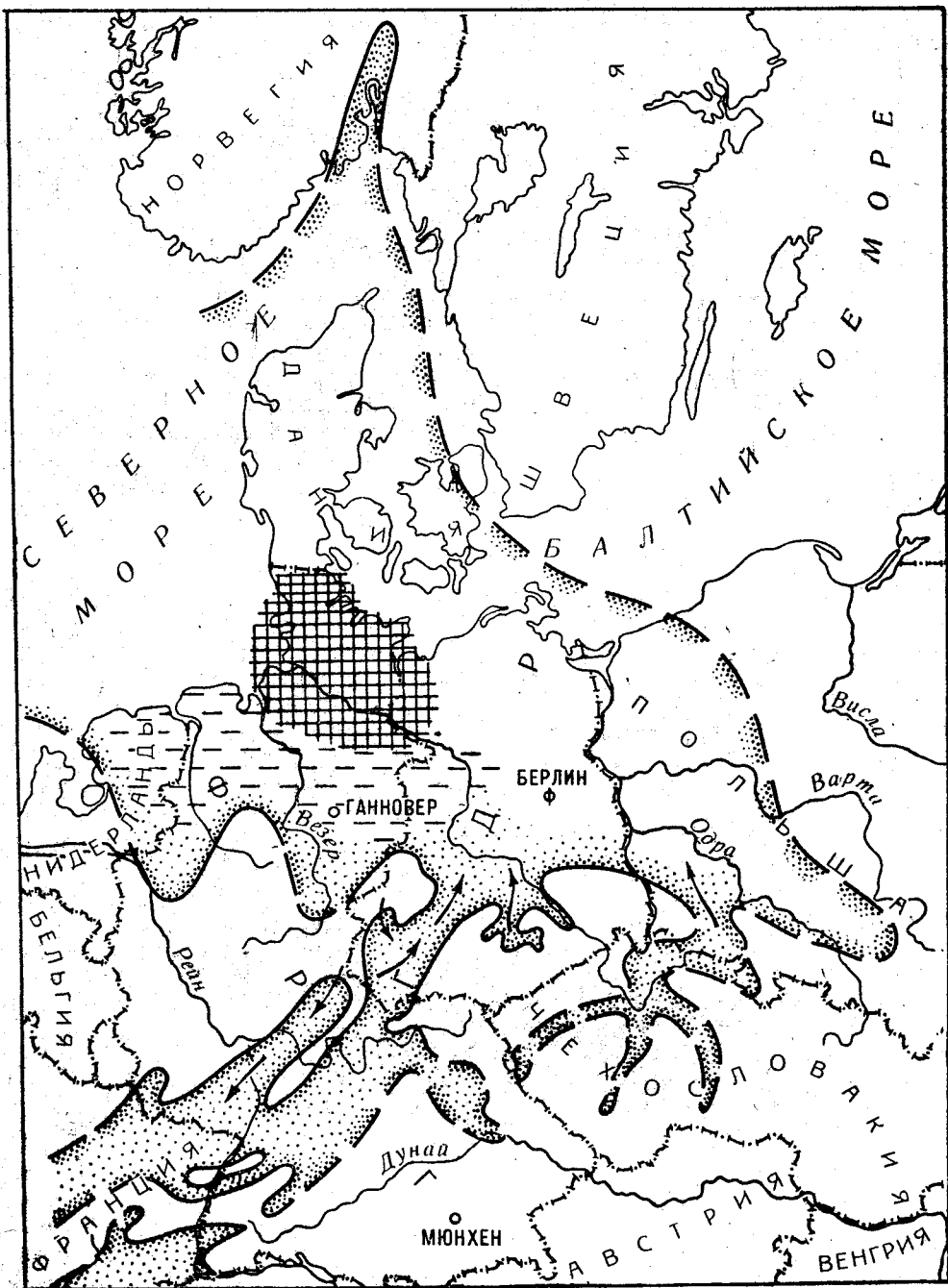


Рис. 3. Седиментационный бассейн красного лежня (нижняя пермь) [Г. Рихтер-Бернбург, 1949; Г. Кёльбель, 1958].

Области распространения фаций: 1 — обломочных; 2 — сульфатно-глинистых; 3 — соленосных; 4 — направление сноса обломочного материала.

развиты пустынные фации, в основном, красноцветные песчаники, несогласно перекрывающие эродированные сооружения нижнего красного лежня. Мощность отложений верхнего красного лежня на севере, в Шлезвиг-Гольштейне, за счет появления в разрезе соли превышает 1000 м; на юге, в Саарском бассейне, она достигает 500, редко 600 м. К началу верхней перми перми усилилось влияние морского режима. Пустыни нижней перми были залиты морями цехштейна.

Верхняя пермь (цехштейн)

Необходимость в довольно подробном описании этих отложений вызвана тем, что благодаря соответствующим тектоническим движениям именно соль цехштейна оказалась способной сформировать солянокупольные структуры, которые, в свою очередь, во многом определяют современный характер Северо-Германского бассейна. По классической схеме германский цехштейн разделяется на три части (по петрографо-палеонтологическим данным). Нижний цехштейн объединяет нормально-морские осадки, средний и верхний цехштейн соответствуют периоду отшнурования бассейна от океана и его засолонению. В сороковые годы немецкими геологами Г. Рихтер-Бернбургом, Ф. Лотце и другими была разработана и получила широкое признание четырехчленная схема деления цехштейна, подробнее излагаемая ниже. Согласно этой схеме, нормально-морские осадки цехштейна рассматриваются в качестве предварибельной стадии седиментации, а весь вышележащий цехштейн, сложенный четырьмя циклическими толщами, является соленосным. Обе указанные схемы достаточно обоснованы теоретически, однако на практике в последнее время используется, главным образом, более удобная четырехчленная схема.

Исследования последних лет показали хорошую сопоставимость разрезов цехштейна ФРГ и Англии (см. табл. 1*). Цехштейновый бассейн Центральной Европы распространялся от Англии до Прибалтики. Его северным ограничением служила Фенно-Скандия, на краевой части которой располагалась восточная часть бассейна. Южная граница, в общем, определялась герцинскими массивами. Карбонатные толщи нижнего цехштейна Англии и территории ГДР и ФРГ отлагались в едином морском бассейне, сообщавшемся с северным океаном, откуда в цехштейновый бассейн происходила миграция фауны. В конце нижнего цехштейна от единого бассейна на территории ФРГ и частично ГДР отшнуровались два боковых бассейна — Верра-Фульда, или Гессенско-Тюрингский, и Нижне-Рейнский. Эти боковые бассейны связаны с двумя зонами прогибания рейнского (ЮЮЗ—ССВ) простирания = соответственно, Нижне-Рейнской и собственно Средиземноморско-Мьезенской**. Нижне-Рейнский бассейн образовал 60-километровый залив, вдававшийся с севера в Рейнский массив. Бассейн Верра-Фульда располагался в районе Гессенско-Тюрингенской зоны прогибания между Гарцем, Рейнским и Чешским массивами. Таким образом, боковые бассейны, существовавшие в течение всего цехштейна, сообщались с открытым океаном через главный солеродный бассейн европейского цехштейна. Поэтому в них уже в нижнем цехштейне началось отложение мощных соленосных толщ (включая пласты калийных солей). В главном бассейне образование аналогичных отложений началось позже и не достигло такой полноты, как в боковых. В нем значительно менее полно развиты калийные соли. В боковых же бассейнах

* Табл. 1 смотрите в конце книги.

** См. ниже в главе «Тектоника».

Схема сопоставления сводных разрезов верхнепермских отложений (пехштейна) Северо-Восточной Англии и различных районов ФРГ (Ф. Лотце, 1957)

		Главный Северо-Германский бассейн («нормальный тип»)	Йоркшир (Северо-Восточная Англия)	Крайные (боковые) бассейны				
				Бассейн Вера-Фульда	Нижне-Рейнский бассейн			
IV главный цикл (серия Аллер)	Верхний пехштейн	Верхние глины 5 м	Верхний пермский мергель До 200 м					
		Самая юная регрессивная толща (сульфаты) 70 м						
		Самая юная каменная соль 50 м						
III главный цикл (серия Лейне)	Верхний пехштейн	«Пегматитовый» ангидрит 1 м	Верхний ангидрит 0,6—1,2 м	Верхние глины 5 м	Глины пехштейна, «струхлявые» гипсы До 30 м			
		Красная соленосная глина 15 м	Соленосные глины 2—4 м					
		Юная регрессивная толща (сульфаты) 15 м	Верхний гидрохимический пласт, 51—68 м			Глинистая каменная соль с включением ангидритов До 50 м	Плитчатый доломит 25 м	Гипс или ангидрит с доломитом 10—15 м
		Пласт калийных солей «Ридель» 5—10 м						
		Юная соль, верхняя часть 70—150 м						
		Сильвинитовый пласт «Ронненберг» 5—10 м	Мергели (со вторичным карналлитом) 10—20 м			Каменная соль 14,5 м	Нижние глины 30 м	Плитчатый доломит 5—10 м
		Юная соль, нижняя часть 40—50 м						
Главный ангидрит 35 м		Ангидрит 9 м						
Серые соленосные глины Около 8 м								
II главный цикл (серия Стассфурт)	Верхний пехштейн	Древняя регрессивная толща (сульфаты) 1—3 м	Верхний галит 2,6 м	Каменная соль 5 м	Глины с ангидритами, каменная соль 10—22 м			
		Пласт калийных солей «Стассфурт» 6—20 м	Сильвинит До 1,5 м					
		Древняя каменная соль 40—700 м	Каменная соль, внизу с ангидритом 63 м					
I главный цикл (серия Вера)	Средний пехштейн	Базальный ангидрит 2 м	Ангидрит 13 м	Ангидрит 10 м	Ангидриты, иногда с глинами 7 м			
		Главный доломит «воночий сланец» 10 м	Верхний магнезиально-известковистый мергель 39—61 м	Коричнево-красные соленосные глины 10 м	Коричнево-красные соленосные глины и ангидрит 10—15 м			
I главный цикл (серия Вера)	Средний пехштейн	Верхний ангидрит 20 м	Каменная соль с ангидритом 29 м	Каменная соль с калийными пластинами Около 250 м	Каменная соль с калийными пластинами Около 250 м			
		Древнейшая соль 6 м						
		Нижний ангидрит 30 м				Нижний гидрохимический пласт 146—360 м	Полигалит 15 м	Сланец с узловатыми ангидритами 8 м
Нижний пехштейн	Нижний пехштейн	Известняки пехштейна (известняки и доломиты) 4 м	Нижний магнезиальный известняк (глубже не установлено) До 120 м	Известняки пехштейна (известняки и доломиты) 4 м				
		Медистые сланцы 0,3 м		Медистые сланцы 0,3 м				
		Конгломерат пехштейна До 2 м		Конгломерат пехштейна (конгломераты, песчаники и несчаные глины) До 2,0 м				

отложение соленосных толщ быстро завершилось и уже в верхнем цехштейне, т. е. с начала второго соленосного цикла, сменилось осадками типа «нормальной» прибрежной зоны главного верхнецехштейнового бассейна (см. табл. 1).

В Англии в среднем и верхнем цехштейне существовали условия, аналогичные боковым бассейнам ФРГ (при меньшей изоляции от Главного бассейна). Отложение соленосных осадков там продолжалось и тогда, когда в германских боковых бассейнах соль уже не отлагалась. Основной приток морской воды в цехштейновый бассейн Центральной Европы, видимо, происходил из Северного океана. Однако в верхнем цехштейне, возможно, существовала связь с русским бассейном.

В связи со сказанным выше целесообразно в общих чертах изложить современные гипотезы об условиях образования мощных соленосных толщ, разработанные, главным образом, советскими, а также немецкими и американскими учеными*.

До недавнего времени наибольшим распространением пользовалась гипотеза «баров», выдвинутая в 1877 г. К. Оксениусом, по которой все ископаемые соленосные толщи отлагались в мелководных лагунах типа Кара-Богазы. Испарение воды в таких лагунах в условиях аридного климата (годовое испарение порядка 900—1000 мм) и тектоническое прогибание дна лагун компенсировалось поступлением морской воды либо через проливы в баре, либо путем фильтрации через бар. Аналогичных взглядов на образование солеродных бассейнов, в частности, цехштейнового бассейна Европы, в настоящее время придерживается ряд крупных немецких геологов (Ф. Лотце, Р. Тейхмюллер и др.).

Изучение циклических неоднородностей мощных соленосных толщ породило взгляды, противоположные гипотезе Оксениуса [Фивег, 1954 и др. (среди немецких геологов — Р. Кюн, 1953, Г. Рихтер-Бернбург, 1955)]. На достоверном фактическом материале было доказано, что слоистость (в частности, «годовые кольца» — Jahresringe — цехштейна) обусловлена сезонностью накопления соленосных толщ. Мощность годовых слоев, сложенных галитом и сильвином, составляет 5—10 см, карналлиты накапливаются в 2—2,5 раза быстрее. Скорость отложения пелитовых прослоев в гемогенных толщах, а также терригенно-сульфатных и карбонатно-сульфатных осадков, подстилающих соль, оказалась приблизительно в 100 раз меньшей (от 0,5 до 2—3 мм/год). Время отложения соленосных толщ, например, цехштейна, вычисленное на основании этих данных, не превышает 10 тыс. лет. При этом не учтено время отложения терригенных прослоев и время предварительного этапа — повышение концентрации соли в морской воде, длившееся в 5—10 раз дольше, чем собственно отложение соли. Эти факты невозможно увязать с предположением о компенсации отложением солей погружения мелководных бассейнов. При таком предположении было бы необходимо допустить на огромных площадях** невероятные большие скорости прогибания (5—10 см/год), резко сменяющиеся малыми скоростями (0,5—2—3 мм/год) в периоды отложения несоленосных прослоев. Кроме того, никогда не существовали лагуны таких больших размеров.

В настоящее время можно считать установленным, что лишь небольшая часть ископаемых соляных отложений образовалась в лагунах. Происхождение мощных соляных толщ было связано с морскими солеродными бассейнами (такие бассейны не существуют в настоящее время).

* См. А. Л. Яншин, 1961; там же — обширная библиография.

** Например, площадь соленосного цехштейнового бассейна Европы (с учетом английского и польского цехштейна) достигает 1 000 000 км² [Яншин, 1961].

Они представляли собой огромные по площади впадины, которые перед началом отложения солей имели глубины порядка 300—450 м, а в конце его — лишь несколько метров. Не более 30—40% мощности соленосных толщ может быть объяснено тектоническим прогибанием дна бассейна в период седиментации. Поступление морской воды в соленосные бассейны происходило не прямо из мирового океана, а через ряд промежуточных бассейнов, в которых совершались определенные изменения в солевом составе вод (метаморфизм вод).

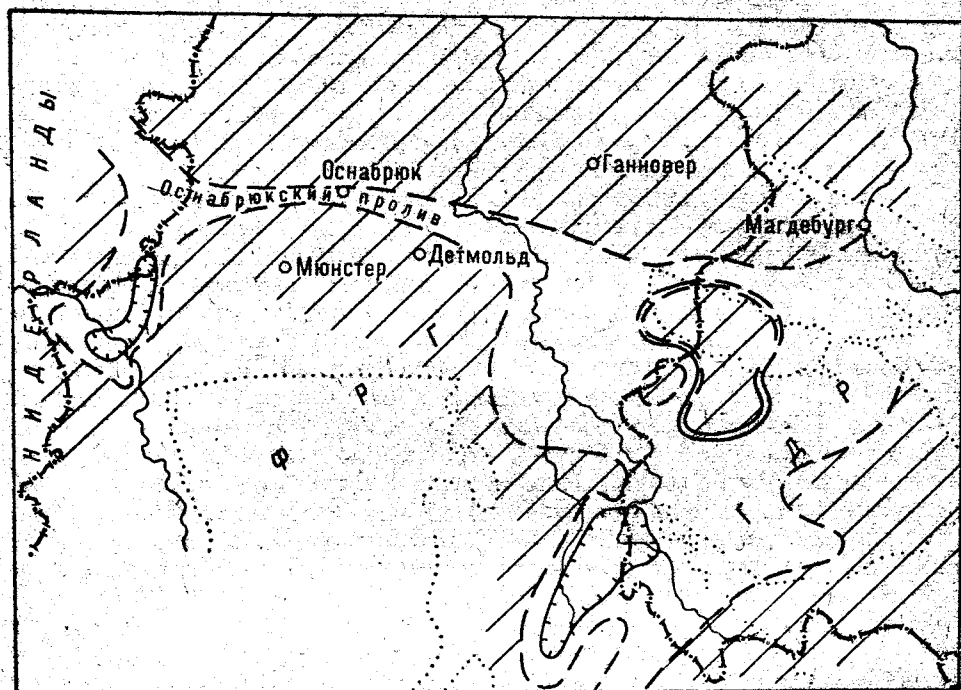


Рис. 5. Карта фаций древнейшей соленосной толщи [Ф. Хейдори, 1949].

1 — область распространения древнейшей каменной соли; 2 — область распространения калийной соли; 3 — ангидритовый вал; 4 — область распространения ангидритов; 5 — контуры герцинских массивов.

Как упоминалось выше, германский соленосный цехштейн подразделяется на 4 циклические толщи: древнейшую, древнюю, юную и самую юную. Ниже приводится характеристика этих толщ, наиболее детально изученных в боковых бассейнах. В этих районах соленосные толщи верхней перми лишь в незначительной степени подвержены влиянию соляной тектоники, которая в центральных частях главного бассейна усложняет изучение стратиграфии цехштейна.

Наиболее полные разрезы древнейшей толщи (серия Верра, рис. 5) установлены в бассейне Верра-Фульда и в южной части Нижне-Рейнского бассейна. Эти разрезы имеют следующий вид (сверху вниз).

1. Верхний ангидрит (сливающийся в верхней части с ангидритовыми фациями вышележащей древней соленосной толщи).
2. Соленосные глины мощностью в 10 м, развитые только в собственно калиеносном районе.

3. Верхняя древнейшая каменная соль мощностью 60—100 м.
4. Калиеносная зона мощностью 10—75 м.
5. Нижняя древнейшая каменная соль мощностью 40—70 м.
6. Нижний ангидрит мощностью 10 м.
7. Нижний доломит, сланцеватый, со включениями ангидритовых стяжений мощностью 1—7 м.
8. Известняки цехштейна мощностью 2—10 м.
9. Медистые сланцы мощностью до 1—2 м.
10. Базальный конгломерат цехштейна мощностью 1 м.

В базальном конгломерате иногда (очень редко) встречается фауна, например, *Productus cancrini*. Битуминозные медистые сланцы содержат медный колчедан. В них отмечаются обильные рыбные остатки (*Palaeoniscus*) и *Voltzia* — род, сменяющий типично пермскую флору *Walchia*. Доломитовые известняки цехштейна характеризуются обильной, но бедной в видовом и родовом отношении фауной, типичной для внутренних бассейнов с ненормальной соленостью. Имеются редкие наутилоидеи и обильные брахиоподы (*Productus horridus*, *Strophalosia goldfussi*, *Terebratulina* (*Dietasma*) *elongata* и др.), пелециподы (*Schisodus obscurus* и др.) и гастроподы.

Общая мощность разреза составляет около 120—270 м. В северном направлении из разреза сначала выпадают калийные соли, а затем (в центральной части антиклинали Бентгейм) и каменная соль. В этом направлении древнейшая соленосная толща представлена только мощными ангидритами — «ангидритовый вал» — (126 м) и нижними доломитами (5 м), трансгрессивно перекрывающими отложения красного лежня. Ангидритовый вал, переход к которому от мощного соленосного разреза происходит чрезвычайно быстро — на расстоянии 2 км, — очерчивает северную границу распространения галогенной фации древнейшей соленосной толщи в районе антиклинали Бентгейм. Еще дальше от границы развития древнейшей каменной соли характер разреза сохраняется, однако при меньших мощностях: ангидрит (около 30 м), подстилаемый нижним доломитом (около 1,5 м), который трансгрессивно перекрывает отложения красного лежня. Такой разрез типичен для древнейшей толщи Северного Ганновера и Гессенско-Тюрингского бассейна; иногда он содержит мало-мощные прослои древнейшей каменной соли.

Наиболее активно отложение осадков древнейшей соленосной толщи происходило в Нижне-Рейнском бассейне, в южной части Главного бассейна, примыкающей к Гарцу, и в Гессенско-Тюрингском бассейне. Первоначально происходило отложение карбонатов (маломощные нижние доломиты), сменившееся затем сульфатной, галогенной и снова сульфатной фазами. Карбонаты и сульфаты (верхние и нижние ангидриты) в Северо-Германском цехштейновом бассейне, по-видимому, распространены повсеместно. Древнейшая же соль развита лишь в Нижне-Рейнском бассейне, в южной части Главного бассейна и в Гессенско-Тюрингском бассейне, соединявшемся с Главным бассейном широким проливом. В Нижне-Рейнском и Гессенско-Тюрингском бассейнах с древнейшей толщей связаны пласты калийных солей. В галогенной фазе Нижне-Рейнский бассейн соединялся с Главным бассейном так называемым «Оснабрюкским проливом» шириной в несколько километров и длиной в 150 км, который, возможно, продолжался далее на северо-запад. Пролив этот имел герцинское (ЗСЗ) направление и был обусловлен древним допермским разломом. Вдоль опущенного южного крыла этого разлома произошло образование Оснабрюкского пролива, ограниченного мощным ангидритовым валом, а с северным поднятым крылом связаны маломощные ангидритовые фации древнейшей толщи. Ангидритовый вал отмечен во многих мес-

тах на границе распространения соленосных фаций древнейшей толщи.

По направлению к континентальному Рейнскому массиву, т. е. к береговой линии бассейна древнейшей толщи цехштейна, фациальный

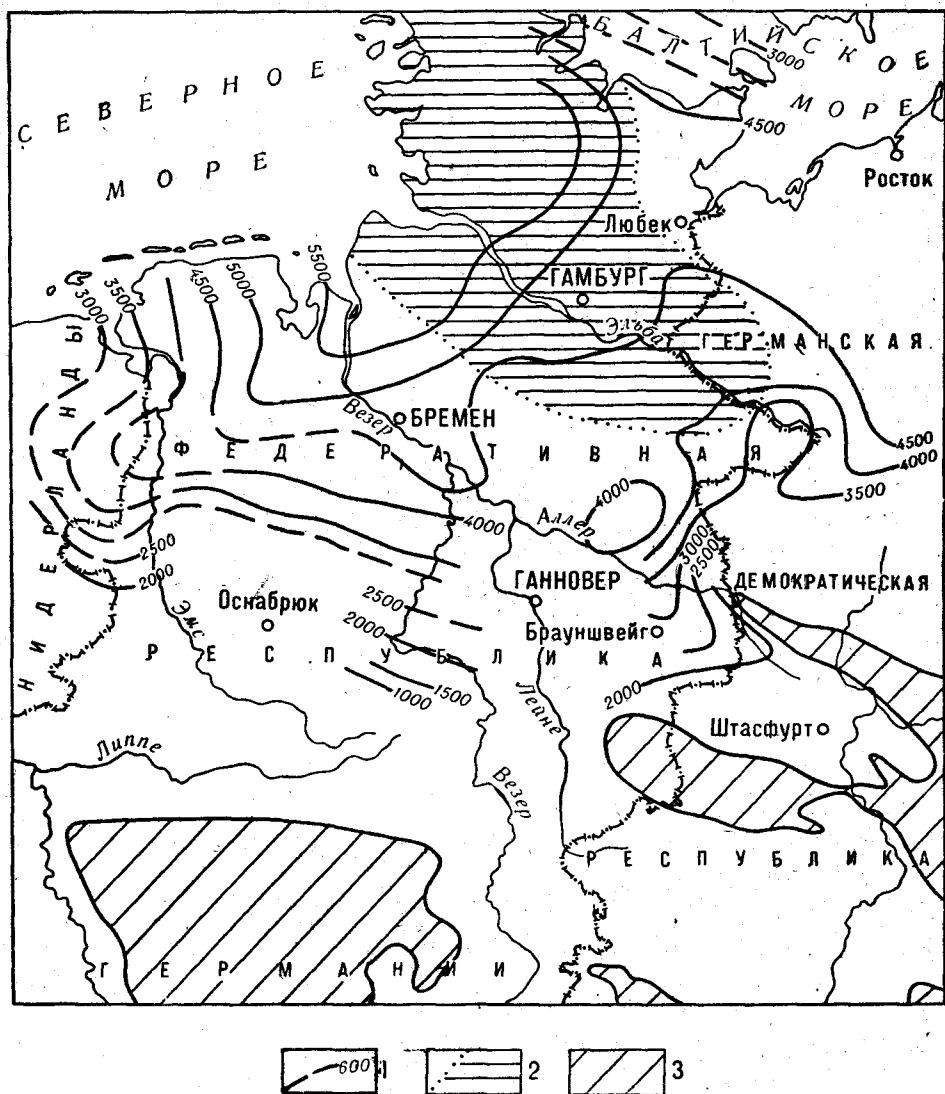


Рис. 6. Структурная карта по подошве цехштейна в Северо-Германском бассейне (по сейсмическим данным) (Ф. Трусгейм, Д. Заннеман, 1960).

1 — изолинии глубин подошвы цехштейна; 2 — область развития соленосных отложений красного лежня; 3 — герцинские массивы.

характер отложений меняется. Полный разрез уступает место доломит-ангидритовому, который, в свою очередь, сменяется чисто карбонатным разрезом, причем, нижняя часть его продолжает нижний доломит, а верхняя часть является фациальным заместителем ангидритов. Такой чисто карбонатный разрез древнейшей толщи установлен в Детмольде. Возможно, что этот прибрежный карбонатный пояс продолжается на запад

под верхнемеловыми отложениями Мюнстерланда. Карбонатные фации прибрежной зоны имеют рифовый характер. В них встречаются редкие иглокожие (*Eocidaris*, *Cyathocrinus*), брахиоподы, мпанки (*Fenestella* и др.) и т. д. В центральной части бассейна подошва соленосного комплекса устанавливается по данным сейсмических исследований (рис. 6). Не исключено, что в Шлезвиг-Гольштейне эта карта отражает положение подошвы соли нижней пермы (т. е. красного лежия).

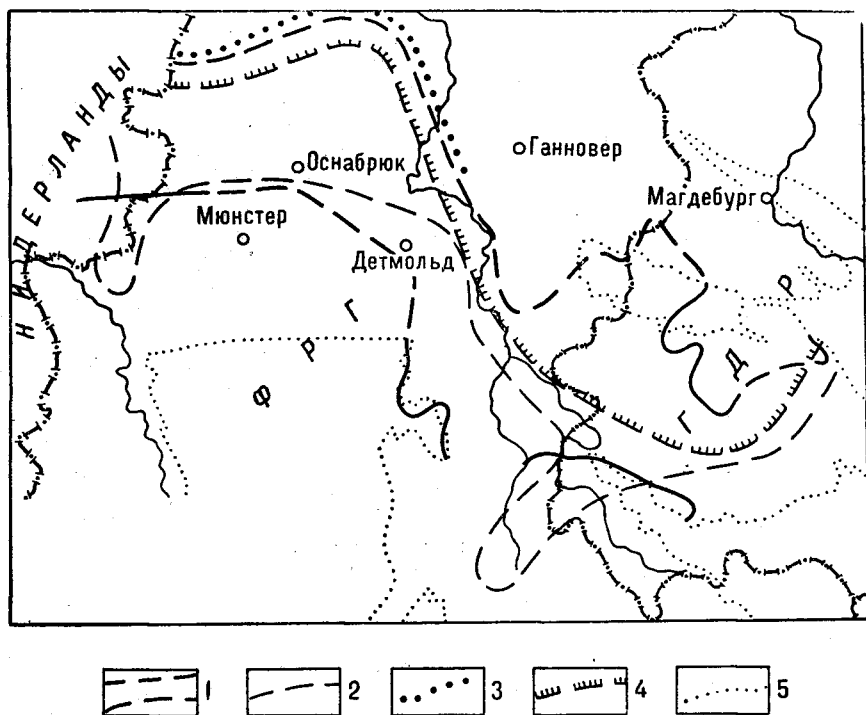


Рис. 7. Карта фаций древней соленосной толщи [Ф. Хейдори, 1949].

1 — область распространения главного доломита; 2 — южная граница распространения древней каменной соли; 3 — южная граница распространения соляных куполов; 4 — южная граница распространения калийной соли; 5 — контуры герцинских массивов.

Древняя толща (серия Стассфурт, рис. 7) начинается отложениями главного доломита, фациально замещающимися к центру Главного бассейна «воющими сланцами». В отличие от древнейшей толщи, наименее полный разрез находится на юге, в Нижне-Рейнском и Гессенско-Тюрингском бассейнах. В них древняя толща открывается ангидритами; разрез ее в Нижне-Рейнском бассейне имеет следующий вид.

1. Покровный ангидрит мощностью в несколько метров.
2. Древняя каменная соль мощностью 6—22 м.
3. Базальный ангидрит, сливающийся с ангидритовыми фациями главного доломита и верхним ангидритом древнейшей толщи, мощностью до нескольких метров.

В направлении Главного бассейна базальный ангидрит южных районов расщепляется на собственно базальный ангидрит (2—10 м) и подстилающую его «зону главного доломита». Эта зона представляет собой три доломитовых пласта с промежуточными слоями ангидритов и имеет мощность 16—45 м. В северном направлении доломитовые пласты «зоны

главного доломита» сначала, по-видимому, сливаются, образуя единый главный доломит, а затем, приблизительно по линии 100-метровой изопакиты древней толщи, главный доломит замещается по простиранию фацией «вонючих сланцев», которые характерны для наиболее погруженной части Главного бассейна древней толщи. Вдоль границы распространения «вонючих сланцев», к югу от нее, в разрезе увеличившейся по мощности древней каменной соли появляются пласты калийных солей. Здесь разрез имеет следующий вид.

1. Покровный ангидрит мощностью 1—3 м.
2. Пласт калийной соли.
3. Древняя каменная соль мощностью 50 м.
4. Базальный ангидрит мощностью 10—20 м.
5. Главный доломит мощностью 30—50 м.

На север от южной границы распространения «вонючих сланцев», примерно совпадающей с южной границей развития соляных диапиров, мощность каменной соли резко возрастает. В районе купола Оберлангер Тенге она превышает 300 м.

6. «Глинистый ангидрит» с серыми соленосными глинами в основании, мощностью около 6 м.

7. Пласт калийных солей Стассфурт мощностью 3—6 м.
8. Древняя каменная соль мощностью 300 м и более.
9. Базальный ангидрит мощностью 5—10 м.
10. «Вонючий сланец», мощностью 5—10 м.

В боковых цехштейновых бассейнах (Нижне-Рейнском и Гессенско-Тюрингском) отложения древней толщи начинаются с сульфатной фазы (ангидриты). В прибрежных частях Главного бассейна нижняя часть этих ангидритов фациально замещается вначале доломитами с прослоями ангидритов, видимо, сменяющимися далее в бассейне сплошным главным доломитом, а затем толщей «вонючих сланцев».

Распространение главного доломита, «вонючих сланцев», а также сменяющей их в разрезе древней соли хорошо видно на рис. 6. Мощность древней соли по направлению к центру Главного бассейна быстро возрастает, составляя уже в районе купола Оберлангер Тенге свыше 300 м. В центральных частях бассейна первичная мощность соли превышает 700 м. На западе цехштейнового бассейна отмечается обширная зона отсутствия соляных диапиров, ограниченная с севера примерно линией Гарен — Дельменхорст — Геттинген. Эта зона соответствует залегающему на относительно небольшой глубине продолжению Рейнского массива. Наличие этого жесткого участка привело к тому, что глубина бассейна, а следовательно и мощность соли, недостаточны для проявления диапризма.

Представление о характере разреза юной толщи (серия Лейне) дает (табл. 1). Накопление осадков этой толщи происходило в два цикла, главные фазы которых выражены пластами калийных солей Ронненберг и Ридель. Это привело к многочисленным размывам и переотложениям, затрудняющим восстановление полного разреза юной толщи. В основании толщи в южной части бассейна залегает плитчатый доломит, постепенно замещающийся к центру бассейна главным ангидритом. Юная соленосная толща образовалась в результате затопления, начавшегося к концу времени отложения древней толщи. Здесь также сначала произошло накопление тонкозернистых осадков — серых соленосных глин в глубоких частях бассейна и плитчатых доломитов — в более мелких. Над соленосными глинами залегают главные ангидриты, которые, с одной стороны, являются фациальными заместителями плитчатого доломита, а с другой — в виде редких прослоев в плитчатом доломите представляют сульфатную

фазу процесса осаждения в периферических областях бассейна. Единая трансгрессивная тенденция характерна лишь для нижней части юной толщи («цикл Ронненберг»). Верхняя часть представляет собой результат ряда более мелких циклов разнообразного фациального характера, вуалирующих основную тенденцию развития бассейна. В восточной части Мюнстерского верхнемелового бассейна цехштейн выпадает из разреза, что, возможно, указывает на наличие здесь во время отложения юной толщи местного поднятия («Н» на рис. 8).

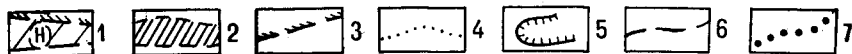
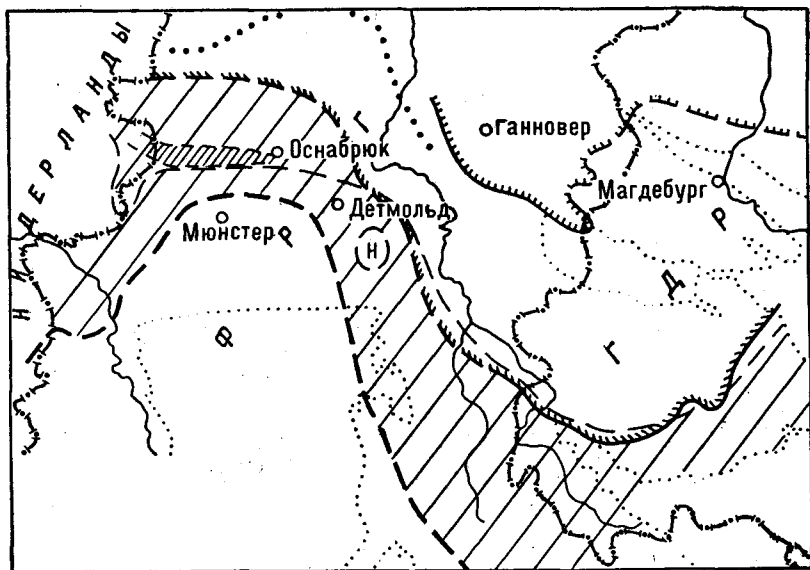


Рис. 8. Карта фаций юной соленосной толщи [Ф. Хейдорт, 1949].

1 — область распространения плитчатого доломита (Н — район локального поднятия); 2 — зона с мощностью плитчатого доломита более 40 м; 3 — южная граница распространения главного ангидрита; 4 — контуры герцянских массивов; 5 — южная граница распространения калийных солей; 6 — южная граница распространения юной каменной соли; 7 — южная граница распространения соляных куполов.

Переход от плитчатого доломита к его фациальному заместителю — главному ангидриту — повсюду постепенен. За северную границу распространения плитчатого доломита принимается край зоны, где доломитовые фации по мощности еще превосходят ангидриты, нарастающие преимущественно в верхней части доломитов. Как в древней толще «вонючий сланец» или главный доломит приурочены, соответственно, к мощному или маломощному разрезам древней каменной соли, так и в юной толще главный ангидрит и плитчатый доломит характеризуют, соответственно, глубокие и мелкие участки бассейна. Однако в юной толще взаимоотношения ангидрита и доломита сложнее, так как здесь лишь нижняя часть представляет собой нормальный цикл отложения солей, верхняя же часть во многих случаях подверглась значительному растворению, перетолжению или полному уничтожению. Установлено, что местные притоки растворов с континента не оказывали существенного влияния на распределение фаций в бассейне. По-видимому, значительно большую роль в этом играл рельеф.

Район отложения самой юной толщи суживается по сравнению с пространствами, занятыми более древними подразделениями цехштейна. Так, в южной половине Нижне-Рейнского бассейна самая юная толща совсем не отлагалась. Начинается толща красными соленосными глинами, часто с прослоями песчаников. Глины эти имеют в краевых частях бассейна мощность 3—4 м. К центру бассейна их мощность (а также мощность соляных прослоев) возрастает до 15 м. Выше залегают серые «пегматитовые ангидриты» — пегматитовидные сростания ангидрита и соли, имеющие мощность 1 м, реже несколько метров. В периферических частях бассейна разрез самой юной толщи этим и ограничивается. К центру бассейна над пегматитовыми ангидритами появляются пласти самой юной соли, сначала маломощные, а в центральных частях бассейна, в районе развития соляных куполов, достигающие 50 м. Разрез цехштейна завершается так называемыми глинами цехштейна. Это красные преимущественно глинистые породы с гипсом и ангидритом, переходящие в пестрый песчаник триаса. Отграничение глин цехштейна от пестрого песчаника часто носит довольно условный характер, так как количество песчаных прослоев в глинах увеличивается вверх по разрезу постепенно.

Общая мощность соленосной толщи цехштейна в центральных частях Северо-Германского бассейна превышает 1200 м [фон Гертнер, 1964].

ТРИАС

Триасовые отложения на территории ГДР и ФРГ подразделяются на три резко отличающихся комплекса, с чем и связано название системы. Нижний комплекс — «пестрый песчаник» — песчано-глинистый, лагунно-континентальный. Средний комплекс — «раковинный известняк» — морская известняковая толща. Наконец, верхний комплекс — «кейпер» — лагунно-континентальный, карбонатно-глинистый, содержащий непромышленные бурые угли. Схема расчленения триасовых отложений разных районов ФРГ и ГДР и их сопоставления с альпийским триасом приводится в табл. 2*.

От Средиземноморской зоны Германский бассейн был отделен сушей — Чешским массивом и примыкающей к нему на юго-западе «Винделицийской землей», располагавшейся на месте Франконского Альба и моласового прогиба ФРГ и Швейцарии. Однако уже в середине и конце раннетриасовой эпохи отмечается эпизодическая связь Германского бассейна со Средиземным морем через так называемый Силезский пролив. С этими кратковременными периодами вторжения моря связаны морские песчаники, содержащие известковистые оолиты («рогенштейны») и соленосные отложения рёта. К началу среднего триаса Силезский пролив расширился; кроме того, отмечалась связь с Тетисом через Бургундский пролив и Ронский прогиб. Через проливы в Германский бассейн мигрировала средиземноморская фауна. Рейнские сланцевые горы и Чешский массив образовывали острова, окруженные мелководным морем, которое простиралось на востоке и северо-востоке до южного края Фенно-Скандии. В эпоху позднего триаса Германский бассейн снова был отделен от Тетиса Винделицийской землей. За исключением небольших морских трансгрессий здесь вплоть до рэта преобладала пресноводно-континентальная седиментация. Рэтские отложения — преимущественно морские. Лишь во Франконии, в Польше, на Борнхольме и Шонене образовались осадки эстуариев, местами с прослоями бурых углей.

* Табл. 2 смотрите в конце книги.

Сопоставление сводных разрезов триасовых отложений различных районов ФРГ и ГДР
(по материалам СЭВ, 1962)

Единая стратиграфическая шкала			Характерные комплексы фауны и флоры	Районы								
Система	Подразделение альпийского триаса	Подразделение германского триаса		Северные предгорья Гарца	Северо-запад Мекленбурга	Север ФРГ						
Триас	Верхний	Рэтский	Верхний рэт	<i>Avicula contorta</i> Portl.	Песчаники и глины 60—120 м	Алевролиты и песчаники 16 м	Сланцеватые глины с пропластками песчаников 21 м					
			Средний рэт			Алевролиты 40 м	Сланцеватые глины с включениями песков и пропластками вторично известковистых песчаников, песчанистые глины 50—70 м					
			Нижний рэт			Алевролиты и тонкозернистые песчаники 95 м	Доломитовые глины, песчаники, в основании песчанистые глины и плотные мергели 35 м					
		Карнийский	Кейпер	«Каменный мергель»	<i>Semionotus bergeri</i> Ag.	Глины и мергели Около 152 м	Глины и мергели Около 75 м	Пестрый доломитовый мергель с пропластками тонкозернистых песчаников, иногда ангидритов; местами доломитовые глины 60 м и более				
				«Красная стена»					Плотные глины и алевролиты 55 м	Плотные глины 75 м		
				«Тростниковый песчаник»					<i>Limbosporites lundbladi</i> Nils., <i>Simplicisporites virgatus</i> Lesch., <i>Trancoraesporites reticulatis</i> Sch., <i>Echinisporites elliptoides</i> Sch.	Песчаники, иногда алевролиты 15 м	Глины, алевролиты, песчаники 55 м	Песчаники, глины, глинистые мергели с красными железистыми конкрециями 30—40 м
				Нижний гипсовый кейпер					<i>Corbula keuperiana</i>	Глины с пропластками гипсов и ангидритов 125 м	Глины, мергели, ангидриты, гипсы, каменная соль 166—243 м	Пестрый мергель с гипсом и солью Более 160 м
		Ладинский	Раковинный известняк	Нижний кейпер	<i>Estheria minuta</i> Goldf., <i>Anoplophora lettica</i> Qu, <i>Myophla pesansertis</i>	Пограничный доломит Глины с песчаными включениями Глины с пропластками доломитов 60 м	Глины, алевролиты	Пограничный доломит Пестрые мергели и глины 55 м				
				Верхний раковинный известняк	<i>Ceratites semipartitus</i> Montf., <i>C. dorsoplanus</i> , <i>C. nodosus</i> Brug., <i>Terebratula cycloides</i> , <i>C. spinosus</i> , <i>C. compressus</i> Sandb., <i>C. atavus</i> , <i>Pecten discites</i> Schloth., <i>Encrinus liliiformis</i> Schloth., <i>Lima striata</i> Schloth.	Плитчатые мергели, известняки и кристаллические известняки Трохитовый известняк 15 м	Плитчатые глины Около 60 м	Плитчатые глинистые фации 25 м (глины, известняки) Трохитовый известняк (кристаллический известняк) 10 м				
				Средний раковинный известняк	Ангидритовая группа	Доломиты, известняки, гипсы 50 м	Доломиты, известняки, доломитовый мергель, ангидрит, соль 110 м	Доломитовые глины с мергелями или доломитами Ангидриты, соль, доломит 80 м				
	Нижний раковинный известняк			Туфовый известняк	<i>Myophoria orbicularis</i> Br.	Доломитовый мергель 10 м	Волнистый известняк 50 м	Известняки, доломиты, мергелистые известняки, доломитизированные глины 120 м				
				Волнистый известняк	<i>Benecketa buchii</i> v. Alb., <i>Myophoria laevigata</i> , <i>Dadoerinus gracilis</i> , <i>Rhizocorallium commune</i>	Туфовые и «волнистые», местами плотные серые известняки 125 м	Пористый известняк 42 м					
				Мнофореиновые слои	<i>Myophoria vulgaris</i> , <i>Benecketa tenuis</i>	Глинистый мергель Около 20 м	Волнистый известняк 52 м					
	Скифский (верфенский)	Пестрый песчаник	Верхний пестрый песчаник (рэт)	Пестрый рэт	<i>Myophoria costata</i> Zenk., <i>Gervilleta costata</i>	Глины и глинистые мергели	Глинистый мергель 154 м	Каменная соль, ангидрит, доломит 130 м				
				Серый рэт	<i>Benecketa tenuis</i> , <i>Rhizocorallium jenense</i> , <i>Modiola triquetra</i>	Доломиты, ангидриты, гипсы	Доломит — ангидрит 83 м Каменная соль 43 м Глинистый мергель 57 м					
			Средний (главный) пестрый песчаник	Средний ₃	<i>Avicula purchisoni</i> Gervilleta <i>albertii</i>	Алевролиты, сланцеватые глины, известковистые песчаники и оолитовые песчаники	Песчаники и конгломераты 40 м	Сланцеватые глины Алевролиты Песчаники Около 470 м	Золлингский песчаник (песчаники, глины) 100 м			
				Средний ₂					Хардегзэнский песчаник (песчаники, глины) 80 м			
				Средний ₁					Детфуртский песчаник (песчаники, глины) 90 м			
			Нижний пестрый песчаник		<i>Estheria albertii</i>		Песчаники, алевролиты, сланцеватые глины, оолитовые известняки, «рогенштейны», известковистые песчаники. В основании — ангидриты 160 м и более	Глинисто-алевролитовая толща, переходная к цехштейну. Содержит ангидрит и соль. 80 м	Фольприхаузенский песчаник (песчаники, глины), верхняя часть — авикуловые слои 150 м			
									Песчано-глинистая толща, преимущественно глинистая До 400 м			

Нижний триас (пестрый песчаник)

В составе нижнего триаса выделяются три части — нижний, средний и верхний пестрый песчаник (или рёт).

Нижний пестрый песчаник. Эти отложения, связанные с возобновлением погружения бассейна после некоторого подъема в конце перми, развиты наиболее полно в Швабии и Франконии. В северных районах ФРГ их распространение ограничено. В составе нижнего пестрого песчаника преобладают красноцветные глины. В периферических участках седиментационной площади установлены конгломераты. В течение всего времени отложения пестрого песчаника основным источником сноса для Нижне-Саксонского бассейна служила «Галльская земля» — суша, расположенная на севере Франции. В нижнем пестром песчанике главный поток обломочного материала шел от «Галльской земли» через район Шварцвальда — Оденвальда — Шпессарта в Гессенский пролив и далее в бассейн. К этому потоку в Южном Ганновере присоединялся побочный поток с восточной части Рейнского массива. Кроме того, в бассейн вливался поток с Чешского массива, обтекавший с юга и с севера Гарц, а в Эмсланде отмечается снос с Арденн. Разрез начинается 20—50-метровой толщей «хрупких сланцев» — массивных темно-красных глин с редкими прослоями песчаников и с ангидритовыми стяжениями. Количество песчаников возрастает вверх по разрезу. В восточных частях глины цехштейна переходят в хрупкие сланцы постепенно. Над хрупкими сланцами располагается толща чередующихся красных, серых и зеленоватых глин и маломощных, невыдержанных известковистых песчаников. Мощность толщи 10—60 м. В породах часты знаки течений и волн, трещины усыхания и следы дождевых капель. Песчано-глинистая толща сменяется песчаниками, содержащими большое количество известковистых оолитов. Область распространения оолитосодержащих песчаников («рогенштейнов») имеет ширину до 90 км и протягивается с запада на восток (от Голландии до района Хильдесгейма) на 200 км. Мощность толщи достигает 100—380 м. Общая мощность нижнего пестрого песчаника может превышать 400 м. Очень редко встречается фауна (*Estheria albertii*).

Средний (главный) пестрый песчаник. Эта толща изучена наиболее полно, так как с ней в Нижне-Саксонском бассейне связаны газовые месторождения. Карта мощностей главного пестрого песчаника (рис. 9) показывает преимущественную роль в формировании бассейна герцинских (ЮВ—СЗ) и особенно рейнских (ССВ—ЮЮЗ) направлений. Повышенные мощности отложений приурочены к двум рейнским мульдам — Эмсландской и Везерской; мульды разделены зоной меньших мощностей, являющейся продолжением к ССВ Рейнского массива («вал Хунте»; Трусгейм, 1961). В свою очередь, в пределах зоны малых мощностей выделяются два герцински ориентированных поднятия, продолжающих Гарц и Флехтингскую возвышенность. В среднем пестром песчанике, кроме «главного» потока обломочного материала, установлен также побочный поток, шедший в Нижне-Саксонский бассейн через Трир — Эйфель — Нижний Рейн. В Южном Ганновере к главному потоку, как и раньше, присоединяются потоки с Рейнского и Чешского массивов. На севере Германского бассейна в среднем пестром песчанике отмечается влияние сноса из района Западной Скандинавии.

Средний пестрый песчаник подразделяется на четыре толщи (снизу вверх).

1. Фольприхаузенский песчаник.
2. Детфуртский песчаник.
3. Хардегзенский песчаник.

4. Золлингский, или строительный песчаник.

Каждая из названных толщ начинается относительно грубозернистым базальным песчаником; вверх по разрезу появляется переслаивание песчаников и глин с преобладанием глин в верхних частях толщ. Как правило, в южных частях бассейна коллекторские свойства песчаников лучше, так как в направлении к центральным частям бассейна возрастает

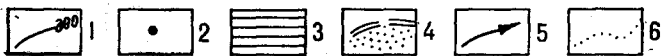
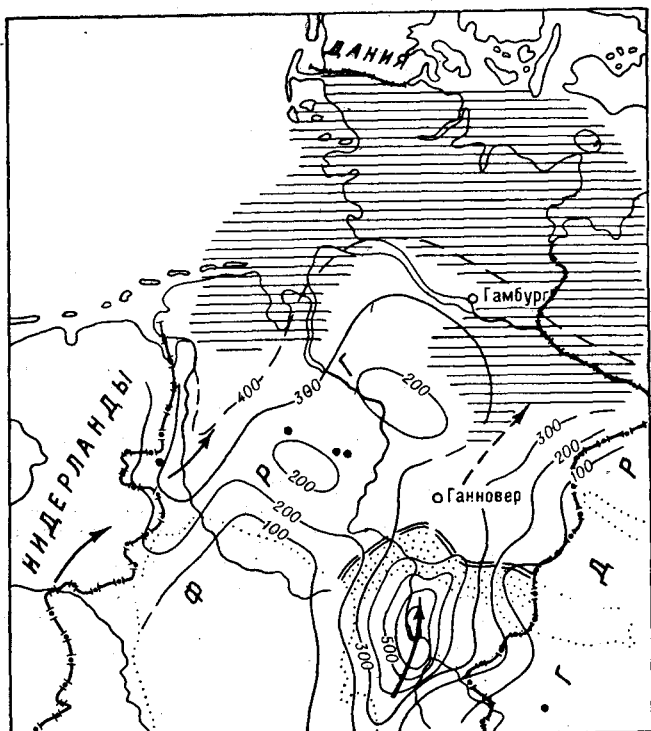


Рис. 9. Карта мощностей среднего пестрого песчаника (нижний триас) [Г. Бойгк, 1961].

1 — изолинии равных мощностей среднего пестрого песчаника; 2 — газовые месторождения; 3 — область развития преимущественно глинистых фаций; 4 — область развития «строительного песчаника»; 5 — направление сноса обломочного материала; 6 — контуры герцинских массивов.

глинистость разреза. Наилучшие коллекторские свойства имеют базальные горизонты трех нижних толщ. Мощности толщ достигают 30—40 м, а для Хардегзенского песчаника — даже до 100—150 м. Однако его песчаный базальный горизонт имеет небольшую мощность; кроме того, вся толща довольно сильно окремнена. Песчаники достаточной мощности и с хорошими коллекторскими свойствами в этой толще установлены лишь в районе нижнего течения Везера (скважина Хойя-з-1). Толща строительных песчаников обладает хорошими коллекторскими свойствами на юге, где она не имеет сверху надежной изоляции; в северном направлении песчаники быстро замещаются глинами. Таким образом, строительные песчаники не представляют собой объект со значительными перспективами. Общая мощность среднего пестрого песчаника — 200—300 м, а в наиболее

погруженной зоне Везерского прогиба, между Гарцем и Рейнскими сланцевыми горами, — до 600 м.

В среднем пестром песчанике известно большое количество ископаемых, характеризующих лагунно-континентальные отложения (соответствующие растения, ящеры, рыбы и т. д.). В нижней части имеется до трех прослоев, содержащих фауну (главным образом *Avicula purchisoni*).

Верхний пестрый песчаник, или рёт. Распределение источников и путей сноса в это время такое же, как и в среднем пестром песчанике. Однако рёт, как и нижний пестрый песчаник, сложен, в общем, более тонкозернистыми породами в отличие от относительно грубозернистого среднего пестрого песчаника (что связано с усиленной в это время эрозией верхнерейнских герцинид и Чешского массива). Рёт является толщей, переходной от континентальных отложений пестрого песчаника к морскому раковинному известняку. Рёт сложен песками и глинами со значительным количеством мергелей, известняков, доломитов, гипса и каменной соли (главным образом в средней части). Южные, преимущественно песчано-глинистые краевые фации описываемой территории постепенно переходят в мергельно-соленосные фации бассейнового характера. В верхней части рёта повсеместно отмечаются глинистые отложения («граничные глины»). Мощность рёта возрастает от 6—70 м на юге ФРГ до 100—150 м в районе Ганновера. При появлении соленосных фаций (западная часть Субгерцинского бассейна, Лерте, Люнебург) мощность доходит до 200—300 м.

В отложениях рёта, главным образом, в нижней и верхней несоленосных частях, имеется довольно обильная фауна, причем здесь появляются уже типично морские формы (*Beneckia tenuis*). Пестрый песчаник Нижней Саксонии накопился в обстановке постоянного взаимодействия морских, речных, озерных, пустынных условий седиментации. В течение всего времени преобладал теплый климат, временами влажный, иногда сухой (во время образования гидрохимических толщ). Осадки накапливались в мелководных неспокойных водоемах и часто оказывались на суше. Ингрессии Северного моря в среднем пестром песчанике были весьма кратковременными. В то же время уже в рёте устанавливается связь со Средиземноморским бассейном, осуществлявшаяся через Силезию.

Средний триас (раковинный известняк)

В это время продолжается расширение бассейна, приведшее уже в рёте к установлению связи с открытым морем. Раковинный известняк, характеризующийся в целом карбонатным составом, подразделяется на три части, из которых средняя сложена гидрохимическими осадками (доломиты, ангидриты, гипсы, соль).

Нижний раковинный известняк («волнистый известняк»). Эта толща представлена серыми мергелистыми известняками с волнистой текстурой, в основании которых залегает конгломератовый пласт мощностью 0,2—0,3 м. Общая мощность волнистых известняков — 70—100 м. В них включены три характерные литологические зоны, каждая мощностью 7—15 м. Нижняя зона состоит из двух пластов сине-серых оолитовых известняков, которые в восточном и юго-восточном направлениях уменьшаются в мощности и распадаются на отдельные линзы. Средняя зона включает два пласта оолитовых или туфовых известняков с многочисленными *Terebratula (Coenotyris) vulgaris*. К северу и северо-востоку мощность теребратуловой зоны падает. Верхняя зона — серые и желтые туфовые известняки. Между этими литологическими зонами, а также между отдельными пластами внутри зон залегают серые волнистые известняки.

Фауна всей толщи — в частности, брахиоподы, *Spiriferina*, *Terebratula vulgaris*, криноидеи (*Encrinus*) — характерна для мелководного моря. Встречаются и аммониты (*Beneskeia buchi*, *Hungaritus strombecki*).

Средний раковинный известняк (ангидритовая группа). Разрез этой толщи довольно постоянен во всей Нижней Саксонии. Выше туфовых известняков расположены серые и серо-желтые известняки, доломиты и мергели, местами вторично окремненные. Толща содержит пласты (до 10 м и более) гипсов, ангидритов и каменной соли, свидетельствующие о кратковременном возобновлении лагунного режима. Фауна ангидритовой группы редка и не отличается от фауны волнистого известняка. Общая мощность толщи колеблется от 30 до 100—120 м.

Верхний (главный) раковинный известняк. Главный раковинный известняк имеет мощность от 40 до 120 м. Он содержит огромное количество фауны, по которой подразделяется на две части. Нижняя часть, или криноидные известняки мощностью 6—12 м, состоит из обломков морских лилий *Encrinus lilliiiformis*. На верхней границе криноидных известняков встречаются многочисленные теребратулы («слои с теребратулами»). Верхняя часть мощностью 40—70 м и более подразделяется на ряд зон по фауне цератитов, которых здесь содержится не менее 40 форм. Эта часть разреза имеет более глубоководный характер: в северном направлении среди известняков появляются прослой мергелей. Поверхности пластов известняка покрыты массивами раковин пелеципод (*Myophoria vulgaris*, *Hornesia socialis*, *Pecten discites* и др.). Породы раковинного известняка образовались в мелководном море с многочисленными отмелями и островами, с сильным волнением и течениями, особенно в период отложения волнистых известняков. В краевых зонах бассейна все более ощущается близость берегов. Морские фации суживаются и сохраняются лишь в районе Везера — Лейне, который через область Гессенской депрессии и Бургундский пролив соединяется с Парижским бассейном. В верхней части разреза возрастает содержание глин, переходящих в доломитово-мергельные пограничные пласты кейпера.

Кейпер (верхний триас)

По мере того, как море раковинного известняка мелело, его заносило песчано-мергельным материалом. Образовались «нижние пограничные мергели», содержащие местами типичную фауну кейпера и песчаные прослой. Над переходными слоями залегает нижний кейпер, в котором среди песчаниковых и доломитовых пластов встречаются бурые угли («глинисто-углистый кейпер»). Нижний кейпер переходит в средний — главный, или гипсовый кейпер, над которым залегает верхний кейпер, или рэт*.

Нижний (глинисто-углистый) кейпер имеет мощность 10—50 м. В разрезе чередуются морские слои, содержащие еще фауну раковинного известняка, и лагунно-континентальные. Породы угленосного кейпера — мергели, доломиты, песчаники, бурые угли — содержат довольно разнообразную фауну, но подразделяются, в основном, по литологическим признакам. С большей или меньшей уверенностью для разных частей бассейна производится следующее расчленение.

- В. Верхний глинисто-угленосный кейпер.
3. Зона верхних глин с доломитами (пограничные доломиты).
- А. Нижний глинисто-угленосный кейпер.
2. Зона главного глинистого угленосного песчаника.
1. Зона нижних глин с доломитами.

* Рэт (Rät, Rhät). Не путать с рётом, или верхним пестрым песчаником (Röth).

Зона (1) в ряде районов имеет более дробное расчленение.

Средний (гипсоносный) кейпер * — самое мощное, после пестрого песчаника, подразделение триаса. Мощность его достигает 350—450 м. Это лагунная толща, сложенная чередованием пестрых мергелей, каверновых доломитов или доломитовых известняков, гипсов, ангидритов и песчаников, иногда содержащих многочисленные отпечатки растений (тростниковые песчаники, отлагавшиеся, по-видимому, в реках). В общем, средний кейпер подразделяется на три части, которые в отдельных районах имеют более дробное расчленение. Нижняя и верхняя части — преимущественно доломитово-мергельные, средняя — преимущественно песчаная. Гипсы и ангидриты приурочены к средней части и нижней половине верхней части. Помимо флоры тростниковых песчаников (*Equisetites arenaceus*, *Pterophyllum*), в гипсоносном кейпере встречаются, хотя и редко, и другие окаменелости: гастроподы, рачки *Estheria*, чешуя и зубы рыб, кости амфибий и рептилий.

Рэт, или верхний кейпер. Мощность кейпера лишь в восточных частях бассейна превышает 100 м, отложения его представлены песчаниками и глинами. Границы рэта как со средним кейпером, так и — в еще большей степени — с лейасом недостаточно резки; многие исследователи отнесли его к лейасу («инфралейас»). Однако фауна позволяет считать рэт самостоятельным подразделением кейпера. В толще рэта удается выделить три части. Нижняя часть состоит из окремненных песчаников с прослоями глинистых сланцев, глин и мергелей. В песчаниках отмечены знаки волн, трещины усыхания и следы ползания. Средняя часть сложена сильно известковистыми, часто пестрыми мергелями. Наконец, верхняя часть — это серия песчаников и глинистых сланцев. В отличие от нижней части, здесь встречаются редкие жеоды глинистых железняков и прослойки розовых и кирпично-красных глин. Рэтские отложения включают значительное количество разнообразной фауны, однако с ее помощью удается провести в большинстве случаев лишь местное расчленение.

Накопление осадков кейпера происходило в условиях возросшей влажности климата с обильными осадками и сильной денудацией. В то же время возрастает влияние моря: плоский бассейн многократно затопляется морем, которое периодически вытесняется речными наносами. Меньшая, по сравнению с пестрым песчаником крупность зерен обломочных пород связана с меньшей высотой области эрозии. С рэтом связано начало морской трансгрессии, достигшей своего максимума в юре. Частые находки пелеципод *Avicula contorta* указывают на связь рэцкого бореального бассейна с альпийским Средиземноморским бассейном. Связь эта, однако, была не прямой, а через Парижский бассейн и Англию.

ЮРА

Как и в триасе, эпиконтинентальный юрский бассейн был отделен от геосинклинального моря Тетиса сушей — Чешским массивом, к которому с юго-запада примыкала «Винделицийская земля». Германское море в юре заливало «Винделицийскую землю» до линии современного Дуная, а иногда суша погружалась целиком, образуя широкую полосу отмелей. В этом валу по временам образовывались проливы, через которые осуществлялась связь Германского моря со Средиземноморским бассейном (например, через Бургундский пролив на юго-западе, а в позднем доггере и ран-

* Средний кейпер немецкой шкалы соответствует всему кейперу французской шкалы. Нижний кейпер во Франции относят еще к раковинному известняку, а рэт — к лейасу.

нем мальме — также через Регенбургский пролив на юго-востоке, располагавшийся под современным молассовым Предальпийским прогибом в районе рек Инн и Изар).

Южно- и Северо-Германский бассейны были разделены континентальной полосой, включавшей Арденны — Рейнские сланцевые горы и западное продолжение Чешского массива. В области пересечения этой полосы со Средиземноморско-Мьезенской зоной погружения с перерывами на протяжении почти всей юры существовал так называемый Гессенский пролив, через который осуществлялась связь южного и северного бассейнов. Временами эта связь прерывалась, что нашло свое выражение в различии фаций и фауны. Западным ограничением Северо-Германского бассейна служила суша, признаки которой устанавливаются на территории современной Голландии. К северо-западу лейасовый бассейн через современное Северное море тянулся до Средней Англии, северным его ограничением служил Балтийский щит, на востоке бассейн распространялся на территорию Польши. В догере и мальме произошло значительное сокращение Северо-Германского моря главным образом за счет северных и восточных частей.

Северо-Германский бассейн был разделен на две части зоной относительных поднятий так называемого «вала Помпецкого». Признаки существования этого юрского поднятия северо-западного простирания отмечаются на территории от Лаузитца до Ютландии. Вал был расчленен на части рядом прогибов («трогов»), в общем, рейнского простирания, из которых наиболее полно изучен Бройштедт-Гамбургский, или Гифхорнский трог (с ним связано большое число нефтяных месторождений). Прогибание трогов продолжалось в течение всей юры одновременно с седиментацией. Полный разрез юрских отложений на площади «вала Помпецкого» имеется только в трогах. По направлению к относительно приподнятым участкам вала мощность и полнота разреза юры значительно сокращаются. Отчетливая неоднородность «вала Помпецкого» устанавливается также и на территории ГДР. Здесь в Юго-Западном Мекленбурге (Верле, Бабекуль) и к югу от Берлина обнаружены прогибы, в которых имеются достаточно полные разрезы вельда, портланда, иногда кимериджа и оксфорда, догера и лейаса в морских и лимнических фациях. Детально строение этих прогибов еще не изучено. На относительно приподнятых участках вала в разных местах было установлено трансгрессивное налегание альба на рэт и кейпер, альба или апта на различные ярусы лейаса и нижнего догера. Это связано как с многофазностью нижнемеловой трансгрессии (валанжин, апт, альб), так и с различной степенью размыва отложений во время наступления трансгрессии.

Лейас («черная юра»)

Детальное расчленение лейаса Северо-Германского бассейна основано на фауне аммонитов. В юре аммониты имели широкое распространение во всех морях Европы, независимо от фаций (за исключением рифовых фаций). Наряду с международной номенклатурой в немецкой литературе широко используется литологическая номенклатура, по которой лейасовые отложения подразделяются на так называемые «ярусы Квенштедта» (лейас-альфа, лейас-бета и т. д.).

Береговая линия Северо-Германского бассейна довольно постоянна в продолжение всего лейаса. У восточного берега располагался обширный эстуарий, границы которого точно не установлены. На юго-востоке море обрывалось у западных отрогов Чешского массива, видимо, служившего главным источником сноса для отложений лейасового моря. Юго-запад-

ный берег бассейна очерчивается Рейнским массивом, который к западу от залива лейасового моря (Кельнский, или Нижне-Рейнский залив) продолжался до Англии (Лондонско-Арденнский остров). Между этими герцинскими массивами, которые лишь в периферических областях заливались лейасовым морем, на продолжении Рейнской зоны нарушений расположен Гессенский прогиб. В лейасе на его месте существовал пролив,

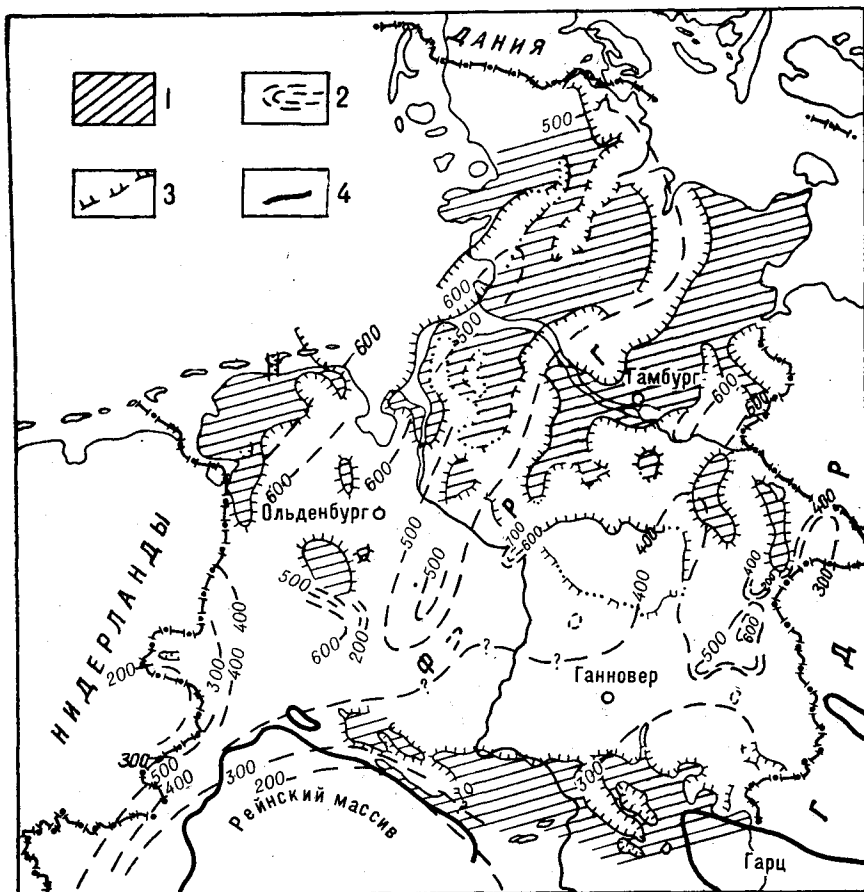


Рис. 10. Современные мощности нижнего и среднего лейаса Северо-Германского бассейна [Е. Бранд, К. Гофман, 1963].

1 — области отсутствия отложений нижнего и среднего лейаса; 2 — линии равных мощностей нижнего и среднего лейаса; 3 — выход подошвы лейаса под поверхность нижнемеловой трансгрессии; 4 — контуры герцинских массивов.

через который сообщались воды Северо-Германского (Нижне-Саксонского) и Южно-Германского бассейнов. Западная граница лейасового бассейна располагалась в области современного триасового плато Восточной Голландии. Возможно, что находившаяся здесь суша на западе соединялась с Арденнско-Рейнским массивом. В краевых зонах бассейна существовали области ослабленного погружения («области поднятий») — иные на протяжении всего лейаса, как, например, поднятие Фалльштейн к северу от Гарца, другие — в течение более короткого времени (например, поднятия в районе Миндена или в северной части Гессенского пролива).

Общее представление о стратиграфии лейаса описываемого бассейна дает табл. 3*. Как правило, нижний лейас в основной массе сложен темными, до черных, глинами и глинистыми известняками, средний и верхний — темными мергелями («черная юра»). Такой тип разреза распространен очень широко — от Швабской юры на юго-западе ФРГ до Англии. Лишь в восточной части бассейна встречается песчанистый разрез, обязанный своим возникновением находившемуся на востоке эстуарию. Особенно много песчаных пластов установлено в нижнем синемюре и домере. Мощность темных битуминозных фаций «западного» типа составляет 500 м, а в трогах (Геммельте, Остфрисландском и Западно-Гольштейнском) даже до 1300 м. Мощности «восточных» фаций имеют несколько меньшую величину. Значительные мощности приурочены лишь к зонам трогов (Восточно-Гольштейнского и Гифхорнского) (рис. 10).

НИЖНИЙ ЛЕЙАС

Геттанг

Нижний геттанг (лейас-α-1). Проникновение лейасового моря в Нижне-Саксонский бассейн происходило с севера или северо-запада. Оно протекало одновременно с незначительными по величине эпейрогеническими движениями, в результате которых в разрезе нижнего геттанга краевых частей бассейна, прилегающих к герцинским массивам, образовались многочисленные местные перерывы и зоны переотложения. В восточной части бассейна развиты мелководные, возможно, эстуариевые песчано-глинистые фации. Содержание песка увеличивается в восточном направлении, достигая максимальных значений (иногда до почти чистых песков и песчаников) у отрогов Чешского массива, служившего источником песчаного материала. В районах бассейна, прилегавших к Рейнскому континентальному массиву, также отмечается повышенное содержание песчаного материала (главным образом, в зоне *Psiloceras psilonotum*). Здесь песчаники образуют тонкое переслаивание с битуминозными слабо песчанистыми мергелями. В центральных и западных частях бассейна развиты слабо песчаные глинисто-известковистые фации. Нижняя часть яруса здесь характеризуется широким распространением так называемых «нефтяных сланцев» — битуминозных мергельных сланцев с многочисленными рыбными остатками и с фауной пелеципод, обитавших среди водорослей. Содержание битумов в «нефтяных сланцах» в отдельных случаях достигает 2% (В. Керт, 1923) и даже 5% (К. Дибель, 1941). По направлению к северу отмечается заметное углубление бассейна. Так, в Остфрисланде (Евер) мощность чисто глинисто-мергелистого лейаса-α-1 составляет 45 м. Результаты изучения микро- и макрофауны показывают, что на протяжении всего нижнего геттанга существовал Гессенский пролив, через который произошла миграция фауны в Южно-Германский бассейн.

Верхний геттанг (лейас-α-2). На этом этапе фациальная характеристика бассейна практически не изменяется. Близ герцинских массивов продолжается накопление песчаных толщ, обладающих хорошими коллекторскими свойствами и дающих местами хорошую добычу (Везендорф). В центральных и западных частях бассейна по-прежнему отлагаются преимущественно глинистые осадки, мощность которых снова возрастает на север. Битуминозные породы приурочены главным образом к западной части бассейна. По увеличенным мощностям яруса отмечается развитие

* Табл. 3 смотрите в конце книги.

Отдел	Ярус	Подъярус	Зона	Слои	Северо-Мекленбургское поднятие	Северная часть Субгерцинского бассейна	Север ФРГ	
Нижний мел	Берниас			Серпулит (В. малым-6)				
	Верхний волжский		<i>Craspedites kaschpuricus</i> , <i>Cr. nodiger</i> , <i>Cr. sabditis</i> , <i>Kaschpurites fuigens</i>	Верхний мюндерский мергель (В. малым-5)			Мюндерский мергель: пестрый мергель, иногда с гипсами и солью	
		Титон, нижний волжский	<i>Aulacostephanus giganteus</i> (Sow.), <i>Perisphinctes pseudogigas</i> (Blake), <i>P. goret</i> Salf., <i>P. raseocortensis</i> , <i>P. peptinatus</i> Phill., <i>Aposphinctoceras pallasianum</i> (D'Orb.), <i>Virgatites mratshkovensis</i> , <i>Gravesia irius</i> D'Orb., <i>Gr. gravesiana</i> (D'Orb.)	Нижний мюндерский мергель (В. малым-4 и в. малым-3)		Пестрые или красные глины с включениями известняков (? слои гигас) 200-250 м	Эймбекхаузенский плитчатый известняк	
	Киммеридж	Верхний	<i>Aulacostephanus autissiodorensis</i> (Cottau)	Верхний мюндерский мергель (В. малым-2)			Слои гигас: оолитовые известковистые песчаники, глины, мергели	
		Средний	<i>Aulacostephanus pseudomutabilis</i> , <i>A. eudocetus</i> (D'Orb.)	Птероцеровые		Серые и пестрые глины и мергели, иногда с пластинами известняков. Более 19 м	Верхний мюндерский мергель: известняки, мергели, ангидриты	
		Нижний	<i>Aulacostephanus mutabilis</i> (Sow.), <i>Aspidoceras acanthicum</i> Off., <i>Rasenia cymedoce</i> D'Orb., <i>Pictonia baylet</i> Salf.	Неринеевые Натиковые		Известняки, иногда с оолитами, вверху с фауной 12,5-43 м	Птероцеровые слои: известняки, мергели, глинистые мергели	
	Малым	Верхний	<i>Ringsteadis anglica</i> Salf., <i>R. pseudocordata</i> Blake, <i>Perisphinctes decipiens</i> Sow., <i>P. achilles</i> D'Orb., <i>Vineta jakeli</i> Dohm., <i>Cardioceras alternans</i> (v. Bush), <i>Perisphinctes wartae</i> Buk., <i>P. cf. wartae</i> mut. antecedens Salf.	Верхний (гумералисовые слои)		Известняки, иногда оолитовые, с пеллициодами 5-16 м	Верхний кораллен-оолит: гумералисовые оолитовые известняки	
			Средний	Кораллен-оолит		Известняки, мергели, иногда оолитовые 13 м	Средний кораллен-оолит: известняки, мергели, песчаники, сланцеватые глины	
		Оксфорд	Нижний	<i>Perisphinctes biplex</i> De Loz., <i>Martellicerias martelli</i> (Opp.), <i>Perisphinctes plicatilis</i> Sow., <i>Cardioceras tenuicostatum</i> (Nik.), <i>C. cordatum</i> s. str. (Scl.)	Средний		Известняки известняки, иногда оолитовые 8 м	Нижний кораллен-оолит: известняки, часто оолитовые, иногда доломиты
			Нижний	<i>Cardioceras costicardia</i> , <i>C. bukowskii</i> , <i>C. praecordatum</i> Douv., <i>C. scaburgens</i> Yoinget et Bird, <i>Quenstedticerias mariae</i> D'Orb.	Хеерсумовые		Известняки мергель, иногда с железистыми оолитами 24 м	Хеерсумовые слои: песчаники, известковистые песчаники, известняки
Доггер	Келловей	Верхний	<i>Quenstedticerias lamberti</i> (Sow.), <i>Q. flexicostatum</i> Phill.	Орнатовые слои («Доггер-ζ»)		Глины, сланцеватые глины 65 м	Орнатовые глины	
		Средний	<i>Erynoceras coronatum</i> (Schloth.), <i>Kosmoceras duncani</i> Sow., <i>Spinicosoceras pollux</i> (Rein.), <i>Zugococeras jason</i> (Rein.)	Макроцефаловые слои («Доггер-ε-7»)			Макроцефаловые слои: песчаники, железистые оолиты, глины	
		Нижний	<i>Keplerites calloviensis</i> Sow., <i>Macrocephalites macrocephalus</i> Schloth., <i>M. typicus</i>	Макроцефаловые слои («Доггер-ε-7»)				
	Бат	Верхний	<i>Clydonicerias discus</i> I. Room., <i>Paraococerautes paradoxus</i> , <i>P. heterocostatus</i>	Аспидоидовые слои («Доггер-ε-6»)		Глины	Аспидоидовые слои: глины, глинистые мергели	
		Средний	<i>Cadomites deslongehampsi</i> Defr., <i>Morrisceras morrisi</i> (Opp.)	Вюртембергские слои («Доггер-ε-5»)			Корнбраш в узком смысле: известковистые песчаники, железистые известняки	
		Нижний	<i>Perisphinctes arbustigerus</i> D'Orb., <i>Asphinctes tenuiplicatus</i> (Brauns), <i>Parkinsonia württembergica</i> (Opp.), <i>P. ferruginea</i> Opp., <i>Zigzagicerias zigzag</i> D'Orb.	Вюртембергские слои («Доггер-ε-5»)				
	Байос	Верхний	<i>Parkinsonia schloenbachi</i> Schlipf., <i>P. parkinsoni</i> Sow., <i>P. subarictes</i> We b., <i>Subgarantiana tetragona</i> , <i>Garantiana garantiana</i> (D'Orb.), <i>Strenoceras subfurcatum</i> Ziet.	Паркинсониевые слои («Доггер-ε-4»)		«Мощные» глины	Паркинсониевые слои, в основании глины	
		Средний		Гарантиановые слои («Доггер-δ-2»)		?	Гарантиановые слои	
					Субфуркатовые слои («Доггер-δ-2»)		Оолитовые известняки 0,3 м	Субфуркатовые слои
		Нижний	<i>Teloceras biagdeni</i> (Sow.), <i>Stephanoceras humphriesianum</i> Sow. (= <i>Stephanoceras coronatum</i> Brug.), <i>Witchellia romani</i> (Opp.), <i>Emileia (Otolites) sauzei</i> D'Orb., <i>E. ger-villet grandis</i> Quenst., <i>Sonninia soebyeii</i> Mill., <i>Ludwigia discites</i> Waag.	Коронатные слои («Доггер-δ-1»)		Сланцеватые глины 0,9 до более 47 м	Коронатные слои	
Аален		<i>Ludwigia concava</i> Sow., <i>L. obtusa</i> (= <i>murchisonae</i> Sow.), <i>Clydonicerias stauffensis</i> Off.	Мурчисониевые слои («Доггер-β»)		Сланцеватые глины с фауной. Более 51 м	Сонниниевые слои		
		<i>Leioceras opalinum</i> (Rein.), <i>L. lineatum</i> (Buckm.), <i>Pleydellia aalensis</i> (Ziet)	Опалинусовые (доггер-α) и ааленские (лейас-ζ-3)		Песчаники, сланцеватые глины, иногда с бурым железняком 11-52 м	Мурчисониевые слои		
Лейас	Тоар	Верхний	<i>Dumortieria radiosa</i> (v. Seeb.), <i>Physogrammoceras dispansum</i> (Luc.), <i>Pseudogrammoceras fallaciosum</i> (Bayle), <i>Grammoceras striatum</i> (Sow.)	Лейас-ζ-2	Толща глин и песчанников (16-67 м)	Глины, глинистые мергели 1,2-38 м	Слои юрениас: глины, глинистые и известковистые мергели	
		Средний	<i>Haugia illustris</i> (Denckm.), <i>H. doerntensis</i> (Denckm.), <i>Lillia robusta</i> Denckm.	Лейас-ζ-1			Дортенские сланцы битуминозные	
		Нижний	<i>Hildoceras bifrons</i> (Brug.), <i>H. serpeninum</i> (Rein.), <i>H. boreale</i> (v. Seeb.), <i>Harpoceras capellinum</i> (Schloth.)	Лейас-ε-2	Глины, алевролиты и мергели зеленовато-серые 47-71 м	Битуминозные мергели, сланцы (посидониевые сланцы) 3-30 м	Битуминозные мергели, посидониевые сланцы	
	Домер		<i>Paltopleuroceras spinatum</i> (Brug.), <i>P. bechleri</i> Frentzen.	Амальтеевые (Лейас-δ-2)	Глины и алевролиты. Более 46 м	Глины и глинистые мергели 65-80 м	Амальтеевые слои: глины и глинистые мергели	
			<i>Amaltheus margaritatus</i> Montf., <i>Am. depressus</i> (Simp.), <i>Am. nodifer</i> Buckm., <i>Seguenzicerias normannianum</i> (Opp.)	Слои (Лейас-δ-1)				
	Плинсбах		<i>Productylloceras dawoei</i> (Sow.), <i>Oistoceras curvicone</i> Schloenb., <i>Aegoceras capricornu</i> (Schloth.), <i>Acanthopleuroceras maugenesii</i> (D'Orb.), <i>Beaniceras centaurus</i> (D'Orb.)	Слои каприкорну (Лейас-γ-2)	Глины и алевролиты 10-40 м	Глины, мергели, известняки, иногда с железистыми оолитами 0,1-20 м	Слои каприкорну: глины, мергели, известняки	
			<i>Uptonia jamesoni</i> (Sow.), <i>Platyleuroceras brevispina</i> (Sow.)	Слои ямезон (Лейас-γ-1)			Слои ямезон: глины, мергели, известняки, иногда с железистыми оолитами	
			<i>Apoderoceras nodogigas</i> (Qu), <i>Phri-codoceras taylloi</i> (Sow.)	Слои ямезон (Лейас-γ-1)				
	Лотарингий		<i>Eoderoceras milles</i> (Simp.), <i>Leptonoceras emersoni</i> Hoffm., <i>Echinoceras raricostatoide</i> Vadas., <i>Hemimicroceras subplanicosta</i> (Opp.)	Рарикостатные (Лейас-β-3)	Глины, известняки, глинистые мергели, иногда с железистыми оолитами 63 м		Рарикостатные слои: глины	
			<i>Ozynoticeras ozynotum</i> (Qu), <i>Oz. simpsoni</i> (Bean-Simpson), <i>Bifericeras bifer</i> (Qu), <i>Gagatoceras gagateum</i> (Yoinget et Bird), <i>Angulaticeras ex gr. lacunata</i> Buckm.	Слои бифер (Лейас-β-2)		Глины и глинистые мергели	Слои бифер: глины, мергели	
		<i>Promicroceras planicosta</i> (Sow.), <i>Pr. capricornoides</i> (Qu), <i>Praederoceras stphus</i> (Hehl.), <i>Microderoceras birchi</i> (Sow.)	Слои планикоста (Лейас-β-1)		Глины, глинистые мергели, иногда с железистыми оолитами 18-25 м	Слои планикоста: глины, мергели, внизу иногда нефтяные сланцы или железистые оолиты		
Синемюр		<i>Euagassicerias resupinatum</i> (Simpson), <i>Arnicoceras cridion</i> (Hehl.), <i>Coroniceras reynesi</i> (Spath), <i>C. bucklandi</i> (Sow.), <i>C. westfali</i> cum W. Lange, <i>Vermiceras schloenbachi</i> (Reyn), <i>V. longidomus</i> (Qu)	Арнетовые (Лейас-α-3)	Глинистые мергели, глины, алевролиты, иногда с железистыми оолитами 17-29 м	Песчаники, известняки, глинистые мергели с железистыми оолитами 0,1-20 м	Арнетовые слои: глины, глинистые мергели, известняки, известковистые песчаники, железистые оолиты, иногда нефтяные сланцы		
Геттанг	Верхний	<i>Schlothemia stenorhyncha</i> W. Lange, <i>Schl. germanica</i> W. Lange, <i>Scamnoceras angulosum</i> W. Lange, <i>Sc. angulatum</i> (Schloth.)	Ангулятовые (Лейас-α-2)	Глинистые мергели, глины, алевролиты и песчаники, иногда красноватые 36-44 м	Песчаники, известняки, сверху красные глины («пестрая серия») 20-65 м	Ангулятовые слои: глинистые мергели, глины, песчаники, известковистые песчаники, иногда пестрые, иногда нефтяные сланцы		
	Нижний	<i>Schlothemia amblygonia</i> (W. Lange), <i>Scamnoceras angulatum</i> (Schloth.), <i>Alsatties laqueolus</i> (Schloenb.), <i>Proartetties laqueus</i> (Qu), <i>Saxoceras costatum</i> W. Lange, <i>S. schroederi</i> (W. Lange), <i>Psilophyllites hagenovi</i> (Dunker), <i>Caloceras torus</i> (D'Orb.), <i>Wachnoceras helmstedtense</i> Juengst., <i>Psiloceras psilonotum</i> , <i>Ps. plicatum</i> Pompr.	Псионотовые (Лейас-α-1)	Глины, алевролиты, известковистые песчаники 16-55 м	Глины, песчаники, известковистые песчаники 10-80 м	Псионотовые слои: глинистые мергели, глины, песчаники, известковистые песчаники, внизу иногда нефтяные сланцы		
Лейас		<i>Avicula contorta</i> Portl., <i>Protocardium raeticum</i> Mer.		Рэт	Рэт	Рэт		

трогов. В восточной краевой зоне бассейна в верхней части яруса распространены мягкие, в большинстве случаев немые пестрые глины, являющиеся следствием осаждения мути, принесенной реками. В продолжение всего верхнего геттанга отмечается существование Гессенского пролива.

Синемюр (лейас-а-3, ариетитовый ярус). Положение юго-восточного и юго-западного берега моря осталось таким же, как и раньше. В отличие от этого фашиальный характер отложений изменился. В связи с ослаблением континентальной эрозии резко сузилась песчаная кайма около Чешского и Рейнского массивов. На границе краевых песчаных и глинистых бассейновых фаций повсеместно присутствует полоса железноолитовых фаций. Мощности отложений центральных областей бассейна (известковистые глины, известняки, известковистые песчаники) возрастают по сравнению с верхним геттангом (50 м и более). По-прежнему наиболее мощные отложения характерны для севера (130 м в Евере). Локальная зона повышенных мощностей — до 105 м — отмечается у Везендорфа (Гифхорнский трог). Видимо, трог развивался здесь с начала лейаса. В северных предгорьях Гарца начинается развитие зоны замедленного прогибания (поднятие Фалльштейн). Мощности синемюра здесь обычно не превышают 0,1—2,0 м.

Среди прибрежных отложений, как и прежде, встречаются нефтяные сланцы. За исключением района границы Голландии с ФРГ, они обычно приурочены к верхней части разреза. Содержание битумов в этих породах достигает 2,44% (В. Керт, 1923). В начале синемюра произошел подъем, приведший к многократному перемыву и переотложению более древних осадков. В результате этого кратковременного подъема на большей части территории были полностью размыты отложения нижней зоны ариетитового яруса (зона *Vermiceras longidomus*). Распространение фаций на севере показывает, что в ариетитовом веке продолжалось расширение бассейна в северном направлении. Нижне-Саксонский бассейн узким проливом соединялся с Нижне-Рейнским (Кельнская бухта) бассейном. Гессенский пролив на протяжении ариетитового века (за исключением времени *Vermiceras longidomus*) соединил его с Южно-Германским бассейном.

На «валу Помпецкого» имеется ряд обширных областей, где нижний лейас был размыт последующими трансгрессиями (главным образом в нижнем мелу; см. рис. 10). На юге мощности уменьшаются к Рейнскому массиву, на западе — к району триасового Северно-Голландского поднятия. Уже в нижнем лейасе сказывается влияние трогов рейнского направления: большие мощности установлены в Западно-Гольштейнском, Гифхорн-Гамбургском трогах; максимальные мощности (до 680 м) отмечены на месторождении Геммельте-Запад.

СРЕДНИЙ ЛЕЙАС

(ЛОТАРИНГИЙ, ИЛИ ЛЕЙАС-β; ПЛИНСВАХ, ИЛИ ЛЕЙАС-γ; ДОМЕР, ИЛИ ЛЕЙАС-δ)

В нижнем лейасе-β происходит значительное погружение всего западноевропейского шельфа и отложение мощных толщ темных глин с пластами глинистых железняков. Лишь в узких краевых полосах продолжается образование железных оолитов, а на западе — нефтяных сланцев. Пролиты связывали бассейн с Лотарингией (через Кельнскую бухту и далее на юг) и Южно-Германским бассейном. В конце нижнего лейаса-β общее поднятие шельфа привело к закрытию проливов. Опускание, последовавшее в среднем лейасе-β, было незначительным и не восстановило связь между южным и северным бассейнами. Отложения среднего лейаса-β

в краевых зонах представлены песками, в которых иногда наблюдаются выдержанные прослои конгломератовидных глинистых железняков, и сменяются в центральных частях бассейна сильно глинистыми известковистыми песчаниками. Мощности отложений изменяются от 4—6 м в краевых зонах до 19 м на севере. В верхнем лейасе-β быстро сменяются поднятия и погружения. На время возобновляется связь с южным бассейном. Попеременно отлагаются темные глины и пласты конгломератовых глинистых железняков, являющиеся результатом местного перемыва подстилающих пород. Фауна позволяет предположить наличие связи с Северо-Восточной Англией и Лотарингией. Общая мощность лейаса-β в Южном Ганновере составляет 50—80 м, на поднятии Фалльштейн — 18—23 м, в северных частях бассейна — 100 м и более. Продолжается развитие трогов (повышение мощности отложений до 130—180 м).

К концу лейаса-β на исследуемой территории произошел значительный подъем, сопровождавшийся размывом ранее отложенных толщ. Однако ко времени *Uptonia jamesoni* (плинсбах) морской режим возобновился. Фациальный характер отложений плинсбаха сходен с лотарингием, однако полоса железноолитовых краевых фаций становится значительно шире и охватывает всю южную периферию бассейна от Флехтингской возвышенности до триасового плато Восточной Голландии. По направлению к центральным частям бассейна фации железистых оолитов через мергели и известняки переходят к известковистым глинам. Осадки верхнего плинсбаха всюду имеют более или менее глинистый состав. В плинсбахе расширение моря достигает своего максимума. Соответствующие отложения встречены во многих скважинах Померании. Максимальное погружение бассейна по-прежнему приурочено к северным областям, где мощности превышают 100 м. Продолжается развитие трогов: мощности у Везендорфа (Гифхорнский трог) достигают 140 м. Весьма высокие мощности — до 179 м — отмечаются в Нижне-Рейнском бассейне. В области поднятия Фалльштейн, значительно расширившегося в лейасе-γ, мощность отложений иногда составляет всего 0,1 м. Битуминовые породы в плинсбахе распространены сравнительно мало. Отложения с невысоким содержанием битумов, напоминающие «нефтяные сланцы», установлены лишь в верхнем плинсбахе в районе границы Голландии с ФРГ. Со среднего плинсбаха (зона *jamesoni*) Нижне-Саксонский бассейн через Гессенский пролив сообщался с Южно-Германским бассейном. Большое сходство свободно плавающей фауны (аммониты) указывает на возможную связь также и с морем Северо-Восточной Англии.

Граница плинсбах — домер проводится внутри так называемого «пограничного известняка» — глинистого известняка, развитого в краевых, а иногда и в центральных частях бассейна и содержащего фауну как верхнего плинсбаха, так и нижнего домера. В течение домера происходило равномерное погружение бассейна. Осадки — морские, в нижней части известковистые, в верхней — чистые глины, в кровле которых только в восточной части (Эра) обнаружены маломощные пласты тонкозернистого песка. В зоне *spinatus* (верхний домер-δ) эстуарий в восточной части бассейна, отодвигавшийся в нижнем лейасе на восток, начинает продвигаться в сторону моря. Признаки значительных тектонических движений в домере отсутствуют; отмеченные у Нинбурга в зоне *margaritatus* конгломераты, сложенные жеодами глинистого железняка и сопровождающиеся незначительным уменьшением мощности зоны, образовались в результате местного перемыва подстилающих пород под действием течений.

Мощности среднего лейаса составляют около 200 м, но в трогах (Остфрисландский — Западно-Гольштейнский, Гифхорнский — Восточно-Гольштейнский) превышают 250 м.

Нижний тоар (лейас-е) характеризуется глинистыми и известково-глинистыми битуминозными отложениями. Лишь в нижней части на западе и на востоке имеются порой значительные количества песчаного материала. Мощность битуминозных толщ нижнего тоара, которые считаются нефтематеринскими породами (так называемые посидониевые сланцы), составляет 50—100 м, но иногда (например, в районе месторождения Этцель) достигает 300 м. На протяжении нижнего тоара существовало свободное сообщение между бассейнами севера и юга ФРГ. Условия седиментации в обоих бассейнах и связанные с этим фациальные характеристики были сходны.

В верхнем тоаре бассейн в общих чертах сохранял свои границы, но стал значительно мельче. Южная береговая линия претерпевала значительные колебания, а наиболее глубоководная часть сильно сместилась на север. Гессенский пролив существовал лишь в течение сравнительно короткого времени; на север и на северо-запад, к современной Северо-Восточной Англии, простиралось открытое глубокое море. В конце верхнего тоара появились первые признаки сокращения морского бассейна, которое произошло в доггере. Сильные и многократные эпейрогенические движения на протяжении верхнего тоара отразились в фациальном разнообразии соответствующих отложений, в которых удается выделить до пяти седиментационных циклов. Породы в большинстве случаев глинистые, известковистые, мергелистые, с пиритом, в нижней части — битуминозные отложения, связанные иногда постепенным переходом с посидониевыми сланцами (так называемые фации дортенских сланцев, особенно в Нижне-Рейнском бассейне). Мощности небитуминозного верхнего тоара редко превышают 50 м.

В верхнем лейасе, как и раньше, отмечается развитие рейнских трогов (мощности в Северном Ольденбурге — до 400 м; существовали также трого Западно-Гольштейнский, Восточно-Гольштейнский и Гифхорнский). Максимальные мощности лейаса в северной части бассейна превышают 1000 м; в Гифхорнском трого мощности достигают 760 м; с Нижне-Рейнским бассейном главный бассейн соединяется узким желобом с мощностями отложений до 500 м.

Доггер («бурая юра»)

Очертания Нижне-Саксонского бассейна в доггере мало отличались от лейасовых. Юго-восточный и юго-западный берега по-прежнему контролировались герцинскими континентальными массивами. Сужение бассейна произошло на западе и на севере. Временами существовавшее здесь море сообщалось со Швабским морем через Гессенский пролив. Как и в лейасе, в бассейне выделялись поднятия и трого, однако проявлялись они здесь значительно резче, чем в лейасе. Детальная стратиграфия доггера, как и для лейаса, базируется на фауне аммонитов.

Аален (доггер-α и -β). Палеогеографическая картина нижнего аалена (доггер-α) мало изменилась по сравнению с верхним тоаром. Южные границы остаются прежними, море простирается далеко на север. Повсеместно глинистые фации говорят о равномерном погружении. Однако характер этого погружения изменился. Отложения нижнего аалена представлены преимущественно глинами с очень незначительным количеством песчанистого материала.

Лишь на юго-востоке в верхней части яруса формируются слабо песчанистые фации, предшествующие сильно песчанистым фациям доггера-β (верхний аален). В доггере-β фациальная обстановка изменилась. Между Эмсом и Везером продолжается накопление чисто глинистых фаций с редкими пластами и жеодами глинистых железняков. В западной части бассейна песчаность резко увеличивается по мере приближения к древней суше, которая в это время разрослась, соединившись с Арденнско-Рейнским континентальным массивом. В отдельных местах здесь встречаются промышленные залежи железных руд, образовавшихся в результате размыва глинистых железняков лейаса и доггера на расширившейся Восточно-Голландской суше. К востоку от Везера в глинах сначала появляются тонкие прослойки и включения песка, переходящие затем в преимущественно песчаные фации. Иногда песчаники образуют хорошие коллекторы, дающие в ряде мест значительную добычу. Минералогические исследования позволили установить, что песчаные отложения юго-восточного доггера-β связаны с подъемом Гарца.

Мощности доггера-α (нижний аален) составляют около 30 м, в Гифхорнском трого — до 50 м. В верхнем аалене (доггер-β) на востоке резко выделяются по мощностям трого рейнского направления — Гифхорнский — Восточно-Гольштейнский (до 200 м, а в районе Бевензена — даже до 500 м).

Уже в аалене большая часть Северного моря превратилась в сушу. Однако эрозии здесь подвергались чисто глинистые отложения лейаса, поэтому и прибрежные фации имеют глинистый состав. По-видимому, в аалене существовала связь с Швабским бассейном через Гессенский пролив.

Байос (доггер-γ, доггер-δ, доггер-ε-1-4). В нижнем и среднем байосе (доггер-γ и δ-1) в районе между реками Везер и Эмс отлагались морские глины. На севере (Гольштейн, Северный Ольденбург, Гамбург) происходило накопление мощных солоноватоводно-пресноводных песков. Разграничение сонниниевых и коронатовых песков затруднено; видимо, верхние песчаные пласты доггера-γ уже относятся к коронатовым слоям. Сонниниевые песчаники продуктивны на месторождениях Брамштедт, Фарель и Эльсфлет. Из коронатовых слоев притоки получены на Брамштедте и Эльсфлете. В верхнем байосе выделяются три рейнские зоны повышенных мощностей (Гифхорнский — Восточно-Гольштейнский, Везерский, Северно-Ольденбургский трого). В Западном Гольштейне верхний байос, видимо, выпадает из разреза. В районе между Целле и Верденом в верхней части паркинсониевых слоев имеются грубые глинистые известковистые песчаники, особенно хорошо развитые на куполе Хамбюрен-Витце. Это так называемые фации «корнбраша», продуктивные на ряде месторождений. Песчаные горизонты верхнего байоса (гарантиановые песчаники) достигают максимальной мощности в Везерском трого. Мощность их на месторождениях Зудербрух, Штеймбке, Эйструп и Фолькензен, где они продуктивны, составляет 3—22 м, пористость — 13—18%.

В байосе продолжалось сокращение седиментационной площади Нижне-Саксонского бассейна за счет юго-восточных, западных и, возможно, северных частей. Гессенский пролив, соединявший Нижне-Саксонский бассейн со Швабским, существовал эпизодически.

В это время существовали те же трого, что и в байосе, причем, наиболее прогнутым из них был восточный (Гифхорнский — Восточно-Гольштейнский). В районе между реками Везер и Эмс отмечаются три выдержанных песчаных пласта: нижневюртембергивый (4—5 м), верхневюртембергивый (15—25 м) и аспидоидовый (17—24 м) (рис. 9). К востоку от Везера эти пласты сливаются в один песчаный комплекс, стратиграфическое поло-

жение которого окончательно не выяснено; там он именуется просто «батским песчаником». Батские песчаники отлагались в солоноватоводно-пресноводных условиях. Снос обломочного материала происходил с севера. Батские песчаники — важный нефтеносный горизонт в районе между реками Везер и Эмс. Пористость их составляет 5—30%. Южная граница распространения песчаных фаций в байосе и бате постепенно смещалась к северу.

Максимальные мощности доггера — свыше 400 м — расположены между Везером и Эльбой в их среднем и нижнем течении. На запад, юг и юго-восток наблюдается падение мощностей — до 0 в районах догергерской суши (Чешский, Рейнский массивы, Восточно-Голландская суша). Общая мощность отложений доггера в трогах доходит до 700—1000 м.

Мальм («белая юра»)

Регрессия юрского моря, начавшаяся на севере ФРГ в доггере, в мальме становится еще более отчетливой. Особенно это касается северных районов. Здесь море покинуло весь Остфрисланд и северную часть между-речья Эльбы и Везера. Определяющую роль в стратиграфии келловея, оксфорда и кимериджа изучаемого района играют, как и прежде, аммониты.

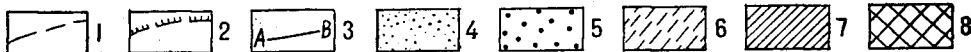
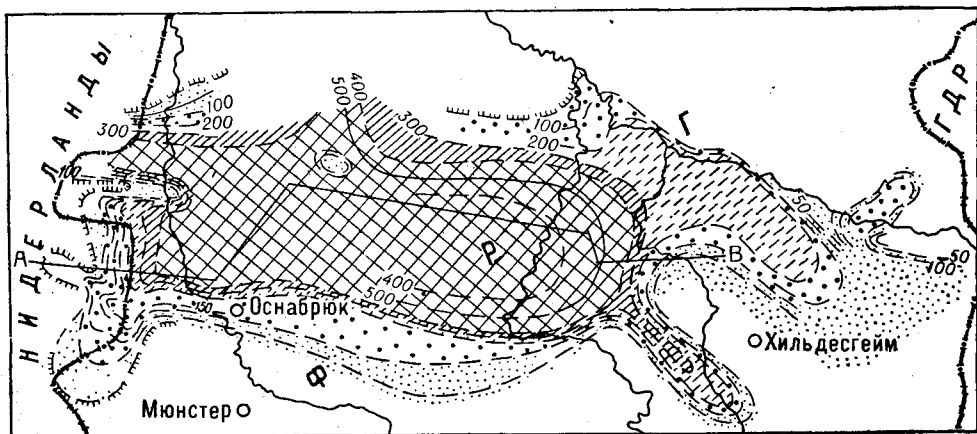


Рис. 11. Мощности верхнего мальма Северо-Германского бассейна [В. Шотт, 1949].

1 — линии равных мощностей портланда; 2 — береговая линия во время накопления осадков серпулита; 3 — линия фациального профиля. Мощности (м): 4 — от 0 до 100; 5 — от 100 до 200; 6 — от 200 до 300; 7 — от 300 до 400; 8 — свыше 400.

Келловей * Нижне-Саксонского бассейна изучен относительно слабо, в частности, из-за частых размывов во время трансгрессии верхнеюрского и нижнемелового моря. В состав келловея входят макроцефаловые слои, содержащие 1—2 песчаных пласта, и орнатовые глины. В Эмсланде развиты преимущественно песчано-глинистые фации, в восточной части бассейна часты оолитовые железные руды.

Оксфорд. В это время еще отчетливее выделяются рейнские трогы, установленные в доггере. Близкое к герцинскому (ЗСЗ—ВЮВ) простира-

* В немецкой литературе келловей часто относят к доггеру [Schott, 1949; Brand, Hoffmann, 1963].

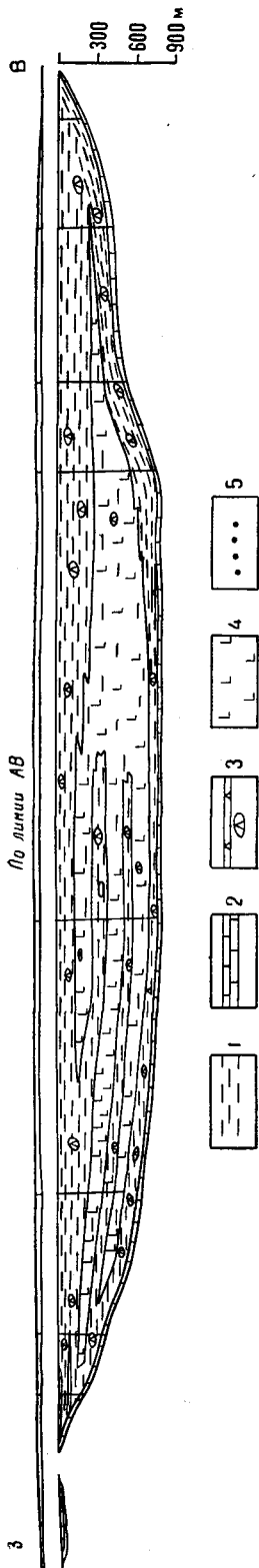


Рис. 12. Фациальный профиль осадков верхнего мальма Северо-Германского бассейна [В. Шотт, 1949].
 1 — глины, мергели; 2 — известняки; 3 — ангидриты; 4 — каменная соль; 5 — конгломераты.
 Вертикальный масштаб в 20 раз больше горизонтального. Длина профиля около 225 км.

ние линий, ограничивающих распространение оксфорда, видимо (Вольбург, 1956), обусловлено не положением береговой линии, а воздействием последующих трансгрессий.

Характер отложений бассейна в северной части ФРГ, начиная с оксфорда, резко изменился. Если раньше накапливались преимущественно глины и пески, то теперь значительным распространением пользуются известняки, ангидриты и каменная соль. Это свидетельствует о начавшемся отшнуровании бассейна и его осолонении. Естественно, что аммониты исчезают; это сильно затрудняет параллелизацию с западно- и восточно-европейским мальмом. Поэтому толща от подошвы гигасовых слоев до подошвы вельда (т. е. весь титонский ярус) определяется главным образом как «верхний мальм-1-6». Приводимое здесь расчленение на оксфорд, кимеридж и верхний мальм сделано на площади Зудербрух и характерно для всего района.

Кимеридж. В это время Гифхорнский трог сохранял прежнее направление, причем мощности отложений здесь достигали 1100 м [Brand, Haffmann, 1963]. В центре и на западе впервые появляются близкие к герцинским (ЗСЗ) очертания бассейна. Бассейн был расчленен рядом валов такого же направления. В отложениях кимериджа выделяют три основных фациальных комплекса: песчанистые краевые фации, известковистые фации и фации железистых оолитов. Песчанистые фации развиты по периферии бассейна, главным образом в его западной и восточной частях. В западной части пески хорошо пористы, но невыдержаны. Центральная часть бассейна характеризуется известковистыми отложениями. Известняки имеют преимущественно оолитовое строение. В них встречаются маломощные прослои песчаников и железистые оолиты. В зонах повышенных мощностей кимериджа количество железистого материала резко возрастает, образуя порой довольно мощные пласты оолитовых железных руд (фации железистых оолитов).

Верхний мальм (портланд). В это время максимальные мощности отложений уже располагались в Нижне-Саксонском бассейне. Здесь выделяют три фациальные зоны (рис. 11).

1. Карбонатные фации, располагавшиеся в виде узкого пояса по краям бассейна и вдоль некоторых внутренних поднятий.

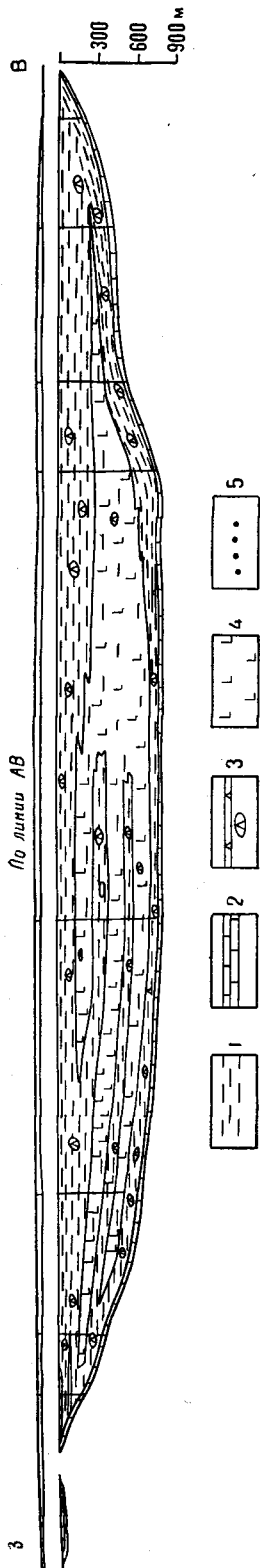


Рис. 12. Фациальный профиль осадков верхнего мальма Северо-Германского бассейна [В. Шотт, 1949].

1 — глины, мергели; 2 — известняки; 3 — ангидриты; 4 — известняки; 5 — конгломераты. Вертикальный масштаб в 20 раз больше горизонтального. Длина профиля около 225 км.

ние линий, ограничивающих распространение оксфорда, видимо (Вольбург, 1956), обусловлено не положением береговой линии, а воздействием последующих трансгрессий.

Характер отложений бассейна в северной части ФРГ, начиная с оксфорда, резко изменился. Если раньше накапливались преимущественно глины и пески, то теперь значительным распространением пользуются известняки, ангидриты и каменная соль. Это свидетельствует о начавшемся отшнуровании бассейна и его осолонении. Естественно, что аммониты исчезают; это сильно затрудняет параллелизацию с западно- и восточно-европейским мальмом. Поэтому толща от подошвы гигасовых слоев до подошвы вельда (т. е. весь титонский ярус) определяется главным образом как «верхний мальм-1-б». Приводимое здесь расчленение на оксфорд, кимеридж и верхний мальм сделано на площади Зудербрух и характерно для всего района.

Кимеридж. В это время Гифхорнский трог сохранял прежнее направление, причем мощности отложений здесь достигали 1100 м [Brand, Haffmann, 1963]. В центре и на западе впервые появляются близкие к герцинским (ЗСЗ) очертания бассейна. Бассейн был расчленен рядом валов такого же направления. В отложениях кимериджа выделяют три основных фациальных комплекса: песчаные краевые фации, известковистые фации и фации железистых оолитов. Песчаные фации развиты по периферии бассейна, главным образом в его западной и восточной частях. В западной части пески хорошо пористы, но невыдержаны. Центральная часть бассейна характеризуется известковистыми отложениями. Известняки имеют преимущественно оолитовое строение. В них встречаются маломощные прослои песчаников и железистые оолиты. В зонах повышенных мощностей кимериджа количество железистого материала резко возрастает, образуя порой довольно мощные пласты оолитовых железных руд (фации железистых оолитов).

Верхний мальм (портланд). В это время максимальные мощности отложений уже располагались в Нижне-Саксонском бассейне. Здесь выделяют три фациальные зоны (рис. 11).

1. Карбонатные фации, располагавшиеся в виде узкого пояса по краям бассейна и вдоль некоторых внутренних поднятий.

С этим фаціальным комплексом связаны хорошие коллекторы на месторождениях Линген, Алдорф, Верблек, Фойгтей и Штеймбке (оолитовые известняки и доломиты верхнего мальма-1-2, серпулитовый известняк верхнего мальма-4 и -6).

2. По направлению к бассейну карбонатные фации сменяются сульфатными (гипсы, ангидриты). Здесь также встречаются коллекторские горизонты в верхнем мальме-1 (Зудербрух, Дикель).

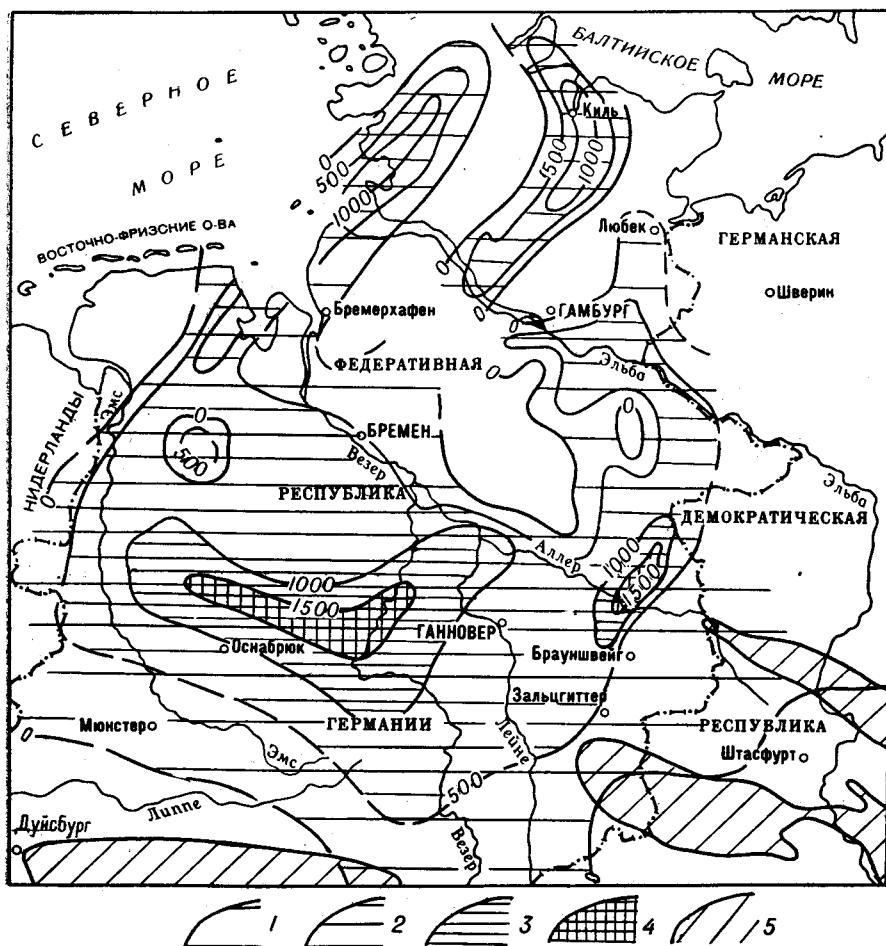


Рис. 13. Карта мощностей юрских отложений Северо-Германского бассейна [Ф. Хейдорн, 1949; Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].

Области с мощностью юры (в м):
 1 — от 0 до 500; 2 — от 500 до 1000; 3 — от 1000 до 1500; 4 — свыше 1500; 5 — герцинские массивы.

3. Наконец, соленосные фации развиты преимущественно в двух прогибах, имеющих ориентировку, близкую к герцинской: в узком бассейне Реден-Лоне и в широком трого Менслаге-Лембрух, который продолжается в район Гильса. Соль встречается, главным образом, в верхнем мальме-3-5.

Эти фации сменяют друг друга как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях (рис. 12). В конце верхней юры бассейн, видимо, полностью замкнулся; морская вода постепенно разбавлялась, что привело

к возникновению опресненных лагун вельда. Почти замкнутая береговая линия бассейна устанавливается по трансгрессивному налеганию серпулитовых известняков верхнего мальма или вельда на доггер, лейас или раковинный известняк. От берегов к центру бассейна мощность верхнего мальма возрастает, достигая 800 м и более. Общая мощность юрских отложений показана на рис. 13.

МЕЛ

Нижний отдел

Вопрос о границе юры и мела долгое время был дискуссионным. Эта граница проходит внутри озерно-лагуной фации, лишенной аммонитов. Расчленение производится на основе микрофауны, в частности остракод.

Система	Юго-Восточная Франция	Швейцарская юра	Север ФРГ Микропалеонтологические зоны		Расчленение по аммонитам	
	Нижний готерив	Нижний готерив	Нижний готерив			
Мел	Валанжин	Валанжин	Верхний валанжин	4	Astieria Dichotamites	
	Французский "нижний валанжин"	Верхний валанжин		3		Arnoldia
				2		
	"Пурбек"	Верхний валанжин	1	Polyplichites Platylenticeras		
			2			
	Берриас	Швейцарский "берриас"	Вельд	1	-?—1	
				6		
				5		
				4		
				3b		
Турбек	Перерыв Швейцарский, Турбек	Вельд-1	3a			
			2			
			1			
			2			
Юра	Портланд	Серпулит	6	2		
			Верхний мальм		5	
					1	

Рис. 14. Сопоставление пограничных частей нижнемеловых — верхнеюрских разрезов для различных районов Западной Европы [Г. Бартенштейн, 1962].

1 — неуверенная граница; 2 — граница регионально и стратиграфически различных залегающих лагунальных и нормально-морских фаций в зоне перехода от верхнего мальма к низам нижнего мела.

Поэтому сопоставление с морскими одновозрастными отложениями Швейцарии и Франции затруднено. Принятое в настоящее время сопоставление отражено на рис. 14 [Bartenstein, 1962]. При этом берриас во Франции относят к мелу, а швейцарский пурбек и зону от серпулита до вельда-3b в Северо-Германском бассейне — еще к юре. Отсутствие в Нижне-Саксонском бассейне нижнего валанжина ранее объяснялось перерывом в осадконакоплении. Теперь установлено, что большая часть германского вельда (зоны 2—6) является стратиграфическим эквивалентом швейцарского морского нижнего валанжина. Средний и верхний германский валанжин соответствуют швейцарскому верхнему валанжину.

В конце мальма лагуны серпулита стали опресняться. Уже в верхней части серпулита местами устанавливается своеобразная солоноватовод-

ная фация — так называемый «германский пурбек»*, сменяющийся вверх по разрезу вельдом. Размеры вельдского бассейна мало изменились по сравнению с портландом. Однако «вал Помпецкого», представлявший собой в портланде сушу, в период накопления осадков вельда, видимо, не был целиком свободен от седиментации. Вельд здесь мог отлагаться в более или менее изолированных мульдах. В начале среднего валанжина континентальный пресноводно-солонатоводный вельдский бассейн был охвачен морской трансгрессией, распространявшейся, в известной мере, и на «вал Помпецкого». Во всяком случае, хотя нижнемеловые толщи вала и носят явные следы влияния суши, вал перед альбской трансгрессией не был сплошной зоной эрозии. Суша же, с которой связано возникновение нижнемеловых железных руд, по-видимому, существовала в виде многочисленных островов. На этих островах подвергались разрушению толщи лейаса и доггера, содержащие большое количество бурого железняка. Трансгрессия нижнемелового времени, как это установлено по фауне (Г. Хрипов, 1958), пришла в Северо-Германский прогиб как с севера, из бореального бассейна, так и из Тетиса (при этом море огибало герцинскую сушу и устремлялось на описываемую территорию двумя потоками — через Парижский бассейн и через область будущих Карпат). Нижнемеловое море было усеяно островами и мелями преимущественно рейнского и герцинского простираия, большая часть которых тяготела к «валу Помпецкого». Часть этих поднятий была связана с соляными куполами. В среднем и позднем альбе произошла обширная трансгрессия, и вся территория бассейна превратилась в дно глубокого моря.

Вельд. Нижняя граница вельда отбивается всюду хорошо, переход же к валанжину в скважинах не всегда четок, так как в песчаных фациях микро- и макрофауна редки. Вельд сложен песчаниками и глинами с преобладанием глин. В центральных частях бассейна выделяют две глинистые толщи, разделенные пластом песчаников («главный вельдский песчаник»). На востоке, в области так называемого «Брауншвейгского залива», в разрезе чередуются песчаники и глины. В общем, на запад падает песчанность вельда и растет известковистость. Вдоль южной границы бассейна, из-за сноса с Рейнского массива, разрез вельда сильно песчанист. Расчленение вельда осуществляется по остракодам, с помощью которых выделен ряд зон (сверху вниз):

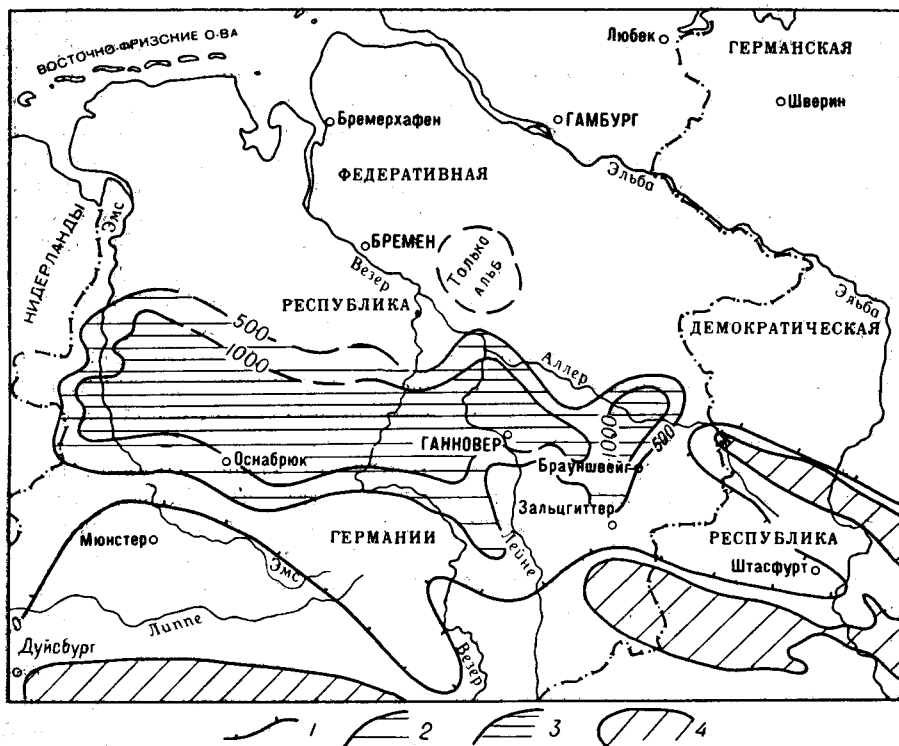
- Cypridea inflata*
- Cypridea wicheri*
- Gomphocythere pahasapensis* Roth.
- Cypridea angulata* M.
- Gomphocythere silvana* Martin
- Cypridea valdensis biangulata*
- Gytheridea* sp.
- Cypridea spinigera* Sow.
- Cypridea* aff. *altissima* M.
- Cypridea mammillata* M.

Наряду с остракодами в вельде встречаются многочисленные споры и пресноводно-солонатоводная фауна, а также несколько эвригалинных и даже отдельные стеногалинные формы: *Exogyra* sp., *Ostrea* sp., *Pecten* sp., *Tellina* sp., *Anatina gracilior* Wollem., *Protocardia* sp., *Lingula* sp. Мощности вельда достигают 400 м, а в Гифхорнском тропе — даже 600 м.

* «Германский пурбек» является фацией серпулита, а не английского пурбека. Английский пурбек по возрасту соответствует толще отложений от самой верхней части мюндерского мергеля до середины вельда (точнее, до главного вельдского песчаника) [Wolburg, 1950].

Повышенные мощности приурочены на востоке к рейнским, в центре и на западе — к герцинским мульдам.

Валанжин. Разрез валанжинского яруса начинается песчаниками и конгломератами с окатанными гальками кварца и изверженных пород. Во многих местах базальная толща сложена просто грубозернистым песчаником. Выше залегают известковистые сланцеватые «валанжинские глины» с тонкими углистыми прослоями, с присыпками и линзами светло-



Карта мощностей нижнемеловых отложений Северо-Германского бассейна (Г. Кёльбель, 1958; Г. Рихтер-Бернбург и В. Шотт, 1959).

1 — граница распространения нижнего мела; области с мощностью нижнего мела (в м): 2 — от 500 до 1000; 3 — свыше 1000; 4 — герцинские массивы.

серого тонкозернистого песка. Глины сменяются зеленовато-серыми мергелистыми песчаниками с включениями глин, перекрытыми «покровной толщей» зеленовато-серых тонкопесчаных мергелей. Морские валанжинские слои охарактеризованы аммонитами, по которым выделяют зоны:

- | | |
|--------------------|--|
| | Слой с <i>Astieria astieri</i> D'Orb. |
| | » с <i>Leopoldia arnoldi</i> Pic. |
| Дихотомитовые слои | Верхние — <i>Dichotomites bichotomus</i> Leum. |
| | Средние — <i>Dichotomites biscissus</i> Koep. |
| | Нижние — <i>Polyptichites nucleum</i> Rom. |
| | Слой с <i>Polyptichites polyptichus</i> Keyserl. |
| | Слой с <i>Platylenticeras gervili</i> D'Orb. |

Платилентицеровые и полиптихитовые слои имеют средневаланжинский

возраст, а остальные — верхневаланжинский. К нижнему валанжину, относится верхняя половина вельда. Мощность валанжина — > 30 м.

Готерив — альб. Готерив, как и весь вышележащий нижний мел, сложен мергелями и глинами. Реже встречаются известняки, песчаники. Расчленение морского нижнего мела осуществляется по аммонитам: выделен ряд зон, приведенных в табл. 4*. Мощность морского нижнего мела превышает 500 м. В нижней части барремского яруса встречаются многочисленные рыбные остатки («рыбные сланцы»). В основании среднего, в отдельных местах — верхнего альба залегают маломощные трансгрессионные конгломераты. Характер распределения мощностей нижнего мела отражен на рис. 15.

Верхний отдел

Верхнемеловые отложения в ГДР и ФРГ расчленяются так же, как и повсюду в Европе. В их составе выделяют ярусы: сеноманский, туронский, коньякский, сантонский, кампанский, маастрихтский, датский. Коньяк и нижнюю часть сантона часто объединяют под названием «эмшер». Датский ярус определен проблематично в Субгерцинском бассейне, где к нему относят толщу континентальных отложений со спорами. Корреляционная таблица (табл. 4) дает представление о сопоставлении верхнемеловых разрезов в разных частях ФРГ и ГДР.

Сеноман. На большей части Нижне-Саксонского бассейна переход от серых и зеленовато-серых глинистых мергелей верхнего альба к сеноману постепенен. Проведение границы по петрографическим признакам в большинстве случаев невозможно, поэтому практически ее проводят по появлению первых иноцерамов, очень характерных для сеномана. В составе сеномана выделяют два литологических комплекса: нижний — «сеноманский мергель» и верхний — «сеноманский известняк». Нижний комплекс представляет собой толщу светло-серых мергелей с тонкими глинистыми включениями в средней части. Вверх по разрезу растет известковистость. В некоторых местах верхняя часть толщи окремнена и выделяется под названием «сеноманского плэнера». Руководящей фауной для «сеноманского мергеля» в нижней части является *Neohibolites ultimus* D'Orb., а в верхней — *Schloenbachia varians* Sow. Верхний сеноман — «сеноманский известняк» — сложен чистыми белыми известняками с характерной фауной *Acanthoceras rhotomagensis* Defr. К северу от Гарца сеноманские породы трансгрессивно перекрывают нижележащие толщи. Трансгрессионный конгломерат имеет мощность до 1,5 м и содержит гальки кварца, фосфорита и древних пород, в том числе неокомских песчаников. Кверху эти конгломераты и песчаники переходят в мергели, содержащие *Schloenbachia varians*. Мощность сеномана в предгорьях Гарца — 40—60 м. К северу она несколько увеличивается, достигая на площади верхнеюрского — нижнемелового «вала Помпецкого» 73 м.

Турон. Туронский ярус сложен однообразными известковистыми мергелями, мергелистыми и чистыми известняками. В верхней части проявляется большое количество прослоев глин, в нижнем туроне иногда присутствуют пестроокрашенные мергели. Расчленение турона по петрографическим признакам весьма затруднено, его производят по фауне иноцерамов. Выделяют пять зон, для каждой из которых характерна своя руководящая фауна:

5. *Inoceramus schloenbachi* Bohm.

4. *Inoceramus striatoconcentricus* Gumbr., *Scaphites geinitzi* D'Orb.

* Табл. 4 смотрите в конце книги.

Сопоставление сводных разрезов меловых отложений различных районов ГДР и ФРГ
(И. Динер, Центральный Геологический Институт, Берлин)

Стратиграфическое расчленение				Описание пород				
Ярус	Под-ярус	Руководящие ископаемые	Слои	Люнебург	Ганновер-Целле	Брауншвейг — Гослар	Субгерцинский бассейн	Северный Мекленбург
Датский							?	
Маастрихтский	Верхний	<i>Belemnella casimirovensis</i> Scolozdr., <i>Belemnitella junior</i> Now.	Лянцеолятовые		Мшанковый известняк, зеленый песок, мергель			
	Нижний	<i>Belemnella lanceolata sumensis</i> Jel., <i>B. lanceolata</i> Schloth.		Мергель (верх) 20 м	Известковый мергель и мергель, тонкопесчаный, глауконитовый, серый и серовато-зеленый 450 м			Мел белый, мергель белый, серый, с серыми и черными кремнями
Кампанский	Верхний	<i>Belemnitella langei</i> Jel., <i>Bostryhoceras polylocum</i> Röm., <i>Inoceramus regularis</i> D'Orb., <i>Pachydictus witekindi</i> Schlüt., <i>Dacynoceras coesfeldense</i>	Мукронаговые	Мергель (средний) 55 м Мергель (нижний) 25 м	Известняк, известковый мергель, иногда песчаный, серо-зеленый 500 м			Мел белый, мергель беловато-зеленый с серыми и черными кремнями
	Нижний	<i>Actinocamax quadratus</i> Biv., <i>Offaster pitula</i> Des., <i>Off. corculum</i> Gdf., <i>Scaphites binodosus</i> Röm., <i>Inoceramus linguula</i> Gdf.	Квадратные	Мел писчий 50 м	Известковый мергель и мергель светло-серый, зеленый, иногда с базальным конгломератом 300 м	Ильзенбургские слои (мергель)	80—100 м	
Сангоновый	Верхний	<i>Belemnitella praecursor</i> Stoll., <i>Inoceramus patotensis</i> Lör.	Верхние гранулятовые	Известняк беловато-зеленый 35 м				
	Средний	<i>Inoceramus pinniformis</i> Will., <i>In. steenstrupi</i> Lör.	Нижние гранулятовые	Известняк голубовато-белый 7 м				
		<i>Inoceramus cordiformis</i> Sow.	Верхний эмшер	Известняк серовато-белый 15 м Известняк белый, зеленовато-белый 22 м		Зальцбургский мергель 80 м Обломочные руды Ильзеде 10 м	Зальцбургский мергель 100 м Пески Мюнхгофа Около 20 м	
Нижний	<i>Inoceramus undulaticatus</i> Röm., <i>In. cardisoides</i> Gdf.	Средний эмшер	Известняк 5 м					
Ковьянский	Верхний	<i>Inoceramus fasciculatus</i> Heine, <i>In. subquadratus</i> Schlüt.	Нижний эмшер	Известняк, внизу глинистый, зеленовато-белый и серовато-зеленый 20 м				
	Средний	<i>Inoceramus involutus</i> Sow.		Известняк, иногда глинистый, светло-серый 13 м		Иволютовый песчаник 50 м	50 м. Иволютовый песчаник 30 м. Зеленый «формовочный» песок 50 м. Серый мергель	Слои кремни
Тулонский	Верхний	<i>Inoceramus schloenbachii</i> Gruppe, <i>In. inconstans</i> Gruppe, <i>In. deformis</i> Meck.	Шлёнбахневые Скафитовые	Мел белый 45 м Мел, известняк белый (эквивалент скафитовых слоев) 38 м	Мергель серый 150 м Известняк белый	Шлёнбахневый кремнистый глинистый известняк («пленер») 50 м Скафитовый пленер 60 м	Скафитовые слои 90 м	Мел, известняк, известковый мергель, мергель, светло-серый, зеленовато-серый, местами глауконитовый, с кремнями
	Средний	<i>Inoceramus vancouverensis</i> Schum., <i>Inoceramus lamarchi</i> Park.	Ламаркиевые	Известняк, сверху серо-белый, внизу — красный 14 м		Ламаркиевый пленер 50 м	Ламаркиевые слои	
	Нижний	<i>Inoceramus labiatus</i> Schloth., <i>In. pictus</i> Sow.	Лабиаговые Зона с переходными формами	Известняки и мергели красные, серо-белые, серые, с черными сапропелитовыми пластинами 20 м	В основании: красный пленер, красно-белый и зеленовато-белый, иногда темные битуминозные пластины	Красный пленер 15 м	Лабиаговые слои	Иногда красно-коричневые, красно-белые или черные (битуминозные) породы
Сеноманский	Верхний	<i>Inoceramus tenuis</i> Mant., <i>In. virgatus</i> Schlüt., <i>In. pictus</i> Sow., <i>Holaster subglobosus</i> Dfr., <i>Acanthoceras rhotomogense</i> Dfr.	«Бедные ротомагензевые слои» Ротомагензевые	Известняк белый («бедные ротомагензевые слои») 7 м Известняк серо-белый, синеовато-белый (слои ротомагензе) 12 м	Мел, известняк, известковый мергель белый, светло-серый и зеленовато-серый 130 м	Сеноманский пленер 60 м Сеноманский известняк	Сеноманский пленер с ротомагензевыми слоями 50—60 м Сеноманский известняк, глауконитовый Сеноманский зеленоватый песок 1—2 м Трансгрессионный конгломерат 0,3 м	Мел и известковый мергель светло-серый, зеленовато-серый, местами глауконитовый
	Нижний	<i>Schloenbachia varians</i> Sow., <i>Neoholites ultimus</i> D'Orb., <i>Aucellina gryphaoides</i> Sow.	Слои вариант	Известняк, местами глинистый, голубовато-серый (слои вариант) 34 м Известковый мергель зеленовато-серый 16 м		Сеноманский мергель		
Альбский	Верхний	<i>Aucellina gryphaoides</i> Sow., <i>Inoceramus sulcatus</i> Park.	«Горючий мергель» (слои сульфатус)	Горючий мергель (мергель серый, красный) 20 м	Плотные глины и мергели серые, зеленовато-серые 100 м	Горючий мергель 60 м		Мергели, глинистые мергели и плотные глины оливково-серые, коричнево-красные; в основании местами песчанистые или конгломератистые, иногда глауконитовые
	Средний	<i>Hoplites lautus</i> Sow., <i>H. dentatus</i> Sow., <i>Douvilleceras mammillatum</i> Schloth.	«Слои минимум» (слои концентрикус)	Верхнеминимусовые слои (мергель пестрый, слабо песчаный) 0,3—3 м Трансгрессионный конгломерат 0,05—0,5 м	В основании — трансгрессионный конгломерат	Минимусовые глины 10 м		
	Нижний	<i>Laymeriella regularis</i> D'Orb., <i>L. tardefurcata</i> D'Orb., <i>Parahoplites schrammeni</i> Jac., <i>Acanthoplites Jacobi</i> Coll., <i>Ac. notani</i> Seum.						
Аптский	Верхний	<i>Acanthoplites schmidtii</i> Jac., <i>Neoholites clava</i> Stoll.			Плотные глины, до мергелей, серые; внизу иногда листоватые глинистые сланцы 110 м	Темные неокомские глинистые сланцы 800 м Гильские пески (к западу выклиниваются). На востоке развиты от раннего готерива до раннего альба 10—80 м		
	Нижний	<i>Parahoplites deshayesi</i> Leum., <i>P. weissii</i> Nm., <i>Uhl., Leopoldia bodet</i> Коен.						
Барромский	Верхний	<i>Paracyloceras bidentatum</i> Коен., <i>Hemiterceras rude</i> Коен.			Плотные глины и мергели серые 50 м			
	Средний	<i>Crioceras sparsicosta</i> Коен., <i>Heteroceras denckmanni</i> Коен., <i>H. elegans</i> Коен.			Внизу: иногда листоватые глинистые сланцы			
	Нижний	<i>Crioceras fascicostatus</i> Коен., <i>Cr. rarocinctum</i> Коен., <i>Cr. strombecki</i> Коен.						
Готеривский	Верхний	<i>Neoceraspedites tenuis</i> Коен., <i>Crioceras seleyi</i> Nm., <i>Uhl., Cr. hildesense</i> Коен., <i>Cr. capricornu</i> Röm., <i>Cr. semicinctum</i> Röm., <i>Cr. capricornu</i> Röm., <i>Cr. torulosus</i> Röm.	Слои каприкорну		Плотные глины, до мергелей, иногда тонкопесчаные, серые; иногда банки глинистых известняков 160 м			
	Нижний	<i>Acanthodiscus bivirgatus</i> Brug., <i>Lyticoceras noricum</i> Röm.	Бивиргатовые Норикусовые					
Валажский	Верхний	4. <i>Astieria astieri</i> D'Orb. <i>Leopodia arnoldi</i> Pict., 3. <i>Dichotomites bichotomus</i> Leum. <i>Dichotomites bisectus</i> Коен., <i>D. terscissum</i> Коен. 2. <i>Polyptychites nucleus</i> Röm.	Астериевые Арнольдиевые Верхние дихотомитовые Средние дихотомитовые Нижние дихотомитовые Верхние полиптихитовые		Мергели, до плотных глин, песчаные. Песчанники, известковистые песчанники 60 м Локальная трансгрессия			
	Средний	2. <i>Polyptychites polyptychus</i> Keyserl. 1. <i>Platylenticeras heteropleurum</i> Nm., <i>Uhl., Pl. gerovii</i> D'Orb.	Нижние полиптихитовые Платилентицеровые			Валажский песчанник 15 м Валажский конгломерат и сланец 10 м		
Нижний валажский до берриса		Вельд-6 Вельд-5 Вельд-4 Вельд-3 Вельд-2 Вельд-1			Песчанники и плотные глины с остатками водорослей и углями 20—400 м	Вельд 200 м		
		Остракоды и споры	Серпулит («мальм-6»)		Серпулит Глины Мергели	Серпулит 100 м		Портланд (? эквивалент серпулита). Серые известняки, глины
		Мюндерский мергель (мальм-5в)		Мюндерский мергель	Мюндерский мергель	Мюндерский мергель		Мюндерский мергель

3. *Inoceramus lamarcki* Park.
2. *Inoceramus labiatus* Schloth.
1. *Actinocamax plenus* Blv.

Зоны 1 и 2 относят к нижнему турону, зону 3 — к среднему, а зоны 4 и 5 — к верхнему турону. Зона *Actinocamax plenus* часто отсутствует, и на большей части Нижне-Саксонского бассейна турон открывается зоной

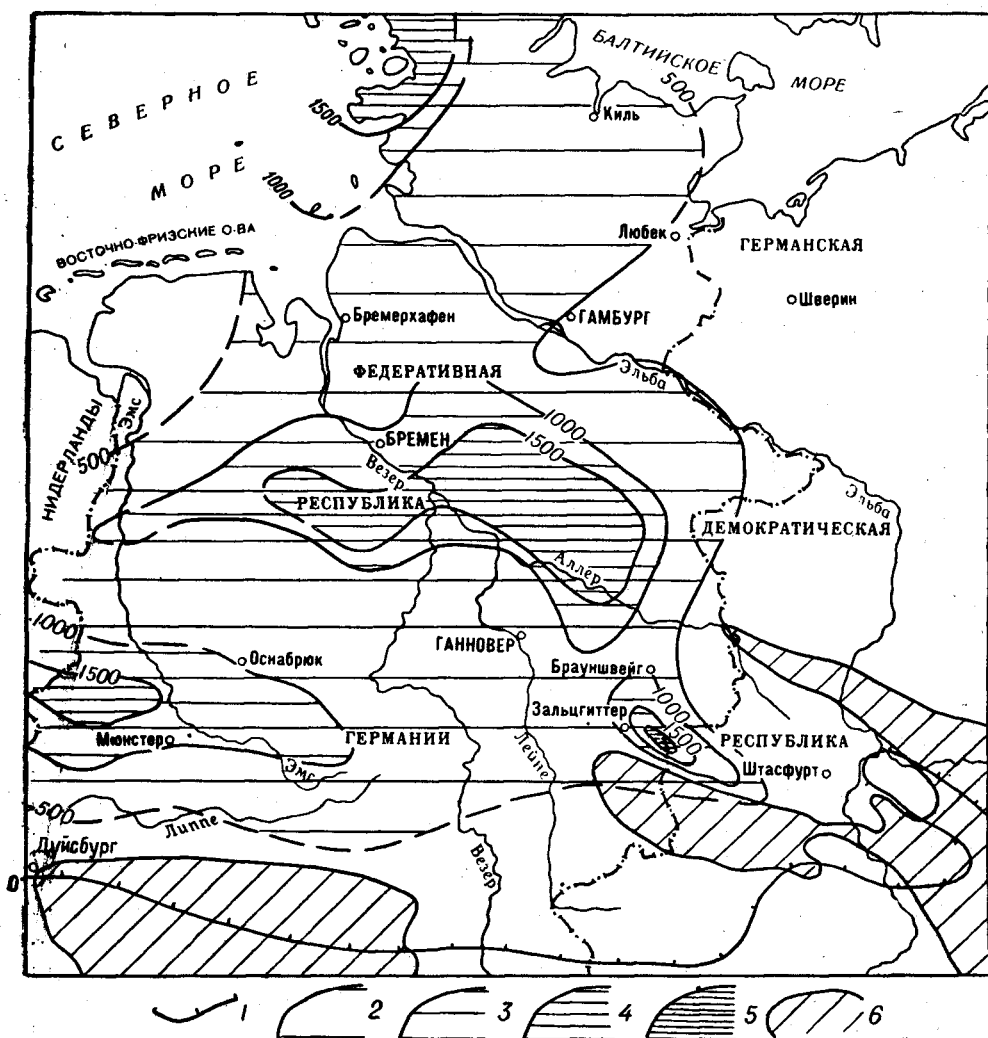


Рис. 16. Карта мощностей верхнемеловых отложений Северо-Германского бассейна [Г. Кёльбель, 1958; Г. Рихтер-Бернбург и В. Шотт, 1959].

1 — граница распространения верхнего мела; области с мощностью верхнего мела (в м): 2 — от 500 до 1000; 3 — от 1000 до 1500; 4 — от 1500 до 2000; 5 — свыше 2000; 6 — герцинские массивы.

Inoceramus labiatus, в которой встречаются темные сапропеленые прослои мощностью от нескольких сантиметров до 4 м. Мощность туронских отложений на севере ФРГ составляет 130—170 м.

Сенон. В составе сенонского надъяруса в Нижне-Саксонском бассейне содержатся все ярусы, начиная от коньякского и кончая маастрихтским. Однако литологические различия между ними, особенно в централь-

ных частях бассейна, слишком малы, и расчленение производится исключительно по палеонтологическим данным. В центральных частях бассейна сенон сложен толщей серых, светло- и зеленовато-серых мергелей с разнообразной фауной. Лишь в маастрихте появляются глауконитовые, песчанистые мергели и мергелистые песчаники. К маастрихту же относятся и «рейтброкские слои» — пористые слабо глауконитовые известняки, нефтеносные на соляных куполах Рейтброк и Мекельфельд.

К северу от Гарца, в крайней части бассейна, сенонские отложения приобретают прибрежный характер. Здесь преобладают мергелистые песчаники и чистые песчаники с пластами конгломератов. Нижнесантонские отложения здесь вообще отсутствуют, что объясняется воздействием ильзедской фазы. В западной части территории древнего «вала Помпецкого» сенон представлен в фации «песчого мела» — это мягкие белые известковистые мергели, почти без фауны, стратиграфический состав которых окончательно не выяснен. Возможно, что в состав песчого мела входят все сенонские ярусы. Помимо общепринятого расчленения (коньяк, сантон, кампан, маастрихт), немецкие авторы расчленяют сенон на эмшер, гранулятовый, квадратный, мукронатовый сенон и маастрихт. Датский ярус в Нижне-Саксонском бассейне достоверно не установлен. Возможно, что к нему относится толща континентальных отложений, залегающих с перерывом на кампанских мергелях Субгерцинского бассейна. Распределение мощностей верхнемеловых отложений показано на рис. 16.

ПАЛЕОГЕН И НЕОГЕН

В начале палеогена палеогеографические условия слабо изменились по сравнению с концом верхнего мела. Но уже к концу палеоцена море сильно обмелело и представляло собой обширный залив Парижско-Лондонского

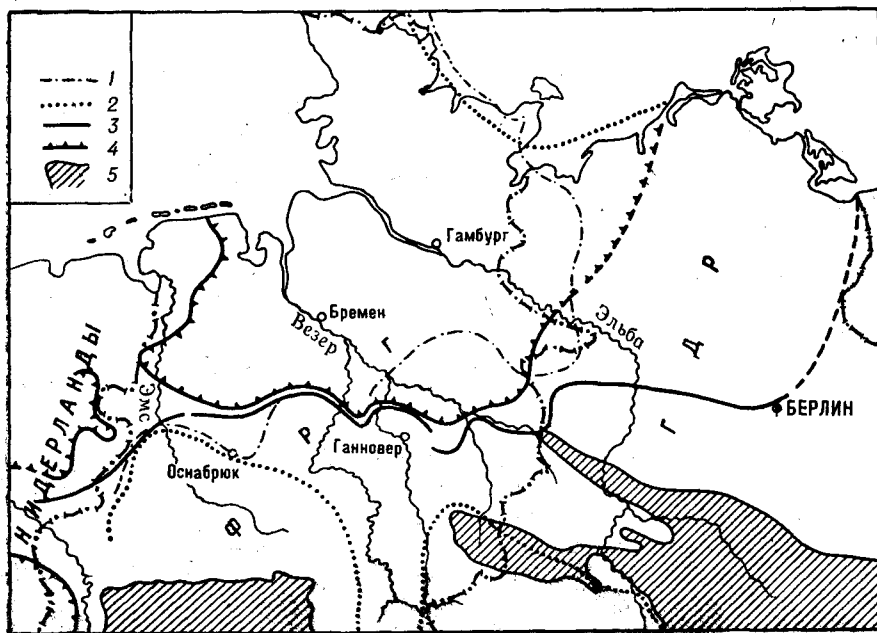


Рис. 17. Палеогеографическая схема Северо-Германского бассейна (палеоцен — миоцен) [Ф. Бетгенштедт, 1949].

Границы распространения морей: 1 — миоценового; 2 — олигоценового; 3 — эоценового; 4 — палеоценового; 5 — герцинские массивы.

бассейна, соединение с которым происходило через территорию современной Бельгии. В эоцене море простиралось от Голландии через Нижне-Саксонский бассейн и Данию до устья Одера, а в конце эоцена залило Субгерцинский бассейн (здесь в соответствующих отложениях залегают крупные месторождения бурых углей). В начале олигоцена произошла крупная трансгрессия, распространившаяся со стороны Атлантического океана. Море заняло территорию Нижне-Саксонского бассейна, район Рейнского грабена и проникло через Балтийский пролив в Восточную Европу. К концу олигоцена море значительно сократилось, связь Нижне-Саксонского района с Рейнским грабеном прервалась.

В неогене море сузилось почти до краевых районов современного Северного моря. В аквитане (ранний миоцен) устье Эльбы, Шлезвиг-Гольштейн и Ютландия были еще залиты морем. В гельветское время (средний миоцен) море покрывало еще западную часть Ютландии и всю Голландию. Позже регрессия продолжалась, и Северное море приняло современные очертания.

В составе морских третичных отложений севера ФРГ выделяют палеоценовые, эоценовые, олигоценовые и миоценовые отложения. Расчленение производится главным образом при помощи микрофауны, так как макрофауна встречается редко. Описываемые ниже ярусы в разных районах подразделяются и более дробно. Сопоставление с ярусами западноевропейской шкалы, в силу недостаточной изученности третичных отложений территории ГДР и ФРГ, не во всех случаях одинаково достоверно. Границы распространения третичного моря в разные периоды показаны на рис. 17.

Палеоцен

Отложения палеоцена (ланденский ярус) трансгрессивно залегают на верхнемеловых (маастрихтских) толщах. Базальный конгломерат содержит гальки зеленоцветных эффузивов и обломки верхнемеловых пород. Выше в краевых частях бассейна залегают глауконитовые пески с прослоями галечников, а в центральных частях — темно-серые и черные пиритизированные глины, сменяющиеся вверх по разрезу серыми и зеленовато-серыми плотными глинами. В палеоценовых отложениях широко распространены бентонные известковые фораминиферы, что говорит о мелководном характере моря. На большей части Остфрисланда осадки палеоцена не отлагались. Восточнее их мощность составляет несколько метров, а в центральных частях бассейна возрастает до 100—150 м.

Эоцен

Нижний эоцен-1. Расчленение палеогена на территории ГДР и ФРГ несколько отличается от общепринятой международной шкалы (см. табл. 5).

Таким образом, нижний эоцен-1 соответствует низам ипрского яруса. В это время море расширилось, поэтому отложения нижнего эоцена-1 в центральных частях бассейна залегают согласно на палеоценовых, а в краевой зоне и за границей распространения палеоцена трансгрессивно перекрывают мезозойские толщи разного возраста — от маастрихта до вельда. В холодноводном глубоком бассейне отлагались плотные слабо песчанистые глины, местами с прослоями волокнистых известняков и гипса. Повсеместно развиты туффиты: в краевых районах — по всему разрезу, в центре — лишь в верхней половине. В нижнем эоцене-1 встречаются гальки и пласты сидерита. Редкая фауна известна лишь в 6—8-метровом горизонте, залегающем непосредственно над базальными пластами. Из

Схема расчленения палеогена

Север ФРГ		Международная шкала	
		Ледский ярус	Верхний эоцен
Верхний эоцен	Верхний Средний Нижний	Баргонский	
		Лютетский ярус	
Нижний эоцен-4	Верхний Нижний	Лютетский или ипрский ярус?	
Нижний эоцен-3	Верхний Нижний	Ипрский ярус	Нижний эоцен
Нижний эоцен-2			
Нижний эоцен-1			

микрофауны встречаются преимущественно песчаные фораминиферы, а также диатомеи, редкие радиолярии и известковистые фораминиферы. Мощность нижнего эоцена-1 колеблется от 30—35 м в краевых зонах до 150 м в центральных частях бассейна.

Нижний эоцен-2. В это время размеры бассейна сильно сократились. Повсеместно распространен песчаный базальный горизонт, выше которого залегают зеленовато-серые тонкопесчаные глины с пропластками песка. В нижней половине встречаются туффиты. Мощности яруса возрастают к центру бассейна до 75—80 м.

Нижний эоцен-3. Здесь развиты почти известковистые тонкопесчаные глины, отлагавшиеся в условиях спокойного моря со средней температурой воды. В северной части бассейна встречаются фации «лондонских глин» красноватого цвета, сменяющиеся к югу и к востоку обычными зеленовато-серыми песчано-глауконитовыми глинами. В центральных частях бассейна мощности яруса доходят до 200 м.

Нижний эоцен-4. Эти отложения соответствуют, по-видимому, самым верхам ипрского яруса, а также нижней части лютетского яруса. В нижнем эоцене-4 в условиях теплого спокойного моря отлагались зеленовато-серые мягкие чистые глины с редкими прослоями тонкозернистого песка, свидетельствующими о незакономерных течениях. Отдельные пласты песчаников окремнены. В породах часто отмечаются рыбные остатки, спикулы кремневых губок. Верхняя часть разреза бедна микрофауной, в нижней части встречаются известковистые фораминиферы. Мощность нижнего эоцена-4 в центральных частях бассейна достигает 250 м.

Верхний эоцен. Верхний эоцен северо-запада описываемой территории включает верхнюю половину лютетского яруса, баргонский ярус и, по всей вероятности, ледский ярус. Таким образом, он соответствует верхней части среднего эоцена и верхнему эоцену международной шкалы. В это время отмечается усиление положительных движений на куполах, отдельные из которых образовали отмели и острова. На ряде куполов верхний эоцен ложится прямо на кепрок (Золинген, Шпретце,

Гарсфельд и др.). Нижняя и верхняя части яруса сложены глинами с большим количеством планктона, в средней части преобладают песчаники и известняки. В основании, особенно в краевых частях, залегают пласты и гальки фосфоритов. Отложения достигают мощности 150—200 м и содержат довольно многочисленную фауну (колонии мшанок, спикули губок, отдельные *Pecten*, *Pectunculus*, *Natica*, *Ostrea* и др.).

Олигоцен

Нижний олигоцен. Нижнеолигоценовые отложения представлены зеленовато-серыми и коричневатыми глинистыми известковистыми песками с большим количеством глауконита. Сюда же относятся и грубые, пестроцветные, с гальками нейенгаммерские газоносные пески Рейтброка. В краевых частях нижнеолигоценового разреза довольно много микро- и макрофауны, очень редкой в центральной области. Характер песчаных

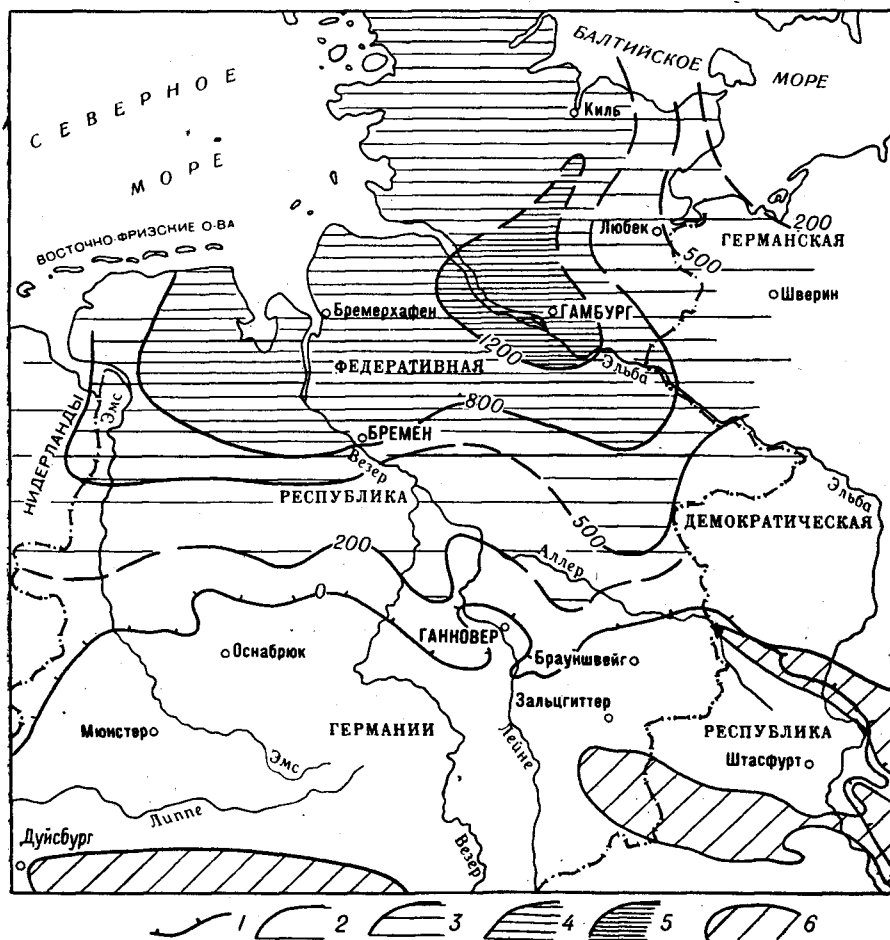


Рис. 18. Карта мощностей третичных отложений Северо-Германского бассейна [Г. Кёльбель, 1958; Г. Рихтер-Бервбург и В. Шотт, 1959].

1 — граница распространения третичных отложений; 2 — области с мощностью третичных отложений 200—500 м; 3 — области с мощностью третичных отложений 500—800 м; 4 — области с мощностью третичных отложений 800—1200 м; 5 — области с мощностью третичных отложений свыше 1200 м; 6 — герцинские массивы.

образований нижнего олигоцена, как и вообще в неогене, говорит о постоянном подъеме Фенно-Скандии. Мощность нижнего олигоцена (латторфский ярус) достигает 80 м. На некоторых участках он размыт миоценовой трансгрессией.

Средний олигоцен. Море среднего олигоцена (рупельского яруса), как и в нижнем олигоцене, соединялось через Гессенский пролив с районом Верхне-Рейнского грабена. В основании повсеместно развит песчаный горизонт, выше которого в центральных частях бассейна залегают чистые глины и глинистые мергели, местами с большим количеством пирита. В южной краевой зоне появляется большое количество глауконитового песка. Мощность рупельских отложений достигает 150 м.

Верхний олигоцен. Эти отложения, соответствующие хаттскому ярусу и, по-видимому, низам аквитанского яруса, во многих местах нацело уничтожены последующей трансгрессией. Разрез сходен с нижним олигоценом: серо-зеленые, коричневатые, глинистые, иногда слабо известковистые тонкозернистые пески, однако с большим количеством глауконита. Центральная часть бассейна бедна ископаемыми, а в краевых зонах встречается довольно богатая макро- и микрофауна. Существовавшая в среднем олигоцене связь с областью Рейнского грабена в верхнем олигоцене прекратилась. Сохранившиеся от размыва мощности верхнего олигоцена достигают 75 м.

Миоцен

Отложения миоцена соответствуют верхней части аквитана, бурдигальскому и сарматскому ярусам. Море миоцена характеризовалось ступенчатой регрессией, однако в среднем миоцене оно еще имело размеры нижнеоценового моря. В условиях непрерывной смены опресненно-морского, лагунного, речного и континентального режимов возникали известковистые, иногда грубозернистые глинистые кварцевые песчаники, иногда тонкозернистые глауконитовые песчаники, а также черные пиритизированные и коричневые слюдистые глины. Местами в песках — тонкие прослой бурых углей. В миоцене отмечаются довольно интенсивные подъемы на куполах (миоцен размывает все нижележащие толщи и залегают на верхнемеловых отложениях). Вследствие крупных погружений в Шлезвиг-Гольштейне подошва миоцена располагается на глубине до 1400 м. Характер распределения мощностей третичных отложений отражен на рис. 18.

ГЛАВА II

ТЕКТОНИКА СЕВЕРО-ГЕРМАНСКОЙ ВПАДИНЫ

В этой главе описывается положение Северо-Германского бассейна в структуре Центральной Европы и тектоническая зональность области герцинской складчатости, к северу от которой в конце палеозоя был заложен этот бассейн. Затем дается краткая характеристика крупных тектонических глыб, образующих фундамент впадины. После этого приводятся сведения о строении Польско-Восточно-Германского и Западно-Германского бассейна. Более подробно охарактеризован Ганноверский бассейн, представляющий собой наиболее интересную в отношении нефтеносности часть Нижне-Саксонского бассейна: перечислены тектонические фазы, проявившиеся здесь в мезозое и послужившие причиной образования куполов; описаны блоки, расположенные в фундаменте Ганноверского бассейна, и структурные формы, возникшие в результате движений этих блоков. Подробнее описаны соляно-тектонические формы, в частности, соляные купола, тектоническая зональность, которая контролирует их распределение, характер роста, время и причины возникновения.

Между Восточно-Европейской и Африканской платформами к началу палеозойской эры существовала геосинклиналиная область, обнимавшая Центральную и Южную Европу и северное побережье Африки. В северной, скандинавской зоне этой геосинклинали впоследствии важнейшее значение имела каледонская складчатость. В южной, атлантической, зоне главную роль играли герцинская и альпийская складчатости. В южной зоне европейской геосинклинали альпинотипная тектоника проявлялась почти до настоящего времени. В северной зоне, как и вообще по периферии Скандинавии, она прекратилась с окончанием каледонской складчатости, уступив в дальнейшем место в основном германотипному развитию. Исследования показывают, что область, причленившаяся вследствие каледонской и герцинской складчатостей с юго-запада к Балтийскому щиту, на протяжении всей истории своего развития проявляла преимущественную тенденцию к погружению. Следствием этого явилось накопление осадочных толщ, мощность которых, начиная с перми, т. е. с начала платформенного этапа развития района, составляет до 8000 м [фон Гертнер, 1964].

Материалы, характеризующие каледонский, а тем более докембрийский этапы развития области Северо-Германского бассейна, крайне скудны, так как там соответствующие породы скрыты под мощной толщей более молодых отложений. Об истории района в этот период можно судить по нижнепалеозойским отложениям фрагментов каледонских гор герцинской зоны Европы (Брабантский массив Бельгии, Западные Судеты в Чехословакии). В это время область претерпевала процесс геосинклиналиного развития с накоплением мощных толщ кембрия и силура.

В геосинклинальной области Южной Англии (Уэльс) кембрийские отложения представлены конгломератами, песчаниками, сланцами и известняками с фауной; мощность кембрийских толщ достигает 3000 м. Кембро-силурийские и кембрийские отложения других мест Центральной Европы (например, Арденн) достигают мощности 2000 м и более. Как правило, между кембрием и силуром не отмечаются несогласия (за исключением района Баррандова палеозоя в Чешском массиве, где установлено проявление раннекаледонских движений).

Силурийское море было распространено в Северной и Средней Европе. Возможно что разграничение этих двух провинций было обусловлено наличием между ними суши («порог» или «вал Помпецкого»). В конце силура в Европе произошла главная фаза каледонской складчатости — новокаледонская. Складчатость распространилась на большую часть Ирландии и Англии, Скандинавские горы, а также Арденны, Рейнские сланцевые горы, Гарц и северные отроги Чешского массива. Образовавшиеся вследствие складчатости горные цепи присоединились к обширному северо-атлантическому континенту, возникшему в результате докембрийской складчатости и включавшему, в частности, территорию современного Балтийского щита.

Всю каледонскую геосинклинальную область Европы можно разделить на три обширные зоны. Северная зона — Англия, Скандинавия, ГДР и северная часть ФРГ — впоследствии почти не были затронуты складчатостью (форланд на рис. 19). В этом районе каледонской горной цепи девон залегает почти горизонтально и представлен, в основном, континентальными фациями древнего красного песчаника. В центральной зоне — Корнуэлл, Арденны, Рейнские сланцевые горы, Гарц и Тюрингия (Рено-Герцинская и Саксо-Тюрингская зоны на рис. 19) — в конце карбона произошла герцинская складчатость, сильно переработавшая каледонскую структуру. Герцинской складчатости здесь предшествовала фаза геосинклинального развития. Девон представлен в морских фациях и имеет большую мощность [Бубнов, 1936].

К югу от области распространения каледонской складчатости расположена область, в которой основной складчатостью является герцинская (за исключением обособленных массивов докембрийской складчатости, переработанных затем герцинскими движениями). Это южная часть герцинской горной цепи (Молданубская зона на рис. 19). К югу от нее расположена область, в которой главной складчатостью является альпийская (альпийская горная цепь на рис. 19). Девон южной зоны часто метаморфизован и всегда смят в складки. В отличие от девона центральной зоны, носящего следы близости северного красного континента — присутствие песчаных фаций, — девон южной зоны представлен морскими глинистыми осадками.

Таким образом, после новокаледонской фазы территория Северо-Германского бассейна частично входила в состав древнего красного материка, а частично была залита его эпиконтинентальными морями.

Южнее, в районе будущих герцинских гор Европы, у южной окраины каледонских гор — древнего красного материка — продолжалось геосинклинальное развитие, завершившееся впоследствии герцинским горообразованием. Девонские отложения древнего Средиземного моря имеют здесь очень высокие мощности.

Как уже указывалось, герцинская складчатость Европы охватила не только районы, в которых каледонские фазы, как правило, проявлялись слабо, но и южную область каледонид. К настоящему времени от герцинских гор Европы остались лишь отдельные массивы, залегающие между мезозойскими плитами. Несмотря на это, в герцинской цепи удалось

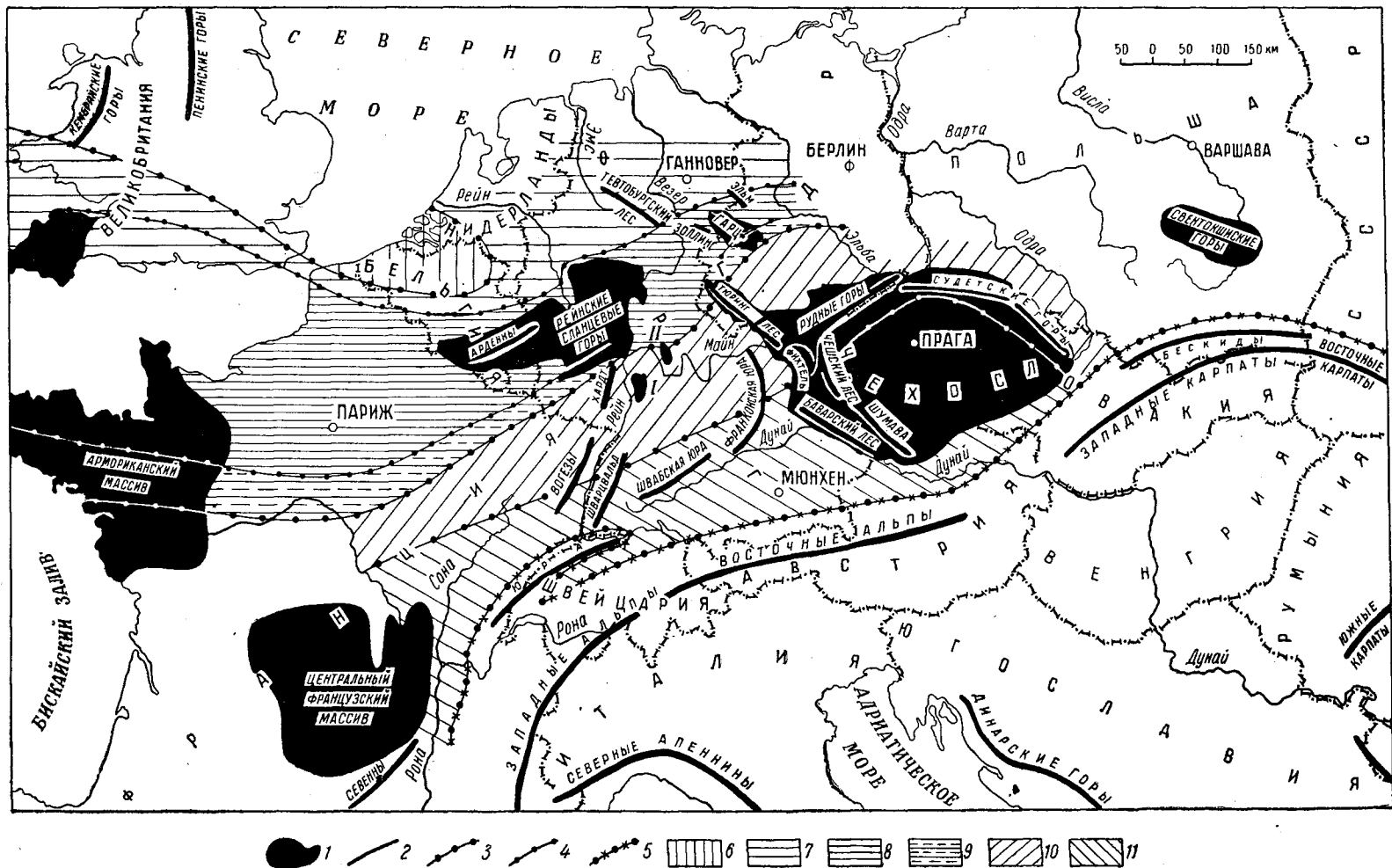


Рис. 19. Тектоническая зональность герцинид Центральной и Западной Европы (по С. Бубнову, 1960).

1 — герцинические массивы; (I — Оденвальд; II — Шпессарт); 2 — горные хребты; 3 — границы зон герцинической складчатости; 4 — границы подзон Рено-Герцинической зоны; 5 — северная граница альпийской складчатости; 6 — форланд герцинической складчатой области; 7 — Северная подзона Рено-Герцинической зоны; 8 — Центральная подзона; 9 — Южная подзона; 10 — Саксо-Тюрингическая зона; 11 — Молданубийская зона.

выделить две дуги — восточную, герцинскую в узком смысле, и западную — армориканскую (Э. Зюсс, С. Бубнов и др.). В состав первой входят: Судеты, Чешский массив, Саксо-Тюрингские горы, Гарц, Рейнские сланцевые горы с Арденнами, Шварцвальд, Вогезы, восточная часть Центрального Французского массива. Ко второй относят западную часть Центрального Французского массива, Бретань, Нормандию, Корнуэлл и Южную Ирландию. Вне этих двух дуг, по-видимому, располагается третья, неполоно развитая дуга, объединяющая Польское среднегорье (Лысая Гора) и Восточные Судеты (рис. 19). Помимо деления на дуги существует подразделение герцинских гор на зоны вкрест простирания, т. е. с севера на юг (рис. 19).

Северная зона — передовой прогиб герцинской складчатой страны с налегающим на него краевым бассейном. Прогиб сложен новокаледонскими складками, обнажающимися в Брабантском массиве (Бельгия), а на востоке перекрытыми более молодыми отложениями. В намюрское и вестфальское время эта зона, входящая в состав древнего красного материка, глубоко погрузилась. Здесь произошло образование молассовых толщ мощностью до 6000 м. Обломочный материал приносился с севера. Наибольшее погружение приходится на южную часть молассового бассейна; здесь же отлагались и наиболее грубые осадки — конгломераты и грубозернистые песчаники, сменяющиеся к северу чередованием более мелкозернистых песчаников, глин и углей (фашии кульма). Близ северной границы краевого бассейна карбона (эта граница проходит под Северным морем и далее на запад — в Шотландии) отмечены пресноводные известняки. Ось бассейна со временем смещалась к северу. Западная часть краевой впадины сильно нарушена (сложная складчатость, сбросы, надвиги). Восточнее Рейна во время герцинского горообразования преобладало погружение — к северу складчатость ослабевает, и палеозойские толщи скрываются под горизонтальными отложениями верхнего этажа. Складчатость краевого прогиба имеет, видимо, заальский возраст [фон Гертнер, 1964].

Южнее располагается Рено-Герцинская зона, хорошо представленная в Рейнских сланцевых горах и в Гарце. Западное продолжение зоны наблюдается в Уэльсе и Бретани. В девонское время на площади Рено-Герцинской зоны, у южной окраины древнего красного материка существовала геосинклиналь, в которой отлагались мощные толщи девона и нижнего карбона (максимальные мощности девона достигают здесь 9000 м, нижнего карбона — 1000 м). В верхнем девоне усиливаются дифференциальные движения земной коры, приводящие к интенсивному вулканизму, к отложению мощных туфовых толщ и сильной фашиальной изменчивости. То же самое, но в еще большей степени, сохраняется и в нижнем карбоне (турне — визе). Отложения нижнего карбона повсеместно выражены в кульмской орогенной фашии. Рено-Герцинская зона разделяется на ряд очень сложно построенных тектонических подзон, в которых удается проследить миграцию фаз складчатости к периферии геосинклинали [Бубнов, 1936, 1960].

В южной подзоне (Бретань, Хунсрюк-Таунус в южной части Рейнских сланцевых гор, южная часть Гарца) отмечается уже бретонская фаза, т. е. верхнедевонская или ранне-нижнекарбонная.

Средняя подзона включает ряд древних устойчивых ядер (Нормандия, Рокруа и Вени в Арденнах, Зигерландская глыба на северо-востоке Рейнских сланцевых гор, северная часть Гарца), разделенных областями синклинорий. Здесь основные складчатые движения начинаются с судетской фазы.

В северной подзоне, переходной к краевому прогибу герцинской складчатости, проявляется астурийская фаза (послевестфальская). Интенсивность ее незначительна и отчетливо затухает к северу.

Все вышеуказанные складчатые движения привели, особенно на юге, к интенсивному складкообразованию, кливажу, образованию чешуй и сопровождалось метаморфизмом. Особенно сильно он проявился в южной части Рено-Герцинской зоны (на юге Рейнских сланцевых гор и на юго-востоке Гарца). Южнее Рено-Герцинской зоны выделяется Саксо-Тюрингская зона, которую удается проследить от Судет до северо-западной части центрального плато Франции. Здесь отмечено проявление новокаледонской складчатости на всей площади зоны. Вследствие складчатости и метаморфизма на территории зоны уже на каледонском или даже на более ранних этапах возник ряд массивов, которые в процессе последующих орогенезов не образовывали настоящих складок: возникали чешуи, разломы, происходил интенсивный контактовый метаморфизм. Таковы Совьи горы, Мюнхбергский массив, центральная часть предгорья Спессарта, Пихтовые горы, Исполиновые, Орлиные и Снежные горы. После каледонского подъема в среднем и позднем девоне снова началась трансгрессия, продолжавшаяся и в раннем карбоне. Море наступало с севера, но не охватило всю территорию зоны. Так, Рудные, Исполиновые, Снежные и Пихтовые горы оставались сушей.

В позднем карбоне (стефанский век) и ранней перми произошло образование межгорных впадин, связанных с древними ослабленными зонами (Внутрисудетской мульды, бассейнов Саарского и Рудных гор и др.). В них накапливались типичные молассовые осадки. Главная тектоническая фаза в Саксо-Тюрингской зоне — судетская. Отмечается также проявление заальской фазы. Саксо-Тюрингскую зону удается вкрест простираения расчленить на ряд метаморфических и неметаморфических подзон. Южнее Саксо-Тюрингской зоны расположен центральный герцинский массив, или Молданубская зона. По Космату (1927), она тянется через всю Европу до Центрального плато Франции и включает Вогезы, Шварцвальд, Чешский лес, Баварский лес, плато Шумава, древнепалеозойские Баррандовы горы и т. д. Однако продолжение этой зоны к западу от Шварцвальда спорно [фон Гертнер, 1964]. Породы этой зоны — катагнейсы, представляющие собой докембрийские осадки, метаморфизованные и складчатые уже в догерцинское время. На протяжении каледонского цикла здесь не проявлялась складчатость. Происходили колебательные движения, приведшие к образованию обширных мульд и антиклиналей. Антиклинали затем разрушались в течение девона, пока на обнажались их гнейсовые ядра. Гнейсы эти прорваны более молодыми герцинскими гранитами. Герцинский орогенез (бретонская и судетская фазы) выразился в разломах и надвигах, в образовании чешуй и магматизме. Альпинотипные формы при этом возникли лишь в северо-западной, северо-восточной и восточной краевых частях Чешского массива [Зоубек, Машка, 1964].

Как правило, в Молданубской зоне нижнепалеозойские толщи размыты, и почти не деформированный верхний девон ложится на древние кристаллические породы. Исключение составляет Пражская брахигеосинклиналь (так называемый Баррандов палеозой) с мощным разрезом протерозоя, кембрия, ордовика, силура и девона (общая мощность палеозоя до 4500 м). Область Баррандова палеозоя стабилизировалась в ассинтскую фазу, новокаледонская складчатость не проявлялась, герцинская тектоника выразилась лишь в слабом смятии и в двухсторонних надвигах на края бассейна. На юге Молданубская зона погружается под альпийские сооружения.

Вся зона герцинской складчатости Европы разбита рядом крупнейших нарушений древнего заложения (рис. 20). На западе преобладают нарушения верхнерейнского (ВСВ), а на востоке герцинского (СЗ) напра-

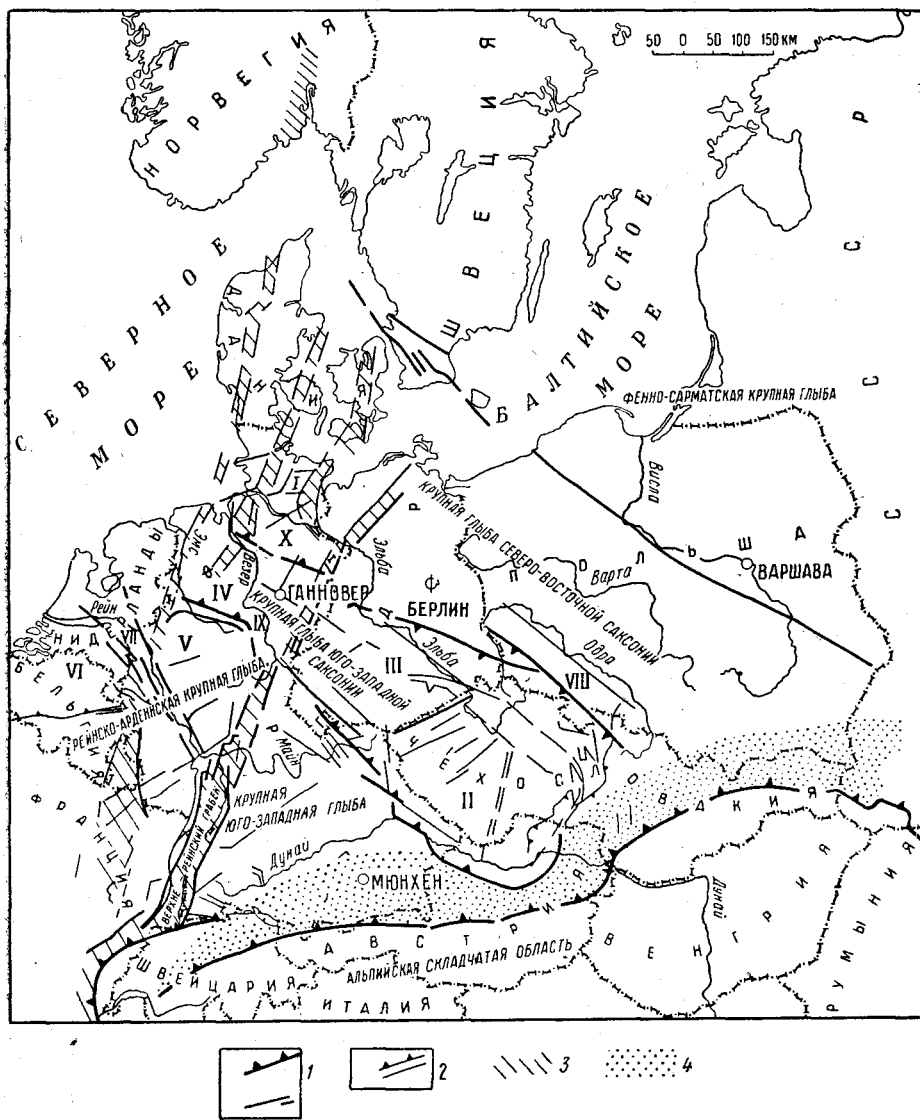


Рис. 20. Крупные глыбы Центральной Европы (Р. фон Цервергер, 1948; В. Карле, 1950; Э. Фойгт, 1954; П. Дорц, 1960).

1 — зоны нарушений — границы глыб фундамента: вверх — надвиг; вниз — сбросы; 2 — крупные тектонические нарушения внутри глыб фундамента: вверх — надвиг; вниз — сбросы; 3 — области рейнских зон растяжения (Средиземноморско-Мьезенская зона); 4 — области передового прогиба альпийской складчатости. Глыбы второго порядка, входящие в состав крупных глыб: I — Гольштейнская; II — Чешская; III — Средне-Германская; IV — Нижне-Саксонская; V — Восточно-Рейнская; VI — Арденно-Западно-Рейнская; VII — Нижне-Рейнская; VIII — Лужичная зона надвигов; IX — Вестфальская зона надвигов; X — Нижне-Саксонская зона надвигов.

влений. Иногда по этим нарушениям наблюдаются горизонтальные сдвиги с амплитудой до нескольких десятков километров.

В результате герцинской складчатости начался подъем горных цепей на всей территории Центральной Европы. Одновременно развивалось

погружение герцинского передового прогиба (Северо-Германский прогиб), приведшее к возникновению Северо-Германского бассейна (рис. 21). По мере эрозии герцинских гор исчезали барьеры между отдельными бассейнами, бассейны заполнялись осадками и соединялись друг с другом.

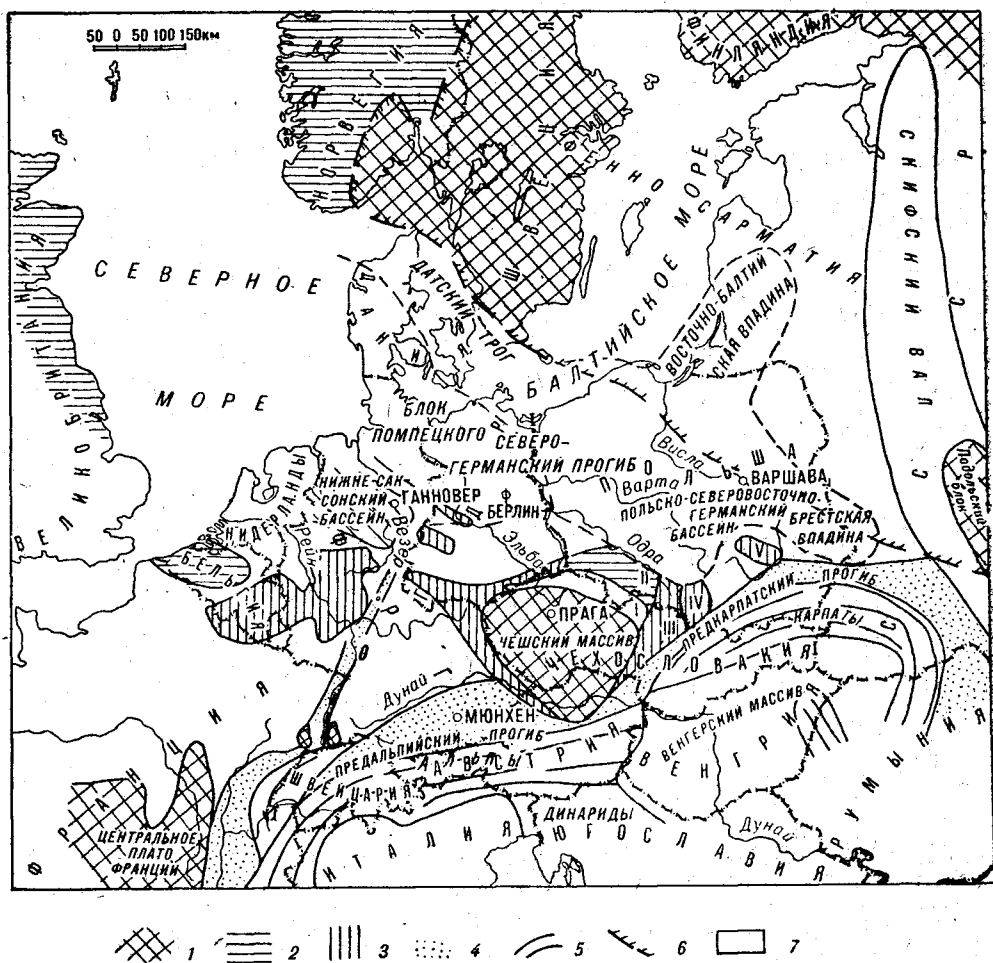


Рис. 21. Северо-Германский бассейн в структуре Европы (П. Дорн, 1960 по А. Архангельскому, Д. Соболеву, С. Бубнову).

1 — выходы докембрийского фундамента; 2 — выходы каледонского фундамента; 3 — выходы герцинского фундамента; 4 — зоны погружения Рейнского грабена и предальпийского прогиба; 5 — Альпийские складчатые сооружения; 6 — юго-западный край Фенносарматии (Русской платформы); 7 — области шельфа. I — Чешский меловой бассейн; II — З. Сулеты; III — В. Сулеты; IV — В. Силезский бассейн; V — Польское среднегорье.

Возник единый Саксонский бассейн. В нижней перми здесь господствовал преимущественно режим пустынь и происходило отложение континентальных красноцветов (красный лежень) (рис. 3). В верхней перми в пониженных участках пустынь возникли бассейны, в которых происходило накопление мощных соленосных толщ цехштейна (рис. 22). В триасе (рис. 23) произошел переход к режиму эпиконтинентальных морей, которые, как правило, не заливали древние герцинские массивы. Массивы образовывали невысокие острова, и море охватывало только их прибрежные части. Эти

древние массивы в продолжение всей истории Северо-Германского бассейна служили его южным ограничением.

Таким образом, к окончанию герцинской складчатости, севернее полосы герцинских горных сооружений, простиралась обширная депрес-

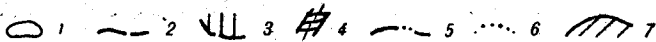
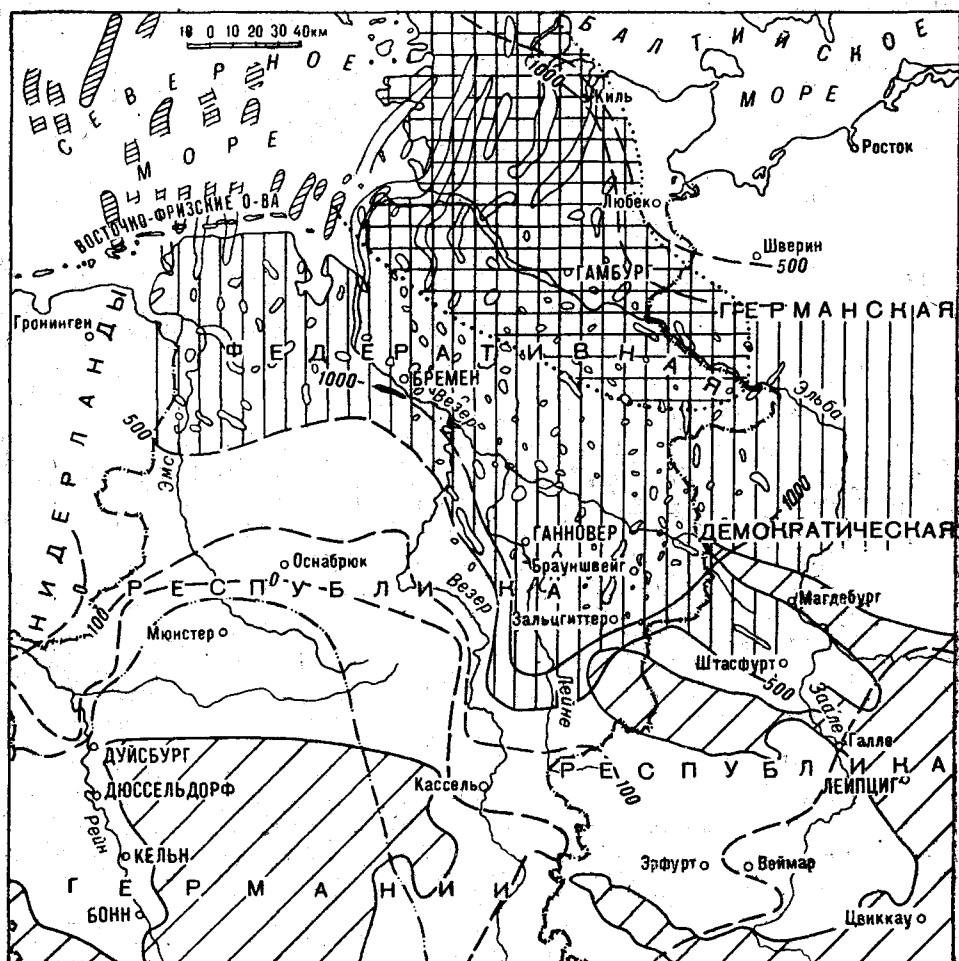


Рис. 22. Карта мощностей соленосного пещштейна [Г. фон Гертнер, 1964; Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959; Ф. Хейдори, 1949].

1 — соляные купола (морские купола заштрихованы); 2 — линии равных мощностей соли пещштейна; 3 — области с мощностью соли свыше 500 м; 4 — области распространения соли «красного лежня»; 5 — граница распространения морского пещштейна; 6 — граница распространения соли красного лежня; 7 — герцинские массивы.

сионная зона. Эта зона — Северо-Германский, или Польско-Германский прогиб — простирается от устья Рейна и Средней Англии до Белорусской антеклизы Русской платформы («скифского вала» Бубнова) (рис. 21). Молодая энигерцинская платформа, на которой уже в перми развивался Польско-Германский прогиб, имеет сложное строение. В состав ее складчатого фундамента входят разновозрастные участки — декабрьские,

с неустановленным возрастом фундамента. В «Объяснительной записке» к карте отражены различные точки зрения, существующие на этот счет.

Впервые граница Восточно-Европейской платформы и каледонид была намечена в 1910 г. А. Торнквистом, который проводил ее от юго-западной оконечности Скандинавского полуострова через район Шонена на самом юге Скандинавии, через о. Борнхольм по прямой линии до северо-западного окончания Свентокшжих гор (так называемая «линия Торнквиста»). Позже Г. Штилле передвинул северную часть этой границы к юго-западу. Он проводил ее вдоль зоны Поморско-Куявских дислокаций Польши, через устье Одера и северную часть Ютландии, считая, что границы каледонид Польско-Германского бассейна приблизительно совпадают с границами цехштейнового бассейна в зоне его типичного развития (т. е. без его восточной части, налегающей на Русскую плиту за «линией Торнквиста», и без его южного выступа в районе Гессена и Тюрингии) [Stille, 1949].

Существует также точка зрения Е. Бейли (1928), который на основании распространения в центре Англии архейских (?) пород, не участвовавших в каледонской складчатости, относил Центральную Англию также еще к Русской платформе. Г. Кёльбель [Kö]bel, 1959] также считает, что южная граница докембрийской платформы расположена южнее устьев рек Эльбы, Везера и Эмса. Однако в настоящее время Г. Кёльбель проводит внешний край каледонид снова вдоль «линии Торнквиста», лишь несколько к юго-западу от нее; однако перед Шоненом эта граница поворачивает на запад, проходит через южную оконечность о. Зеланд, западную оконечность о. Фальстер и восточную — о. Лоланн, сворачивает к юго-востоку, огибает Восточно-Эльбский массив и соединяется с прежней границей несколько восточнее впадения р. Заале в Эльбу (Г. Кёльбель, Г. Зноско, 1964). Основанием для такого проведения границы служит следующее.

Ряд скважин, пробуренных на юге Скандинавского полуострова, на островах Датского архипелага и в Дании, на небольших глубинах (1,5—2 км) вскрыл кристаллические и метаморфические породы, несомненно принадлежащие докембрийскому фундаменту, или пологозалегающие осадочные породы докембрия или нижнего палеозоя (скважины Фредериксхавн-В-1, Арнум-1, Гламсбьерг-1, Ринге-1, Сведала, Слагельс). Кроме того, интенсивные положительные гравитационные и магнитные аномалии, связанные с железистыми гнейсами Южной Швеции, продолжают к югу на территорию ФРГ и ГДР. Наконец, о значительном продолжении докембрийской Фенно-Скандинавской платформы к югу от «линии Торнквиста» свидетельствуют и палеогеографические данные (галыки древних кристаллических пород, установленные скважинами в палеозойских отложениях, и т. д. [Кёльбель, 1958, 1964]). Выступ каледонид к северо-западу, захватывающий острова Зеланд, Фальстер и Лоланн, рисуется в связи с данными бурения скважины Аркона на о. Рюген, в которой установлено интенсивное проявление палеозойской, скорее всего, каледонской складчатости (углы падения в нижней части ордовика — до 50° и даже до 90°) [Кёльбель, 1964]. Прямой связи каледонид Норвегии и Судет, по всей вероятности, не существует: скважина Слагельс в 50 км к юго-западу от Копенгагена вскрыла под слабо наклоненными отложениями перми всего лишь 350-метровую толщу силура, ордовика (?) и кембрия, наклоненную под углом до 20° [Кёльбель, 1964]. Таким образом, о. Зеланд расположен еще на площади с докембрийским фундаментом. Однако по данным скважин Вик и Ломе (расположенных в 8 км к югу от скважины Аркона), в которых вскрыты горизонтально залегающие мощные толщи нижнего и среднего карбона, а также судя по характеру

самых ордовикских сланцев из скважины Аркона, совершенно не метаморфизованных, размокающих в воде и содержащих прекрасной сохранности грантолитовую фауну, создается впечатление об отсутствии здесь проявленной каледонской складчатости. Высказываются предположения о наличии здесь зоны разломов, в связи с которой и наблюдается смятие в породах ордовика.

Обнажения каледонских сооружений известны в Брабантском массиве, в Судетах и Свентокшижских горах. Зона каледонид была превращена в передовой прогиб герцинской складчатости и значительно переработана ею, в особенности в Свентокшижских горах (Польское Среднегорье). К югу от полосы каледонид расположена территория, на которой главную роль играла герцинская складчатость. Несмотря на различный возраст отдельных частей фундамента, Польско-Германский прогиб, по крайней мере, с конца палеозоя, а может быть, и с докембрия [Stille, 1949] до настоящего времени является единым структурным элементом, связывающим запад и восток Европы.

Развитие мезозойской, или саксонской структуры прогиба характеризуется единым планом. Основными факторами этого развития были: погружение участка эпигерцинской платформы, заключенного между герцинскими цепями на юге и Русской платформой на севере и северо-востоке; дифференциальные движения крупных глыб земной коры, протекавшие в мезозое и кайнозое на фоне общего погружения.*

Альпийской складчатости, имевшей место в мезозое и кайнозое в средиземноморской зоне, соответствует так называемая «саксонская складчатость» внеальпийской зоны Центральной Европы. Она выразилась, главным образом, в возникновении новых или обновлении древних разломов, разделивших крупные глыбы земной коры. В процессе движений крупных глыб внутри их возникали более мелкие блоки. Движения глыб фундамента отразились на мезо-кайнозойских толщах в виде разломов и складок. Строение мезо-кайнозойского чехла было сильно усложнено соляной тектоникой.

В структуре Польско-Германского бассейна выделяются следующие региональные элементы (Э. Фойгт, 1954; В. Карле, 1950 и другие; рис. 20). На северо-востоке расположена Фенносарматская глыба (Русская платформа), на которую частично заходит Польско-Восточно-Германский бассейн. Русская платформа в районе Поморско-Куявской зоны дислокаций наклонена к юго-западу и граничит с Саксонской глыбой (Торнквист, 1908). К западу от Саксонской глыбы расположены крупные глыбы юго-запада ФРГ и Рейнско-Арденнская. Крупные глыбы не представляют собой резко ограниченные со всех сторон плиты с разломами гигантской амплитуды по краям. С пограничными зонами глыб обычно связаны флексуры, ступени, мелкие наклонные блоки. Саксонская глыба, имеющая четкие герцинские (ЮВ — СЗ) ограничения, расчленяется на две части (юго-западная и северо-восточная крупные саксонские глыбы). Южная часть юго-западной глыбы — Чешский массив, имеющий вид ромба

* Глыбовые движения, которые главным образом и определяют облик саксонской тектоники Центральной Европы, достаточно четко прослеживаются на протяжении мезозоя и кайнозоя. Однако они проявлялись и раньше, так как подвижки по глубинным разломам, разграничивающим крупные глыбы, отмечаются уже с начала палеозоя (например, Средиземноморско-Мьезенская зона Г. Штилле). Разломы эти, видимо, имеют очень глубокое заложение. Так, результаты глубинных сейсмических работ показали, что в Верхне-Рейнском грабене раздел Конрада залегает на 3 км глубже, чем в соседних районах (Бедерке, 1957). А. И. Суворов [1962] указывает на наличие в Средней Азии глыбных разломов (типа региональных сбросов и взбросов по предложенной им классификации), «уходящих в «базальтовый» слой на глубины более 20—30 км».

с рудногорскими (ЮЗ — СВ) и герцинскими (ЮВ — СЗ) сторонами. Край массива отчетливо возвышается над меловыми отложениями Чешского бассейна. На северо-западе к Чешскому массиву примыкает «Среднегерманская главная глыба», также имеющая герцинские и рудногорские контуры. Юго-восточным ограничением глыбы являются Рудные горы, юго-западным — горст Тюрингского леса, северо-восточным — Флехтинг и Лужицкие горы. Южная часть глыбы высоко поднята относительно мезозойских отложений Германского бассейна. Тюрингский лес, Гарц и Флехтинг, упирающиеся в Средиземноморско-Мьезенскую зону, не заканчивают среднегерманскую глыбу, которая, вероятно, продолжается к западу от рейнской зоны в виде глубоко погруженной Нижне-Саксонской глыбы.

Юго-западная Саксонская глыба в общем погружается к северо-западу и северу, хотя единообразный наклон для столь крупной структурной единицы указать нельзя: блоки, входящие в ее состав, имеют различные наклоны, смещены относительно друг друга, например, Субгерцинский блок и Тюрингский бассейн опущены, Гарц и Тюрингский лес приподняты.

Между юго-западной саксонской глыбой и Русской платформой расположена герцински ориентированная северо-восточная саксонская крупная глыба, тянущаяся от Предкарпатского прогиба до Шлезвиг-Гольштейна и Дании. На юге глыба приподнята значительно слабее, чем Чешско-Среднегерманская глыба и также весьма неоднородна. В общем она, видимо, в раннем палеозое и, частично, в мезозое, имела характер поднятия («вал Помпецкого»).* Однако отдельные ее части испытывали достаточно интенсивное погружение (например, Польско-Восточно-Германский бассейн). Палеозойский фундамент глыбы обнажается лишь в Польском среднегорье, в Восточной Силезии и Судетах. Глыба также погружается к северу. В этом направлении мощность третичных отложений увеличивается, достигая в Гамбургском и Западно-Гольштейнском прогибах 2500 м и более. Погружение глыбы имеет неравномерный, ступенчатый характер и, видимо, не распространяется далеко к северу от берега Балтийского моря. Напротив, в Ютландии, по данным бурения, под мелом сразу залегают палеозой и кристаллический фундамент.

В районе пересечения северо-восточной саксонской глыбы с рейнскими зонами погружения (Средиземноморско-Мьезенская зона) образовались участки, погружившиеся не меньше Нижне-Саксонского бассейна (троги на севере ФРГ, Западно-Гольштейнский и Гамбургский прогибы). В Шлезвиг-Гольштейне это погружение отмечается уже в палеозое (мощные соленосные толщи красного лежня и цехштейна) и продолжается в мезозое и кайнозое (соленосный кейпер, 1200 м лейаса, до 800 м верхнего мела, до 2500 м третичных отложений). Наиболее интенсивно погружавшиеся бассейны — Западно-Гольштейнский и Гамбургский прогибы и Гифхорнский (Бройштедт-Гамбургский) трог** расположены в местах пересечения рейнских зон с древней ослабленной зоной, диагонально секущей Средне-Германскую главную глыбу. К этой зоне прогибания, имеющей простираение, параллельное горам Эгге (эггское, или франконское простираение), приурочены, например, крупные залежи эоценовых бурых углей.

На юго-западе Чешская и Средне-Германская глыбы граничат с крупной Юго-Западной глыбой (Швабская плита). Глыба наклонена

* В юге и нижнем мелу поднятия испытывала, возможно, не вся глыба, а лишь ее участок приблизительно к северу от 52-й параллели (В. Пожарский, 1957).

** По А. Роллю [Roll, 1949] подошва мезозоя в трого местах залегают на глубине свыше 7000 м.

к юго-востоку так, что против высоко поднятого края Чешского массива (Чешский лес, Баварский лес) расположен Регенсбургский меловой бассейн, соответствующий погруженному краю Швабской плиты.

К западу от Юго-Западной глыбы расположен Рейнско-Арденнский массив — крупная глыба, разбитая на ряд более мелких блоков. Рейнский массив слабо наклонен к северу, где он погружается под Мюнстерский верхнемеловой бассейн. Напротив, Арденнская часть имеет щитообразную форму с приблизительно равным наклоном к северу и югу. В общем, палеозойская платформа Рейнско-Арденнского массива имеет наклон к северу и северо-западу. В том же направлении возрастает мощность мезозойского и третичного покрова. К западу и юго-западу от Рейнско-Арденнского массива расположены глыбы Арморика и Центрального плато Франции, полого погружающиеся под мезозойские отложения Парижского бассейна.

Прежде чем перейти к характеристике солянокупольного бассейна, остановимся вкратце на геологическом строении Польско-Восточно-Германского бассейна. Бассейн занимает большую часть северо-восточной саксонской глыбы, а на востоке заходит на Русскую платформу. С севера бассейн ограничен Балтийским щитом, с востока — Белорусской антеклизой. На юге бассейн граничит с герцинскими массивами,* на западе с «валом Помпецкого». Юго-западная часть Польско-Восточно-Германского бассейна относится к эпигерцинской платформе (саксонская глыба). Мощности мезозоя здесь довольно велики и закономерно возрастают по направлению к северо-востоку. Северо-восточная часть бассейна образует два языка на площади Русской платформы: северный охватывает Балтийскую синеклизу (Восточно-Балтийская впадина, по П. Дорну), южный — север Висленского прогиба и Польско-Литовской синеклизы (Любинская впадина, по П. Дорну, рис. 21). Мощности мезозойских отложений на северо-востоке бассейна значительно ниже, чем в его юго-западной части. Эти две части бассейна разделены Поморско-Куявским валом, расположенным в зоне сочленения древней Русской платформы с эпигерцинской платформой Центральной Европы. Поморско-Куявский вал образовался в начале неогена на месте Датско-Польского шовного прогиба, к которому приурочены наибольшие для Польско-Восточно-Германского бассейна мощности мезозоя.

Представление о соотношении мощностей в различных частях Польско-Восточно-Германского бассейна дает табл. 6.

Фундамент Польско-Восточно-Германского бассейна неоднороден и состоит из блоков, перемещения которых под действием саксонских движений привели к образованию региональных прогибов и поднятий. Современные структуры не всегда отражают строение на глубине: знак движения блоков в мезо-кайнозой менялся, и антиклиналям на глубине в ряде случаев соответствуют синклинали. Некоторые детали тектонического строения Польско-Восточно-Германского бассейна можно видеть на рис. 24—26. Западной границей Польско-Восточно-Германского бассейна является полоса юрских поднятий «вала Помпецкого».

Накопление континентальных красноцветов нижней перми и соленосных толщ цехштейна происходило в бассейне, имевшем единую тенденцию к погружению. Максимальное прогибание сосредоточивалось примерно в районе Шлезвиг-Гольштейна для красного лежня и в районе Ганновера для цехштейна. В конце триаса, а в особенности начиная с дог-

* Южная граница Польско-Восточно-Германского бассейна проходит примерно по линии Обисфельде — Берлин — Франкфурт-на-Одере — Калиш — Радом (В. Пожарский, 1957).

Таблица 6

Мощности осадков в Польско-Восточно-Германском бассейне
(В. Пожарский, 1957)

Возраст отложений	Максимальные мощности по районам, м		
	Саксонская глыба	Датско-Польский прогиб	Краевая часть Русской платформы
Верхний мел	760	3000	500
Нижний »	50	450	50
Верхняя юра	150	1080	530
Средняя »	300	700	110
Нижняя »	500	1300	50
Верхний триас	560	680	120
Средний »	310	300	5
Нижний »	1000	1340	155
Всего	3630	8850	1520

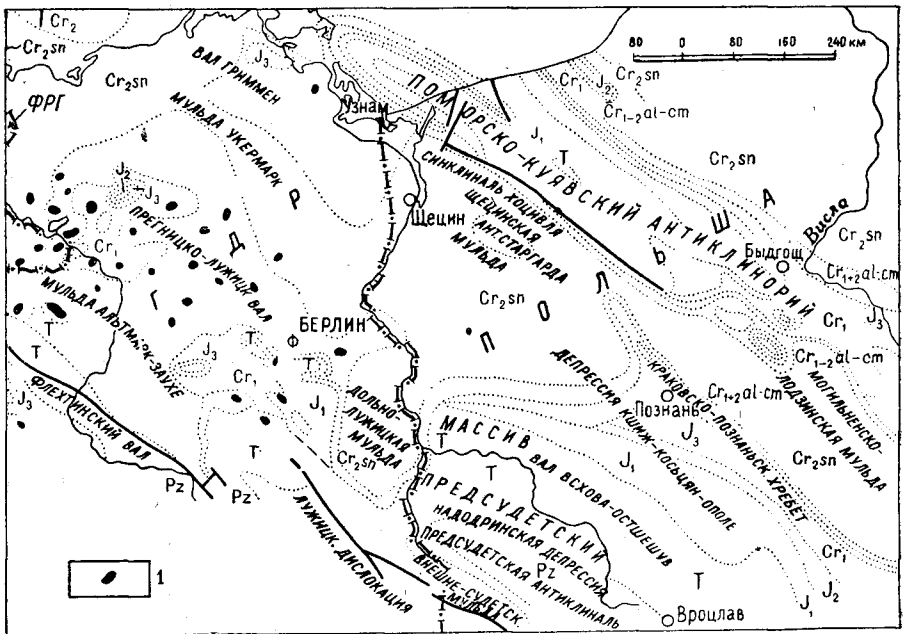


Рис. 24. Тектоническая схема Польско-Восточно-Германского бассейна
(В. Пожарский, 1957).

1 — соляные купола.

гера, картина изменилась. Единный бассейн уступил место двум зонам максимальной седиментации — Нижне-Саксонскому бассейну и Польско-Восточно-Германскому бассейну. Они разделялись относительно приподнятой областью «вала Помпецкого». Однако на территории ГДР, как и на севере ФРГ, «вал Помпецкого» не представлял собой области преимущественного поднятия с перерывом от доггера до альба. В районе, где

ранее предполагалось существование в юре и нижнем мелу ядра «вала Помпецкого» — континентального Восточно-Эльбского массива — геофизические и буровые работы установили прогиб с мощными юрскими и нижнемеловыми отложениями, так как в юре и нижнем мелу «вал Помпецкого» представлял собой не сушу, а островное море, отличавшееся от глубокого Нижне-Саксонского бассейна лишь величиной погружения. * Вал пересекался рядом глубоких трогов, особенно интенсивно прогибавшихся в догерре.

Несмотря на значительную мощность толщ, отложившихся после нижнемеловой трансгрессии, сейсмические и буровые работы послевоенных лет позволили составить представление о тектонике северного района ФРГ. Здесь выделяются две тектонические зоны. Южная зона — собственно Нижне-Саксонский бассейн. Его южное ограничение совпадает

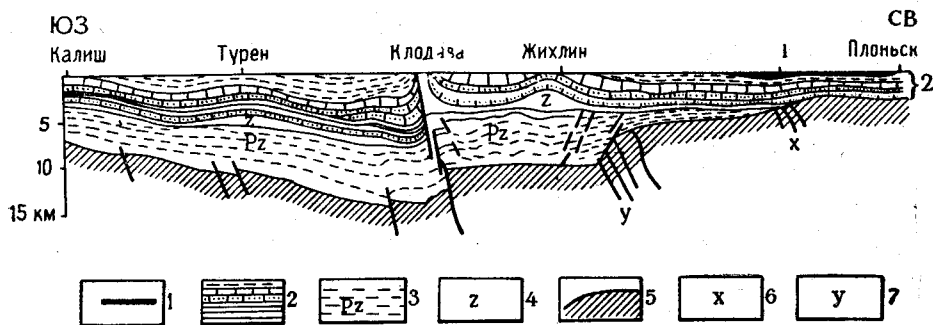


Рис. 25. Профиль через Датско-Польский прогиб [В. Пожарыцкий, 1957].

1 — верхи верхнего мела; 2 — мезозой; 3 — палеозой; 4 — цехштейн; 5 — кристаллический фундамент; 6 — верхний уступ фундамента; 7 — нижний уступ фундамента.

с северной границей Мюнстерского верхнемелового бассейна, т. е. с тектонической северной границей Рейнского массива. Северная граница Нижне-Саксонского бассейна идет вдоль Флехтингской возвышенности, рек Аллера и нижнего течения Везера и далее на запад. На западе бассейн ограничен поднятым блоком голландского триасового плато, а на востоке, за рейнской зоной, сливается с Тюрингским и Субгерцинским бассейнами. Нижне-Саксонский бассейн характеризуется полным разрезом мезозоя, за исключением верхнего мела.

На севере к Нижне-Саксонскому бассейну прилегает область «вала Помпецкого», характеризующаяся отсутствием мальма, неполным и мало-мощным нижним мелом, но значительно лучше развитым верхним мелом. Эта область распространяется через Шлезвиг-Гольштейн до Датского архипелага и Ютландии. Как уже говорилось, «вал Помпецкого» на севере ФРГ неоднороден. Площадь его покрыта отложениями нижнемеловой трансгрессии, наступавшей в несколько этапов. Главная фаза трансгрессии произошла в нижнем и среднем альбе. Верхнемеловые отложения на «валу Помпецкого», в общем, залегают согласно на нижнем мелу. Наибольшее значение имеет тектоника поверхности, на которую трансгрессировало альбское море. При этом на всей площади морская юра и чижний мел (до альбской трансгрессии) имеют сокращенный разрез, и трансгрессивный альб ложится во многих местах на кейпер.

* Существование в мезозойское время «вала Помпецкого» не может считаться доказанным и вызывает серьезные сомнения у ряда специалистов.

В районе, расположенном к северу от нижнего течения Эльбы (Шлезвиг-Гольштейн), в преднижнемеловом фундаменте выделяются следующие элементы: Западно-Шлезвигский, Восточно-Гольштейнский и Средне-Гольштейнский блоки.

Западно-Шлезвигский блок — устойчивый район, почти не испытавший с триаса до нижнемеловой трансгрессии влияния саксонских движе-

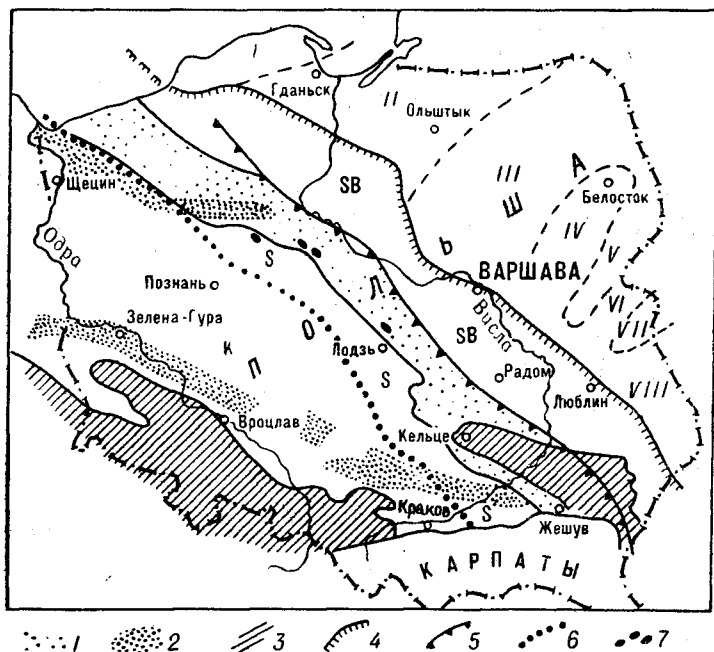


Рис. 26. Тектоническая схема Датско-Польского прогиба [В. Пожарский, 1957].

1 — зона кайнозойских поднятий Поморско-Кувявского вала; 2 — положительные магнитные аномалии; 3 — выходы палеозойских и допалеозойских пород; 4 — верхний уступ кристаллического фундамента; 5 — нижний уступ кристаллического фундамента; 6 — юго-западная граница Датско-Польского прогиба; 7 — соляные купола. I — Балтийский щит; II — Прибалтийская синеклиза; III — Мадурское поднятие; IV — Белостокская синеклиза; V — Подляский вал; VI — Подляская синеклиза; VII — Поднятие Влодавец; VIII — Надбугская синеклиза. К — Саксонская глыба; S — Могильненско-Лодзинско-Меховская мульда; SB — краевая синклинали.

ний. Донижнемеловая структура блока характеризуется спокойными пологими поднятиями. Возможно, что в их ядрах имеется соль (на Гельголанде цехштейн встречен лишь на глубине 3000 м; залегающий выше пестрый песчаник имеет углы падения не более 15°), однако мы здесь, видимо, не имеем дело с типичными соляными куполами, так как под нижнемеловой трансгрессией на Хузуме и Вестерхевере были вскрыты очень пологие или почти горизонтальные толщи от кейпера до раковинного известняка. Подошва третичных отложений в Западно-Шлезвигском блоке залегает на глубине 500—600 м. В общем, для изученной части блока повсеместно характерен разрез, вскрытый скважиной Бекслунд-1 (близ датской границы) (глубина в метрах):

Четвертичные отложения	до 74
Третичные отложения	» 408
Верхний мел	» 907
Нижний мел	» 960
» рэт	» 993
Кейпер	» 1346

Раковинный известняк	до 1530
Пестрый песчаник	» 2273
Цехштейн	» 3356
Красный лежень	» 3526 (забой)

Юго-восточная граница блока образована зоной разломов северо-восточного и рейнского направлений, проходящей через Тенинг-Хузум и далее к северо-востоку между Шлезвигом и Фленсбургом.

Восточно-Гольштейнский блок имеет аналогичное строение: высоко поднятая триасовая глыба, покрытая маломощным чехлом нижнего мела. Очень пологие структуры с цехштейном и красным лежнем в ядре также не имеют характера типичных соляных куполов (например, Нуссе). Характерный разрез, вскрытый скважиной Плон-1, похож на разрез Западно-Шлезвигского блока:

Четвертичные отложения	до 175
Третичные отложения	» 613
Верхний мел	» 1026
Альб	» 1041
Кейпер	» 1412 (забой)

На западе блок ограничен рейнской сбросовой зоной Зегеберга.

Между двумя описанными структурными единицами расположен Средне-Гольштейнский блок. В нем отчетливо проявляется воздействие саксонской тектоники, выразившееся в образовании рейнских зон нарушений и удлиненных соляных диапиров. Средне-Гольштейнский блок, в свою очередь, распадается на прогиб Хейде, прогиб Брамштедт — Киль и расположенное между ними Рендбургское поднятие (рис. 27). Если в восточном и западном блоках пермские отложения залегают на глубине не более 2000—3000 м, то в прогибах Хейде и Брамштедт соответствующие величины составляют не меньше 5000 м. Мезозойские толщи, выполняющие прогибы, по своему характеру сходны с разрезом Нижне-Саксонского бассейна: свыше 1000 м лейаса, 350—400 м полного разреза доггера с богатыми нефтепроявлениями, трансгрессивно перекрытого верхним малым и валанжиниом в вельдских пресноводных фациях.

Рендбургское поднятие характеризуется значительно меньшей величиной погружения, чем указанные прогибы. Пермские соленосные отложения находятся на относительно небольшой глубине, а под поверхностью нижнемеловой трансгрессии снова залегают кейпер: маломощные отложения лейасового бассейна, соединявшего над Рендбургским поднятием глубокие впадины Хейде и Брамштедта, были впоследствии уничтожены эрозией. Юрские отложения на поднятии сохранились лишь в его краевых частях, прилегающих к рейнским прогибам Хейде и Брамштедт. Описанная структура Шлезвиг-Гольштейна окончательно оформилась в результате позднекимммерийской фазы саксонских движений, т. е. к готериву. На этот фундамент трансгрессивно легли нижнемеловые морские отложения; к западу от линии Киль — Брамштедт установлен трансгрессивный готерив, восточнее на кейпер трансгрессивно ложатся альбские осадки. В третичное время Средне-Гольштейнский блок снова испытал значительное погружение. Причем опять величина погружения значительно больше в прогибах Хейде и Брамштедт (Западно-Гольштейнский и Гамбургский третичные прогибы А. Крайса [Kraiss, 1949]); мощность третичных отложений здесь достигает 2000—2500 м) и относительно меньше на площади Рендбургского поднятия (до 1000 м).

Если Западно-Шлезвигский и Восточно-Гольштейнский блоки на протяжении всей истории своего развития были относительно стабильны, то Средне-Гольштейнский блок интенсивно погружался уже в нижней перми, что привело к отложению мощных соленосных толщ. С этим свя-

зано и различие в характере соляной тектоники. В то время, как на крайних блоках она почти не проявляется, в Средне-Гольштейнском блоке возникли мощные соляные диапиры, основную роль в которых играет соль нижней перми. При этом в восточной части Средне-Гольштейнского блока (Гамбургский прогиб А. Крайса, 1949) встречаются округлые соляные купола, не имеющие заметной ориентировки. В то же время на западе развиты длинные диапировые структуры, видимо, связанные с образова-

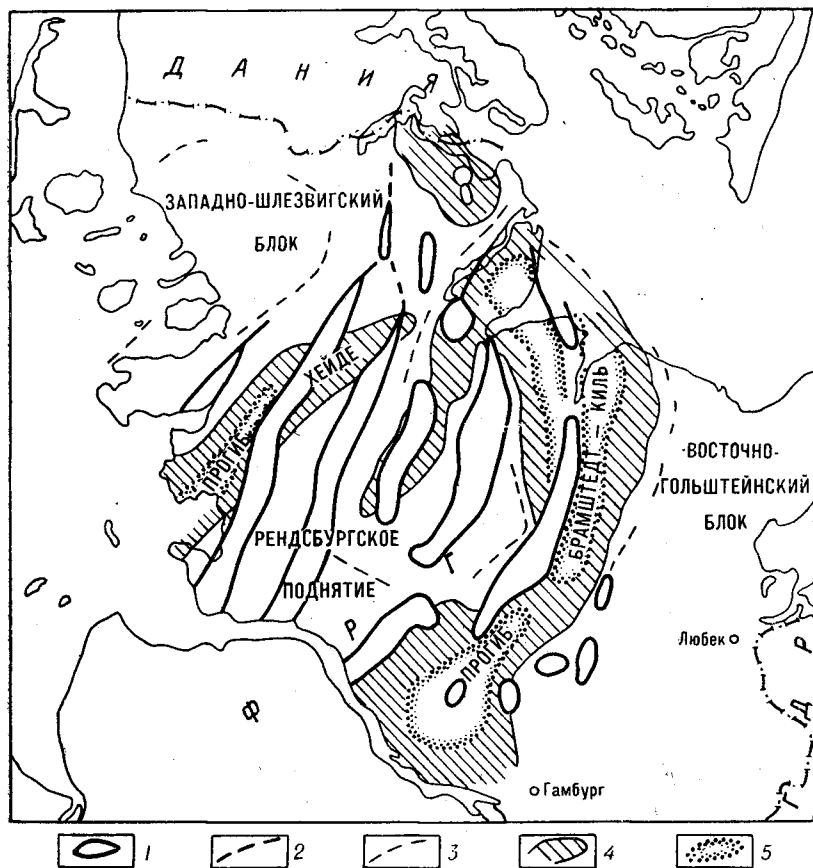


Рис. 27. Домеловая структура Шлезвиг-Гольштейна [Ф. Гехт, 1959].

1 — соляные купола; 2 — зоны тектонических нарушений; 3 — оси триасовых структур; 4 — площадь развития лейаса под поверхностью нижнемеловой трансгрессии; 5 — площадь развития доггера под поверхностью нижнемеловой трансгрессии.

вшимися в процессе саксонских движений рейнскими ступенями. На структурах Средне-Гольштейнского блока сказывается и герцинское направление — главное направление саксонской зоны Европы (например, линия, соединяющая южные окончания структур Брамштедт, Пейсен и Ольденбюттель с изломом общего простирания куполов Хейде и Теллингштедт).

В региональном строении южного района «вала Помпецкого» — к югу от Эльбы — отмечаются закономерности, свойственные описанному более подробно северному району. Л. Ридель [Riedel, 1941], на основании изучения региональной стратиграфии, выделил здесь три участка с различной геологической историей — блоки Зольтау, Гамбург — Бремен и Остфрисланд (рис. 28). Расположенный на востоке блок Зольтау [Riedel,

1941; Kraiss, 1949] имеет, видимо, тектонические границы. Более достоверно это установлено для его юго-западной границы, идущей несколько севернее р. Аллер (так называемая «линия Аллера»). Блок характеризуется трансгрессией альба на домеловые толщи (часто на триас). Во внутренних частях блока соляные купола прорывают перекрывающие толщи до четвертичных отложений, а иногда и до поверхности. В зонах перехода к Гамбургской депрессии на северо-востоке и к Бройштедт-Гамбургскому трогу на юго-востоке под трансгрессивным альбом появляются все более

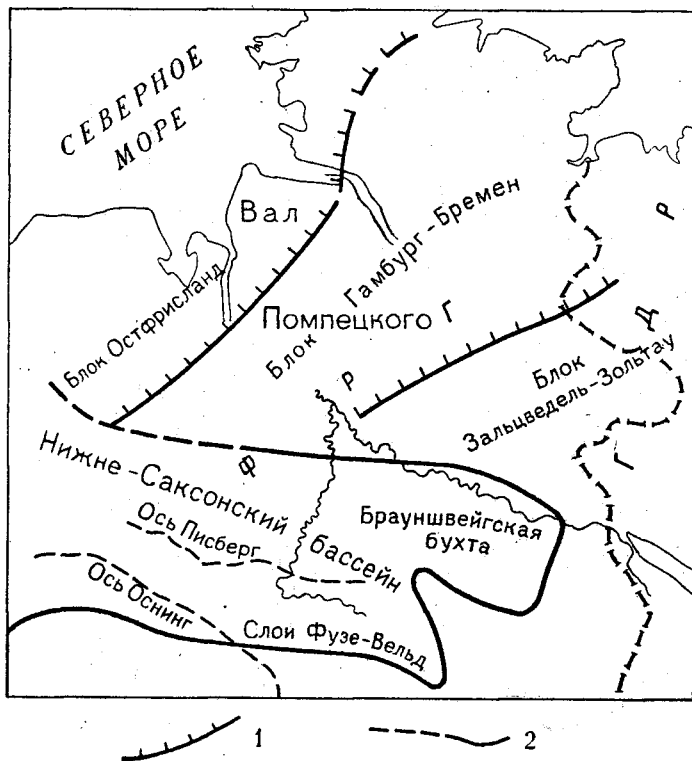


Рис. 28. Палеогеографическая схема нижнего мела севера ФРГ [Л. Ридель, 1941].

1 — границы блоков (штрихи в сторону более погруженных блоков);
2 — границы Нижне-Саксонского бассейна.

молодые юрские отложения, вплоть до доггера; ядра куполов этих переходных участков, как правило, не прорывают нижнего мела. Блок Зольтау пересекается герцинским участком Бройштедт-Гамбургского доггеро-вого трога. Западной части блока, расположенной между Нижне-Саксонским бассейном и трогом, соответствует поднятие подсолевого основания («щит Зольтау» [Trusheim, 1957]).

К западу от блока Зольтау и к югу от Средне-Гольштейнского блока расположен блок Гамбург — Бремен. Здесь отмечается неравномерное развитие нижнемеловых отложений, причем, альб или апт трансгрессируют на низы нижнего мела или более древние толщи. Соля развитых на этом участке рейнских диапиров, как правило, перекрыта породами от четвертичных до маломощных неоккомских. На герцинских соляных структурах «линии Аллера», в том числе и на куполе Дельменхорст,

установлен более молодой диапиризм. Ядра этих куполов обычно покрыты отложениями не древнее третичных.

К западу от эстуария р. Везера расположен блок Остфрисланд. Его особенностью, по Л. Риделю, является более или менее полный, но маломощный разрез нижнего мела в фациях, сходных с Нижне-Саксонским бассейном.

В послевоенные годы изучение территории верхнеюрского — нижнемелового «вала Помпецкого» значительно продвинулось. Было установлено, что схема Л. Риделя не может считаться во всех случаях доказанной: на ряде участков, на которых по Л. Риделю сохранялись в мальме и нижнем мелу (до альбской трансгрессии) континентальные условия, были вскрыты бурением прогибы, заполненные морскими нижнемеловыми отложениями. Мощности и фациальная характеристика этих отложений позволили О. Зейтцу [Seitz, 1949] сделать вывод о том, что в конце верхнеюрского и начале нижнемелового времени площадь «вала Помпецкого» характеризовалась режимом мелководного бассейна с многочисленными островами, а предальбская эрозия не была настолько значительна, чтобы, например, в районе блока Зольтау уничтожить все нижнемеловые отложения. Этот вывод имеет вполне определенное значение и для оценки перспектив нефтеносности в зоне «вала Помпецкого».

Южнее «вала Помпецкого» расположен Нижне-Саксонский бассейн. Его южная и северная границы совпадают, соответственно, с Вестфальской и Нижне-Саксонской зонами надвигов [Philipp, 1954]. Лишь на западе бассейн в виде юрского «Тивштрингского плато» распространяется к северу от Нижне-Саксонской зоны (рис. 29). В пределах Нижне-Саксонского бассейна выделяются две зоны с различным характером тектоники — район к востоку от р. Везера и район между Везером и Эмсом. В западной части бассейна, расположенной над глубоко погружившимся продолжением Рейнского массива, соленосная толща цехштейна имела относительно невысокую мощность. Диапировые соляные структуры здесь отсутствуют, за исключением самого северного района. Строение восточной части бассейна («Ганноверский бассейн», рис. 30) значительно сложнее. Это связано как с соляными диапирами, так и с дифференциальными движениями сравнительно мелких блоков, образующих фундамент Ганноверского бассейна. Современная структура западной части бассейна в общих чертах сложилась в ходе позднекимммерийских движений: возникло большое число субширотных брахиантиклинальных складок, часто осложненных надвигами в южном направлении. После альбской трансгрессии, уничтожившей, особенно в северных складках, значительную часть мальма, вельда и нижнего мела, произошло надвигание на север. Образовались перекрытия большой амплитуды. С антиклиналями связан ряд нефтяных месторождений. Нефтеносны песчаные горизонты верхней юры, вельда и валанжина (сводовые, тектонические и стратиграфические залежи).

Большой интерес для нас представляют тектонические особенности Ганноверского бассейна и связанных с ним юрских трогов, так как здесь большинство нефтяных месторождений находится в более или менее тесной зависимости от соляных куполов. На юге бассейн ограничен линией соляных диапиров Зальцгиттер — Штейнхудармеер, на западе — нижним течением р. Везера, на севере — «линией Аллера». На востоке он сливается с Субгерцинским бассейном. Южная часть Ганноверского бассейна, Субгерцинский бассейн и территория к югу от линии антиклиналей Зальцгиттер — Гильдесгеймский лес — Штейнхудармеер издавна относительно хорошей обнаженности в течение длительного времени изучались детальными геологическими съемками. Вместе с Тюрингским бассейном и

Гессеном эта область представляет собой типичный район проявления «саксонской тектоники».

Из ранних фаз саксонской складчатости — древнекиммерийской (поздний триас) и позднекиммерийской (верхняя юра — нижний мел) наибольшее значение здесь имеют позднекиммерийские движения. В поясе

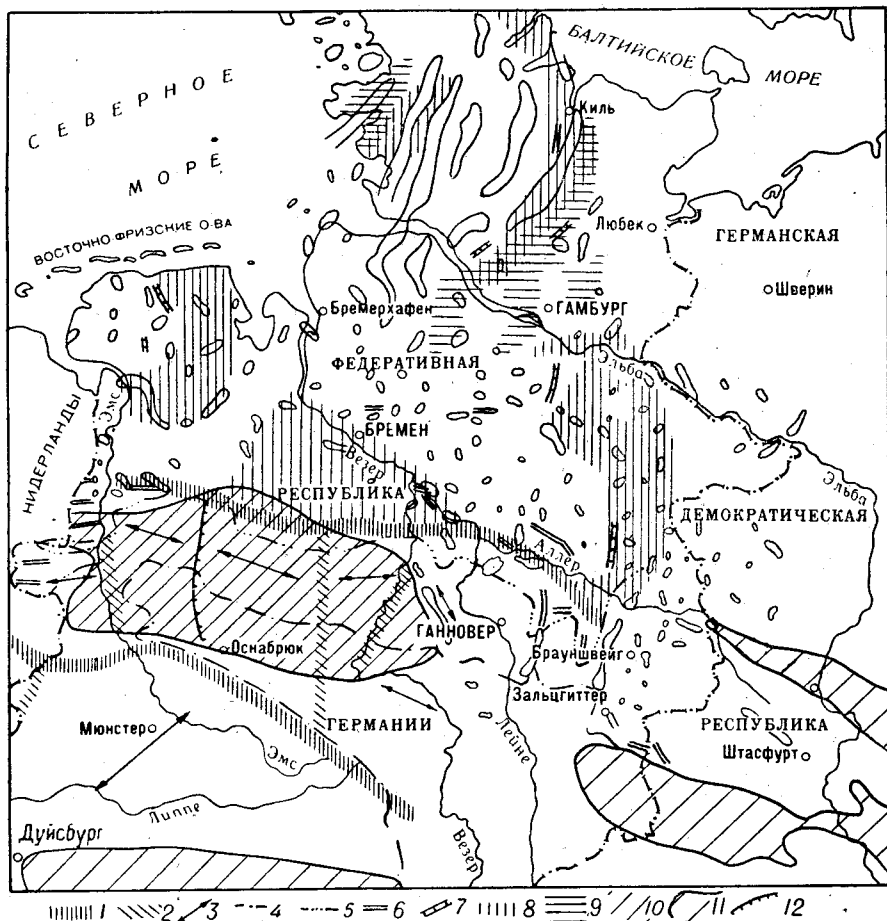


Рис. 29. Тектоническая схема Северо-Западной Германии (В. Филипп, 1954).

1 — зоны надвигов, ограничивающих Нижне-Саксонскую глыбу; 2 — границы глыб второго порядка в пределах Нижне-Саксонской глыбы; 3 — линии основных простираний в глыбах; 4 — южная граница развития нижнемеловых отложений (вместе с вельдом); 5 — южная граница развития послетуронских верхнемеловых отложений; 6 — оси прогибов послетуронского верхнего мела; 7 — установленные или предполагаемые зоны повышенных мощностей среднего кейпера; 8 — юрские трого вала Помпецкого; 9 — области развития третичных отложений мощностью более 1500 м; 10 — Портландский соленосный прогиб Нижне-Саксонского бассейна; 11 — герцинские массивы; 12 — разлом Вихенских гор.

саксонских складок в южной части описываемой территории эти движения подразделяются на три отдельные фазы.

1. Дейштерская фаза, приуроченная по времени к границе киммериджа и раннего портланда, вызвала несогласное залегание пластов гигас (нижний портланд) на более древних горизонтах.

2. Остервальдская фаза, предшествовавшая отложению серпулита (верхний портланд).

3. Гильсская фаза, развернувшаяся в начале нижнемеловой эпохи; благодаря ей отложения морского валанжина (полиптихитовые слои) трансгрессивно перекрывают разновозрастные нижележащие толщи.

Самой значительной из этих фаз является дейштерская. К ней относится начало подъема многих соляных куполов Ганноверского бассейна и других районов. Раньше считалось, что до этой фазы рост соляных купо-

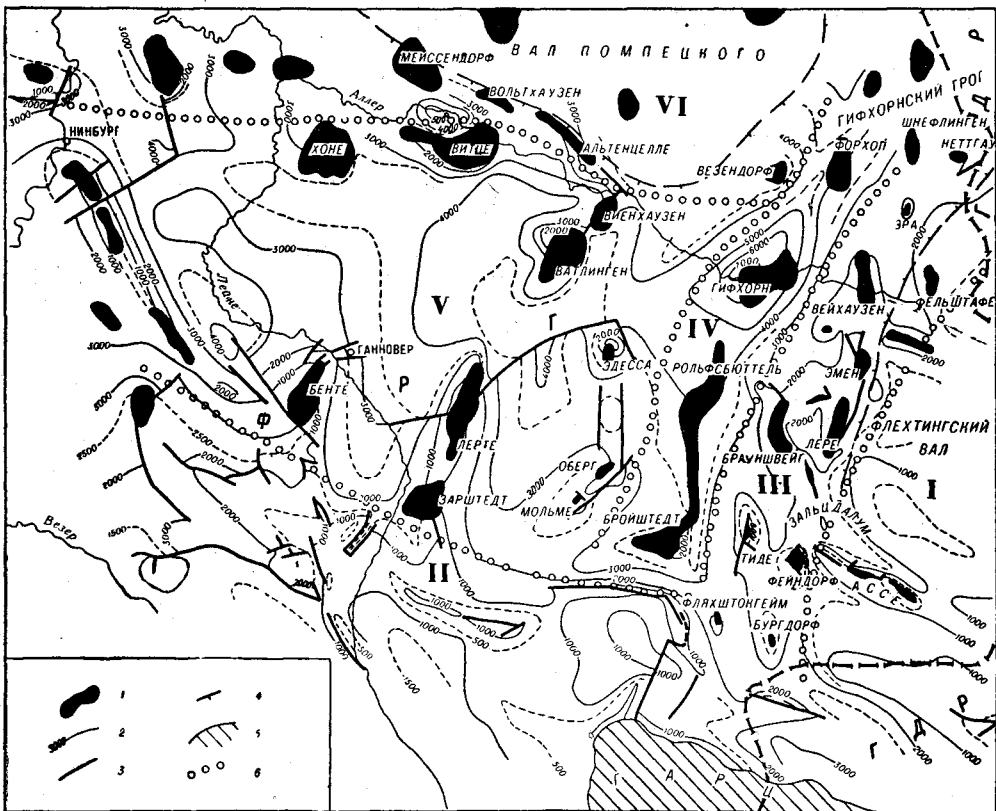


Рис. 30. Ганноверский бассейн. Структурная карта по подошве пестрого песчаника (нижний триас) [А. Ролль, 1949].

1 — проекции зеркал соляных штоков на дневную поверхность; 2 — изолинии подошвы пестрого песчаника; 3 — линии тектонических нарушений; 4 — тектонические границы Ганноверского бассейна; 5 — выходы палеозойского фундамента; 6 — границы блоков. Блоки: I — Фальшштейн-Эбисфельдский; II — Зальцгиттер-Штейнхудермеер; III — Фляхштонгейм-Неттгау; IV — Бройштедт-Виттингенский трог; V — Бургдорфский; VI — южная часть «вала Помпецкого».

лов не происходил. Однако в последние годы на ряде куполов отмечены и древнекиммерийские движения (например, Везендорф, Этцель).

Начиная с конца апта в исследуемом районе произошел ряд трансгрессий, имевших на юге преимущественно нижнеальбский, а на севере («вал Помпецкого») — среднеальбский возраст. Эти трансгрессии во многих местах размыли толщи неокома, а на «валу Помпецкого» — также и юры (там под поверхностью альбской трансгрессии скважины часто встречают кейпер).

Австрийская фаза (между альбом и сеноманом), интенсивно проявившаяся в Альпах и Карпатах, во внеальпийской зоне Европы почти не отмечается. Незначительные несогласия в подошве сеномана известны лишь в северных предгорьях Гарца.

Следующий важный этап развития Северо-Германской впадины связан с субгерцинскими движениями, проходившими в виде трех фаз — ильзедской (между коньякским и сантонским веками), вернигеродской (около конца сантонского века) и пейнской (около конца кампанского века). Доильзедский верхний мел (сеноман и турон), в значительной мере размытый к югу от «линии Аллера» послеильзедской трансгрессией, имел примерно одинаковые мощности в бассейне и на территории «вала Помпецкого». В результате ильзедской фазы произошло изменение характера эпейрогенического развития бассейна: мощности послеильзедского верхнего мела велики в районах с малыми мощностями нижнемеловых отложений, и наоборот.

Таким образом, палеогеографический «вал Помпецкого» поднялся из глубочайшего района германского бассейна с началом позднекиммерийских движений; уже в гильсскую фазу (перед валавжином) он представлял собой не единую сушу, а лишь мелкое островное море; во время альбской трансгрессии вал еще проявлялся в виде поднятия; уже на австрийском этапе вал погрузился в бассейн, а ильзедская фаза окончательно восстановила древнее распределение мощностей. К ильзедской фазе приурочено возникновение ряда куполов Ганноверского бассейна и усиление подъема ряда позднекиммерийских куполов. В это же время были заложены складки Субгерцинского бассейна и структурная линия Штейнхудармеер.

Вернигеродская фаза проявлялась очень слабо, а пейнская вообще фиксируется только вблизи соляных куполов (в связи с этим Г. Штилле [1952] считает, что эта фаза могла быть вызвана не регионально-тектоническими причинами, а собственными движениями соли).

Все последующие тектонические движения — ларамийские на границе верхнего мела и палеогена, во время которых, в основном, завершилось формирование современной структуры Ганноверского бассейна, и третичные, вызвавшие интенсивные погружения в северной части германского бассейна, — не внесли существенных изменений в картину, возникшую после ильзедской фазы.

Все многообразие структур Ганноверского бассейна и областей, примыкающих к нему с юга и с востока, связано с дифференциальными движениями блоков, образовавшихся главным образом во время фаз саксонской складчатости, и с пластическими перемещениями соли. Анализируя характер и развитие структур Ганноверского бассейна, А. Ролль [1949] выделил в его фундаменте следующие блоки (рис. 30).

1. Фалльштейн-Эбисфельдский блок. Охватывает западную часть Субгерцинского бассейна. Различные структуры блока — антиклинали, мульды, надвиги — связаны общим герцинским простиранием. Складки постепенно погружаются на северо-запад, к Ганноверскому бассейну. Ограничениями блока служат Флехтинг на северо-востоке и Гарц на юго-западе. Блок характеризуется небольшими мощностями юры. В позднекиммерийское время происходил некоторый подъем, возможно, заложение складчатой структуры и наклон к северу; в нижнем мелу и до ильзедской фазы — неглубокое затопление. Во время ильзедской фазы район принимает современное строение, при этом возникает южный наклон и начинается развитие глубокого желоба вдоль северной границы Гарца. В общем, для блока характерно устойчивое повышенное положение.

2. Антиклинальный ряд Зальцгиттер-Штейнхудармеер через Вененбургскую складку связан с поясом складок Субгерцинского бассейна. Зальцгиттер-Штейнхудармеер — это ряд антиклиналей и мульд, тянущийся к северо-западу и испытывающий в этом же направлении региональное погружение, выраженное морфологически. К юго-западу от блока

Штейнхудермеер происходит погружение в бассейн между Везером и Эмсом. Блок характеризуется нормальными мощностями юры. В поздне-киммерийскую фазу возникают пологие широкие вздутия и происходит подъем юго-восточной части зоны складок («Гильдесгеймский полуостров», отходивший от Гарца). Окончательное оформление структуры произошло, видимо, в ходе субгерцинской и ларамийской фаз. В позднетретичное время происходили лишь блоковые движения по поперечным разломам. Как и Фалльштейн-Эбисфельд, блок, по крайней мере с гильсской фазы, развивался как устойчивый повышенный район. Описанные выше стабильные блоки образуют раскрывающийся на северо-запад прямой угол, внутри которого размещаются остальные подвижные блоки. Эти подвижные блоки с юры или с нижнего мела развивались как части глубокого Нижне-Саксонского бассейна.

3. «Плато Фляхштокгейм-Неттгау» примыкает на западе к блоку Фалльштейн-Эбисфельд. Плато имеет длину около 75 км (при ширине 15 км) и рейнское простирание. Структуры, осложняющие плато, часто имеют, наряду с рейнским, север-северо-западное простирание и представляются многочисленными небольшими куполовидными вздутиями, часто прорванными округлыми и удлинёнными соляными штоками. Плато имеет общий наклон к западу (по подошве пестрого песчаника — от 2000 м на востоке до 3000 м у контакта с Бройштедт-Гамбургским трогом). В конце юры возникли складки и ряд соляных куполов (главным образом на юге). В субгерцинскую фазу на юге произошло погружение, на севере — подъем, в противоположность позднекиммерийской фазе. Окончательное формирование куполов частично субгерцинское, частично ларамийское.

4. Бройштедт-Гамбургский трог расположен к западу от плато Фляхштокгейм — Неттгау. Ширина его 10—12 км. На юге трог заканчивается у Лихтенбергской складки, входящей в зону Зальцгиттер — Штейнхудермеер. Однако в месте пересечения с осью трогой ось складки несколько прогнута. На севере трог продолжается на территории «вала Помпецкого». Ось трогой проходит через купола Бройштедт — Рольфсбюттель — Гифхорн — Форхоп и далее на север. В районе Гифхорна по подошве пестрого песчаника отмечаются глубины свыше 7000 м [Roll, 1949]. Восточный склон трогой относительно крутой — до 27°, западный — более отлогий.

Таким образом, Бройштедт-Гамбургский трог уже в пределах бассейна отмечается по повышенным мощностям юры. На север он в рейнском направлении углубляется на территорию «вала Помпецкого». Участок трогой примерно между куполами Бодентейх и Эгешторф имеет герцинское простирание, а далее на север — снова рейнское. Развитие трогой начинается в среднем или верхнем кейпере, особенно усиливается в догере и завершается в нижнем мелу, так что по поверхности позднекиммерийского несогласия (альбская трансгрессия) региональный прогиб отсутствует. К позднекиммерийским фазам приурочено образование соляных куполов, для которых установлены также постумные движения в субгерцинское и ларамийское время. Для трогой характерно смещение в процессе развития оси максимального прогибания в восточном направлении. При интенсивном предмеловом прогибании центральной зоны трогой на его северо-западном борту (примерно вдоль древней оси трогой) возникли растягивающие напряжения. Эти напряжения привели к интенсивному растягиванию «отставшей» в своем погружении толщи лейаса и доггера северо-западного склона трогой. После размыва и перекрытия альбской трансгрессией здесь создались благоприятные условия для образования структурных и тектонических залежей нефти (Хоне, Эррель — Северный

Везендорф, Ханкенсбюттель). Кроме того, ряд месторождений приурочен к соляным куполам центральной зоны трога.

Нефтеносность доггера наиболее изученной южной рейнской части Бройшtedт-Гамбургского трога, кроме структурных, контролируется и фациальными факторами. Снос материала, слагающего песчаные коллекторы нижнего доггера, происходил с востока. Благодаря этому зона сплошного развития коллекторских песчаников расположена на востоке, к западу от нее проходит полоса преимущественно линзовидных песчаников, а еще западнее имеются лишь маломощные незакономерные песчаные прослои (бесперспективная зона). Наряду с Бройшtedт-Гамбургским трогом, на север от Нижне-Саксонского бассейна отходит ряд других трогов, с которыми тоже связаны нефтяные месторождения. Эти трогги пока еще относительно слабо изучены.

5. Блок Бургдорф расположен между зоной Зальцгиттер-Штейнхудармеер на юго-западе, Бройшtedтским трогом на востоке и областью «вала Помпецкого» на севере. Глубина блока по подошве триаса — 3000—4000 м. В восточной части блока преобладают рейнские простирания. Здесь расположены три приподнятые рейнские зоны с соляными ядрами (с востока на запад: Мольме — Оберг — Эдесса; Заршtedт — Лерте; Бенте — Герден). Как повышенные зоны, так и мульды между ними погружаются на север, к депрессии, за которой расположены имеющие также рейнское простирание купола Хенигген-Ватлинген, Виенхаузен и Витце-Хамбюрен. В западной части блока развиты исключительно герцинские направления. Блок характеризуется нормальным развитием юры. В поздне-кimmerийскую фазу возникают обширные вздутия, продолжающие развиваться и в нижнем мелу. В ильзедскую фазу возникают соляные диапиры. В ларамийскую фазу в основном формируется современная структура и завершается подъем соляных штоков. Субгерцинские и ларамийские поднятия происходили только в пределах куполов. Лишь во время ильзедской фазы отмечался значительный общий подъем в центральной части блока.

6. Южная часть «вала Помпецкого» благодаря субгерцинским и последующим опусканиям не выделяется в современной структуре. Палеогеографическая граница позднекimmerийского вала расположена несколько южнее «линии Аллера»; переход от бассейна к условиям блока был постепенным. Южная часть вала — до «линии Аллера» — характеризуется еще нормальным развитием юры. Развитие соляных куполов началось в позднекimmerийскую фазу.

В ходе развития Ганновского бассейна происходили главным образом вертикальные перемещения описанных блоков при преобладании односторонних наклонов.* Движения наклонных блоков фундамента явились глубинной причиной возникновения разнообразных форм саксонской тектоники, главную роль среди которых играют различные разрывные нарушения, и содействовали миграции масс соли. Настоящие складки к югу от линии Зальцгиттер-Штейнхудармеер имеют подчиненное значение. Они хорошо развиты лишь в Субгерцинском бассейне.

Ф. Лотце (1949) выделил среди саксонских структур следующие основные типы: формы сжатия; формы растяжения; смешанные формы, для которых одни этапы характеризуются растяжением, другие — сжатием; солянотектонические формы.

Считается, что растяжение или сжатие не является признаком отдельных фаз; и те и другие напряжения могли возникать в ходе каждой отдельной фазы [Wunderlich, 1957].

* П. Дорн, 1960. Там же — ссылки на различных авторов.

1. Формы сжатия имеют преимущественно герцинские простирания и включают:

а) простые антиклинали (например, Росслебен), в которых все надсолевые толщи изогнуты согласно;

б) антиклинали типа Хильдесгеймского леса, в ядре которых древняя соленосная толща слабо выжата и покровные породы смяты;

в) антиклинали типа Ассе, в которых крылья круто подняты и несколько надвинуты друг на друга, а соль по трещинам в своде поднялась кверху; еще сложнее построена антиклиналь Зальцгиттер;

г) различного рода надвиговые структуры: или самостоятельные или наложенные на антиклинали.

Формы сжатия приурочены к почти широтному поясу, охватывающему Тюрингский, Субгерцинский бассейны и полосу к северу от Рейнского массива. Этот пояс окаймляет с юга область развития типичных соляных куполов.

2. Формы растяжения представляют собой, как правило, грабены со сходящимися книзу разломами, по которым центральный блок опущен. В зоны разломов часто выдавлена соль цехштейна. Формы растяжения развиты преимущественно в Средиземноморско-Мьезенской зоне. Типичный пример — грабен долины р. Лейне. К растянутым формам относят также грабен долины р. Аллера, имеющий герцинское простирание, что плохо увязывается со схемой Лотце.

3. Смешанные формы, подобно сжатым, имеют преимущественно герцинское простирание и развиты к югу от зоны сжатых форм. В более северных районах они встречаются редко. В большинстве случаев эти формы включают сбросы или грабены, подвергшиеся впоследствии сжатию с образованием надвигов. Например, герцинская ветвь грабена долины р. Лейне у Геттингена ограничена на севере сбросом, а на юге — параллельным ему надвигом. В аналогичных грабенах Тюрингии образуется даже большое число надвинутых блоков.

Как указано выше, Ф. Лотце и другие авторы связывают возникновение описанных форм с периодически сменявшимися этапами растяжения и сжатия. Возможность систематического проявления достаточно интенсивных горизонтальных растяжений и сжатий (в особенности последних) в районе, главной особенностью которого на протяжении мезозоя и кайнозоя являлись преимущественно радиальные глыбовые движения, вызывает серьезные сомнения. Нам кажется, что указанные структуры лучше рассматривать в качестве горст-антиклиналей и грабен-синклиналей, образовавшихся в ходе вертикальных перемещений мелких блоков фундамента. Механизм образования подобных структур был описан, в частности, М. В. Гзовским [Гзовский, Ма-Цзинь, 1962].

4. СоляноTECTONические формы. В приведенных случаях соль выступает как дополнительный, модифицирующий фактор, не определяющий характер структур. Крупные и присущие только соли тектонические формы встречаются в собственно солянокупольном районе ФРГ.

СОЛЯНОКУПОЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ

А. Главнейшие типы солянокупольных структур

К настоящему времени в бассейне севера ФРГ известно свыше двухсот структур, обязанных своим возникновением пермской соли (рис. 22). В большинстве своем ядра куполов образованы цехштейновой солью (верхняя пермь). Однако в наиболее погруженной части бассейна — в Шлезвиг-Гольштейне — главную роль играет нижнепермская

соль красного лежня. Соляные купола отличаются большим разнообразием форм. При этом морфология надсолевых отложений в значительной мере определяется характером соляного ядра, который, в свою очередь, зависит от таких факторов, как мощность соли и перекрывающих ее толщ, наличие крупных разломов в подсолевом основании, количество непластичного материала в соли. Ввиду того, что большая часть области развития соляных куполов перекрыта мощным чехлом третичных и четвертичных отложений, пока невозможно детальное изучение мезозойского комплекса и соляных ядер большинства солянокупольных структур. Все же удается выделить ряд форм, типичных для Северо-Германского бассейна, и в общих чертах установить закономерности их размещения [Trusheim, 1960].

В наиболее погруженной части бассейна развиты так называемые «соляные стены». Соляные ядра этих структур имеют длину 60—100 км и более при ширине 4—5 км и расстоянии между соседними структурами 8—10 км. Высота «соляных стен» точно нигде не установлена. Результаты геофизических исследований показывают, что она может достигать 4000—5000 м. В строении «стен», кроме соли цехштейна, принимает участие также соль красного лежня, играющая здесь основную роль. Соль в ядрах этих «двухсолевых» диапиров [A. Bentz, 1949] интенсивно дислоцирована, причем внутренние части диапиров сложены солью нижней перми, а наружные — солью верхней перми. В некоторых случаях в верхних частях ядер установлено карнизоподобное нависание соли, а вдоль оси имеются осложнения в виде небольших куполов. Примерами «соляных стен» являются структуры Хейде — Хенштедт, Басдаль — Одисгейм — Теллингштедт, Беверн — Хемоор — Круммейндейх — Ольденбюттель и другие. Глубина подошвы соли в зоне развития «стен» превышает 5000 м, а возможно, и 6000 м. Оси этих длинных соляных структур меандрируют, но, в общем, сохраняют ЮЮЗ—ССВ направление, т. е. направление Средиземноморско-Мьезенской зоны глубинных разломов, с которой пространственно связаны эти структуры.

Таким образом, характер этих соляных «куполов» определяется не только большой первичной мощностью соли (возможно, свыше 2000 м), но и тектоникой подсолевого ложа. Это подтверждается и значительным распространением соляных стен к югу вдоль Средиземноморско-Мьезенской зоны (в районе Бремена «соляная стена» Бреддорф — Теддингхаузен тянется даже к югу от р. Везера). Область «стен» окружена зоной обычных куполов. Их соляные ядра могут быть в горизонтальном сечении округлыми, эллиптическими или удлинненными; могут сужаться кверху или быть цилиндрическими, иметь соляные карнизы с одной или со всех сторон. Указывают даже на существование каплевидных соляных тел, отделившихся от своих корней [Trusheim, 1960], хотя это, видимо, нельзя считать доказанным. Диаметр соляных ядер в их верхней части обычно составляет 2—8 км. В сводовых частях соляных штоков (как и у соляных стен) установлены гипсоангидрито-карбонатные гипергенные кепроки мощностью обычно около 100 м. В ряде случаев соляные купола образуют четкообразные ряды, что иногда связано с их приуроченностью к-расположенным на глубине соляным хребтам. Однако часто не удается установить закономерности пространственного размещения и ориентировки соляных куполов. Глубина подсолевого основания в этой зоне составляет 3000—5000 м, уменьшаясь от центра бассейна к его краям. Считают, что настоящие соляные купола не встречаются вне области, ограниченной 500- или 400-метровой изопахитой соли [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].

Пространства между куполами не представляют собой просто по-

строенные мульды, как это считалось еще совсем недавно. Сейсмическими и буровыми работами в них были обнаружены различные структуры, интересные с точки зрения их возможной нефтеносности. Среди межкупольных структур наиболее распространены глубоко погруженные соляные купола и антиклинали, иногда осложненные разрывными нарушениями. В отдельных случаях эти межкупольные структуры ассоциируются с зонами регионального выклинивания нефтеносных толщ, что создает особенно благоприятные условия для возникновения нефтяных месторождений (как, например, на северо-западном борту Гифхорнского трога). Интересную разновидность межкупольных поднятий образуют так называемые «щиты черепах». Их характерной особенностью является

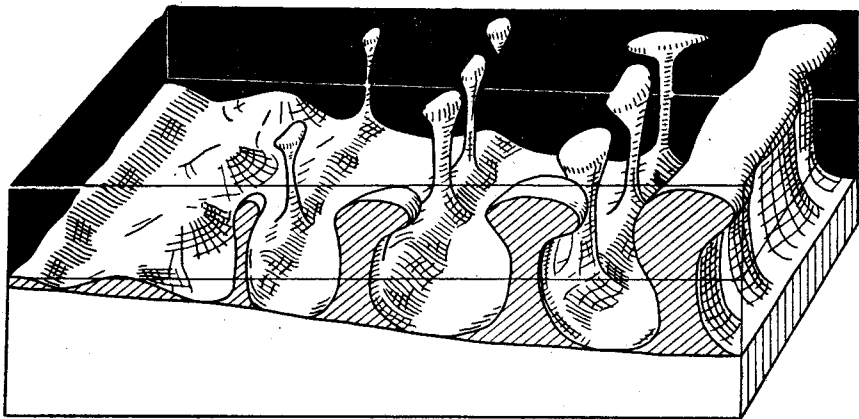


Рис. 31. Типы соляных структур Северо-Германского бассейна в зависимости от первичной мощности пермского соляного пласта (схема) (Ф. Трусгейм, 1957).

Горизонтальная линия, проведенная приблизительно посередине блока, характеризует первичную мощность соли.

увеличение мощностей всех толщ от крыльев к своду. Предполагают, что они образовались следующим образом. Отток соли в соляные купола компенсировался усиленной седиментацией в межкупольном пространстве (первичная компенсационная мульда). Затем происходил диапиризм соли, в процессе которого крылья соляных куполов (они же крылья первичной компенсационной мульды) могли обрушиться вниз. При этом кровля соответствующих толщ на крыльях занимала более низкое гипсометрическое положение, чем в центральной части мульды, и возникала антиклинальная структура. Так как диапиризм далеко не всегда приводил к полному выжиманию соли в шток, то «щиты черепах» встречаются далеко не во всех межкупольных мульдах. Разные типы структур, встречающихся в зоне «обычных» соляных куполов, представлены на рис. 37, 38, 40—43, 45, 47, 49, 50, 52.

В периферических частях бассейна глубины подсолевого основания уже не превышают 3000 м. Мощность соли здесь была недостаточно велика для того, чтобы после образования соляных скоплений мог начаться диапиризм. Поэтому соляноTECTONические формы в этой зоне представлены лишь так называемыми «соляными подушками». Ряд из них установлен по результатам сейсмических работ, а некоторые изучены также и бурением (например, Фалльштейн). В самых крайних частях бассейна соляноTECTONические структуры исчезают, уступая место другим структурным формам, описанным выше. Границы между указанными зонами соляных

структур не являются резкими, так что в той или иной зоне можно встретить структуры, типичные для соседней зоны. Зависимость формы соляных тел от глубины подсолевого основания и исходной мощности соли схематически представлена Ф. Трустгеймом [1957] на следующей диаграмме (рис. 31). Следует отметить, что эта диаграмма является весьма грубой схемой и, по-видимому, лишь в самых общих чертах отражает реально существующие соотношения.

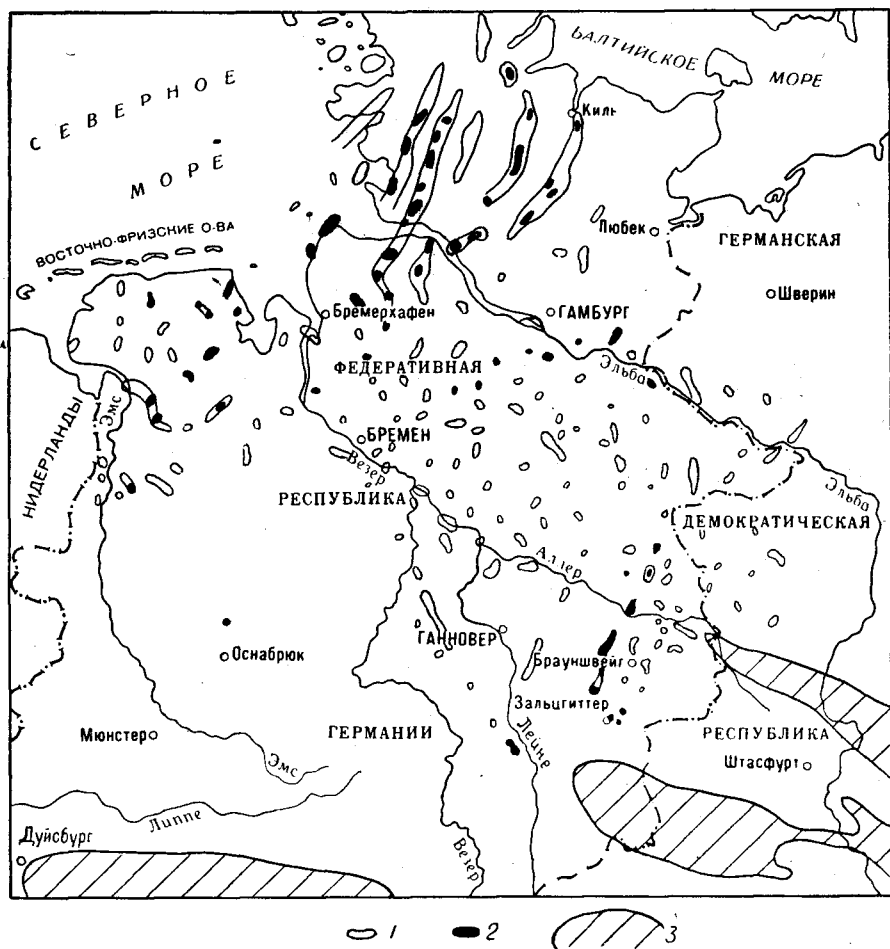


Рис. 32. Предмеловые подъемы на соляных куполах севера ФРГ [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].

1 — соляные купола; 2 — преднеокомские диапиры; 3 — герцинские массивы.

Б. Время образования солянокупольных структур

Перемещение масс соли и его кульминация — диапиризм и образование соляных штоков — связаны с тем, что под давлением вышележащих толщ соль переходит в пластическое состояние и течет, используя нарушения сплошности перекрывающих пород. (По нашему мнению, одного лишь давления вышележащих пород недостаточно для подъема и прорыва соляных масс.) Исследования последних 10—15 лет показали,

что в ряде мест подъем соляных штоков произошел относительно вскоре после отложения соли. Так, на Везендорфе был установлен рэтский диапиризм. С проявлением раннекиммерийских фаз связывают также подъемы на куполах Этцель и Хоенхорн, где маломощный доггер трансгрессивно перекрывает соляной шток (т. е. подъем соли произошел здесь не позже конца лейаса).

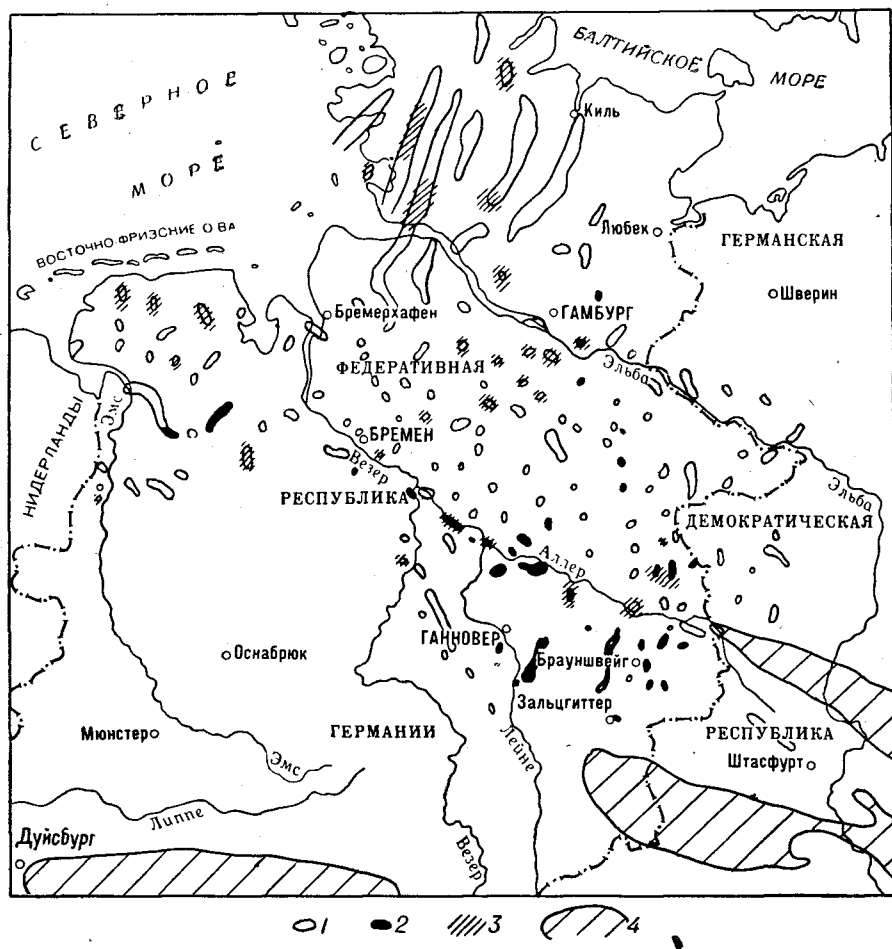


Рис. 33. Позднемеловые подъемы на соляных куполах севера ФРГ [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].

1 — соляные купола; 2 — предсантонские и премаастрихтские диапиры; 3 — третичные подъемы; 4 — герцинские массивы.

Однако основные этапы подъема соли имели место позже, в предмеловое и верхнемеловое время, и были связаны с проявлением позднекиммерийских и субгерцинских тектонических фаз. При этом на позднекиммерийских структурах вельд или морской нижний мел трансгрессивно перекрывают соляные ядра, а крылья куполов сложены триасовыми и юрскими толщами. Таковы удлиненные диапиры Шлезвиг-Гольштейна и нижнего течения Эльбы («соляные стены»), а также большая часть структур, расположенных на территории погребенного «вала Помпедкого» и в южной части Бройштедт-Гамбургского (Гифхорнского) трога.

Следующий этап интенсивного подъема диапиров совпадает по времени с проявлением субгерцинских фаз тектогенеза. В этот период отмечается рост новых и повторный диапиризм ряда позднекиммерийских куполов в Гифхорнском трого (предсантонская ильведская фаза) и вдоль «линии Аллера» (предмаастрихтская пейнская фаза). На «валу Помпецкого» отмечается интенсификация роста куполов в связи с предкайно-

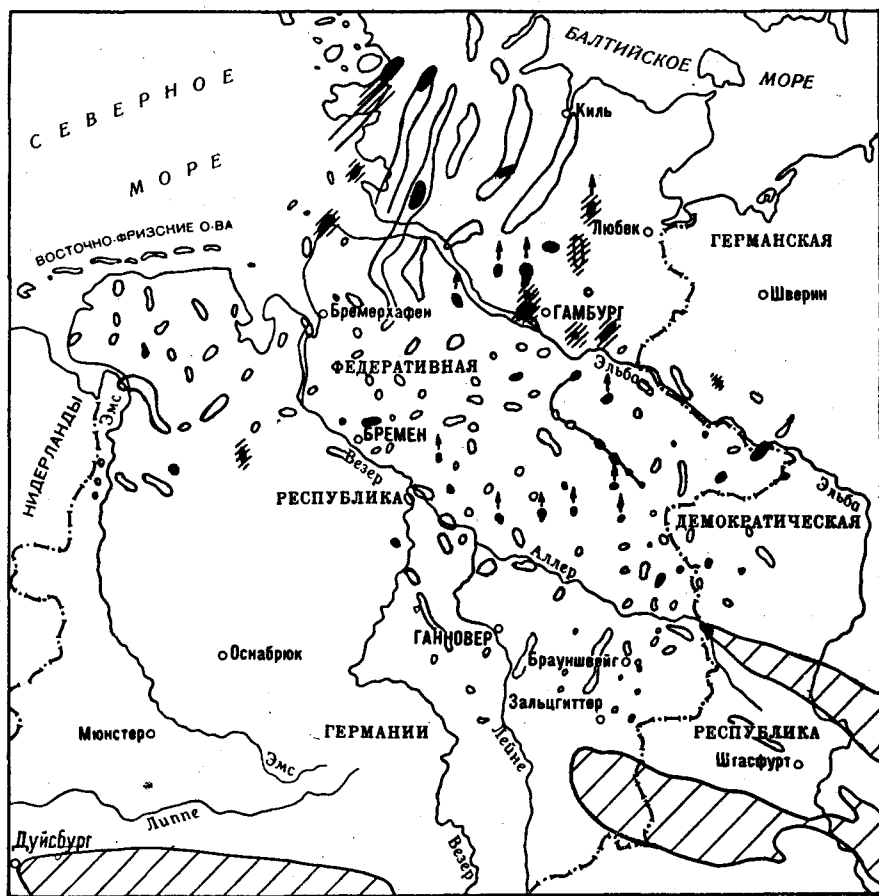


Рис. 34. Молодые подъемы на соляных куполах севера ФРГ [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].

1 — соляные купола; 2 — предмиоценовые подъемы; 3 — предплейстоценовые подъемы; 4 — современные подъемы; 5 — герцинские массивы.

зойской ларамийской фазой и с молодыми движениями (предмиоценовыми, предплейстоценовыми и четвертичными). При этом интенсивный рост соляных штоков всегда происходил после интенсивного погружения той или иной части бассейна на фоне и в связи с региональным подъемом области — особенность, характерная и для Прикаспийской впадины. Таким образом, прослеживается не только временная тектоническая приуроченность роста соляных диапиров, но и их пространственная связь с зонами регионального прогибания — с зонами, в которых возникает наибольшее число нарушений и создаются особенно значительные на-

грузки на соль. Так, образование преднеокомских (позднекиммерийских) штоков связано с областями максимального юрского погружения (рис. 13 и 32), образование субгерцинских диапиров — с областями максимального нижнемелового погружения (табл. 4 и рис. 33); предмиоценовые и четвертичные подъемы соли приурочены к зонам глубоких третичных прогибов (рис. 34) [Riedel, 1942; Richter-Bernburg, Schott, 1959].

Конечно, это не означает, что на всех куполах того или иного района диапиризм происходил строго одновременно и что в тектонически спокойные периоды подъем соли не имел места. Так, детальное изучение тектоники соляного купола Везендорф позволило А. Роллю [1956] сделать вывод о непрерывном росте соляного ядра этой структуры, ускорявшемся во время тектонических фаз. Аналогичные результаты были получены на нефтяных месторождениях Этцель и Брамштедт, связанных с одноименными соляными куполами; в этом случае для тектонических построений использовались данные электрического каротажа [Rödiger, 1960]. В настоящее время концепция непрерывного роста куполов, периодически усиливающегося во время тектонических фаз, является наиболее распространенной среди западногерманских геологов.

В. Образование соляных куполов

В настоящее время вопрос о формировании соляных куполов до конца не решен. В тридцатых годах Г. Штилле была предложена гипотеза о связи солянокупольных структур с антиклиналями. Вследствие тангенциального сжатия в ядрах антиклинальных складок возникают в периоды тектонических фаз соляные диапиры, т. е. они являются структурами, обусловленными факторами исключительно региональной тектоники. Соль здесь играет чисто пассивную роль. В силу своей пластичности она выдавливается по трещинам под действием бокового давления, модифицируя, усложняя общий тектонический план. Гипотеза Штилле отражала уровень знаний того периода, когда структуры изучались в основном геологической съемкой, а Северо-Германская низменность — главная область распространения соляных куполов — была практически недоступна для анализа.

В 40-е и 50-е годы стали широко применяться глубокое бурение и геофизические методы, с помощью которых было обнаружено большое число новых соляных куполов, расположенных более или менее беспорядочно. Старые воззрения на образование куполов пересматривались — главным образом, с позиций возрождения теории Р. Лахманна и С. Аррениуса (1912) об автономных движениях соли, совершенно не связанных с тектоникой. В окончательном виде эта новая гипотеза атектонического образования соляных куполов («галокинеза») была сформулирована в 1957 г. Ф. Трусгеймом, основывавшимся главным образом на обширном материале сейсмических работ по методу отраженных волн. Содержание гипотезы, в общих чертах, сводится к следующему.

«Галокинез» — это комплекс процессов, причинно связанных с автономным, изостатическим движением соли. Источник энергии этого движения — гравитационные силы. Боковое течение соли может начаться при мощности перекрывающих пород — 1000 м и мощности соли не менее 300 м. Импульс, давший начало перемещению соляных масс, установить сейчас невозможно. Он мог быть вызван неоднородностью в подсолевом основании, в самой соли или в надсолевых толщах. Значительную роль здесь могли играть деформации земной коры под действием лунного притяжения. Этот источник энергии вызывал как бы постоянную вибрацию

и уменьшал трение. Конечно, имевшиеся уже напряжения могли разрешиться и под действием тектонических движений, что мало вероятно, так как для этого вполне достаточно просто наличия глубокого седиментационного прогиба с блюдцеобразным дном [Dürschner, 1957]. Раз начавшись, миграция соли продолжалась в виде цепной реакции, не требуя поступления энергии извне. Результатом этой цепной реакции является современная структура солянокупольной области.

На первом этапе миграции соль перемещается исключительно горизонтально, образуя куполообразные скопления — так называемые «соляные подушки». Отток соли в «подушки» вызывает компенсирующие движения на поверхности: возникают первичные компенсационные мульды, окружающие соляные аккумуляции. Максимумы седиментации в этих мульдах вверх по разрезу смещаются в направлении «подушек».

При продолжающемся поступлении соли перекрывающие «подушку» толщи растягиваются и трескаются. Соль прорывается по образовавшимся ослабленным зонам. Начинается диапировая стадия, характеризующаяся преимущественно вертикальным направлением миграции соли. На этой стадии соль может достигнуть поверхности и излиться на нее. Видимо, именно результатами таких излиний (возможно, подводных) являются нависающие карнизы многих соляных штоков. При подъеме диапира «подушка» сокращается в объеме, а на поверхности происходит компенсирующая седиментация. Возникают вторичные компенсационные мульды. В них мощности отложений (в отличие от первичных) увеличиваются по направлению к соляному штоку. Троги, наблюдаемые вдоль «соляных стен» нижнего течения р. Эльбы и в Шлезвиг-Гольштейне, это те же компенсационные мульды, форма которых определяется формой соляных тел.

Развитие соляных куполов усложняло палеогеографическую картину. Возникли локальные бассейны, подводные бары, острова. Кроме общеизвестных региональных источников сноса последние исследования фиксируют многочисленные местные источники, что важно для нефтяной геологии. Интересно отметить, что большинство структурных черт, приписываемых так называемой «саксонской тектонике», легко можно объяснить процессами галокинеза.*

После диапировой стадии большинство куполов было перекрыто верхнемеловыми и (или) третичными толщами. Это увеличило нагрузку и вызвало возобновление подъема соли, происходившего в ряде случаев до недавнего времени. Эти постумные подъемы соли, естественно, компенсировались усилением седиментации. Формировались маленькие и неглубокие компенсационные мульды третьего порядка. Движения соли продолжались с конца триаса непрерывно в течение мезозоя и в кайнозое. Они начались в разное время на разных структурах. Никакой зависимости галокинеза от орогенных фаз не существует. Все несогласия, встреченные на куполах, имеют чисто локальный характер и отсутствуют в примыкающих мульдах. Лишь альбская трансгрессия, видимо, имеет континентальное распространение. Возможно, она была вызвана эвстатическим подъемом уровня мирового океана. Количественное изучение компенсационных мульд позволяет получить представление о скорости перемещения соли. Оказалось, что эта скорость равна в среднем $0,3 \text{ мм/год}$, что примерно соответствует размаху эпейрогенических движений. При

* Здесь Ф. Трусгейм вступает в противоречие с фактами, так как региональные структурные элементы непрерывно продолжаются из солянокупольной области в районы, где соль либо не имеет существенного значения, либо вовсе отсутствует в разрезе.

этом скорость движения соли в диапировой стадии оказалась такой же, как и в стадии «соляных подушек». Точные нивелировки позволили установить на соляных куполах подъемы со скоростью до 2,4 мм/год (соляной купол Зегеберг в Гольштейне [Teichmüller, 1958]).

Изучение движений соли в геологической истории имеет практическое значение при разведке нефти. Они могли изменять направление миграции нефти, приводить к переформированию или разрушению нефтяных залежей. Представляет интерес связь времени миграции нефти и характера формирования коллекторских пород, так как оси бассейнов могли смещаться в ходе истории. Многие из этих вопросов еще ждут своего разрешения.

ГЛАВА III

НЕФТЕНОСНОСТЬ СЕВЕРО-ГЕРМАНСКОГО БАССЕЙНА

Растущие потребности в нефтепродуктах стимулируют рост нефтедобычи в ФРГ:

Годы	Добыча нефти, тыс. т	Годы	Добыча нефти, тыс. т
1945	547	1955	3147
1946	650	1956	3506
1947	577	1957	3960
1948	635	1958	4432
1949	842	1959	5103
1950	1119	1960	5530
1951	1376	1961	6204
1952	1755	1962	6776
1953	2189	1963	7382
1954	2666	1964	7672

Потребление нефти в ФРГ увеличилось с 5 млн. т в 1950 г. [Friedensburg, 1962] до 43 млн. т в 1962 г. (Нефть и уголь, № 5, 1963), т. е. почти в 10 раз. Добыча нефти в те же годы составляла соответственно 1,1 и 6,8 млн. т. Таким образом, за счет нефти, добываемой на своей территории, ФРГ обеспечивает лишь 15—20% своих потребностей. Следствием этого является интенсивное развитие работ, направленных на поиски новых и дальнейшую разработку старых нефтеносных районов и толщ. В особенности это относится к сейсмическим исследованиям МОВ и к бурению. Развитие буровых работ характеризуется следующими данными (табл. 7, а также рис. 35).

Определенный интерес представляет распределение метража поисково-разведочного бурения на территории ФРГ в целом и в солянокупольной области в частности. Из табл. 8 видно, что объемы этих работ непрерывно сокращаются при увеличении средних глубин скважин. В то же время запасы нефти от года к году возрастают. Эффективность поисково-разведочного бурения также проявляет тенденцию к повышению, хотя в солянокупольной области она, в общем, снижается.

Помимо общих цифр, можно привести некоторые цифры, отражающие успешность бурения (на примере 1958 и 1959 гг.) [Pfefferkorn, 1959, 1960]. Так, в 1958 г. было пробурено 184 пустые скважины (из них 36 эксплуатационных, 44 разведочных и 104 поисковых) и 350 успешных скважин (соответственно 279, 52, 19). В 1959 г. было 169 пустых скважин (соответственно 45, 46, 78) и 339 успешных (соответственно 280, 38, 21), т. е. в 1958 г. результативные скважины составили 65,6% от общего числа

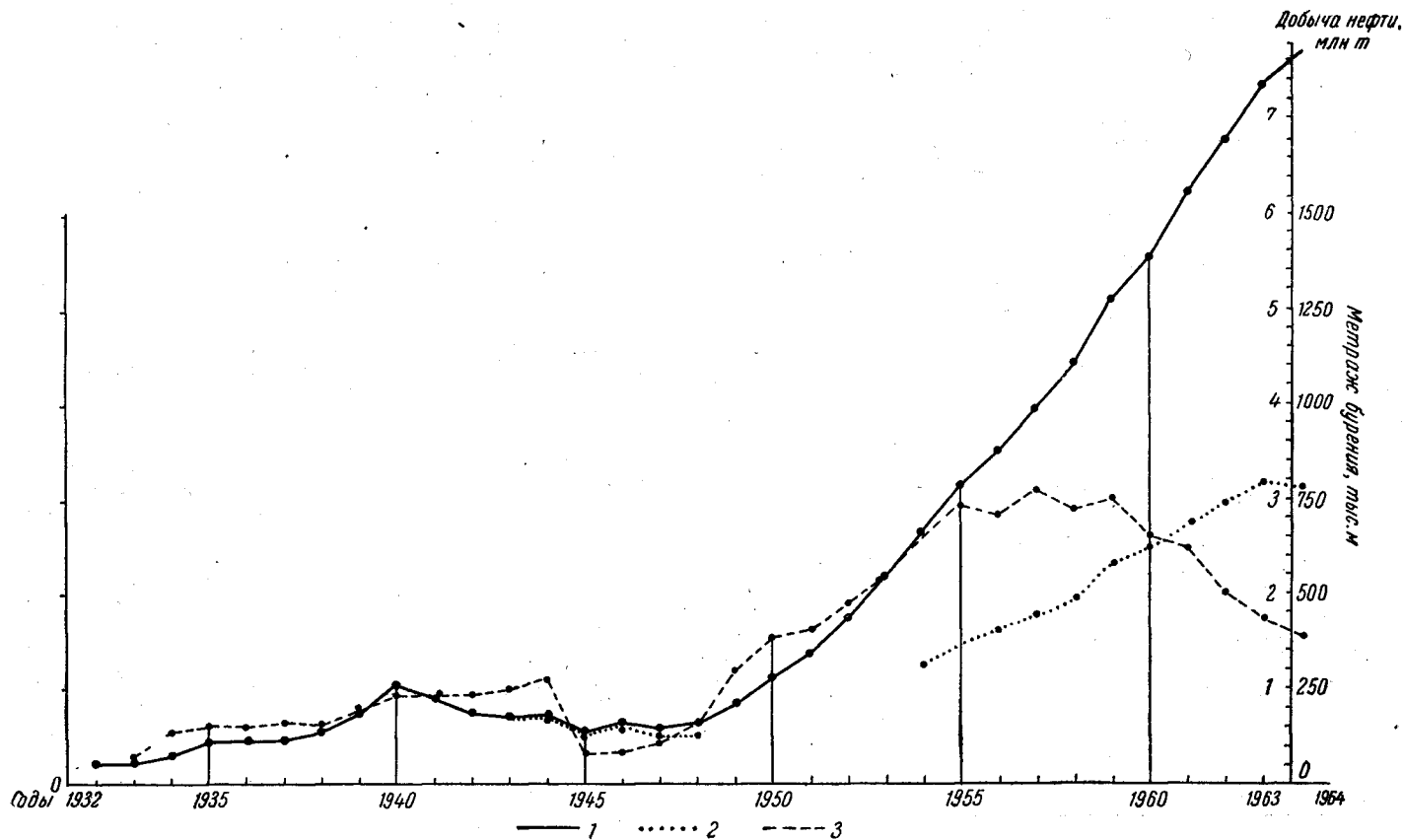


Рис. 35. График добычи нефти и бурения в ФРГ. (По данным А. Бентца, Е. Мальдана и др., 1962.)

1 — общая добыча нефти в Западной Германии (в том числе до 1944 г. — также и добыча на соляных куполах и в районе развития соляных куполов);
 2 — в том числе добыча нефти на соляных куполах и в районе развития соляных куполов; 3 — общий метраж бурения.

Метраж бурения в ФРГ, тыс. м

(Составлена по данным до 1948 г. — Бенц, 1949, с 1948 г. — Нефть и уголь, № 1, 1948—1964)

Годы	Общий метраж бурения	Виды бурения			
		Поисковое	Разведочное	Эксплуатационное	Вспомогательное
1954	660	170	136	344	10
1955	734	176	119	416	23
1956	708	194	149	345	20
1957	772	182	165	411	14
1958	723	—	—	410	—
1959	753	183	135	428	7
1960	654	127	131	—	—
1961	620	123	95	—	—
1962	504	107	97	291	9
1963	434	125	89	201	19
1964	391	122	118	136	15

Примечания. 1. Классификация видов бурения, применяемая в ФРГ (а также в США), следующим образом сопоставляется с классификацией, употребляемой в СССР:

ФРГ	США	СССР
Aufschlussbohrung Erweiterungsbohrung Produktionsbohrung Hilfsbohrung	Exploration drilling Extension drilling Productive drilling Service drilling	Поисковое Разведочное Эксплуатационное Инжекционное
	Core drilling	Структурно-поисковое

2. Общий метраж бурения, м: 1945—78; 1946—82; 1947—110; 1948—166; 1949—299; 1950—385; 1951—404; 1952—474; 1953—546.

3. Данные, приведенные в таблице, относятся исключительно к глубокому бурению. Структурно-поисковое бурение в ФРГ практически не используется.

пробуренных скважин, а в 1959 г. — 66,7%. Соответственно цифры для групп поисковых и разведочных скважин 32,4% в 1958 и 32,2% в 1959 г.

Соответствующие цифры за 1962 и 1963 гг. выглядят следующим образом [Pfefferkorn, 1963, 1964]:

	1962 г.	1963 г.
Поисковые скважины	50	46
В т. ч. результативные	6	6
пустые	44	40
Процент успешных скважин	12	13
Разведочные скважины	40	38
В т. ч. продуктивные	18	22
пустые	22	16
Процент успешных скважин	45	58
Эксплуатационные скважины	200	139
В т. ч. продуктивные	177	116
пустые	23	23
Процент успешных скважин	88	83
Всего скважин	290	223
В т. ч. успешных скважин	201	144
Процент успешных скважин	69	65

Поисково-разведочное бурение, состояние запасов и добыча нефти в ФРГ

(составлена по данным: Г. Пфефферкорн, 1959—1964; Нефть и газ, 1960; Е. Мальцан, 1961; Р. Е. Кинг, 1963; Г. Порт, 1963; В. Шотт, 1963)

Показатели	Годы						
	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Метраж поисково-разведочного бурения в целом по ФРГ, м	346 475	359 985	318 119	254 598	212 201	204 397	214 367
В том числе по солянокупольной области, м	132 674	120 291	102 700	76 865	63 721	60 434	61 520
Добыча нефти в целом по ФРГ, млн. т	3,96	4,43	5,10	5,53	6,20	6,78	7,38
В том числе по солянокупольной области, млн. т	1,79	1,98	2,31	2,49	2,71	2,95	3,18
Запасы (А+В+С ₁) на конец года по ФРГ в целом, млн. т	68,8	74,9	72,9	88,0	106,2	113,5	—
В том числе по солянокупольной области	—	—	29,1	34,5	38,8	40,2	—
Прирост запасов (А+В+С ₁) за год в целом по ФРГ, млн. т	6,4	10,5	3,1	20,6	24,4	14,1	—
В том числе по солянокупольной области	—	—	—	7,9	7,0	4,4	—
Средняя глубина поисковых скважин в целом по ФРГ, м	—	—	1657	—	—	2468	—
Эффективность поисково-разведочного бурения в целом по ФРГ (тонн прироста запасов на метр проходки)	18	26	10	80	115	69	—
В том числе по солянокупольной области	—	—	—	128	109	73	—

Таким образом, если общая результативность бурения осталась приблизительно на прежнем уровне, то для поисково-разведочного бурения показатели резко снизились. Это следует связывать, во-первых с интенсивными разведками в новых нефтеносных регионах, а во-вторых — со все большими трудностями выявления новых нефтяных месторождений в старых нефтеносных областях. На конец 1959 г. действовало 266 буровых станков (из них 105 средних и тяжелых). В 1959 г. в ФРГ работали 49 геофизических отрядов, из них 42 — сейсморазведочных, 5 — гравиметрических и 2 электроразведочных. Эти отряды отработали 535 отрядо-месяцев, из них большую часть — на севере ФРГ и на площади Предальпийского прогиба [Нефть и уголь, № 6, 1960]. Все эти работы дали новый геологический материал и привели к открытию ряда нефтяных и газовых месторождений, большая часть которых расположена на севере ФРГ.

Состояние запасов нефти по нефтеносным районам ФРГ отражает табл. 9.

Из общей цифры запасов по категориям А + В + С₁ (88 млн. т на 1/1 1961 г.) на долю солянокупольного региона, приблизительно

Запасы нефти на 1/1 1960 и 1/1 1961 гг., тыс. т *
[Мальцан, 1961]

Таблица 9

Районы	Доказанные		Возможные		Всего	
	1960	1961	1960	1961	1960	1961
К северу от р. Эльбы . . .	3 569	7 190	1 645	1 970	5 214	9 160
Между реками Эльбой и Везером	19 941	20 686	8 994	4 712	23 925	25 398
Между реками Везером и Эмсом	16 175	19 270	4 816	5 538	20 991	24 808
К западу от р. Эмса . . .	15 650	19 240	3 520	6 080	19 170	25 320
Рейнский грабен	1 616	1 678	825	499	2 441	2 177
Предальпийский молассо- вый трог	936	923	240	197	1 176	1 120
Всего	57 887	68 987	15 040	18 996	72 927	87 983

* Категории запасов в СССР, ФРГ и США сопоставляются следующим образом:

СССР	США	ФРГ
Доказанные (А + В) Возможные (С ₂) Прогнозные (D)	Proved Probable Prospective	Sicher Wahrscheinlich

совпадающего с двумя первыми областями, приходится 34,5 млн. т, или 39%. (При этом собственно на соляные купола приходится не более 12—13% запасов [Richter-Bernburg, Schott, 1959].)*

Ниже приводятся сведения по нефтеносности и нефтяным месторождениям солянокупольной зоны ФРГ.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕНОСНОСТИ ПО РАЗРЕЗУ

Проявления битумов, нефти и газа широко распространены на территории ФРГ и ГДР. Стратиграфически наиболее древние из них относятся к девону [Bitterli, 1962]. В 1960 г. скважина Гойя-z-1 в Нижне-Саксонском бассейне на глубине около 4500 м вскрыла подсольевые отложения (верхний карбон). Из песчаного горизонта вестфалья-Д был получен приток углеводородного газа (97% метана) с дебитом 100 м³/ч. В 1961 г. в скважине Гротхузен-z-2 был получен приток газа, состоящего из метана с 16% тяжелых углеводородов, из вестфалья C₁/B (верхний карбон) с глубины около 3500 м. В скважине Гротхузен-z-1 в интервале 3940—4236 м наряду с горючим газом (75% метана, 15% тяжелых углеводородов) была обнаружена в незначительном количестве также легкая нефть [Malzahn, 1960]. Кроме того, давно известны многочисленные нефтепроявления в карбоне Мюнстерланда и Восточной Голландии. В той же скважине Гротхузен-z-2 установлено также газонасыщение песчаников красного лежня на глубине около 3200 м.

* По-видимому, с подобным распределением запасов трудно согласиться. Даже при беглом ознакомлении с фактическим материалом по отдельным месторождениям выясняется, что структуры, относимые немецкими геологами к поднятиям, не связанным непосредственно с соляной тектоникой, в действительности являются соляными куполами с глубоко залегающими ядрами (например, Хоне, Элдинген, Лейферде).

Нефте- и газопроявления в цехштейне ФРГ и ГДР весьма многочисленны. Практически весь разрез цехштейна битуминозен [Meinhold, 1959]. Однако добыча нефти и газа из цехштейна возможна только в тех случаях, когда имеются коллекторы. Проблема коллекторов — наиболее важная проблема разведки цехштейна. Коллекторские породы в цехштейне пока установлены только в нижней, карбонатной части разреза — в главном доломите Тюрингии и в плитчатом доломите Эмсланда. Из цехштейна добывают главным образом газ, однако известно и нефтяное месторождение Фолькенрода в Тюрингии, открытое случайно в 30-х годах (за несколько лет эксплуатации оно дало 81 000 т нефти), а также месторождение Фалльштейн. Промышленная добыча нефти производилась также из кавернозных известняков низов цехштейна в Хейде.

Значительно большую роль играют газы цехштейна, разведке которых уделяется большое внимание. Месторождения цехштейнового газа известны, как правило, вне зоны развития соляных куполов. Это связано с большими глубинами залегания перспективных горизонтов в солянокупольной области и с их меньшей изученностью. К этому же району приурочены и газовые месторождения триаса, открытые в 1959—1961 гг. (Гольденштедт, Бухгорст, Баренбург). Залежи относятся к пестрому песчанику и генетически связываются с главным доломитом [Boigk, 1961]. Нефтеносность отмечается в верхнем триасе (кейпер). Основная масса нефти добывается из песчаных горизонтов верхнего кейпера на соляных куполах и нижнего кейпера на месторождениях Верхне-Рейнского грабена.

Юра является главной продуктивной толщей ФРГ, из которой добывают большую часть нефти (табл. 15—17, стр. 119—120). Добыча из юрских отложений сосредоточена главным образом на северо-западе ФРГ (как в солянокупольной области, так и в зоне антиклиналей западной части Нижне-Саксонского бассейна). Важнейшие продуктивные горизонты: в лейасе — геттангские песчаники, в доггере — песчаники бета, байосские зудербрухские песчаники в фации корнбраша и батские песчаники корнбраша, в мálме — оолитовые известняки коралленоолита, песчаники кимериджа. Юрские горизонты являются не только основными продуктивными горизонтами, но и объектом разведочных работ. Однако намечается стремление к увеличению стратиграфической глубины основных нефтеносных объектов (главным образом за счет потенциальной нефтеносности подсолевых отложений).

Меловые горизонты, на долю которых приходится значительный процент нефтедобычи, в то же время не имеют существенных перспектив для дальнейших разведок. Распространение промышленной нефтеносности нижнего мела примерно то же, что и для юры. Основные продуктивные горизонты связаны с вельдом и валанжином. Явно вторичные верхне-меловые залежи не имеют большого практического значения. Исключением является маастрихтская залежь в своде соляного купола Рейтброк.

Промышленные месторождения в третичных отложениях известны в палеогене Верхне-Рейнского грабена (нефть) и Предальпийского прогиба (главным образом газ), а также в неогене Верхне-Рейнского грабена (газ). Не являются редкостью и вторичные нефтепроявления в четвертичных отложениях. Например, в «смоляных ямах» Витце нефть добывали уже в XVI веке.

НЕФТЯНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЯНОКУПОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ФРГ

При рассмотрении обзорной карты нефтяных месторождений ФРГ (рис. 36) можно заметить очень важную особенность — приуроченность большинства месторождений к зонам максимальных мощностей. Сюда

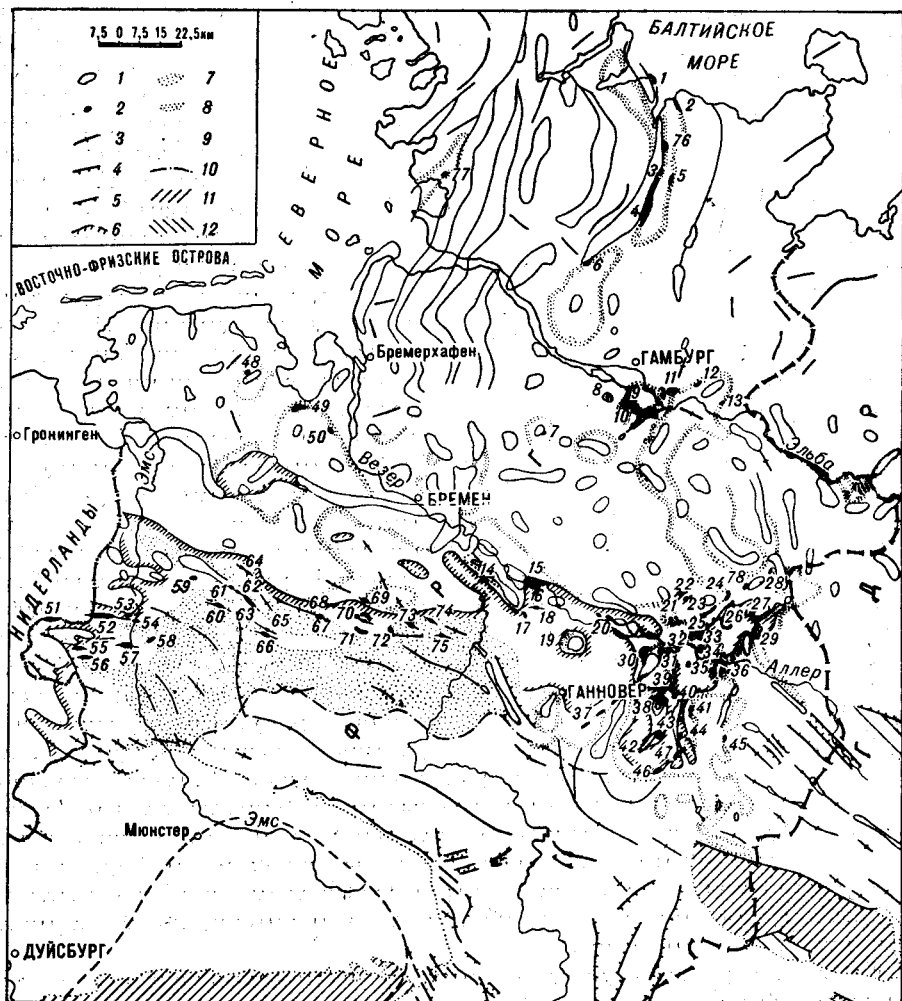


Рис. 36. Юрские трогии и нефтяные месторождения ФРГ (Г. Харк, 1964; Е. Мальцап, 1962; Ф. Гехт, Г. Хедеманн, Ф. Кабелак, 1957.)

1 — соляные купола; 2 — нефтяные месторождения; 3 — оси антиклинальных складок; 4 — сбросы; 5 — надвиги; 6 — выходы портландца (верхний малам) под нижнемеловые отложения; 7 — области с мощностью портландца свыше 400 м; 8 — выход доггера (средняя юра) под нижнемеловые отложения; 9 — геологические границы; 10 — северная граница поверхностного распространения триасовых отложений; 11 — складчатый или кристаллический фундамент; 12 — выходы красного лесса (нижняя перма).

Нефтяные месторождения: 1 — Шведенек; 2 — Киль; 3 — Варнау; 4 — Плон; 5 — Бош-тедт; 6 — Брамштедт; 7 — Фолькенсен; 8 — Зотторф; 9 — Гросс-Гамбург; 10 — Мекельфельд; 11 — Рейброк; 12 — Хоенхорн; 13 — Петрау; 14 — Эйспрун; 15 — Восс; 16 — Эйлле; 17 — Штеймке; 18 — Зудербрук; 19 — Эсперке; 20 — Витце — Торен — Фурберг — Хамбюрен; 21 — Хоне; 22 — Эдлинген; 23 — Эррель — Сев. Везендорф; 24 — Ханкенсбюттель; 25 — Везендорф; 26 — Форхор; 27 — Кнезбек; 28 — Любен; 29 — Дра; 30 — Ниепахген-Хенинген; 31 — Эйклинген; 32 — Харлессе; 33 — Ю. Везендорф; 34 — Гифхорн; 35 — Лейферде; 36 — Кальберла; 37 — Лерте — Кронсберг — Паттензен; 38 — Эдесса; 39 — Ритце; 40 — Меррдорф; 41 — Рюме; 42 — Мольме; 43 — Оберг; 44 — Фехельде; 45 — Раутгейм; 46 — Хоенассель; 47 — Бройштедт; 48 — Этцель; 49 — Фарель; 50 — Эльсфлет; 51 — Иттербек; 52 — Рюме; 53 — Гебелермеер; 54 — Менпен; 55 — Шерхорн; 56 — Георгсдорф; 57 — Линген; 58 — Брамгар-Веттруп; 59 — Линер; 60 — Ленинген; 61 — Остервальде; 62 — Гарен; 63 — Геммельте-Западный; 64 — Мольберген; 65 — Орланд; 66 — Квакенброк; 67 — Фехта; 68 — Ойге; 69 — Вокштедт; 70 — Дюсте; 71 — Дикель; 72 — Вухгорст; 73 — Варенбург; 74 — Эйденбург; 75 — Фойгтей; 76 — Претц; 77 — Барсфлет; 78 — Виттинген-Южный.

относятся как доггеровые трогги «вала Помпецкого», так и верхнеюрский и нижнемеловой прогиб Нижне-Саксонского бассейна к югу от вала. Соответственно этому главные продуктивные горизонты трогов «вала Помпецкого» приурочены к доггеру, а в Нижне-Саксонском бассейне — к доггеру, мальму и нижнему мелу. Следует отметить, что в солянокупольной области ФРГ практически отсутствуют чисто газовые месторождения. Они сосредоточены в западной части Нижне-Саксонского бассейна (в Эмсланде). В области развития соляных куполов распространены нефтяные залежи разных типов. Часть из них связана с соляными куполами, другие же не имеют к куполам прямого отношения; среди тех и других имеются залежи, приуроченные к антиклинальным структурам, залежи, экранированные сбросами, стратиграфическими несогласиями и так далее. На ряде месторождений встречаются одновременно залежи разных типов.

Ниже дается описание нескольких характерных нефтяных месторождений, расположенных в границах солянокупольной области. Вначале рассматриваются месторождения, связанные с бортовыми или центральными частями среднеюрских трогов «вала Помпецкого»: месторождение на соляном куполе Хейде, приуроченное к восточному борту одноименного юрского прогиба, месторождение на куполе Рейтброк (он расположен в самой северной части Бройштедт-Гамбургского трогоа), а также месторождения Везендорф и Хоне, находящиеся в южной части этого трогоа (в так называемом Гифхорском трогое). Затем приводятся сведения о нефтяных месторождениях верхнеюрского — нижнемелового широтного прогиба Нижне-Саксонского бассейна (с востока на запад: Ниенхаген — Хенинген, Лерте, Витце, Зудербрух, Штеймбке). На перечисленных месторождениях мы встречаем почти все типы залежей, характерные для описываемой солянокупольной области.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ХЕЙДЕ

Нефтеносность связана с соляной структурой рейнского простирания Хейде, имеющей длину свыше 60 км при ширине около 4 км. Ядро диапира сложено так называемыми «хазельгебирге» — соляной толщей красного ледня, в которой каменная соль неравномерно насыщена обломками красных тонкопесчанистых мергелей и глин, реже встречается ангидрит. Внутреннее строение диапира очень сложно. Цехштейн облекает ядро «хазельгебирге». Он дислоцирован менее интенсивно, хотя на крыльях наблюдаются крутые углы и запрокинутость слоев. Диапир расширяется кверху, так что его западный край нависает.

Мезозойские толщи крыльев (триас, юра и вельд) вынесены соляным штоком кверху. Они имеют иногда очень крутое падение и находятся в тектоническом контакте с соляным диапиром, основное поднятие которого связано с позднекеммерийским временем. В этот период кровля диапира располагалась очень близко от поверхности и подвергалась интенсивному выветриванию. Образовавшиеся карстовые углубления были заполнены продуктами разрушения пермских, триасовых и юрских пород («наносы» кепрока). Эта преднеокомская структура была затем перекрыта меловыми, третичными и четвертичными отложениями, мощности которых отражают продолжавшиеся менее интенсивные подъемы соли. В северной части структуры соль проникла до подошвы плейстоцена. Надсолевые породы в своде структуры осложнены грабеном, возникшим в период верхнетретичного подъема. Крылья структуры и прилегающие мульды построены относительно спокойно. В отличие от этого, сводовая часть разбита на множество мелких блоков, характеризующихся различными перерывами и несогласиями (рис. 37).

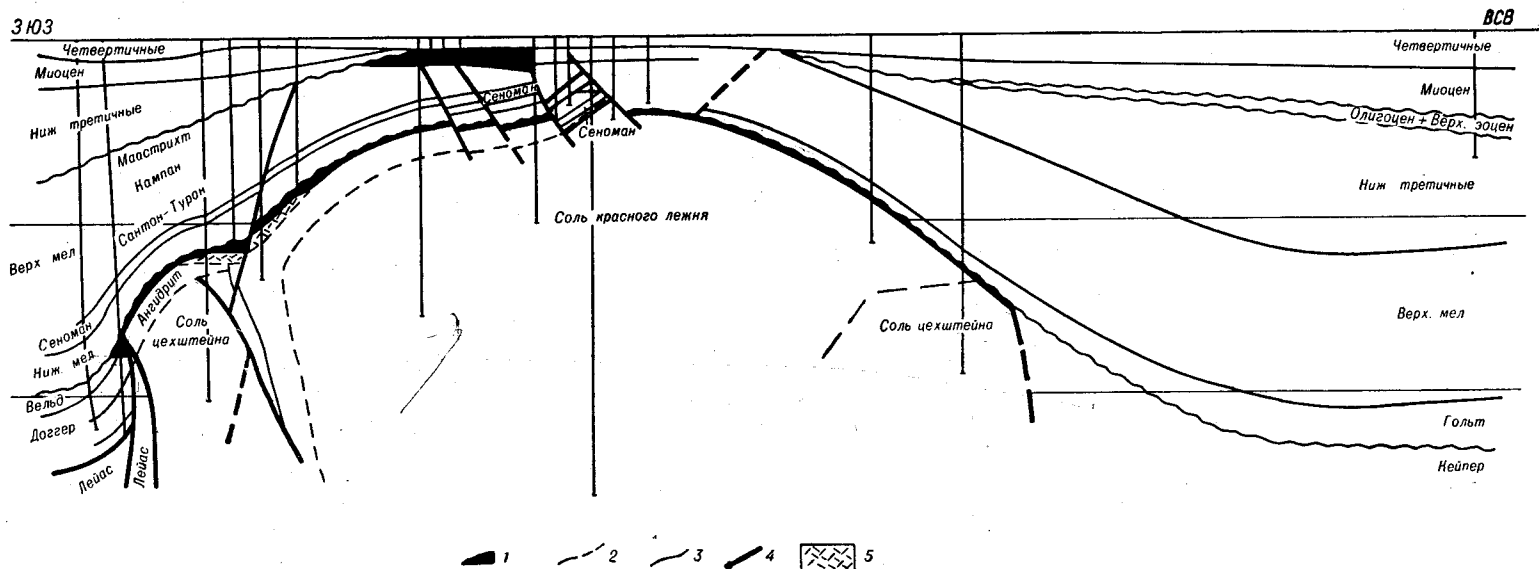


Рис. 37. Хейде. Геологический профиль. [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959; Г. Вебер, 1959.]

1 — нефтяные залежи; 2 — стратиграфические границы; 3 — поверхности стратиграфических несогласий; 4 — сбросы и тектонические контакты; 5 — «наносы» в карстовых воронках кепрока.

Нефтеносность Хейде известна уже свыше 100 лет: в 60-х годах XIX века были обнаружены насыщенные нефтью пески плейстоцена, а позже — неглубокая маастрихтская сводовая залежь («нефтеносный мел») под поверхностью третичного несогласия. Промышленную добычу удалось наладить лишь после того, как в 1925 г. была открыта нефть в трещиноватых известняках сеномана и турона. Однако залежи в своде Хейде имеют относительно небольшое значение. Основные запасы связаны с залежами в кепроке (в карстовых воронках под подошвой готеривской трансгрессии, заполненных продуктами выветривания, и в кавернозных карбонатных зонах главного доломита в низах цехштейна), а также с залежами на крыле структуры. Таким образом, нефтеносность района связана с несколькими участками, залежи которых занимают различное структурное положение.

1. Массивные залежи в своде структуры (участки Хелле и Фридрихсверк), приуроченные к трещиноватым карбонатным толщам сеномана и турона на глубине 250—400 м; выработаны. К этому же типу относится непромышленная залежь в маастрихте («нефтяной мел») на глубине 30—150 м.

2. Залежи в верхней части соляного ядра купола: пластовые залежи в кавернозных известняках зоны главного доломита и залежи в грубообломочных отложениях, выполняющих карстовые углубления в кепроке и сложенных продуктами разрушения толщ различного возраста. Эти последние залежи экранированы поверхностью готеривского несогласия. Нефтеносны участки Риккельсгоф, Лит, Хеммингшетдт, Мельдорф — Гафен, Эльперсбюттель. Глубина залежей 700—1450 м.

3. Залежи на крыле (участок «Хейде-глубокое») были открыты после постановки сейсмических работ. Стратиграфические залежи в песчаниках доггера и, видимо, вельда, перекрытого готеривской трансгрессией. Глубина нефтеносных горизонтов 1650—1750 м.

На востоке площадь нефтеносности Хейде ограничена западным сбросом грабена. На восточном крыле структуры, сложенном отложениями триаса и лейаса, нефтеносность не установлена. Это позволяет допустить, что нефть в ловушки мигрировала с запада, из глубокого юрского трога Хейде. Все эти залежи находятся в различных структурных условиях. Они распространены в узкой полосе покрова соляной структуры Хейде в ее западной части на протяжении 15—20 км. Несмотря на это, можно считать, что мы здесь имеем единое месторождение, так как при всех различиях в характере залежей их образование контролировалось единым фактором — соляным диапиром Хейде. За время эксплуатации месторождения добыто около 2 млн. т нефти.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ РЕЙТБРОК

Месторождение расположено в 15 км к юго-востоку от Гамбурга. Перспективность района была установлена в 1910—1911 гг., когда при бурении скважины на воду произошел пожар вследствие выброса углеводородного газа из базального горизонта олигоцена («нейенгаммерские пески»). Предположение о связи этого газа с нефтяными залежами подтвердилось лишь в 1937—1938 гг., когда после проведения сейсмических работ МОВ были заложены скважины в своде структуры, вскрывшие залежь нефти в верхнемеловых отложениях. В общей сложности здесь пробурено свыше 250 скважин.

Соляное ядро купола Рейтброк имеет крутые склоны, округлое сечение и площадь всего около 3 км². Кровля соли неправильной куполообразной формы залегает на глубинах 850—2200 м (рис. 38). Возможно

наличие соляных карнизов. На крыльях структуры встречены крутопадающие юрские и триасовые толщи, перекрытые на глубине свыше 2000 м неокомским несогласием. Неоком также с резким несогласием перекрывает соляной шток. Это является результатом преднеокомского подъема соли в позднекиммерийскую фазу. В дальнейшем также происходили подъемы штока, обычно более слабые, приводившие к перерывам и несогласиям внутри мела и под третичными отложениями, а также к уменьшению мощностей различных ярусов над соляным штоком. Вся толща

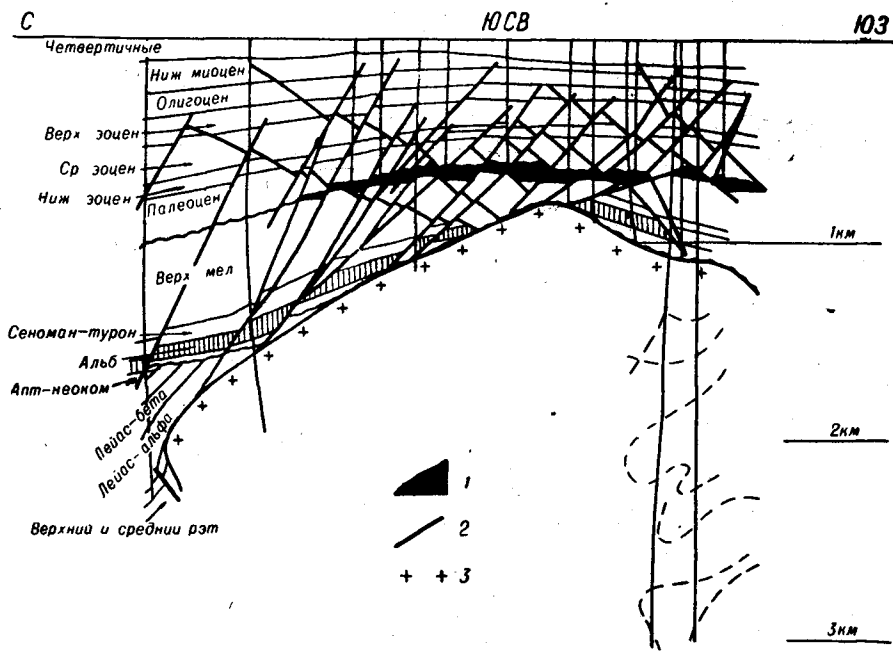


Рис. 38. Рейтброк. Геологический профиль [Г. Берман, 1959].
1 — нефтяные залежи; 2 — сбросы; 3 — соль цехштейна.

покровных пород над соляным штоком нарушена несколькими системами сбросов, раздробивших породы на множество мелких блоков. В центре поднятия размеры отдельных блоков и амплитуды сбросов невелики, к его краям и то и другое увеличивается.

Признаки нефтеносности на Рейтброке установлены в кепроке (на глубине около 1200 м) и в базальных слоях нижнего мела. Однако основная добыча ведется из так называемых «рейтброкских слоев» — интенсивно трещиноватых глауконитсодержащих известняков в кровле маастрихта. Массивная залежь в рейтброкском горизонте в настоящее время надежно экранирована нижнетретичными глинами. Нефть тяжелая, сернистая и имеет следующие характеристики:

Удельный вес	0,930
Вязкость (при 50° С), °Е	8,9
Температура, °С:	
застывания	60
начала кипения	56
Содержание, %:	
асфальта	1,4
парафина	1,6
серы	2,4

Фракционный состав, %:

до 150° С	5,6
150—275° С	19,0
275—300° С	34,0

Несмотря на то, что нефть недонасыщена газом, над залежью имеется небольшая газовая шапка. Мощность нефтенасыщенной зоны — около 40 м. Водонефтяной контакт наклонен (глубины соответственно 700 м на юге и 800 м на севере). Пористость известняков рейтброкского горизонта достигает 25%, проницаемость их составляет 1—2 мдарси; трещиноватая пористость равна 1,3—1,5%. Следствием интенсивной трещиноватости известняков являются довольно большие начальные дебиты скважин (100—300 м/сутки через 10 мм штуцер).

Газ верхнемеловой залежи имеет следующий состав, %:

CH ₄	79,7	C ₅ H ₁₂	4,2
C ₂ H ₆	1,87	N ₂	1,2
C ₃ H ₈	5,0	CO ₂	2,8
C ₄ H ₁₀	4,67	Удельный вес	0,812

При постумных движениях соли в третичных отложениях возникли трещины, по которым нефть и газ из верхнемеловой залежи мигрировали в 5-метровый песчаный пласт нижнего эоцена, образовав там небольшую пластовую сводовую залежь, из которой также ведется добыча. Удельный вес нефти — 0,915. Кроме того, на месторождении эксплуатируется газовая залежь нейенгаммерских песков в подошве олигоцена.

В 1960 г. в песчаниках доггера — бета на опущенном северо-западном крыле структуры была открыта залежь нефти, экранированная поверхностью нижнемеловой трансгрессии (участок Рейтброк-Западный). Залежь находится в разведке. Общее количество нефти, полученной на месторождении Рейтброк, превышает 1 600 000 т.

Нефтяные месторождения Гифхорнского трога

Свыше 20 нефтяных месторождений расположено на территории Гифхорнского трога. Открытие старейшего из них — Эдесса-Ольгейм — относится к 80-м годам прошлого века. С того времени на площади трога были открыты следующие месторождения (рис. 39, табл. 10).

Добыча нефти из месторождений Гифхорнского трога за последние годы неуклонно растет и составляет в среднем около 20% всей добычи ФРГ. Табл. 10 показывает, что систематическое изучение площади началось в 30-е годы. Можно выделить четыре этапа исследования Гифхорнского трога. Первый этап — бессистемные разведки первых 50 лет, приведшие к открытию двух месторождений — Эдесса-Ольгейм и Оберг. Второй этап — открытия 30-х годов, сделанные на основе гипотез о связи нефтяных месторождений с соляными куполами в совокупности с геофизическими методами (главным образом гравиразведкой). Третий этап — открытия 40-х годов. Они были приурочены к району интенсивных разведок на железные руды и частично связаны с этими разведками. Четвертый

этап — наиболее важный. В этот период (50-е годы) в связи с успешным применением сейсмического метода отраженных волн основное внимание уделялось изучению положительных структур в межкупольных зонах. Впервые в ФРГ структура такого рода (Хардессе) была установлена сейсмическими работами МОВ в 1944 г. Толчок к интенсивному развороту этих исследований был дан в 1951 г., когда скважина, заложенная на

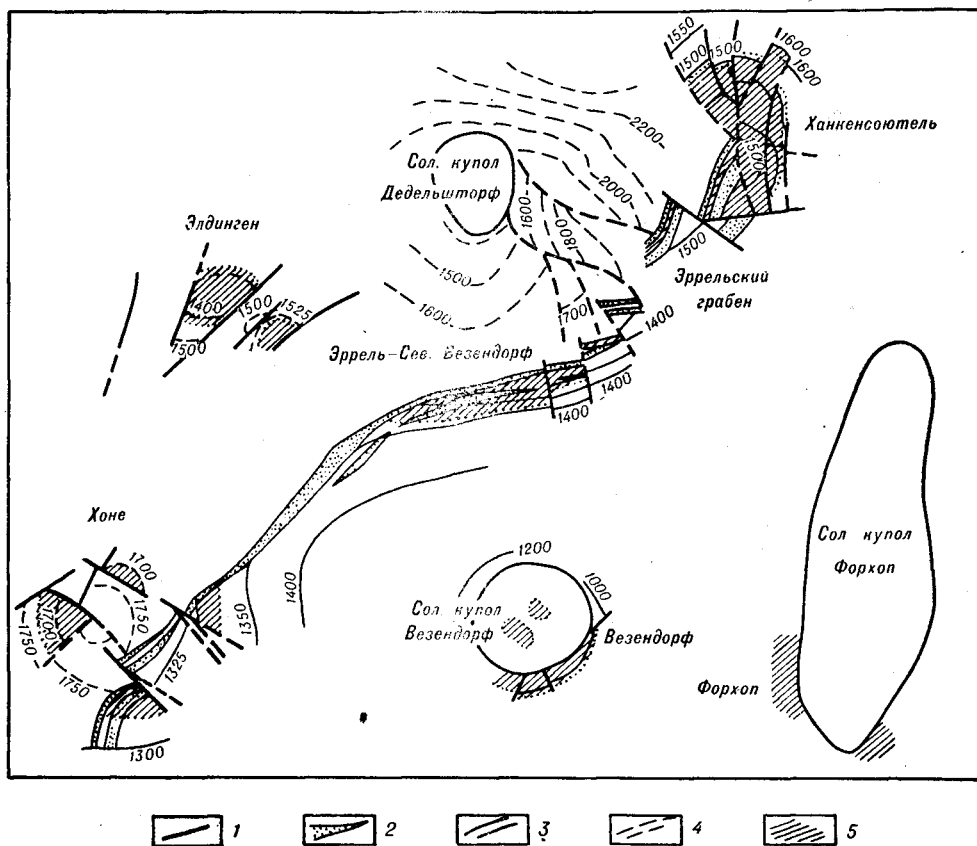


Рис. 39. Нефтяные месторождения Гифхорнского трюга [Ф. Гехт, Г. А. Хедеманн, Ф. Кабелак, 1957.]

1 — сбросы; 2 — выход песчаников доггера-β поднижнемеловые отложения; 3 — изогипсы песчаников доггера-β; 4 — изогипсы ангулятовых песчаников (лейас-а-2); 5 — нефтеносные участки.

основании сейсмических данных в районе Хоне, дала фонтан нефти из ангулятовых песчаников (верхний геттанг, лейас-а-2).

Нефтяные месторождения расположены вокруг центра трюга с его мальмским ядром, окаймленным доггером. Наилучшие условия для сохранения месторождений наблюдаются в северной и северо-западной частях трюга, где юрские пласты перекрыты мощными изолирующими меловыми толщами. Часть месторождений трюга связана непосредственно с соляными куполами (Везендорф, Форхон, Эра, Гифхорн, Кальберла, Эдесса, Оберг, Мольме). Остальные месторождения приурочены к межкупольным положительным структурам. Ниже приводится описание нескольких типичных месторождений.

Месторождения Гифхорнского трого

(Составлена по данным Гехта, Хедеманна, Кабелака, 1957)

Месторождения	Год открытия	Общая добыча на 1/I 1957, т
Эдесса-Ольгейм	1876	442 796
Оберг	1919	376 938
Гифхорн	1935	54 143
Мольме	1935	155 859
Бройштедт	1937	60 695
Эра	1939	12 038
Везендорф	1943	838 470
Хоенассель	1943	304 044
Кальберла	1945	7 782
Элдингген	1950	547 292
Хопе	1951	787 755
Форхоп	1952	72 411
Ханкенсбюттель	1954	454 916
Эррель-Юг	1954	42 797
Рюме	1954	51 710
Меердорф	1954	551
Фехельде	1954	2 204
Везендорф-Север	1955	13 310
Любен	1955	20 590
Лейферде	1956	6 691
Ритце-Доггер	1956	82
Хардессе	1957	—
Общая добыча		4 253 074

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ВЕЗЕНДОРФ (рис. 40)

Это первое крупное нефтяное месторождение, открытое в Гифхорнском трого в 1943 г., расположено в 12—15 км к северу от г. Гифхорн. Возникновение соляного купола связано с древнекиммерийскими движениями: в отдельных местах нижний рэт трансгрессивно перекрывает соляной шток. Интенсивный подъем штока происходил также в связи с позднекиммерийскими фазами, что устанавливается по трансгрессивному налеганию неокома, а иногда и альба на кепрок. Некоторое усиление подъема соляного ядра отмечается и во время субгерцинских и ларамийских движений. Вплоть до мальма имел место диапировый прорыв цилиндрического соляного тела (породы лейаса, частично доггера находятся в тектоническом контакте со штоком). Начиная с нижнего мела отмечается лишь куполообразный подъем без значительных нарушений по отношению к боковым породам. По уменьшению мощностей отдельных горизонтов близ соляного ядра (как правило, без существенных несогласий) фиксируется, как считают немецкие геологи, непрерывный рост штока в течение всей истории его развития, усиливавшийся в периоды тектонических фаз.

Соляное ядро цилиндрической формы имеет диаметр 3 км. Его выравненная вершина залегает на глубине 400—500 м от дневной поверхности. Домеловые образования купола разбиты сбросами на восточное, северное, западное и южное крылья. Крылья пологи и относительно слабо нарушены. Песчаники и конгломераты подошвы неокома уже без разрывов облегают ангидриты соляного штока и — с небольшим угловым несогласием — крылья. Под поверхностью несогласия залегают: на восточном

крыле бат — келловей, на северном — аален — бат; кроме того, на севере и юго-западе вдоль соляного ядра выступают узкие полоски лейаса, а на юго-востоке появляется вельд, который трансгрессивно перекрывает доггер и, в свою очередь, трансгрессивно перекрывается неокомом. Внутри толщи мела отсутствуют несогласия (кроме альбского). Третичные отложения налегают на мел с заметным угловым несогласием.

Корнбраш, являющийся на ряде месторождений хорошим коллектором, здесь представлен известняками и плотными мергелистыми песчаниками. Главным нефтеносным горизонтом месторождения являются

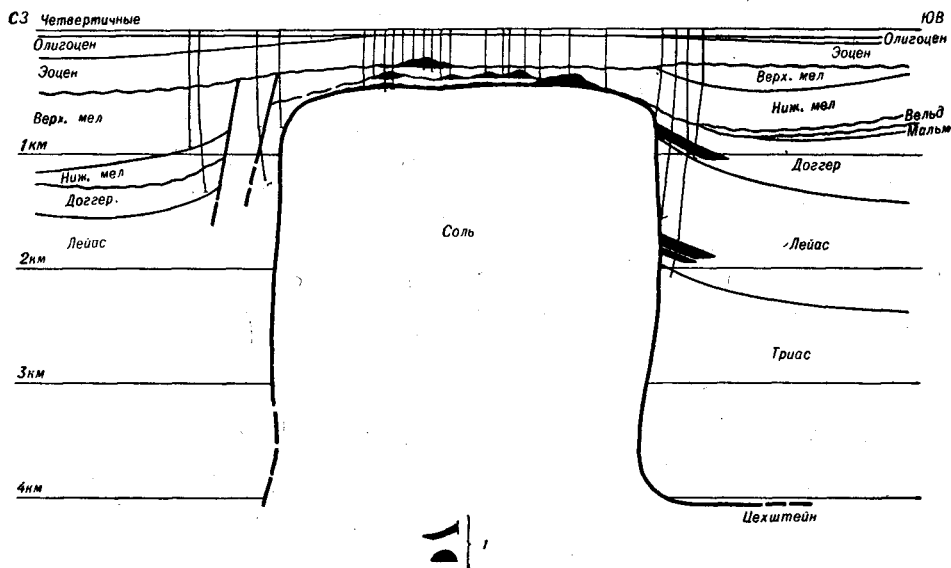


Рис. 40. Везендорф. Геологический профиль [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].
I — нефтяные залежи.

чистые песчаники доггера-β (верхний аален), образующие один или несколько пластов («везендорфский горизонт»). Нефтепроявления на Везендорфе отмечаются по всему разрезу (в третичных песках, в трещинах туронских известняков, в песках и песчаниках неокома, в корнбраше и т. д.). Промышленная нефтеносность связана с песчаниками лейаса-α (верхний геттанг) и доггера-β (верхний аален) на восточном крыле и с неокомскими толщами в своде структуры. Установлено, что неокомская залежь в своде структуры образовалась вследствие миграции нефти из песчаников доггера-β северного крыла (здесь несогласие между доггером и неокомом выражено довольно резко; из-за своего песчанистого состава неоком не мог служить экраном для нефтяной залежи). Таким же путем, как неокомская залежь, возникла и непромышленная массивная залежь нефти в верхнемеловых карбонатных породах над сводом купола.

Восточное крыло структуры небольшим нарушением разбито на два блока — северный и центральный. Северный блок отделен от северного крыла крупным нарушением, являющимся северной границей нефтеносности. Нефть на восточном крыле добывается из тектонической (экранированной соляным телом) залежи в ангулятовых песчаниках лейаса-α-2 с глубины 1800 м, основная масса — из тектонической залежи в песчаниках доггера-β. Эти песчаники имеют пористость от 20 до 30% и проницаемость от 1200 до 5500 мдарси. Залежь имеет ясно выраженный водо-

напорный режим. Газовая шапка отсутствует. Газовый фактор залежи северного, поднятого на 150 м, блока составляет 5—6, центрального — 13—16 м³/м³. Нефть северного блока из-за отсутствия легких фракций более тяжелая и вязкая, чем в центральном блоке. Вообще же состав нефтей сходен (см. табл. 11).

Таблица 11

Характеристика нефтей месторождения Везендорф (восточное крыло)

Показатели	Центральный блок					Северный блок	
	2 *	10	12	17	32	6	14
Удельный вес (20° С)	0,838	0,839	0,839	0,838	0,838	0,845	0,846
Вязкость (20° С), ° Е	1,76	1,77	1,96	1,78	1,66	2,55	2,41
Температура, °С:							
начала кипения	+48	+48	+46	+50	+48	+56	+64
застывания	-5	-12	-20	-20	-3	-12	-22
Содержание, %:							
асфальта	0,01	0,12	0,07	0,06	0,14	0,09	?
парафина	4,49	3,85	3,71	?	3,52	4,08	4,2
серы	0,41	0,41	0,46	0,64	0,43	0,39	0,44
Проба Конрадсона, %	2,18	2,14	1,93	2,24	2,00	2,69	3,1
Состав фракций, %:							
до 100° С	3,5	3,5	4,4	6,0	8,0	1,1	3,0
» 150° С	13,5	13,8	13,7	14,5	18,0	9,3	11,0
» 200° С	23,5	23,8	23,5	24,0	26,0	19,3	20,5
» 250° С	33,5	33,1	32,8	35,0	35,0	29,5	31,0
» 300° С	43,5	42,5	42,8	42,0	45,0	39,1	39,5
» 350° С	53,5	52,5	52,8	53,5	57,5	50,1	51,5
Удельный вес остатка (20° С)	?	0,926	0,924	0,925	0,924	0,921	?

* Номера скважин.

Газ, растворенный в нефти доггера-β, содержит 5—10% азота, следы кислорода и углекислого газа и 90—95% углеводородов, имеющих следующий состав (табл. 12):

Таблица 12

Характеристика растворенных газов (об. %) месторождения Везендорф (восточное крыло)

Показатели	Центральный блок			Северный блок		
	2 *	4	8	6	9	14
СН ₄ + С ₂ Н ₆	65,5	66,3	56,5	61,8	59,0	63,3
С ₃ Н ₈	13,9	14,1	19,6	7,4	20,2	12,7
С ₄ Н ₁₀	8,8	9,2	13,7	15,6	12,5	15,9
С ₅ Н ₁₂ + высш.	11,8	10,4	8,2	15,2	7,8	8,1

* Номера скважин.

Нижнемеловая залежь в своде купола, перекрытая лишь отложениями эоцена, содержит тяжелую окисленную нефть. Из этой залежи на 1/1 1959 г. было добыто около 137 тыс. т нефти. Общая добыча нефти на месторождении Везендорф — около 1 млн. т.

Это месторождение, открытое в 1951 г., не связано, как считают немецкие геологи, непосредственно с тем или иным соляным куполом. В Хоне промышленно нефтеносны следующие горизонты: среднерэтский песчаник, местами верхнерэтский песчаник, ангулятовый песчаник верхнего геттанга, лейаса- α -2, два песчаных горизонта доггера- β (верхний аален).

Куполовидная антиклинальная складка Хоне разбита сбросами северо-восточного и северо-западного простирания на ряд блоков (рис. 41). Амплитуда сбросов 20—70 м. Опущенные блоки образуют «Шпехтгорнский грабен» и ограничивающий его на северо-западе «Геленкампский

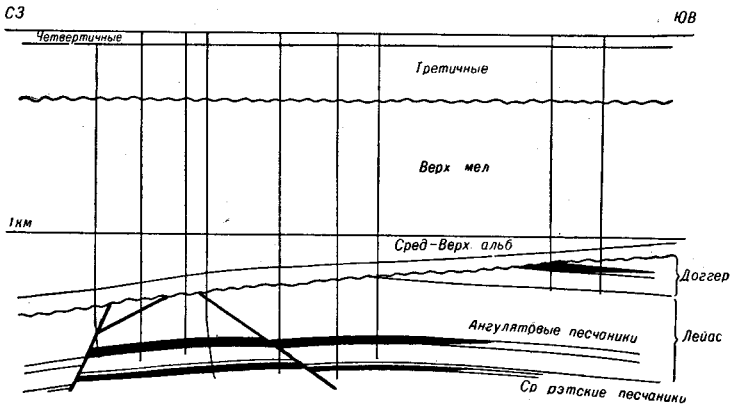


Рис. 41. Хоне. Геологический профиль [Ф. Гехт, Г. А. Хедеманн, Ф. Кабелак, 1957.]

Усл. обозначение см. на рис. 40.

грабен». Нефтеносность горизонтов рэта и лейаса ограничена на северо-западе, севере и северо-востоке сбросами «Геленкампского» и «Шпехтгорнского» грабенов, а на юге — водонефтяным контуром. Рэтская залежь продолжается также и на периклинальном погружении Хоне к северу от Шпехтгорнского грабена, т. е. мы имеем тектонически экранированные пластовые сводовые залежи. Расстояние по вертикали между рэтскими и лейасовыми горизонтами составляет 110 м. Из-за различной проницаемости коллекторов (2000 и 150—200 мдарси соответственно для рэта и лейаса) они эксплуатируются раздельно, несмотря на сходные характеристики нефтей. Эти залежи дают свыше 60% добычи месторождения.

Иной характер имеет расположенная в юго-восточной части структуры залежь в песчаниках доггера- β . Падающие на юго-восток песчаники здесь были срезаны воздымающейся в том же направлении поверхностью среднеальбской трансгрессии, которая, таким образом, запечатывает стратиграфическую, или «трансгрессионную» ловушку. Сбросы грабена фиксируются и по песчаникам доггера- β , разделяя залежь на три участка: Хоне (на юго-западе), Уммерн (на северо-востоке) и расположенный между ними опущенный участок в грабене (не продуктивен).

Образование структуры Хоне, как и других структур северо-западного борта Гифхорнского трога, связано с позднекиммерийскими движениями. В процессе этих тектонических движений северо-западная прибортовая зона трога отстала в своем погружении от интенсивно прогибавшейся

осевой зоны. Это привело к возникновению на северо-западном борту ряда небольших куполовидных вздутий, осложненных сбросами. Впоследствии среднеальбская трансгрессия создала условия для возникновения стратиграфически экранированных («трансгрессионных») ловушек в коллекторах доггера-β. По нашему мнению, структура Хоне (как и некоторые другие структуры) представляет собой соляной купол с глубоко расположенным соляным ядром. Успешное бурение в районе Хоне привело к усилению сейсмических работ, что дает возможность проследить за выходом песчаников доггера-β вдоль всего северо-западного борта Гифхорнского трога.

Скважинами, заданными по результатам геофизических исследований, в 1954—1955 гг. были открыты месторождения Эррель — Северный Везендорф и Ханкенсбюттель, разделенные зоной Деделшорфского грабена (рис. 39). Месторождения эти имеют такой же характер, как и доггеровая залежь Хоне, но сильно нарушены поперечными (в Ханкенсбюттеле также и продольными) сбросами. На месторождении Ханкенсбюттель, кроме песчаников доггера, одной скважиной эксплуатируется вторичная неокомская залежь в Эррельском грабене.

Месторождение Элдинген, расположенное в 7—8 км на северо-восток от Хоне, относится к тому же типу, что и рэт-лейасовые залежи Хоне. Здесь нефтеносны песчаные горизонты рэта и лейаса-α, образующие пологую брахиантиклиналь, нарушенную рядом сбросов северо-восточного простирания. Месторождение Элдинген расположено гипсометрически выше (на 250—350 м), чем Хоне.

Залежи, приуроченные к зоне регионального выклинивания песчаников доггера-β вдоль северо-западного борта Гифхорнского трога, являются одними из наиболее продуктивных на данной территории. Так, на площади Ханкенсбюттель за три года эксплуатации было добыто свыше 450 тыс. т нефти.

НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ НИЕНХАГЕН-ХЕНИГЗЕН

(рис. 42—43)

Выходы закированных пород в районе Хенигзена были известны еще в XVI веке. Неглубокое бурение, поставленное здесь в 70-х годах XIX века, привело к открытию соляного поднятия Хенигзен-Ватлинген с глубиной до соли 200—400 м (позже здесь производилась добыча калийных солей). В начале XX века на западном крыле поднятия была открыта залежь Данихорст, а затем — Форшторт-Бранд в нижнемеловых песках. В 20-х годах был открыт еще ряд залежей, что вывело месторождение на одно из первых мест в Германии по добыче нефти.

Соляной купол Хенигзен-Ватлинген расположен в северной части Нижне-Саксонского бассейна, близ границы Бургдорфского блока [Roll, 1949] с «валом Помпецкого». Вследствие близости к валу здесь хорошо развиты морские и пресноводные толщи юры и нижнего мела. Соляное поднятие входит в рейнский ряд поднятий Лерте — Зенде — Хенигзен-Ватлинген — Виенхаузен — Эйклинген, возникший в виде соляной антиклинали в ходе позднекембрических фаз. В дальнейшем происходит отток соли из окрестностей к центральным частям поднятия. С этим были связаны накопление мощных толщ верхнего мела в компенсационных прогибах (до 1300 м), уменьшение мощностей и диапиризм верхнемеловых толщ в своде поднятия. В процессе подъема штока со всех сторон его образовались нависающие соляные карнизы (в кампане), а также поперечная соляная антиклиналь северо-западного простирания (на северо-западном крыле), развитие которой началось еще в нижнем

мелу и отличалось уменьшением мощностей ниже- и верхнемеловых отложений и сбросами небольшой амплитуды. * Незначительные движения штока происходили и в третичное время.

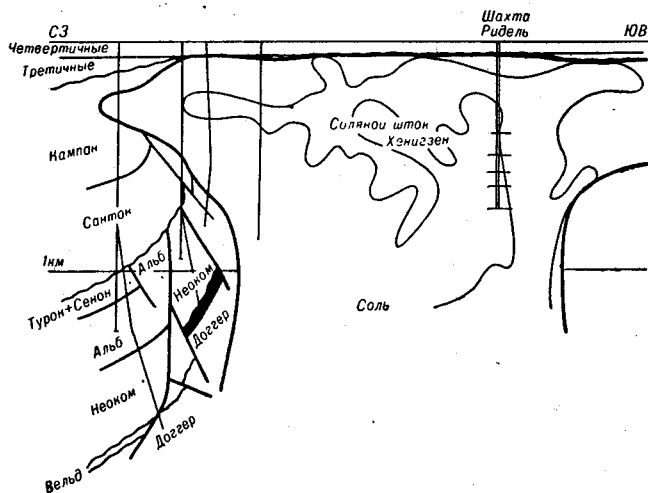


Рис. 42. Хенигзен. Геологический профиль [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959.]

Усл. обозначение см. на рис. 40.

Нефтяное месторождение Ниенхаген-Хенигзен включает ряд залежей разных типов, объединенных общей структурой. На участках Данн-

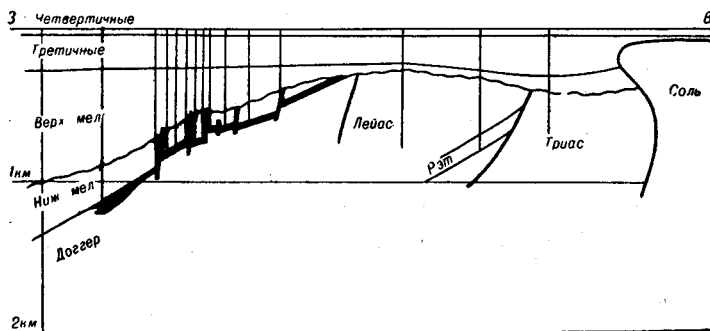


Рис. 43. Ниенхаген. Геологический профиль [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959.]

Усл. обозначение см. на рис. 40.

хорст и Форшторт-Бранд тектонически экранированные залежи западного крыла купола приурочены к горизонтам нижнего лейаса, рэта (Даннхорст) и валанжина (Форшторт-Бранд). Эти отложения здесь

* Так называемые «поперечные антиклинали», по терминологии немецких геологов, представляют собой поднятия с солью в ядре. Их возникновение связано с первыми этапами роста солянокупольных структур — образованием соляных скоплений, приподнимавших перекрывающие их толщи. В тех случаях, когда последующий прорыв соли происходил где-нибудь на периферии первичного соляного ядра, эти антиклинальные структуры могли сохраниться в виде «поперечных антиклиналей», имеющих, как правило, одну периклиналь и упирающихся другим концом в соляной купол, выросший из того же соляного массива, но продолжавший активно развиваться и в более молодое время.

круто подняты внедрением соли и разбиты на ряд блоков поперечными сбросами. В районе Ватлингена (северная часть структуры) залежь в маастрихтских песчаниках на крыле купола экранирована третичным несогласием. Залежи Куленберга связаны с горизонтами валанжина, вельда и корнбраша, ограниченными соляным карнизом. Залежи в валанжине и вельде Хенигзена также расположены под соляным карнизом. Наиболее важным по своему промышленному значению является северный район месторождения — участки Фрелих и Северо-Западный. Здесь нефтеносность связана с корнбрашем, вельдом и валанжином поперечной антиклинали. Залежи экранированы поверхностью верхнемелового несогласия (рис. 42). К настоящему времени общая добыча нефти на месторождении Ниенхаген-Хенигзен превысила 6 млн. т.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЛЕРТЕ

Месторождение расположено в 15 км к востоку от Ганновера и связано с удлиненным соляным диапиром Зарштедт — Зенде — Лерте. Поднятие соли на месте современной структуры отмечается начиная с доггера. Между доггером и нижним мелом существует угловое несогласие, установлены пониженные мощности вельда, верхнего валанжина и готерива. Соляная антиклиналь активизировалась перед верхним альбом и сеноманом (трансгрессивное налегание соответствующих толщ). Диапиризм соли на поднятии Лерте был обусловлен главным образом субгерцинскими движениями. В процессе формирования соляного скопления его максимум ступенчато перемещался к востоку. К предсреднесантонскому времени, когда произошел первый прорыв соли сквозь вышележащие толщи (ильзедская фаза), это смещение составило 1,5—2,5 км. Предсантонский шток достиг поверхности, где его верхняя часть была уничтожена сантонской трансгрессией. В нижнемаастрихтское время установлен повторный диапиризм соли. Позднейшие поднятия соли — послемеловые и олигоценные — были относительно более слабыми. В ходе геологического развития значительная часть соли переместилась из межкупольного пространства в соляной шток. Это подтверждается получением слабых подсолевых отражений, которые показывают, что в районе скважин Лерте-19 и 10 (западное крыло) между пестрым песчаником и подошвой цехштейна мощность соли мала.

В строении купола выделяются следующие элементы. Западный краевой блок — это толща пестрого песчаника, увлеченная солью при прорыве. Простираения пластов параллельны оси структуры, контакт с породами западного крыла тектонический. Краевой блок разбит поперечными сбросами, по которым отмечаются смещения (рис. 44). Между восточным краевым блоком соляного купола Бенте на западе и западным краевым блоком Лерте на востоке расположена Кронсбергская мульда. Она сложена толщами триаса, нижней и средней юры и мела (включая турон). Ниже вельда — верхнего валанжина и выше турона фиксируются несогласия. Из них лишь последнее принимает в восточной части мульды характер резкого углового несогласия, что позволяет рассматривать мульду, вмещающую верхнесантонские и мощные кампанские отложения, как особый тектонический элемент — «западную мульду Лерте» (рис. 45).

Аналогичная картина, хотя менее резко выраженная, отмечается и на восточном крыле структуры. Краевой блок здесь сильно нарушен и включает триасовые и юрские толщи. На мульду, аналогичную Кронсбергской, но с верхним альбом в ядре, наложена к северо-востоку от соляного ядра небольшая «восточная мульда Лерте», содержащая над

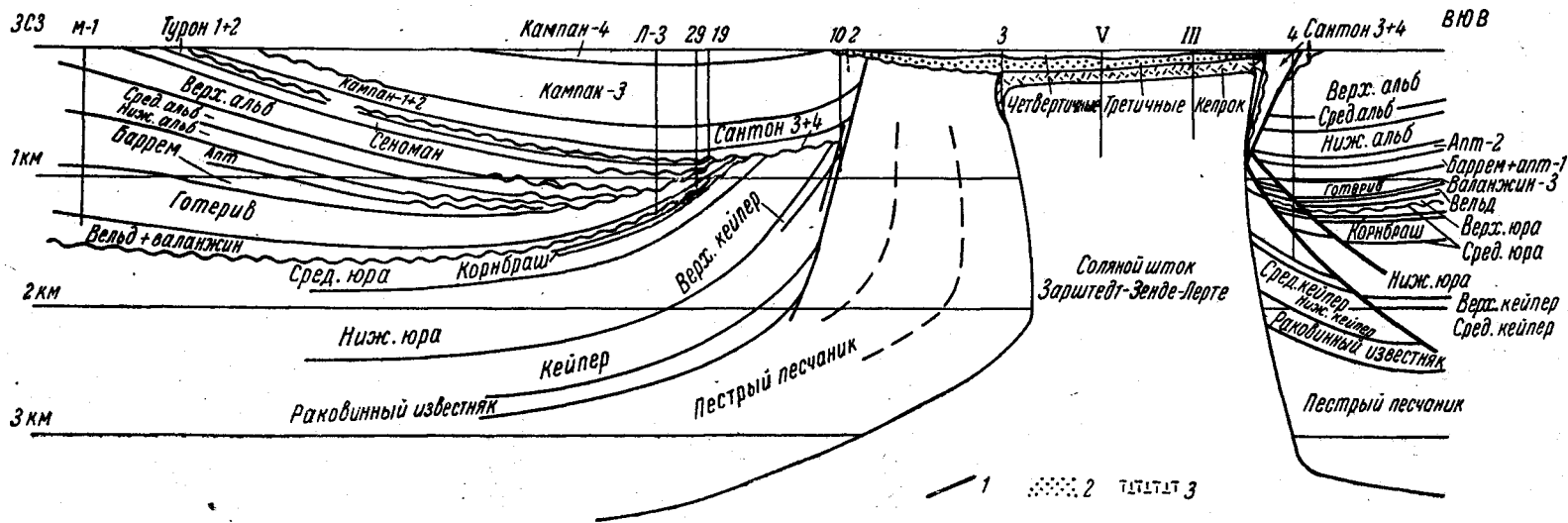


Рис. 45. Лерете. Геологический профиль [Ф. Беттенштедт, К. Дитц, 1957].

1 — нефтяные залежи; 2 — третичные отложения; 3 — кепрок.

тельно северного продуктивного. На юго-востоке залежь ограничена линией выхода подошвы корнбраша (глубина 1100 м), на северо-западе — краевой водой (глубина около 1200 м). Мощность корнбраша с северо-запада на юго-восток падает по ширине залежи от 45 м до 0. Угловое несогласие между нижним мелом и корнбрашем уменьшается на участке Лерте в южном направлении от 10—20 до 3—5°. Корнбраш падает в мульду под углом 35—40°, а на больших глубинах — 15—20°. Глубина залегания корнбраша в мульде 2300 м. Углы падения корнбраша на участках Гефер

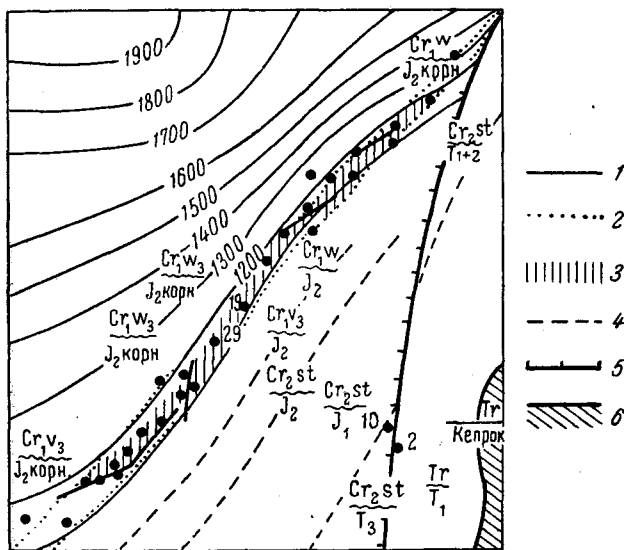


Рис. 46. Структурная карта нефтяного месторождения Лерте [Ф. Беттенштедт, К. Дитц, 1957.]

1 — стратизогипсы кровли корнбраша и подошвы нижнемеловой трансгрессии; 2 — нулевая изопакита корнбраша в зоне его выхода под поверхность нижнемеловой трансгрессии и 30-метровая изопакита корнбраша; 3 — нефтяная залежь Лерте между выклиниванием корнбраша и водоносным контуром; 4 — геологические границы (индексы указывают отложения, залегающие выше и ниже поверхности трансгрессии); 5 — сбросы; 6 — зеркало соляного штока.

и Кронсберг составляют 10—15 и 5°. Соответственно меняется и ширина залежи: 150—200 м на участке Лерте, 300—400 м на участке Гефер и до 600 м в Кронсберге. Залежь Лерте разбита рядом продольных нарушений с максимальной амплитудой до 20 м.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ВИТЦЕ

Месторождение связано с солянокупольным поднятием Витце-Хамбюрен. Немецкие геологи выделяют здесь три месторождения: Витце на крыле западной части соляного купола и в своде его западного погружения, Торен — далее к западу над тем же погруженным отрогом штока и Фурберг-Хамбюрен на южном крыле купола (рис. 47). Выделение здесь трех отдельных месторождений имеет исторические причины и является очень условным. Поскольку все три «месторождения» обязаны своим возникновением одному солянокупольному поднятию, то удобнее рассматривать их как участки одного месторождения.

Участок Витце является старейшей промышленно нефтеносной площадью. Здесь с 1859 г. пробурено свыше 2000 скважин, проведены шахтные выработки и большой объем различных исследований (включая сей-

смические по методу преломленных и отраженных волн). Поэтому глубинное строение изучено достаточно полно. В связи с нефтеносностью северо-западного участка купола еще в 1913 г. были заложены неглубокие разведочные скважины в западной части южного крыла структуры. Разведочные работы продолжались с перерывами в течение 25 лет. Лишь в 1939 г. на небольшой глубине была вскрыта промышленная залежь в корнбраще. К 1945 г. было установлено, что залежь сплошной полосой протягивается вдоль средней части южного крыла купола (рис. 47).

Соляное поднятие Витце-Хамбюрен расположено на так называемой «линии Аллера», тянущейся с юго-востока на северо-запад и отделяющей Нижне-Саксонский бассейн от области верхнеюрского — нижнемелового

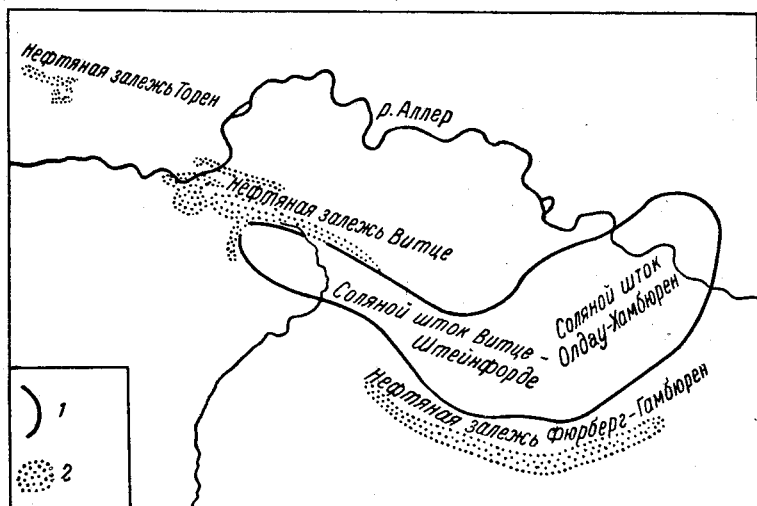


Рис. 47. Обзорная карта нефтяного месторождения Витце [Г. Вебер, 1949].

1 — контур зеркала соляного штока; 2 — нефтяные поля.

поднятия «вала Помпецкого». Структура имеет очень сложное строение. Она осложнена многочисленными нарушениями, разбивающими ее на ряд крупных и мелких блоков. Длина соляного ядра — 15 км, ширина в восточной части — до 3 км. Восточная часть ядра имеет северо-восточное направление, западная ориентирована вдоль «линии Аллера». Соль в своде залегает на глубине менее 100 м, непосредственно под плейстоценовыми отложениями.

В районе Витце-Хамбюрен установлен ряд перерывов и несогласий. Часть их имеет локальное значение: они связаны с подъемом соляного штока и исчезают по мере удаления от него. Самое древнее из установленных несогласий относится к подошве верхней юры. Далее отмечается трансгрессивное залегание кимериджа, а также несогласия в валанжине, готериве, в основании верхнего апта, сеномана, верхнего маастрихта, палеоцена и плейстоцена. Тектоника купола иллюстрируется рис. 47—49. Южное крыло разбито системой поперечных сбросов и продольных надвигов. Надвижение, связанное с верхнемеловыми подъемами соли, привело к образованию чешуй, так что в некоторых скважинах разрез повторяется до пяти раз. В северо-западной части структуры под сравнительно спокойно залегающим чехлом сенонских и более молодых отложений в надсолевом комплексе установлены два структурных комплекса, отделенных друг

от друга запрокинутой поверхностью надвига (так называемая «поверхность скольжения» Витце). Южнее штока надвиг падает к югу, над штоком он, постепенно запрокидываясь, принимает горизонтальное положение, а затем начинает полого (25—35°) падать к северу. Под надвигом на

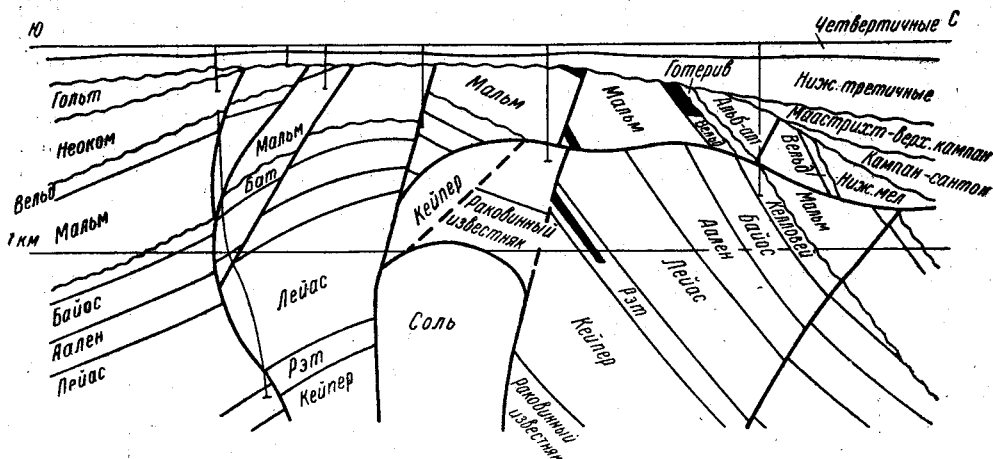


Рис. 48. Витце. Геологический профиль [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].
Усл. обозначение см. на рис. 40.

северном крыле круто залегают мезозойские пласты, но более древние, чем над ним. Здесь имел место пологий сдвиг к соляному штоку, при котором «верхний блок» был надвинут на «нижний блок». Этот надвиг был

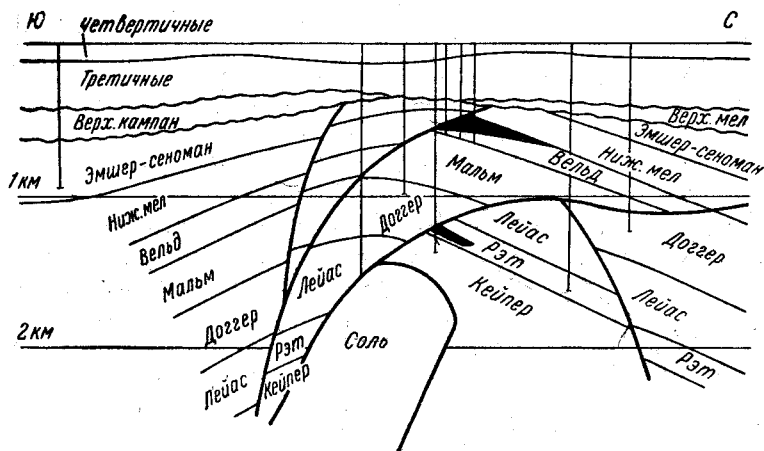


Рис. 49. Торен (Витце). Геологический профиль [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].
Усл. обозначение см. на рис. 40.

сначала нормальным сбросом, падающим к югу. В процессе движений соляного ядра он был изогнут и запрокинут. При опрокидывании возникли различные нарушения, разбившие эту сложную структуру на более мелкие блоки.

Нефтяные залежи на участках Витце и Торен (рис. 47—49) связаны со стратиграфическими, частью тектоническими ловушками. Тяжелая нефть с удельным весом 0,940—0,960 добывается из коллекторов мааст-

рихта, перекрытых третичными отложениями, и из вельда, мальма, доггера и лейаса, залегающих под поверхностью третичной или маастрихтской трансгрессии. В среднерэтских песчаниках, ограниченных «поверхностью скольжения», содержится легкая нефть (удельный вес 0,880). Некоторое количество нефти было добыто скважинами из плейстоценовых отложений, перекрывающих залежи доггера-е (верхний байос—бат). Залежи в вельде и корнбраше (доггер-е), помимо скважин, уже в течение 40 лет разрабатываются шахтным способом (пройдено свыше 70 000 м выработок). Пластовая энергия залежей давно истощилась. Все они имеют гравитационный режим (за исключением среднерэтской залежи, где сохранился слабый напор краевых вод). В настоящее время добыча нефти на участках Витце и Торен относительно невелика (в общем около 30 тыс. т в год). Всего с начала эксплуатации здесь получено свыше 2600 тыс. т нефти.

На участке Фурберг (южное крыло структуры) значительное нефтенасыщение отмечается в коллекторских горизонтах практически по всему разрезу. Однако промышленно нефтеносны только два песчаных горизонта корнбраша. Из маастрихта, вельда, кимериджа и рэта либо вовсе не удалось получить приток, либо были получены очень незначительные дебиты. Это связано как с плохими коллекторскими свойствами пластов, так и — в особенности в западной части участка — со значительной окисленностью нефтей (до 16% асфальта, удельный вес до 0,985). Залежи в корнбраше связаны с упомянутыми выше чешуями и ограничены поверхностями надвигов. Газовые шапки в залежах отсутствуют. Глубина залежи в корнбраше увеличивается с запада на восток. В том же направлении улучшается качество нефтей. Удельный вес нефтей 0,890—0,910. Общая добыча нефти на участке Фурберг — Хамбюрен превысила 400 тыс. т.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗУДЕРБРУХ

Структура Зудербрух расположена в мульде между соляными куполами Лихтенгорст, Эйлте, Гретем-Бюхтен и Хоппе (рис. 50, 51). Зудербрух — первое из немецких нефтяных месторождений, связанных с поло-

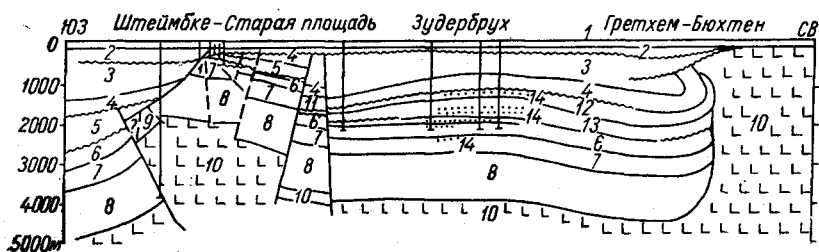


Рис. 50. Профильный разрез через месторождения Штеймбе — Зудербрух — Гретем — Бюхтен [А. Майер-Гюрр, 1959].

1 — плейстоцен; 2 — третичные; 3 — маастрихт — сеноман; 4 — альб; 5 — готерив — кимеридж; 6 — доггер; 7 — лейас; 8 — кейпер; 9 — пестрый песчаник; 10 — цехштейн; 11 — вельд — кимеридж; 12 — апт — вельд; 13 — портланд; 14 — нефтяные залежи.

жительными структурами мезозойских отложений в межкупольных зонах. Первые указания на наличие поднятия были получены при бурении в 30-х годах. В конце 40-х годов, после подтверждения поднятия сейсмическими работами МОВ, было проведено разведочное бурение, открывшее нефтяное месторождение.

Структура Зудербрух представляет собой широтную брахиантиклиналь с углами на крыльях 3—5°, амплитуда по доггеру равна 60 м. Складка разбита широтной зоной нарушений и рядом меридиональных

сбросов. Наблюдается смещение свода складки по разным горизонтам. На месторождении установлен довольно полный разрез мезо-кайнозойских отложений от среднего кейпера до третичных.

Нефтеносность на месторождении связана с песчаниками доггера-δ (средний и верхний байос), песками и оолитовыми известняками верхней юры и с мергелистыми песчаниками валанжина. В 1949 г. была открыта залежь в песчаниках корнбраша (доггер-δ) — так называемый зудербрухский горизонт. Глубина залежи 2040 м. Продуктивны известковистые песчаники мощностью от 3 до 13 м. Залежь — пластовая сводовая. Режим водонапорный, неравномерно проявляющийся по площади из-за различий в физических свойствах песчаников. В восточной части струк-

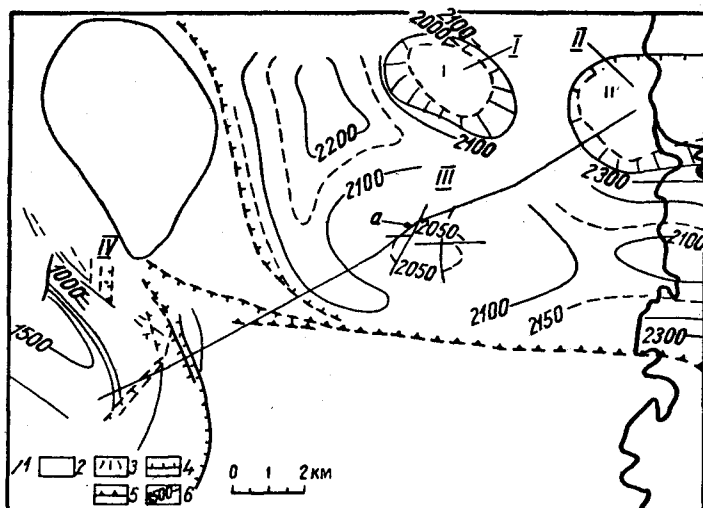


Рис. 51. Структурная карта месторождения Зудербух [А. Майер-Гюрр, 1959].

1 — линия профиля; 2 — соляное зеркало; 3 — соляной карниз; 4 — сброс; 5 — надвиг; 6 — стратомзогины кровли доггера-β.
Нефтяные месторождения: I — Эйльте; II — Гретем-Вюхтен; III — Зудербух; IV — Штеймбке.

туры горизонт глинизируется, а затем и совсем выклинивается. Литологическая залежь верхней юры связана с 17 линзами оолитовых известняков и песков. Коллекторские свойства этих пород плохие, водонапорный режим отсутствует, что приводит к быстрому падению давления. Сводовая валанжинская залежь приурочена к 3—6-метровому пласту песчаника с хорошими коллекторскими свойствами. Отчетливый водонапорный режим. Нефть в залежи очень вязкая. Некоторое количество нефти добывается также из трещиноватых посидониевых сланцев лейаса.

Месторождение разрабатывается 90 скважинами. Общая добыча превышает 800 000 т. Почти половина нефти добывается из корнбраша, около 30% — из валанжина, остальное — из мальма и лейаса.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ШТЕЙМБКЕ (рис. 52)

Это небольшое месторождение расположено в 15 км к востоку от г. Нинбурга на Везере. Наличие на небольшой глубине соляного тела Лихтенгорст было установлено скважинами при разведке на калийные соли еще в прошлом столетии. В 30-х годах XX века здесь были проведены

вариометрические и сейсмические (МПВ) исследования, уточнившие положение склонов соляного ядра. Между структурой Лихтенгорст и давно известным соляным диапиром Хопе (рис. 51) был обнаружен локальный гравитационный минимум. Здесь было начато бурение, открывшее нефтяное месторождение Штеймбке-Родевальд. Купол Лихтенгорст — сложно построенная структура. Соляное поднятие возникло на месте домеловой антиклинали («поперечная антиклиналь»), ось которой показана на рисунке. Одновременно с образованием антиклинали происходило развитие двух крупных сбросов север-северо-западного направления. В валажинское время (гильская фаза) на месте антиклинали по уменьшению мощностей и появлению несогласий отмечается первый подъем соляного штока.

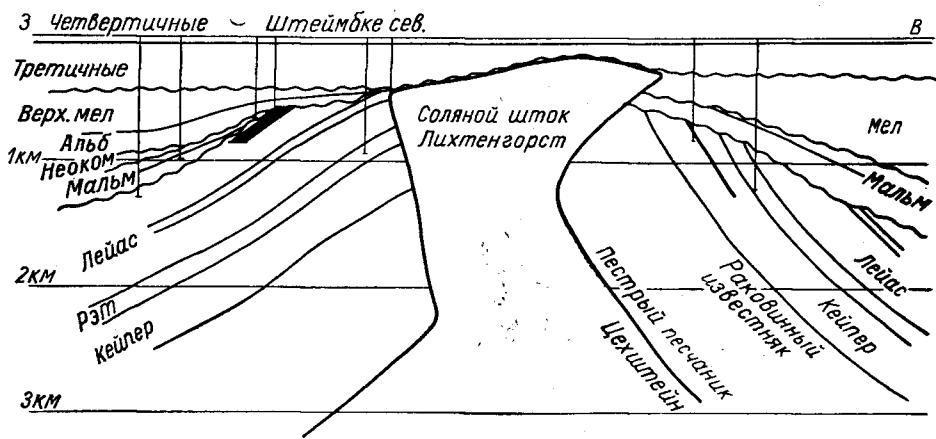


Рис. 52. Штеймбке. Геологический профиль [Г. Рихтер-Бернбург, В. Шотт, 1959].
Усл. обозначение см. на рис. 40.

Неравномерный подъем штока фиксируется рядом трансгрессивных толщ (трансгрессии среднего кимериджа, готерива, нижнего и среднего альба, эмпера, сенона и палеоцена). Из этих трансгрессий лишь верхнекимериджская и альбская имеют региональный характер, остальные же отмечаются только в зоне соляного купола, а по удалении от него сменяются нормальным залеганием.

Параллельно подъему соляного ядра происходило развитие систем нарушений в надсолевых породах. Оформление современного характера структуры в общих чертах закончилось в ларамийскую фазу. Купол разбит на три блока, отделенных друг от друга сбросами север-северо-западного направления, — блок западного крыла, центральный и восточного крыла. К северу от купола сбросы сливаются. Амплитуда сбросов достигает нескольких сотен метров. В южной части западного крыла расположен продуктивный участок Штеймбке (север). Центральный блок включает соляное ядро Штекен-Лихтенгорст и южное крыло структуры, осложненное «поперечной антиклиналью» Штеймбке — Старая площадь. Восточное крыло переходит в мульду, разделяющую структуры Лихтенгорст и Эйлте. В центральной части соляного ядра возможно незначительное нависание соли к западу и к востоку.

Месторождение Штеймбке расположено к югу от соляного штока. Выделяются два нефтеносных участка: участок Штеймбке — Старая площадь, связанный со вторичной антиклиналью на юге центрального блока, и участок Штеймбке (север), расположенный на юге западного крыла. Штеймбке — Старая площадь — полукупол, разбитый сбросами на ряд

Типы залежей солянокупольной области Северо-Германского бассейна
(залежи, связанные непосредственно с соляными куполами)

Месторождения	Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на крыльях куполов (стратиграфические)	Залежи, экранированные поверхностями тектонических нарушений на крыльях куполов (тектонические)	Залежи, экранированные соляными ядрами (контактные)	Залежи, ограниченные изменением коллекторских свойств пород (литологические)	Залежи, расположенные над соляным ядром в сводах структур (сводовые)	Залежи в кепроках соляных штоков (кепроковые)
Боштедт-Плон	Залежь в песчаниках доггера-β, выходящих под поверхность нижнемеловой трансгрессии на восточном крыле «соляной стены» Брамштедт — Варнау	—	—	—	—	—
Бройштедт	Залежи в валавжинских и вельдских песчаниках, экранированные поверхностью верхнемелового несогласия на западном крыле соляного купола Бройштедт — Рольфсбюттель. Частично залежи экранированы также тектоническими нарушениями и соляным карнизом	—	—	—	—	—
Везендорф	—	Залежи в ангулятовых песчаниках верхнего геттанга (лейас-α) и в песчаниках доггера-β, экранированные соляным ядром на	—	—	Залежь над соляным ядром в своде купола, приуроченная к песчаникам готерива	—

Витце

На участках Витце и Торен (северо-западное погружение структуры) залежи в трещиноватых карбонатах маастрихта, экранированные поверхностью третичной трансгрессии. Залежи в песчаниках вельда, известковистых песчаниках корнбаша (верхний байос, или доггер-е), в известняках мюндерского мергеля (верхн. мальм) и гигасовых слоев (средн. мальм) и в оолитовых известняках коралленоолита (нижн. мальм), выходящие под поверхность третичной или маастрихтской трансгрессии. На участке Витце — залежи на крыльях, на участке Торен — частично в своде соляного ядра

Гифхорн

Залежь на западе соляного купола в его присводовой части. Нефтенасыщение связано с песчаниками вельда, экранированными поверхностью третичной трансгрессии

южном и восточном крыльях купола

Залежь в песчаниках среднего рэта под поверхностью тектонического нарушения — «плоскости скольжения» (Витце, Торен). На участке Фурберг — Хамбюрен (южное крыло структуры) — залежь в известковистых песчаниках корнбаша (доггер-е), разбитых на ряд блоков изолирующими сбросами, частично залежь выходит под поверхность трансгрессии мукронатового сенона (маастрихт)

Месторождения	Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на крыльях куполов (стратиграфические)	Залежи, экранированные поверхностями тектонических нарушений на крыльях куполов (тектонические)	Залежи, экранированные соляными ядрами (контактовые)	Залежи, ограниченные изменением коллекторских свойств пород (литологические)	Залежи, расположенные над соляным ядром в сводах структур (сводовые)	Залежи в кепроках соляных штоков (кепроковые)
Кальберла	Залежь в песчаниках доггера-β, выходящих под поверхность нижнемеловой трансгрессии (местами под плейстоцен). Приурочена к западному крылу купола. Местами экранируется сбросами	—	—	—	—	—
Лерте — Кройсберг — Патгенаен	Залежи в песчаном горизонте доггера-ε (корнбрас), запечатанные поверхностью вельд-валавжинского несогласия на периферии западного, относительно более опущенного крыла структуры	—	—	—	—	—
Любен	Залежь в песчаниках доггера-β на далекой периферии северо-западного крыла купола Вадекат. Экранирована поверхностью нижнемелового несогласия	—	—	—	—	—

Мекельфельд	<p>Залежь на периферии южного крыла структуры. Приурочена к песчаникам доггера-β, воздымающимся из юрской мульды, в центре которой расположен соляной купол Мекельфельд, а на западе и востоке от нее, соответственно, купола Зотторф и Рейтброк (западная часть «Зотторф—Хоенхорнского трога» [Мальцап, 1961]). Залежь запечатана поверхностью нижнемеловой трансгрессии (участок Мекельфельд-Южный)</p>	—	—	—	<p>Залежь неполного контура в валанжинских песчаниках над соляным ядром (разбита на отдельные поля тектоническими нарушениями)</p>	<p>Небольшая залежь в ангидритах кепрока в сводовой части соляного ядра купола</p>
Мольме	—	<p>Залежь в песчаниках среднего рэта, экранированная поверхностью сброса на восточном крыле купола</p>	—	—	<p>Залежь в вельдских песчаниках в сводовой части структуры</p>	—
Ниенгаген-Хенигзен	<p>Залежь в карбонатах маастрихта под поверхностью третичного несогласия (северное крыло). Залежи в песчаниках валанжина, вельда и корнбраса (доггер-ε) под поверхностью верхнемелового несогласия (залежи в «поперечной антиклинали»)</p>	<p>Залежи в песчаниках валанжина, рэта и нижнего лейаса на западном крыле, экранированные поверхностями тектонических нарушений</p>	<p>Залежи в песчаниках вельда, валанжина и корнбраса (доггер-ε), экранированные карнизом соляного ядра купола</p>	—	—	—

Месторождения	Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на крыльях куполов (стратиграфические)	Залежи, экранированные поверхностями тектонических нарушений на крыльях куполов (тектонические)	Залежи, экранированные соляными ядрами (контактовые)	Залежи, ограниченные изменением коллекторских свойств пород (литологические)	Залежи, расположенные над соляным ядром в сводах структур (сводовые)	Залежи в кепроках соляных штоков (кепроковые)
Оберг	—	Залежи в песчанниках вельда и доггера-β, связанные с антиклинальным осложнением («поперечная антиклиналь») на приподнятом восточном крыле купола Гросс-Ильведе. Залежи нарушены сбросами	—	—	—	—
Рейтброк	Залежь в песчанниках доггера-β (верхний аален) на периферии западного крыла купола под поверхностью нижнемелового несогласия (участок Рейтброк-Западный)	—	—	—	Массивная залежь в трещиноватых карбонатах («рейтброкский горизонт» маастрихта) над сводом купола. Пластовая залежь в песчанниках нижнего эоцена над сводом купола. Залежи сильно разбиты сбросами	—
Форхоп	—	—	Залежи в песчанниках доггера-β,	—	—	—

Хадемпторфф

экранированные
соляным штоком
на западном и юго-
восточном крыль-
ях купола

Залежь в песча-
никах вельда,
экранированная
карнизом соляно-
го штока

Хардессе

Залежь в песча-
никах доггера-β.
Ограничена вы-
клиниванием пес-
чаниковых про-
слоев на границе
между восточными
песчанистыми и
западными глини-
стыми фациями
в центральной ча-
сти Гифхорнского
трога

Хейде

Залежи в песчани-
ках валанжина, вель-
да, доггера-δ и β под
поверхностью готе-
ривского несогласия
(частично экраниро-
ваны солью)

Массивные за-
лежи в карбона-
тах маастрихта и
турона и пласто-
вая залежь в се-
номане, располо-
женные над соля-
ным ядром в сво-
де структуры. За-
лежи частично
экранированы
сбросами и по-
верхностями несо-
гласий

Залежи в кар-
стовых воронках
кепрока, [запол-
ненных грубооб-
ломочными тол-
щами, и в кавер-
новых карбона-
тах главного до-
ломита цехштейна
в верхней части
соляного ядра

Месторождения	Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на крыльях куполов (стратиграфические)	Залежи, экранированные поверхностями тектонических нарушений на крыльях куполов (тектонические)	Залежи, экранированные соляными ядрами (контактовые)	Залежи, ограниченные изменением коллекторских свойств пород (литологические)	Залежи, расположенные над соляным ядром в сводах структур (сводовые)	Залежи в кепроках соляных штоков (кепроковые)
Хоенассель	—	Залежь в оолитовых известняках коралленоолита (нижн. мальм) на северо-западном крыле купола	—	—	—	—
Шведенек	Залежь в песчаниках доггера-β под поверхностью нижнемелового несогласия на восточном крыле купола	—	—	—	—	—
Штеймбке	Залежь в песчаниках доггера-δ в фации корнбраса под кимериджским (Старая площадь) и альбским (Северный участок) несогласиями. Залежи частично экранированы сбросами; залежь Старой площади связана с антиклинальным осложнением на кры-	—	—	—	—	—

	ле купола («поперечная антиклиналь»). На восточном крыле купола залежь экранирована поверхностью трансгрессии				
Эдесса	Залежи в песчаных валанжина и вельда под поверхностью третичной трансгрессии на северо-западном крыле купола	Залежи в песчаных лейаса-а (северо-западное крыло) и среднего рата (СЗ и ЮВ крыло), экранированные поверхностями тектонических нарушений	—	—	—
Эйклинген-Вьенхаузен	—	Залежь в песчаных валанжина, экранированная карнизом соляного штока на южном крыле структуры	—	—	—
Эйльте	—	Залежь в песчаных доггера-δ, экранированная тектоническим нарушением на южном крыле структуры	Залежь в карбонатах мальма, экранированная соляным карнизом на южном крыле структуры	—	—
Эра	Залежь в песчаных доггера-β под эоценовой трансгрессией на западном крыле структуры	—	—	—	—

Типы залежей солянокупольной области Северо-Германского бассейна
(залежи, не связанные непосредственно с соляными куполами)

Месторождения	Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на бортах юрских трогов и мульды (стратиграфические)	Залежи, экранированные поверхностями сбросов в зоне воздымания пластов к бортам юрских трогов (тектонические)	Залежи, ограниченные изменениями коллекторских свойств пород (литологические)	Залежи в сводах антиклинальных складок (антиклинальные)
Брамштедт	Залежи в песчаниках доггера-β и δ, выходящие под поверхность нижнемеловой трансгрессии. Залежи эти связаны с горизонтами, воздымающимися из юрской мульды (с соляным куполом Эльмсгорн в центре) в направлении южного окончания соляной стены Брамштедт — Варнау	—	—	—
Везендорф-Южный	—	Залежь в песчаниках доггера-β, воздымающихся на север к борту Гифхорнского трога. Экранирована тектоническим нарушением на расстоянии 4—5 км к ЮЮЗ от купола Везендорф	—	—
Гросс — Гамбург — Мекельфельд (зап.) — Зотторф. (вост.)	Залежи в песчаниках доггера-β, выходящие под поверхность нижнемеловой трансгрессии. Залежи связаны с западной частью юрской мульды (см. Мекельфельд)	—	—	—
Зудербрух	—	—	—	Залежь в «зудербрухском песчанике» доггера-δ

Киль

Залежь в песчаниках доггера-β, экранированная нижнемеловой трансгрессией на восточном борту юрского трога Брамштедт — Киль

Кнезебек

Залежи в песчаниках доггера-β. Песчаники разбиты сбросами на ряд блоков, ступенчато воздымающихся из мульды между куполами Форхоп и Шнефлинген в направлении восточного борта Гифхорнского трога

Лейферде

Залежь в песчаниках нижнего валанжина, разбитых изолирующими сбросами и образующих пологую антиклиналь

Незначительные залежи в песчаниковых линзах верхнего валанжина

Меердорф

Небольшая залежь в песчаниках альба

Месторождение расположено в центральной части Гифхорнского трога на границе между восточными песчанистыми и западными глинистыми фациями. Залежи связаны с выклинивающимися песчаными горизонтами доггера-ε (корнбраш) и доггера-β

(в фации корнбраша), а также в песчаниках валанжина и кимериджа, в известняках гигасовых слоев (средний малм), в оолитовых известняках кораллен-оолита (нижний малм) и в посидониевых сланцах нижнего тоара

Месторождения	Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на бортах юрских трогов и мульд (стратиграфические)	Залежи, экранированные поверхностями сбросов в зоне воздымания пластов к бортам юрских трогов (тектонические)	Залежи, ограниченные изменениями коллекторских свойств пород (литологические)	Залежи в сводах антиклинальных складок (антиклинальные)
Плон Восточный	Залежь в песчаниках доггера-β, экранированная нижнемеловой трансгрессией на восточном борту юрского трога Брамштедт — Киль. Глубина залежи 2950 м, размеры — 2 × 6 км	—	—	—
Раутгейм	Залежь в песчаниках доггера-β	—	—	—
Ритце	—	—	Залежь в песчаниках доггера-β (см. Меердорф)	—
Рюме	Залежь в песчаниках доггера-β на юго-восточном борту Гифхорнского трога	—	—	—
Фарель	Залежь в эльсфлетских песчаниках доггера-δ под поверхностью нижнемеловой трансгрессии	—	—	—
Фолькензен	Залежи на южном борту небольшой юрской мульды, окружающей соляной купол Фолькензен. На юге под поверхность альбской трансгрессии выходят неф-	—	—	—

Ханкенсбюттель

теносные песчаники среднего доггера, севернее — нефтеносный горизонт в посидониевых сланцах нижнего тоара

Залежь в песчаниках доггера-β под поверхностью среднеальбской трансгрессии

Залежь в песчаниках доггера-β, экранированных меридиональными сбросами. Залежь в песчаниках баррема на севере Эррельского грабена

—

—

Хоенхори

Залежь в посидониевых сланцах (нижний тоар) под поверхностью нижнемелового несогласия

—

—

—

Хоне

Залежи в песчаниках доггера-β под поверхностью среднеальбской трансгрессии

—

—

Залежи в ангулятовых песчаниках лейаса-α и в песчаниках верхнего и среднего рэта. Частично экранированы сбросами

Элдинген

—

—

—

Залежи в ангулятовых песчаниках лейаса-α, частично экранированные сбросами

Эльсфлет

Залежь в эльсфлетских песчаниках доггера-δ под поверхностью нижнемеловой трансгрессии

—

—

—

Эррель-Сев. Везендорф

Залежь в песчаниках доггера-β под поверхностью среднеальбской трансгрессии

—

—

—

полей. Структурная залежь в песчаниках корнбраша, кроме того, ограничена сбросами и выходит под поверхность среднекимериджской трансгрессии. Участок Штеймбке (север) — моноклиальная стратиграфическая залежь в песчаниках корнбраша (верхний байос — бат), ограниченная на востоке западным сбросом структуры Лихтенгорст и выходящая под поверхность альбской трансгрессии.

Главный продуктивный горизонт месторождения Штеймбке — известковый песчаник доггера-δ в фации корнбраша. Горизонт включает два песчаных пласта мощностью 6 и 10 м, разделенных 3—4-метровым слоем глин. Пласты песчаников содержат прослой ракушняка. Пористость незакономерно колеблется между 5 и 30%. Проницаемость также распределена неравномерно и, в общем довольно низка. Глубина залегания нефтяных пластов 350—450 м на Старом участке и 520—650 м на Северном. Начальные дебиты скважин составляли 5—10 *т/сутки*, затем они падали до 3—5 *т/сутки*. Из залежей в корнбраше производится свыше 60% добычи месторождения. Помимо корнбраша, нефть добывается из хорошо пористого пласта ракушняка в подошве серпулита (верхний малым) и из песчаных горизонтов вельда. 4—6-метровый пласт серпулитового известняка залегает на глубине 250—350 м на Старом участке и 550—600 м на Северном. Из-за неравномерной проницаемости добыча соседних скважин резко различна. Средние начальные дебиты скважин — 3—5 *т/сутки*, в отдельных случаях до 10—20 и даже до 70 *т/сутки*. Серпулитовая залежь дает около 30% добычи месторождения. Небольшое количество нефти добывается из кварцевых известковых песков и песчаников вельда, залегающих в толщах зеленых глин и мергелей на участке Штеймбке (старый). Глубина залежи — 250—300 м, начальные дебиты — 0,5—1 *т/сутки*. Залежь эксплуатируется всего несколькими скважинами. В последние годы была открыта стратиграфическая залежь на восточном крыле структуры — участок Штеймбке (восточный). Всего на месторождении добыто около 400 тыс. *т* нефти.

ТИПЫ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Ловушки для нефти и газа в подавляющем большинстве случаев образуются в связи с положительными тектоническими структурами. Исключение составляют, может быть, некоторые виды литологически ограниченных ловушек. В солянокупольном бассейне ФРГ существует несколько типов структур, в связи с которыми возникли условия для формирования залежей.

Соляные купола не являются непрременным и единственным условием для возникновения нефтяных месторождений. Они представляют собой лишь один из видов тектонических структур, создающих возможность перехвата нефти в процессе ее миграции и возможность ее концентрации в залежах при наличии ловушек. Другой вид структур, играющий в этом смысле не менее важную роль в пределах солянокупольной области ФРГ, — это в общем моноклиальные структуры бортов юрских трогов. Здесь коллекторские горизонты (главным образом песчаники нижнего доггера) экранируются поверхностями сбросов или стратиграфических несогласий. Самый распространенный случай — срезание песчаников доггера трансгрессивными толщами альба, почти повсеместно имеющими глинисто-мергелистый состав, а поэтому непроницаемыми. Хорошие перспективы можно, видимо, связывать с встречающимися в ряде межкупольных зон положительными структурными формами — так называемыми «щитами черепах», которые пока еще не были объектами нефтеразведки (подобные струк-

туры были лишь сравнительно недавно выявлены сейсмическими работами и еще мало изучены).

В настоящее время в пределах солянокупольной области ФРГ эксплуатируется свыше сорока нефтяных месторождений. Характер главных залежей этих месторождений отражен в табл. 13, 14. Часть залежей связана с соляными куполами, другие приурочены к различным осложнениям межкупольных зон. Среди собственно солянокупольных залежей могут быть выделены следующие типы.

1. Залежи, расположенные в сводах соляных куполов.
 2. Залежи, экранированные поверхностями тектонических нарушений на крыльях куполов.
 3. Залежи, экранированные склонами или карнизами соляных ядер.
 4. Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на крыльях куполов. Часть из них связана с антиклинальными складками на крыльях куполов — так называемыми «поперечными антиклиналями» (Ниенхаген, Штеймбеке, Оберг).
 5. Залежи, связанные с литологически выклинивающимися коллекторскими толщами на крыльях куполов.
 6. Залежи, связанные с пористыми зонами кепроков соляных ядер.
- Нефтяные залежи, не связанные непосредственно с соляными куполами, можно подразделить следующим образом:
7. Залежи в сводах антиклинальных складок.
 8. Залежи, экранированные поверхностями тектонических нарушений в зонах воздымания пластов к бортам юрских трогов.
 9. Залежи, экранированные поверхностями стратиграфических несогласий на бортах юрских трогов и мульд.
 10. Залежи, связанные с литологически выклинивающимися коллекторскими толщами.

Залежи всех типов могут быть осложнены тектоническими нарушениями. В ряде случаев образование залежей связано с несколькими причинами. Например, рэтские и лейасовые залежи Хоне приурочены к своду антиклинали, но на севере и северо-западе ограничены сбросами (залежи неполного контура).

Из сопоставления табл. 15 и карты (рис. 36) видно, что залежи разных типов неравномерно размещены по площади и по разрезу. Это относится, в основном, к стратиграфическим залежам в среднеюрских горизонтах, приуроченным преимущественно к бортам рейнских трогов на площади

Таблица 15

Распределение добычи нефти по стратиграфическим толщам (для всей солянокупольной области)

Стратиграфическая толща	Добыча, % от общей добычи	
	1960 г.	1961 г.
Триас	2,3	2,2
Лейас	8,5	6,9
Доггер-β	54,3	60,0
Доггер (без доггера-β)	9,8	8,7
Мальм	2,9	2,3
Нижний мел	20,3	18,2
Верхний мел	1,9	1,7
Всего	100,0	100,0

«вала Помпецкого» и Нижне-Саксонского бассейна. Табл. 15—21 * показывают, что основной тип залежей за последние годы (по добыче) — это стратиграфические и тектонические залежи, а главная продуктивная толща — доггер (точнее песчаники доггера-β, или верхнего аалена).

Таблица 16

Распределение добычи нефти по стратиграфическим толщам для солянокупольных залежей [% от добычи по куполам (1) и от общей добычи по солянокупольной области (2)]

Стратиграфическая толща	1960 г.		1961 г.	
	1	2	1	2
Триас	1,0	0,5	1,0	0,5
Лейас	1,2	2,1	2,5	1,1
Доггер-β	46,0	23,0	52,5	25,5
Доггер (без доггера-β)	15,7	7,9	15,1	7,2
Мальм	2,5	1,3	1,8	0,8
Нижний мел	26,6	13,3	23,3	11,2
Верхний мел	3,9	1,9	3,8	1,7
Всего	100,0	50,0	100,0	48,0

Таблица 17

Распределение добычи нефти по стратиграфическим толщам для несолянокупольных залежей в пределах солянокупольной области [% от добычи по некупольным структурам (1) и от общей добычи по солянокупольной области (2)]

Стратиграфическая толща	1960 г.		1961 г.	
	1	2	1	2
Триас	3,4	1,7	3,2	1,7
Лейас	12,8	6,4	10,8	5,9
Доггер-β	62,6	31,3	66,7	34,3
Доггер (без доггера-β)	4,0	2,0	3,2	1,7
Мальм	3,2	1,6	2,7	1,4
Нижний мел	14,0	7,0	13,4	7,0
Верхний мел	—	—	—	—
Всего	100,0	50,0	100,0	52,0

Таблица 18

Распределение добычи нефти по типам залежей (в % от общей добычи по солянокупольной области)

Типы залежей	1960 г.	1961 г.
Стратиграфические	48,6	49,8
Тектонические	36,2	36,7
Сводовые (+кепрок)	14,5	12,8
Литологические	0,7	0,7
Всего	100,0	100,0

* Табл. 15—21 составлены авторами по данным журнала «Нефть и уголь», № 1 за 1961 и 1962 гг.

Таблица 19

Распределение добычи нефти по типам залежей среди солянокупольных залежей [% от добычи на куполах (1) и от общей добычи солянокупольной области (2)]

Типы залежей	1960 г.		1961 г.	
	1	2	1	2
Стратиграфические	68,3	34,0	70,7	34,2
Тектонические	26,7	13,5	24,7	11,7
Сводовые (+кепрок)	5,0	2,5	4,6	2,1
Литологические	—	—	—	—
Всего	100,0	50,0	100,0	48,0

Таблица 20

Распределение добычи нефти по типам залежей среди некупольных залежей [% от добычи на некупольных структурах (1) и от общей добычи по солянокупольной области (2)]

Типы залежей	1960 г.		1961 г.	
	1	2	1	2
Стратиграфические	29,8	14,9	31,7	16,6
Тектонические	45,9	22,9	47,3	24,6
Сводовые	22,9	11,5	19,7	10,1
Литологические	1,4	0,7	1,3	0,7
Всего	100,0	50,0	100,0	52,0

Таблица 21

Распределение добычи нефти по соляным куполам и другим типам структур в солянокупольной области

Добыча нефти	1960 г.		1961 г.	
	Тыс. т	%	Тыс. т	%
По соляным куполам	1200	50	1250	48
По прочим структурам в пределах солянокупольной области	1200	50	1350	52
Всего	2400	100	2600	100

ГЛАВА IV

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО СЕВЕРО-ГЕРМАНСКОЙ И ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНАМ

В этой главе нами сделана попытка сопоставления литолого-фациальных и тектонических условий, а также характера нефтегазоносности Северо-Германской и Прикаспийской впадин; попутно излагаются и некоторые выводы из наблюдений.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

По тем же соображениям, о которых говорилось выше (стр. 5), анализ проводится начиная с пермского периода. Начало перми — время завершения герцинского тектонического цикла. Разрушение герцинских гор привело как в Прикаспии, так и в Нижне-Саксонском бассейне к накоплению в областях прогибания мощных толщ карбонатных и терригенных отложений. Затем в прогибах произошло отложение соленосных толщ. В Прикаспийском бассейне соленосная стадия сменилась в верхней перми пресноводно-континентальной фазой. На территории ГДР и ФРГ в нижнепермское время соленосные образования имели ограниченное распространение, они типичны там для верхней перми. Солеобразование вообще очень характерно для Северо-Германского бассейна — соленосные толщ встречаются здесь также в триасе и в юре. Как для Прикаспийской впадины характерно возникновение в конце солеродного цикла толщ калийных солей, так и в Северо-Германском бассейне окончание тех или иных циклов отложения соли сопровождалось накоплением калийных солей. Большая «склонность» Северо-Германского бассейна к солевой седиментации связана с тем, что бассейн чаще терял связь с открытым океаном.

Можно полагать, что солеродный этап в Прикаспийской впадине по продолжительности составляет лишь незначительный эпизод в ее геологической истории. Собственно отложение соли, первичная мощность которой могла достигать 2500—3000 м, заняло, видимо, несколько десятков тысячелетий, а вместе с подготовительным этапом, может быть, до 1 млн. лет. Однако этот «эпизод» вследствие особых физических свойств соли сыграл в дальнейшем очень существенную роль. Он обусловил характер структур, в связи с которыми формировались нефтяные и газовые месторождения. Вопрос об образовании соленосных толщ уже обсуждался выше. Пока нельзя считать, что он окончательно разрешен, так как многие крупные специалисты придерживаются различных точек зрения. Нам представляется более обоснованной точка зрения академика А. Л. Яншина, М. П. Фивега и других, считающих, что бассейны, в которых отлагались такие массы соли, как, например, в Прикаспии или в Центральной Европе,

не были и не могли быть лагунами, а имели другой характер (см. выше на стр. 11).

В начале верхней перми на территории ГДР и ФРГ солеродный цикл вступил в период наиболее интенсивного развития. Возникли толщи соли, мощность которых в центральных частях Северо-Германской впадины превышает 1500 м и которые слагают практически всю верхнюю пермь. В Прикаспийской впадине в это же время происходило завершение солеродного цикла. В Уфимский век отлагались соленосные красноцветы. Казанский век характеризуется мелководно-морскими и красноцветно-континентальными отложениями. В ряде мест еще отмечается соленакопление. В татарское время накапливались континентальные песчано-глинистые толщи.

Триасовый период характеризовался преимущественно континентальным режимом. Однако в осадконакоплении обоих районов имелись и существенные отличия. На площади современной Прикаспийской впадины, поднятой в конце перми в результате последних герцинских движений и выровненной эрозией, отлагались континентальные и лагунные осадки ветлужской серии — красноцветные песчаники и глины. В конце баскунчакского века район постепенно опустился и был даже частично охвачен морской трансгрессией, пришедшей со стороны Мангышлака. Лагунные и континентальные пестроцветные глины с прослоями песчаников и известняков в конце баскунчакского века сменились в центральных частях Прикаспийской впадины морскими зеленовато-серыми глинами с прослоями известняков. На востоке отложения баскунчакской серии залегают на ветлужских с небольшим размывом.

Средний триас на всей Русской платформе был временем регионального перерыва. Общий подъем привел к тому, что лишь в центральных частях Прикаспийской впадины отлагались маломощные морские известняки и известковистые песчаники, по возрасту относящиеся к самым верхам среднего триаса. Эти морские отложения отмечают возобновление медленного прогибания Прикаспийской впадины в начале верхнего триаса. Морская ингрессия из области Мангышлака быстро сменилась континентальными условиями. Отлагались песчано-галечниковые и пестроцветные глинистые толщи с многочисленными растительными остатками, залегающие с размывом на различных горизонтах баскунчакской серии. На границе с юрой произошел новый региональный подъем, сопровождавшийся значительным размывом верхнетриасовых отложений. Отмечается повсеместное несогласное залегание нижнеюрских толщ на верхне- и нижнетриасовых.

Северо-Германский бассейн характеризуется полным разрезом триаса, лишенным крупных региональных перерывов. Лишь на площади герцинских массивов, обрамлявших бассейн, в триасовый период отсутствовала седиментация. Нижний триас — мощная лагунно-континентальная песчано-глинистая толща, в периферических частях бассейна с базальными конгломератами в основании. Толща содержит ряд пластов, свидетельствующих о кратковременных вторжениях моря, проникавшего в бассейн с юга, из Тетиса. Так, в нижней части встречаются так называемые «рогенштейны» — морские песчаники с большим количеством известковистых оолитов, а в верхней части широко распространены карбонатно-соленосные фации. Средний триас коренным образом отличается от прикаспийского. В это время накапливались типично морские карбонатные толщи с обильной фауной, мигрировавшей из области Средиземного моря. Только средняя часть этой толщи, образовавшаяся в период закрытия морских проливов, сложена гидрохимическими породами — доломитами, ангидритами, гипсами, каменной солью. В основании

среднего триаса залегает маломощный базальный конгломерат. В верхнетриасовую эпоху морской режим вновь уступил место континентальному. Мелевшее море среднего триаса заносило песчано-мергельным материалом. Над этими переходными слоями залегают песчано-глинистые отложения кейпера, включающие пласты углей, доломитов, гипсов, мергелей. В конце верхнего триаса в Северо-Германском бассейне вновь усилилось влияние моря. Глины, песчаники и мергели кейпера в большинстве случаев имеют морское происхождение.

В начале юры в Прикаспийской впадине произошла морская трансгрессия. Грубокластические толщи лейаса (песчано-галечниковая свита) отлагались в условиях мелкого прибрежного моря и залегали со стратиграфическим, а часто и с угловым несогласием на верхне- или нижнетриасовых толщах не только на куполах, но и в межкупольных пространствах. Обломочный материал поступал с Южного Урала и Мугоджар; поднимавшиеся купола, видимо, служили местными источниками сноса. На границе нижней и средней юры также отмечается небольшое несогласие. Пока еще не установлено окончательно, имеются ли здесь ааленские отложения, или в течение аалена на территории Прикаспийской впадины имел место региональный подъем и перерыв.

Средняя юра характеризуется медленным погружением всей области и постепенным увлажнением климата. Седиментация происходила в условиях чередования режима мелкого прибрежного опресненного моря и прибрежной заболоченной низменности. Среднеюрские отложения имеют песчано-глинистый состав. В байосе (песчано-глинистая и нижняя угленосная свиты) преобладают глины. Осадки накапливались в спокойных континентальных водоемах. В верхней части развиты пласты бурых углей, иногда рабочей мощности. В бате большую роль играют песчаные породы. На территории впадины в это время существовал сильно опресненный солоноватоводный бассейн с колеблющейся береговой линией. Редко, но все же сказывалось влияние открытого моря (толщи с фауной *Pseudonotis*, *Lingula*). Дно бассейна, как и в бате, имело общий наклон на запад, где существовали условия нормального мелкого моря, дно которого все время оставалось под поверхностью воды. Северная часть впадины, видимо, была занята мелководным морским заливом. Для среднеюрских отложений в общем характерно уменьшение песчаности (в особенности, грубого песчаного материала) на запад, к центру впадины. Однако поверхность дна бассейна была неровной, поэтому и в краевых частях встречаются сильно глинистые зоны (углубления, может быть, устья древних рек и т. д.). Распределение флоры, фауны, угленосности подтверждает общий наклон Прикаспийской впадины в нижне- и среднеюрское время к западу.

В конце средней — в начале верхней юры произошел региональный подъем Прикаспийской впадины, вызвавший перерыв в осадконакоплении и частичный размыв среднеюрских отложений. Подъем сменился погружением и трансгрессией келловейского моря со стороны Кавказа и Поволжья. Эта трансгрессия ознаменовала начало в Северном Прикаспии эпохи типично морского развития. Море, оставившее после себя темно-серые глины и пески с грубым песком и гравием в основании, охватило к концу келловей всю территорию впадины. В восточной части преобладают мелководные отложения (главным образом песчаные); в центре и на юго-востоке разрез становится глинистым и известковистым.

В келловее, как и в течение всей юры, продолжалось развитие структур второго порядка. В оксфорде отлагались глины, часто карбонатные, вверх по разрезу появляются глауконитовые глины и рыхлые пески. В конце нижнего оксфорда проявились киммерийские движения. Этому

времени соответствуют подъем и частичный размыв куполов. В верхнем оксфорде район был вновь залит морем. Отложения кимериджа установлены вдоль западного, северного и северо-восточного бортов впадины. На западе это белые мергели с фосфоритами, восточнее — глауконитовые пески с фосфоритовой плитой в основании. Возможно, кимериджские отложения были развиты более широко, но потом подверглись размыву. В районе Южно-Эмбенского поднятия этому времени соответствовал подъем. Здесь нижневолжские отложения с размывом залегают на нижележащих, вплоть до среднеюрских.

Нижневолжский век ознаменовался новой значительной морской трансгрессией со стороны Поволжья. Отлагались песчанистые глины с фосфоритами, выше — глины, мергели, известняки. Вдоль восточной окраины нижневолжского бассейна разрез становится более песчанистым. В конце нижневолжского и в верхневолжское время произошел значительный подъем всей области, вызвавший усиленный рост куполов и их последующий глубокий размыв. Лишь в Прорвенском прогибе имело место незначительное прогибание. Там накапливались лагуно-континентальные мергелистые глины с прослоями ангидритов, сходные с верхним титонем Кавказа.

В Северо-Германском бассейне режим нормального моря сохранялся в течение всей юры. Перерывы в осадконакоплении здесь довольно многочисленны, но они приурочены главным образом к периферии бассейна. Таких значительных региональных подъемов, как в Прикаспии, при которых вся территория надолго оказывалась сушей, здесь не отмечено. Лишь в конце верхней юры на площади «вала Помпецкого» ненадолго возникли континентальные условия.

Северогерманский лейас представлен битуминозными глинисто-мергельными морскими отложениями. У южных границ бассейна под влиянием сноса с герцинских массивов увеличивается песчанистость разреза. По временам в краевых зонах отлагались толщи, обогащенные железными оолитами и конкрециями бурого железняка. На протяжении всей ранней юры заметно развитие зон повышенных мощностей («трогов»).

Море на описываемую территорию проникло с севера и северо-запада, и в этом направлении отмечают увеличение глубины бассейна и уменьшение количества грубого материала. Через Гессенский пролив существовало сообщение бассейна с северной частью Тетиса. В средней юре продолжалось прогибание Северо-Германского бассейна. Однако теперь зоны максимальных мощностей, в лейасе располагавшиеся на севере, все больше смещаются к югу. Уже в аалене наметилось сокращение размеров бассейна, главным образом на севере. Фации осадков преимущественно глинистые с увеличением песчанистости и ожелезненности (до пластов оолитовых железных руд). Вверх по разрезу в восточной части бассейна сильно возрастает количество песчаного материала, появляются пласты песков.

В байосе также сначала накапливались преимущественно глинистые толщи, а в верхней части возросла песчанистость, что связано с эрозией герцинских гор южного обрамления. Продолжалось дальнейшее сокращение бассейна на севере, но там разрушались чисто глинистые образования лейаса, поэтому фации байоса в северном районе сохраняли глинистый характер. В бате произошло изменение литологического характера отложений. В начале они были глинистыми, но позже, в связи с начавшейся эрозией сильно песчанистых отложений триаса в районе «вала Помпецкого», стали преимущественно песчаными (так называемые фации «корнбраша» — важная коллекторская толща). В позднеюрское время продолжалось сокращение размеров бассейна. Песчано-глинистые, с оолитовыми железными рудами на востоке отложения келловей

сменились оолитовыми известняками коралленоолита. К берегам коралленоолитового моря увеличивалась песчанистость осадков, в особенности на западе и на востоке. Песчаный материал поступал с территории «вала Помпецкого» (там размывались толщи корибраша). В наиболее глубоких частях бассейна резко возрастает ожелезненность разреза — иногда образуются мощные пласты железных руд. Выше залегают породы портланда — глины, мергели, известняки, а в центральных частях бассейна — также ангидриты и значительные по мощности пласты каменной соли. Это говорит о том, что к концу юры бассейн полностью замкнулся; на рубеже юры и мела на месте морского юрского бассейна возникли опресненные лагуны вельда.

В мелу Прикаспия четко разделяются два комплекса отложений: нижний, валанжин-сеноманский, преимущественно терригенный, и верхний — турон-датский, карбонатный. Меловые отложения Прикаспия начинаются валанжинскими глинами с прослоями песков и песчаников. Эти толщи отлагались в беспокойном прибрежном море. Области многих куполов представляли собой острова или отмели. Готерив начинается полуметровым пластом песчаника, содержащего также гравийные обломки кремня и фосфоритов. Выше залегают серые известковистые глины, песчанистость которых заметно возрастает в направлении восточного и юго-восточного бортов. Эти породы были отложены в неглубоком эпиконтинентальном бассейне в окислительной обстановке. Дно бассейна, особенно в восточной части, уже с середины готерива испытало подъем, что привело к значительному опреснению в этой части водоема. В конце готерива большая часть дна бассейна была выведена из-под воды, и на ней установился континентальный режим. В начале баррема в центральной части Прикаспийского бассейна сохранялись морские условия; в его юго-восточной части существовал опресненный водоем с сильными течениями. В этом водоеме образовался песчаный горизонт, трансгрессивно перекрывающий отложения готерива. В дальнейшем в центре продолжал сохраняться морской режим (серые песчанистые глины), а на юго-востоке пресноводный бассейн уступил место аккумулятивной равнине, на которой накапливались пестроцветные терригенные толщи. Пестроцветы по простиранию переходят в морские глины центральной зоны.

В предаптское время площадь Прикаспия была выведена на поверхность; здесь установился континентальный режим. Одновременно произошло значительное поднятие в области сноса (Южный Урал и Мугоджары). После этого подъема, продолжавшегося до начала апта, началась морская трансгрессия. Она привела к восстановлению на территории Прикаспийской впадины морского режима и к отложению черных и темно-серых глин с прослоями тонких песков и алевроитов. Песчанистость глин растет в направлении к востоку и юго-востоку. В основании толщи глин залегают пачка песков и алевроитов с конкрециями песчаника и со скоплениями конгломератов. Типично морские фации апта сменяются у отрогов Южного Урала континентальными. В конце апта в Прикаспии снова установился континентальный режим, сменившийся в начале альба морским. В начале альба отлагались серые и темно-серые глины с прослоями песков и песчаников. В среднем альбе вследствие подъема усилилось влияние суши, в верхнем альбе установился континентальный режим. Сеноманская трансгрессия сопровождалась незначительным размывом ниже лежащих толщ. Местами образовались фосфоритовые горизонты. Отлагались толщи глин, реже песчаников с гальками и желваками фосфоритов. К востоку и северо-востоку песчанистость увеличивается: там разрез представляет собой чередование песков и песчаников с глинами. Еще дальше на восток глины уже занимают в разрезе подчиненное положение. Теплое

сеноманское море имело нормальную соленость. На дне его сохранялась окислительная обстановка. Турон-датские осадки накапливались в не очень глубоком теплом море, воды которого были обогащены углекислым кальцием.

Литологический состав пород довольно однообразен: песчий мел, мергели, известняки, дальше от центра — известковистые глины. В основании отдельных ярусов часты базальные фосфоритовые горизонты. В направлении бортов впадины увеличивается количество прослоев глауконитовых песков и песчаников. Туронской трансгрессией в сводах некоторых соляных куполов размыв сеноман, иногда даже частично альб. Сантонская, кампанская, маастрихтская трансгрессии проявились главным образом в восточной части впадины.

Германский меловой бассейн имел несколько иной характер. Вельдские лагуны были залиты нижнемеловым морем, трансгрессировавшим как с севера, из бореального бассейна, так и из области Средиземноморской геосинклинали. В валанжинских отложениях еще присутствует значительное количество песков и песчаников. Весь вышележащий нижний мел сложен мергелями и глинами, образовавшимися в довольно глубоком море нормальной солености. Песчаный материал появляется только в краевых зонах бассейна. Значительные подъемы здесь были редки. Господство моря не прерывалось на сколько-нибудь длительное время. В альбе произошла обширная трансгрессия, размывшая в ряде мест нижнемеловые, юрские и даже часть триасовых отложений.

Таким образом, в нижнем мелу в пределах описываемой области морской режим был более постоянным, с меньшим количеством подъемов и перерывов. В верхнемеловое время в Северо-Германском бассейне сохранялся морской режим. Верхнемеловые отложения в отличие от терригенного нижнего мела имеют преимущественно карбонатный состав. Это мергели, известняки, в северо-западной части бассейна — песчий мел (особенно в сеноне). Лишь на юге, в прибрежной зоне, значительно возрастает количество песчаного материала.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Необходимость в изучении геологических условий и нефтеносности в пределах описываемой области обусловлена тем, что здесь геологоразведочные работы продвинулись несколько дальше, чем в Прикаспийской впадине. Если бы оказалось, что в строении обоих регионов имеется сходство в общих чертах, то можно было бы ожидать сходства и в некоторых существенных деталях. А это уже может представлять практический интерес в смысле направления поисковых работ. Итак, первый вопрос: имеется ли между этими двумя областями сходство в общих чертах развития и геологического строения?

Прикаспийская впадина и Северо-Германский прогиб развивались на платформенных основаниях разного возраста. Однако уже с конца палеозоя (если не раньше) оба региона представляли собой шельфовые моря, покрывавшие краевые участки платформы. По крайней мере, с конца палеозоя и Прикаспий и Северо-Германский бассейн являются депрессионными зонами. Погружение происходило в них постоянно, с относительно кратковременными перерывами. Из литолого-фациальной характеристики разреза видно, что в истории развития в составе отложений и распределении фацй имеется известное сходство, связанное со сходством тектонического положения. Следствием этой общности развития является и наличие в разрезе как той, так и другой области мощных соленосных толщ, практически определяющих характер локальной тектоники. Правда,

соленосная толща Прикаспийской области прогибания имеет нижнепермский возраст, а в Северо-Германском бассейне основной соленосный комплекс — верхнепермский. Это различие сыграло определенную роль, так как благодаря ему развитие соляного тектогенеза в Прикаспии началось раньше и, следовательно, раньше проходило соответствующие стадии.

В Прикаспийской впадине достаточно четко устанавливается связь с жизнью кавказской, а на более ранних этапах — уральской геосинклинали. Эта связь проявляется в приблизительной одновременности складчатых движений в геосинклиналях и региональных подъемов в солянокупольной области, в развитии морских бассейнов, в трансгрессиях, регрессиях, типах осадков и т. д. Наиболее древние движения здесь зафиксированы в конце казанского времени. Кроме того, установлен целый ряд подъемов: между пермью и триасом, в среднем триасе, между триасом и юрой, между нижней и средней юрой, между юрой и мелом, между барремом и аптом, сеноманом и туроном, в конце олигоцена, перед ачкагылом и в предбакинское время. Именно в периоды региональных подъемов происходил интенсивный рост соляных куполов, причем, отмечена характерная закономерность: за более значительными погружениями, предшествовавшими региональным подъемам, следовал более интенсивный рост соляных ядер куполов.

В Северо-Германском прогибе зависимость от тектонического развития обрамления также не вызывает сомнения: параллелизм событий в «среднегерманском складчатом поясе» и в солянокупольной области фиксируется соответствующими перерывами и несогласиями. Из ранних фаз саксонских движений — древнекиммерийской (поздний триас) и позднекиммерийской (верхняя юра — нижний мел) в Среднегерманской складчатой зоне и в Северо-Германском прогибе большое значение имеет лишь последняя (в альпийском районе обе эти фазы не играли существенной роли). Австрийская фаза, развернувшаяся в Восточных Альпах перед сеноманом, во внеальпийской зоне практически не проявилась; лишь к северу от Гарца установлены ее следы. Важное значение имели в Среднегерманской зоне и на севере ФРГ субгерцинские движения, происходившие в сеноне. Ларамийская фаза (на границе мела и палеогена), вызвавшая интенсивную складчатость в Альпах, в саксонской зоне проявилась слабо. Последующие фазы также имели небольшое значение.

Интересно, что в Северо-Германском бассейне отмечена та же связь между погружением бассейна, накоплением мощных осадочных толщ и последующим ростом соляных куполов, что и в Прикаспийской синеклизе: интенсивный рост куполов здесь происходил в регрессивные периоды, сменявшие периоды погружения. Так, на соляных куполах «вала Помпецкого» установлены позднекиммерийские (после интенсивного юрского прогибания) и ларамийские (после отложения мощных толщ верхнего мела) подъемы соли. Субгерцинские движения, во время проявления которых эта область испытывала глубокое погружение, здесь не проявились. А в той части бассейна, которая расположена к югу от «вала Помпецкого» и характеризуется полным разрезом нижнего мела, наибольшее значение на куполах имела именно субгерцинская фаза и, соответственно, сильно редуцированными оказались мощности верхнемеловых отложений.

В качестве примера можно привести солянокупольную структуру Лерте, основные черты истории которой отражены в табл. 22.

Эта таблица, построенная нами по материалам работы Ф. Беттенштедта и К. Дитца (F. Bettenstaedt, C. Deitz) [1957], в общих чертах отражает те же закономерности, которые установлены для Прикаспийской впадины [Айзенштадт, 1958]. В самом деле, первый подъем соли произошел здесь после накопления более чем двухкилометровой толщи триасо-

Соотношения амплитуд регионального прогибания и подъемов на куполе Лерто

Тектонические фазы	Амплитуда регионального прогибания	Периоды (и амплитуды) подъемов в своде купола
	Ледниковые отложения и плейстоцен в карстовой воронке над штоком	↑ Слабый подъем в миоцене и плиоцене
	↓ <u>Олигоцен</u>	↑ Слабый подъем в верхнем эоцене
Ларамийская	↓ <u>Эоцен</u>	↑ Размыт всего верхнего маастрихта
Пейнская	Маломощный верхний маастрихт ↓ <u>стрихт</u>	↑ 450 м, второй прорыв соляного ядра (нижний маастрихт)
Ильведская	↓ 1100 м, средний, верхний сантон и кампан	↑ Первый прорыв соляного ядра в конце турона. Угловое несогласие
	200 м, сеноман, нижний и средний турон ↓ <u>720 м, альб</u>	↑ В конце верхнего альба
	↓ <u>110 м, апт</u>	↑ В конце апта
Гильсская	320 м, часть верхнего валанжина, готерив, баррем ↓ <u>115 м, вельд, валанжин</u>	↑ В конце баррема
Остервальдская	↓ 20 м, серпулит	↑ Верхний валанжин
	↓ 100 м, верхи верхнего байоса, бат, нижний келловой	↑ На границе серпулит-вельд
	↓ 2200 м, триас, лейас, доггер (до верхов байоса)	↑ Перед средним келловеем ↑ Перед верхним байосом

Условные обозначения: ↓ — амплитуда регионального прогибания; ↑ — амплитуда подъема на куполах (стрелки не дают точного представления о масштабе); ~ — стратиграфические несогласия на сводах куполов.

вых, ниже- и среднеюрских осадков. После первого подъема в течение длительного времени происходило прогибание района и накопление осадочных пород мощностью около 1600 м, а также продолжались слабые положительные движения соли. Этот этап явился как бы подготовкой диапирового прорыва, произошедшего в конце турона в ильведскую фазу. Следующий прорыв последовал в раннем маастрихте (пейнская фаза), после регионального погружения и отложения 1100 м сантонских и кампанских пород.

Имея в виду сходный характер общих черт геологического строения обоих регионов, было бы естественно ожидать известное сходство и в особенностях локальных структур, особенно, если учесть, что главную роль

в их формировании (и в Прикаспии, и в Северо-Германской впадине) играла соляная тектоника.

Рассматривая историю формирования отдельных куполов, можно видеть, что такое сходство, несомненно, имеется. Так, для ряда южноэмбенских куполов установлено несовпадение их современных сводов со сводами древних (пермских и триасовых) структур. Например, на восточных крыльях куполов Искине и Сагиза в межкупольной мульде между Доссором, Макатом и Сагизом нижняя юра перекрывает баскунчакскую серию или свиту пестроцветных глин верхнего триаса. А в сводах этих куполов сохранился более полный разрез верхнего триаса, включая и самые верхние горизонты. Это является свидетельством размывов, происходивших перед юрой на древних сводах куполов. В дальнейшем, видимо из-за горизонтального перераспределения масс соли, зоны максимального подъема переместились. Аналогичные явления установлены и на ряде структур Германского солянокупольного бассейна. Например, на далекой периферии западного крыла структуры Лерте по соответствующим несогласиям еще в доггере устанавливается образование соляного вздутия. В дальнейшем максимум подъема соли постоянно смещался к востоку и ко времени диапиризма (к сантону) переместился более чем на 2,5 км.

К числу коренных различий в тектонике Северо-Германской и Прикаспийской впадин относится характер строения, истории развития подсолевого ложа как в палеозое, задолго до отложения соленосных толщ, так и во время их накопления и позже, в мезозойское и кайнозойское время. Если Прикаспийская впадина на протяжении всей своей истории развивалась как нечто единое целое, во многом связанное с Русской платформой, часть которой она составляет, то для Северо-Германской впадины характерно несколько иное положение. Эта структура развивалась на фундаменте, включающем разновозрастные участки и переработанном интенсивными каледонскими и герцинскими движениями. В связи с этим для Северо-Германской впадины более типичны глыбовые движения с резкими границами отдельных приподнятых и опущенных блоков, различиями в мощностях осадков, глубинах и контурах региональных размывов.

В Прикаспийской впадине переходы от отдельных структур второго порядка с повышенными мощностями к зонам сокращенных мощностей являются постепенными, плавными; переходные зоны занимают значительные пространства. В целом это более однородно построенный регион. Это можно объяснить геотектоническим положением Прикаспийской впадины над докембрийским основанием; основные глыбовые движения значительной амплитуды прошли здесь, как и на Русской плите, еще в рифейское время, а в дальнейшем глыбовые движения лишь оживлялись под влиянием тектонической жизни соседних геосинклинальных районов. В то же время в Северо-Германской впадине, как уже говорилось, возраст интенсивных глыбовых движений значительно более молодой — послекаледонский и послегерцинский. Кроме того, Прикаспийская впадина расположена сравнительно далеко от активных геосинклинальных областей, тогда как район Северо-Германской впадины испытал достаточно активное воздействие палеозойской складчатости, а в мезозое и кайнозое находился вблизи от тектонически очень подвижных зон. Таким образом, Северо-Германская впадина представляет собой более активную и значительно сложнее построенную область как по фундаменту, так и по осадочному чехлу.

Именно в силу этого в Прикаспийской впадине преобладают одни типы залежей — преимущественно экранированные сбросами, в выдержки-

вающихся на значительных расстояниях песчано-алевритовых пластах, в то время как в Северо-Германской впадине значительное число залежей контролируется стратиграфическими несогласиями, возникшими при подвижках отдельных крупных блоков. Конечно, здесь имеют значение и время поступления нефти в ловушку и история формирования нефтеносной структуры.

Как известно, и в Прикаспийской впадине, в одном из районов солянокупольной области, в Байчунас-Тентяксорском прогибе, преобладают залежи, экранированные плоскостью стратиграфического несогласия в юрских и меловых отложениях. Они возникли здесь благодаря тому, что значительное прогибание в период седиментации сменилось в дальнейшем на фоне регионального подъема области усиленным ростом соляных куполов и глубокими размывами их сводов. Затем размывы голов пластов средней юры были перекрыты трансгрессивно налегающими слоями готерива, а размывы в предаптское время породы баррема — глинистыми осадками апта. В том и другом случаях возникли ловушки, благоприятные для аккумуляции нефти и газа. По-видимому, и в Северо-Германском бассейне события развивались по этой схеме; стратиграфические залежи в песчаниках доггера сформировались под осадками готеривской трансгрессии или под глинисто-мергельными породами среднеальбской трансгрессии.

Интересен вопрос о закономерностях роста соляных ядер. До сих пор он вызывает разное толкование, и пока еще нет единого мнения относительно того, поднимаются ли ядра скачками или, напротив, растут непрерывно и постепенно.

Приведем три различные точки зрения по этому вопросу.

1. Штоки растут непрерывно, но неравномерно-скачкообразно. Скачки в основном соответствуют единым для области тектоническим фазам» (В. Е. Руженцев и др., 1935; Н. И. Буялов, 1935; И. Н. Смилга, 1937; Н. А. Швембергер, 1941—1948; Н. А. Калинин, 1944; Н. В. Неволлин, 1947—1949 и др.). * Аналогичных взглядов придерживаются многие немецкие геологи, правда, некоторые с оговорками относительно общих для всего района тектонических фаз.

2. «Рост штока был непрерывным . . . , но «фазы подъема», которые обычно устанавливаются, не являются общими для всех куполов, что говорит о самостоятельных особенностях развития каждого купола» [Косыгин, 1950] *. Эта точка зрения совпадает с взглядами Ф. Трусгейма [1957, 1960].

3. Штоки растут скачками, соответствующими по времени региональным тектоническим фазам. В период между такими скачками штоки пребывают в состоянии относительного покоя. Для эмбенских соляных куполов такая возможность была показана Г. Е.-А. Айзенштадтом [1944, 1958], а также В. А. Долицким [1962]. (Для североамериканских соляных куполов подобная скачкообразность их роста отмечена Г. Этутером и М. Форменом, 1959.)

Вторая гипотеза является наименее обоснованной буровыми и геофизическими материалами. Третья гипотеза, по-видимому, находит подтверждение на примере многих изученных куполов Прикаспийской впадины.

Материалы, подкрепляющие первую гипотезу, лучше изучены на территории ФРГ. Так, А. Ролль [1956] зафиксировал для соляного купола Везендорф постепенное уменьшение мощностей нижнемеловых отложений от крыльев к своду. Это не без оснований истолковано им, как

* Цитировано по Н. А. Калинин, 1951.

следствие непрерывного подъема купола. Сходные результаты получил К. Редигер [1960] для куполов Брамштедт и Этцель; он выяснил, что купола эти в меловое и третичное время росли непрерывно, но в период тектонических фаз их рост сильно ускорялся. Такие ускорения фиксируются для позднекемрийских (готерив), субгерцинских (сантон — нижний кампан), ларамийских (на границе верхнего мела и палеогена) и олигоценых (пиренейская фаза) движений. Во время этих этапов ускоренного роста отмечается относительное уменьшение мощностей соответствующих толщ от крыльев к своду куполов, в несколько раз превосходящее такое же уменьшение для «спокойных» периодов, т. е. создается впечатление, что мы имеем дело с непрерывным ростом. Возможно, что эта непрерывность при ближайшем рассмотрении и распадается на ряд более мелких скачков, каждый из которых сопровождается незначительными размывами в сводах куполов, создающими в совокупности впечатление постепенного уменьшения мощностей к своду. * Однако это не меняет дела, так как все же в литературе имеются указания на подъемы, более прерывистые или менее прерывистые, в периоды погружения. Не ясно, типично ли это для всех куполов или только для некоторых из них. Во всяком случае этот вопрос подлежит уточнению и на материале Прикаспийской впадины.

Определенный интерес с точки зрения проведения поисковых и разведочных работ на нефть представляют «межкупольные» положительные структуры. В ФРГ в начале 50-х годов было выявлено геофизическими методами, а позже в ряде случаев подтверждено бурением большое число таких структур, среди которых выделяются два принципиально различных типа.

1. Структуры, связанные с поднятиями соли в межкупольных зонах, т. е. те же соляные купола, но с глубоко залегающими ядрами.

2. Структуры типа так называемых «щитов черепах». Здесь брахиантиклиналям соответствуют мульды по нижележащим горизонтам. На описываемой территории «щиты черепах» — достаточно частое явление. Видимо, к тому же типу относится и ряд поднятий, выявленных за последние годы в Эмбенском районе (рис. 53).

Эти «межкупольные» поднятия интересны в том отношении, что они — и в особенности это относится к «щитам черепах» — значительно менее нарушены разрывными дислокациями, чем соляные купола. Поэтому здесь можно рассчитывать на нахождение сводовых нефтяных и газовых залежей полного контура. А такие залежи, конечно, во всех отношениях интереснее солянокупольных, часто сильно нарушенных сбросами, что усложняет разведку и уменьшает запасы нефти и газа. По нашему мнению, «щиты черепах» могут быть обнаружены в верхних частях перми, юры и в нижнем мелу межкупольных мульд восточной части впадины (подобные структуры образуются в периоды интенсивных вертикальных движений соли, а в восточной части Прикаспийской впадины такие движения имели место в конце перми, перед неокомом и перед аптом). Что касается западной части впадины, то здесь могут существовать и значительно более молодые структуры подобного типа (интенсивный верхнеплиоценовый подъем соли).

* Так, в Южно-Эмбенском районе рядом авторов было показано [Айзенштадт 1944; Долицкий, 1962], что наблюдаемое на многих площадях уменьшение мощностей по направлению к сводам куполов не является постепенным и непрерывным, а отражает ряд мелких скачкообразных движений. Эти незначительные по амплитуде подъемы часто вызывали выпадение из разреза очень небольших по мощности толщ, и вся картина в совокупности создавала впечатление постепенного уменьшения мощностей.

Нужно полагать, что ряд межкупольных поднятий окажется промышленно нефтеносным, но для решения этого вопроса пока еще мало данных. Необходимо выяснить, когда именно происходило заполнение структур нефтью или газом, в какое время возникли ловушки на куполах и в межкупольных поднятиях. Например, может оказаться, что ко времени миграции нефти ловушки в межкупольных мульдах еще не сформировались, тогда разведка здесь ничего не даст. Может, наоборот, выясниться, что залежи на куполах в ряде случаев содержат лишь нефть, оставшуюся после заполнения межкупольных структур. Все эти вопросы пока еще остаются открытыми.

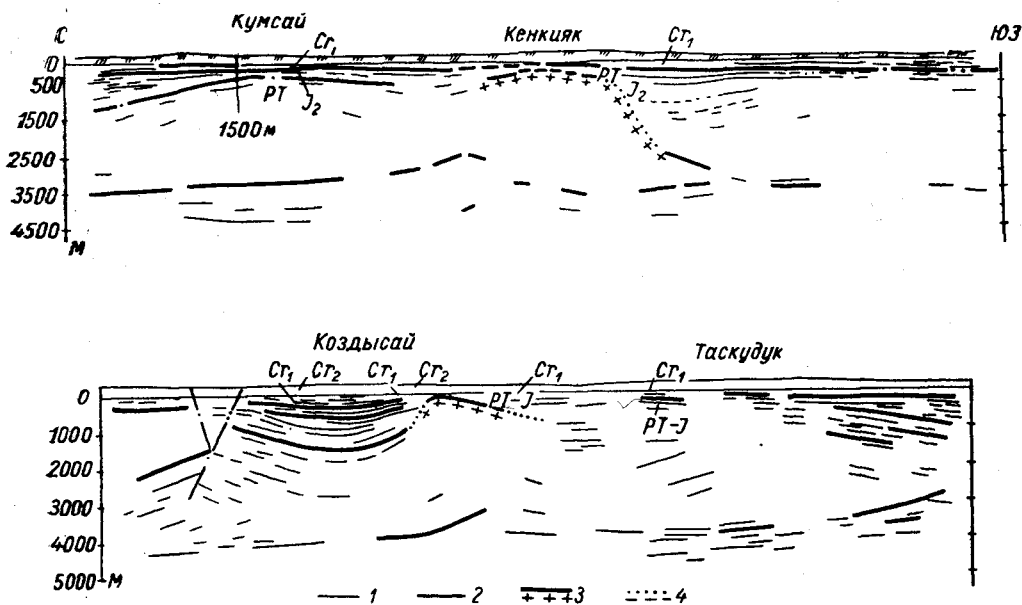


Рис. 53. Сейсмические профили куполов Кенкияк и Коздысай [Ф. И. Жалыбин, 1962].

1 — отражающие горизонты; 2 — опорные отражающие горизонты; 3 — кровля соли по данным КМГПБ; 4 — предполагаемое положение поверхности соли.

Однако наряду со сходными чертами, между структурами Прикаспия и Северо-Германского бассейна имеется и ряд существенных различий. Некоторые из них мы попытаемся показать с помощью приводимых здесь диаграмм.

Диаграмма Ф. Трусгейма (рис. 31) имеет целью отразить зональность соляных структур в пределах описываемого бассейна. Некоторые морфологические особенности соляных ядер, рассматриваемые Ф. Трусгеймом в качестве типичных и нашедшие отражение на диаграмме, не являются характерными — во всяком случае, в том смысле, как это понимается Ф. Трусгеймом.

Поясним эту мысль. Как видим, Ф. Трусгейм считает оверхенги, или нависающие карнизы соляных ядер куполов, явлением, закономерно возникающим в процессе исторического развития региона в том случае, когда первичная мощность материнского соляного пласта (или пластов) превосходит некоторую величину. Действительно, в процессе разведочных работ в ФРГ был выявлен ряд соляных штоков, имеющих развитые оверхенги. По нашему мнению, в этом проявляется другая закономерность, а именно, приуроченность наиболее сложно построенных соляных

ядер к зонам, ограниченным, по всей вероятности, разломами в фундаменте впадины. То же самое относится и к «соляным стенам».

Несомненно, что подобные явления могут возникнуть только в том случае, когда соль достигнет определенной мощности (иначе соли просто не хватило бы). Однако, несомненно и то, что они связаны с зонами глубинных разломов. В качестве примера можно привести «соляные стены» Шлезвиг-Гольштейна, Зарштедт-Лерте, а также ряд соляных штоков — Эйлте, Штеймбеке, Хопе, Хенигзен-Ватлинген, Эйклинген-Зандлинген и другие, расположенных вдоль зоны разломов «линии Аллера». Ф. Трусгейм в соответствии со своими взглядами на природу соляной тектоники не отмечает этой приуроченности. Роль разломов могла заключаться в следующем: тектонические нарушения, развивавшиеся в мезозойском чехле над зонами разломов, способствовали раннему внедрению соли в перекрывающие толщи (в ряде случаев — в форме «соляных стен» — в соответствии с характером зон нарушений). Большая подвижность фундамента вблизи зон разломов, образование многочисленных блоков фундамента и т. д. — все это приводило к более интенсивному диапиризму соли и развитию сложных форм соляных штоков.

Далее, на той же диаграмме изображено каплевидное соляное тело, каковых, по всей вероятности, не существует на севере ФРГ (во всяком случае, нам не удалось найти в литературе достоверных указаний на их существование). Такими каплевидными соляными штоками в свое время увлекались североамериканские геологи, но лишь до тех пор, пока результаты сейсмических и буровых работ не заставили их отказаться от этих взглядов. Однако у Ф. Трусгейма мы встречаемся и с недостаточно полным освещением фактов. Речь идет о его статье 1960 г., в которой для иллюстрации подобных «соляных капель» приведен профиль через оверхенг соляного штока Эйлте. В этом разрезе шток действительно напоминает каплю. Однако если бы Ф. Трусгейм привел другой профиль, проходящий, например, через центральную часть купола, то было бы видно, что эта «капля» попросту составляет наиболее удаленную, крайнюю часть грибообразного штока соли.

Если, таким образом, отбросить все, что, по нашему мнению, не является типичным, то вырисовывается следующая закономерная картина: сложной формы высоко приподнятые соляные ядра в наиболее погруженных частях впадины, сменяющиеся к бортовым частям относительно невысокими и более простой формы соляными структурами, вплоть до «соляных подушек». По мнению Ф. Трусгейма, а также ряда других немецких геологов, соль в межкупольных пространствах полностью выжата, и мезозойские толщи здесь залегают практически непосредственно на подсолевом основании. Это мнение подтверждено рядом сейсмических профилей (например, рис. 54). Надо сказать, что и для Прикаспийской впадины — по крайней мере, для краевых ее зон, — сейсмические работы позволяют сделать аналогичные предположения (рис. 53).

Рассмотрим теперь вторую диаграмму, построенную, в основном, при помощи «Геологоструктурной карты Южно-Эмбенского нефтеносного района» [Колтыпин и др., 1961] (рис. 55). Участок, изображенный на диаграмме, расположен на территории развития солянокупольных зон доссорского и кулсаринского типа куполов. Подсолевое основание здесь залегает на глубинах 5—6 км и погружается в северо-западном направлении. В настоящее время карта по VI отражающему горизонту (поверхность галогенного комплекса кунгура) охватывает только присводовые части куполов. О межкупольных зонах имеются лишь отрывочные данные. Таким образом, для межкупольных зон построение имеет условный характер. Предельные случаи, которые могут иметь место в действительности,

это либо наличие глубоких положительных соляных структур, либо — в отдельных случаях — полное выжимание соли из межкупольных зон. Также условно показана структура подсолевого ложа, о рельефе которого в настоящее время отсутствуют исчерпывающие сведения.

При сравнении нашей диаграммы с диаграммой Ф. Трусгейма обнаруживается ряд отличий: в общем является довольно пологим рельеф поверхности соли (несмотря на то, что вертикальный масштаб вдвое больше горизонтального); площади куполов и межкупольных зон приблизительно равны; отсутствуют резко выраженные соляные формы (например, столбообразные). Диаграммы, к сожалению, не отражают различий, имеющих

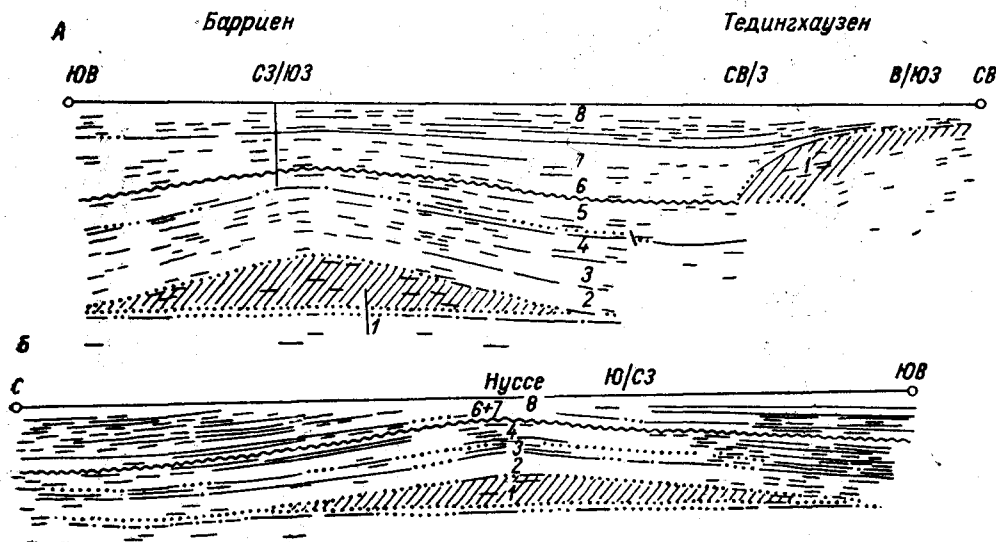


Рис. 54. Соляная подушка Барриен и соляной шток Тедингхаузен (А) и соляная подушка Нуссе (Б) над горизонтальным подсолевым основанием [Ф. Трусгейм, Д. Занеман, 1957].

1 — цехштейн; 2 — пестрый песчаник; 3 — раковинный известняк; 4 — кейпер; 5 — лейас; 6 — нижний мел; 7 — верхний мел; 8 — трегичные отложения.

в мезозойском комплексе, перекрывающем соль. Так, на куполах Германского бассейна довольно редки грабены, столь распространенные в Эмбенском районе; в ряде случаев там отмечены так называемые «краевые блоки» — блоки мезозойских пород, увлеченные солью при ее движении вверх и находящиеся в тектоническом контакте как с соляным штоком, так и с боковыми породами.

Конечно, представленная здесь диаграмма охватывает сравнительно небольшую площадь Прикаспийской впадины, притом, не в центральной ее части, и поэтому ни в коем случае не дает представления обо всей впадине. Судя по данным сейсмических исследований, в центральных частях впадины появляются соляные штоки с оверхенгами, штоки значительной протяженности и сложной формы и купола-гиганты, площадь соляного зеркала которых достигает 1000—1500 км². Однако такие сложные формы, как в Северо-Германском бассейне, здесь не обнаружены.

Отсутствие или редкость очень сложных форм соляных штоков в Прикаспийской впадине, видимо, является следствием степени интенсивности региональных подъемов и длительности перерывов, к которым приурочены фазы куполообразования на ее территории. Возможно, что уже

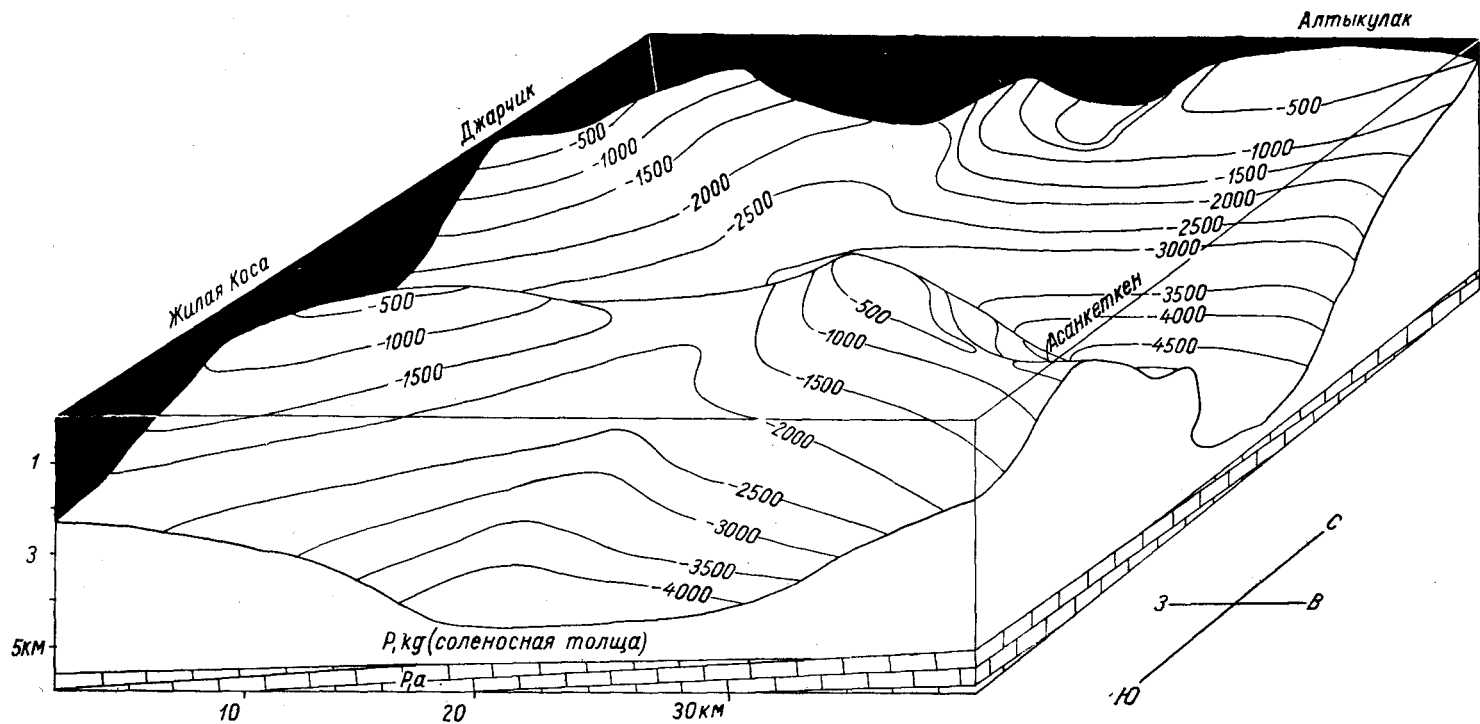


Рис. 55. Рельеф поверхности соленосного комплекса на одном из участков Южно-Эмбенского района (по данным сейсморазведки и глубокого бурения). Блок-диаграмма. Составил М. В. Горфункель, 1963.

в перми здесь возникли высокие соляные штоки с развитыми оверхенгами. Эти штоки поднялись до дневной поверхности и были размыты. В дальнейшем подъемы соли, хотя и достигали значительной амплитуды в отдельных районах впадины, видимо, не были настолько интенсивными, чтобы могли образоваться сложно развитые формы соляных штоков. Именно поэтому на территории ФРГ и ГДР меньше развиты такие типичные для Южно-Эмбенского района явления, как дифференциальные движения разных частей соляных штоков. С этим же, видимо, связано и то, что с верхнего мела на южноэмбенских куполах не было значительных подъемов, амплитуда которых превышала бы первые сотни метров: видимо, основная энергия соли к этому времени исчерпалась. (Предакчагильский подъем соляных штоков в южной части междуречья был значительно интенсивнее. Видимо, тектоническое развитие этой части Северного Прикаспия и раньше могло отличаться от Южной Эмбы, вследствие чего соль сохранила способность к диапиризму.)

Вообще вопрос о том, в какой мере к настоящему времени исчерпалась энергия соли в Прикаспийской впадине или хотя бы только в Южно-Эмбенском районе, требует особого рассмотрения, так как если принять, что в межкупольных зонах сохранилась еще соль значительной мощности, то непонятно, почему соль фактически с начала мезозоя не принимает участия в активном диапиризме, как об этом говорят все данные геолого-геофизических исследований. Те подъемы соли, которые происходили в мезозое, не имели диапирового характера с типичным увеличением углов к сводам штоков, с утонением пластов под действием физических нагрузок и протыканием их солью. * Они лишь приводили к подъемам мезозойских толщ и к перемещениям по нормальным сбросам.

Причиной столь различного поведения соли в Прикаспийской и в Северо-Германской впадинах является разница в истории развития этих двух регионов. В то время как территория Прикаспия много раз претерпевала подъемы значительной амплитуды, сопровождавшиеся интенсивной денудацией (в конце перми, в среднем триасе, в конце юры и т. д.), то для Северо-Германского бассейна это не характерно. Континентальный режим там в течение длительного времени сохранялся несколько раз, но значительные размывы, да и то не на всей площади, отмечены лишь в верхней юре. Поэтому соляные тела имели возможность развиваться в течение продолжительного времени и смогли сохраниться от разрушения.

Поскольку мы затронули взгляды Ф. Трусгейма, то имеет смысл остановиться на этом несколько подробнее. Его гипотеза галокинеза, хотя и основана на фактах и достаточно точна во многом, однако, выходя за пределы фактического материала, часто вступает в область предположений. Те же факты можно объяснить иначе; в гипотезе ничего не изменится, если, допуская известную активную роль соли, принять за исходное положение ведущую роль региональной тектоники. Образование глубокого блюдцеобразного бассейна, необходимого и достаточного, по мнению Ф. Трусгейма, для начала галокинеза, немислимо без участия региональной тектоники. Непонятно, почему приливным силам, хотя и постоянно действующим, отдается предпочтение перед тектоническими фазами. В периоды тектонических фаз, вероятно, выделяется значительно больше энергии. Нет причин, по которым эта энергия, играющая столь

* «Диапиризм — процесс выдавливания пластических осадочных пород и протыкания ими вышележащих более жестких толщ, иногда вплоть до поверхности земли»... Ядро диапировой складки, «сложенное сильно смятыми пластичными породами, протыкает вышележащие слои... Углы падения слоев на крыльях складки увеличиваются к ядру, а мощность слоев нередко уменьшается, иногда до полного выклинивания». (Геологический словарь, т. I, М., Госгеолтехиздат, 1955, стр. 219).

важную роль в геологическом развитии обширных территорий континентов, вдруг теряла бы свое значение в пределах солянокупольных бассейнов. Помимо общих рассуждений, имеются и такие аргументы, как совпадение периодов ускоренного роста солянокупольных структур с периодами оживления тектонической активности в прилегающих несоленосных районах Средне-Германской возвышенности. Такое совпадение нельзя объяснить простой случайностью.

Среди немецких геологов существуют разные взгляды на причины, вызывающие начало соляной тектоники. Г. Дюршнер (Dürschner) [1957] пытается обосновать теоретическую возможность начала галокинеза без участия тектонических сил; Р. Мейнгольд (Meinhold) [1959] очень осторожно относится к возможности влияния тектонических фаз на движение соли. Он исходит из следующих соображений.

Различные отношения пород к напряжениям известны давно и описываются как германотипные и альпинотипные деформации. Это связано с различием в материале и в характере напряжений: было показано, что при кратковременном напряжении и всестороннем давлении породы ведут себя как твердое упругое тело (деформации пропорциональны напряжениям), а при продолжительном воздействии — как вязкая жидкость. Кроме того, при данной деформации, если время достаточно велико, напряжения внутри тела спадают до нуля (свойство релаксации).

Если исходить из контракционной гипотезы, то передача тангенциальных напряжений должна была происходить в течение длительного геологического времени. Однако это невозможно, ибо, как показали опыты, времена релаксации несоизмеримо меньше. Тела с более высоким пределом текучести (например, комплексы, консолидированные магматическими породами) могут воспринимать и передавать кратковременные напряжения, но это маловероятно в саксонском седиментационном прострaнстве.

Таким образом, тангенциальные нагрузки не могли значительно влиять на тектоническое развитие Саксонии и на движения соли в частности. Но одна статическая нагрузка, как считает Р. Мейнгольд в противоположность Ф. Трустгейму и Г. Дюршнеру, не в состоянии мобилизовать соль. Для этого необходимы тектонические усилия — движения фундамента, складчатость. На основании физических данных очень вероятно, по мнению Р. Мейнгольда, что, раз начавшись под действием тектонических сил, движения соли продолжались непрерывно. При этом отмечается периодичность движений, связанная и обусловленная непосредственно галокинезом. Поэтому при ссылках на проявление тектонических фаз в солянокупольном районе надо проявлять большую осторожность. Однако с соляными движениями всегда взаимодействуют эпейрогенетические и орогенетические процессы, приводящие к изменению скорости перемещений соли. Таким образом, Р. Мейнгольд все равно приходит к выводу о воздействии тектонических фаз, так как взаимодействие соляных движений с орогенетическими и эпейрогенетическими процессами — это и есть, фактически, воздействие фаз, хотя могут появиться и собственно «соляные фазы», на что указывал еще Г. Штилле [1952] (пейнская фаза).

Кстати, вопрос о «собственно соляных фазах» не может серьезно обсуждаться до тех пор, пока не будет на фактических примерах показано, что соль там-то и там-то двигалась без какого-либо воздействия факторов региональной тектоники. Иначе все это не имеет смысла, так как, не зная точного механизма движений соли, мы не в состоянии исключить региональные воздействия. Подобных примеров пока нет. Противоположных же примеров имеется великое множество. О связи движений соли с тектоническими движениями для Прикарпатской впадины уже упоминалось. Не

менее очевидна эта связь, например, и в Днепровско-Донецкой впадине. Относительно пейнской фазы, фиксирующейся по подъемам на ряде куполов на севере ФРГ, которую даже Г. Штилле [1952] рассматривает, как «собственно соляную», т. е. возникшую без всякого участия «нормальной» тектоники, то здесь, на наш взгляд, не стоит высказываться категорически. Ведь если в пределах Средне-Германских гор не установлено воздействие соответствующей фазы, то это еще не значит, что движения соли не могли произойти под влиянием напряжений, возникших и накопившихся вследствие эпейрогенического погружения бассейна или отдельных его частей, когда происходило отложение осадков мощностью свыше 1000 м, и получивших разрядку в начале маастрихта (как например, в районе Лерте). Движения, соответствующие этой фазе, могли иметь место и в обрамлении, но в очень слабой, незаметной форме. В солянокупольной же области, благодаря наличию такого чувствительного к давлению материала, как соль, они отразились достаточно резко.

С этой точки зрения заслуживают внимания высказывания Г. Рихтер-Бернбурга и В. Шотта [1959], которые считают, что с эпейрогеническими движениями могут быть связаны непрерывные движения соли в стадии ее аккумуляции в «подушки», а диапиризм связан с орогенными фазами.

Эти примеры показывают, что в настоящее время среди немецких (и не только немецких) геологов не существует единства взглядов на происхождение соляных куполов. Разрешение этого вопроса имело бы не только теоретическое значение, но несомненно оказало бы существенное влияние на методику нефтепоисковых работ в солянокупольных областях.

Остановимся теперь коротко на сравнении нефтеносности Прикаспийской и Северо-Германской впадин. Идти дальше говорить о том, что в обоих регионах нефте- и газопроявления известны по всему вскрытому разрезу, так как это, по-видимому, характерно для многих нефтеносных областей мира. Однако важно то обстоятельство, что и в том и в другом районах промышленная нефтеносность приурочена к определенным толщам и регионально выдерживается. На Эмбе это нижний триас, средняя юра и нижний мел, в Северо-Германской впадине — цехштейн, нижний триас, средняя юра и нижний мел. О причине такой региональной приуроченности промышленной нефтегазоносности к определенным стратиграфическим комплексам нет единого мнения. Подавляющее большинство геологов связывает это с наличием в соответствующих отложениях нефтепроявляющих свит. Другие же считают, что нефть пришла снизу, из-под соли, а стратиграфическое положение нефтяных залежей объясняется, в общем и целом, распределением в разрезе коллекторских свойств. Существует и компромиссная точка зрения: нефть образовалась благодаря соответствующим нефтематеринским толщам надсолевого разреза, но не исключается и подток ее из-под соли.

Прежде всего, следует остановиться на нефтепроявлениях в подсолевых отложениях. Они известны и в Прикаспийской впадине и в Северо-Германской. Не стоит описывать соответствующие нефтепроявления Прикаспия, так как они хорошо известны: приток густой тяжелой нефти из девона, притоки газа и примазки нефти в карбоне и нижней перми Южно-Эмбенского поднятия; притоки нефти и газа из нижнепермских пород Актюбинского Приуралья и так далее. Описаны также нефте- и газопроявления в карбоне Северо-Германской впадины (стр. 82). Не менее многочисленны признаки нефтеносности в самих соленосных отложениях, и далеко не всегда это легко объяснить наличием мощных терригенных прослоев в соли. В ряде случаев нефть имеется, а мощные терригенные прослои отсутствуют. Более того, на месторождении Фолькенрода в Тюрингии

в 30-х годах было добыто свыше 80 тыс. т нефти из доломитов, залегающих в подошве цехштейна. Приписывать нефтепроизводящие свойства нижележащей двух- или трехметровой плачке конгломератов и медистых сланцев нет никаких оснований.

Нельзя в категорической форме говорить о том, что соленосный комплекс является непреодолимой преградой для миграции нефти и газа. Не исключена возможность того, что в периоды интенсивных подъемов соли в ней возникали проводящие нарушения. Если же учесть, как пишут немецкие авторы, что у них доказано, а в Прикаспии может быть установлено со временем отсутствие соли в некоторых межкупольных зонах, то в привлечении проницаемости соли даже нет особой необходимости. Косвенным признаком возможного подтока нефти из-под соли в Прикаспийской впадине может служить и аномальный состав вод на отдельных купо-

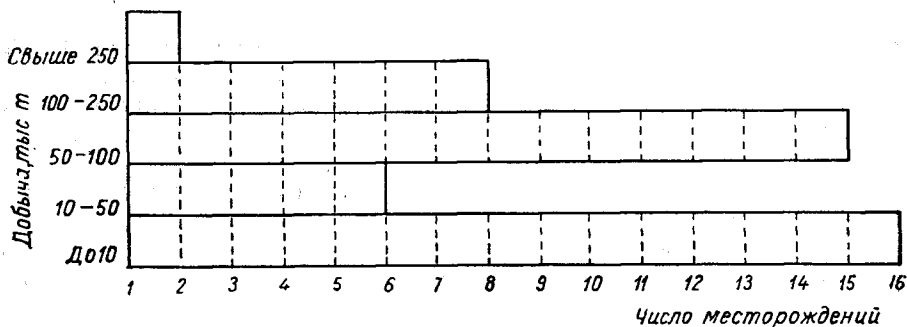


Рис. 56. Распределение годовой добычи нефти по месторождениям ФРГ. Составил М. В. Горфункель по литературным данным.

лах, характерный скорее для вод карбона (повышенное содержание гелия, брома и хлоридов кальция [Торгованова, 1961]). Конечно, наверное этого утверждать еще нельзя, так как состав вод двух-четырёхкилометровой толщи верхней перми в межкупольных зонах остается пока еще белым пятном, и эти воды так называемого «аномального состава» скорее всего связаны именно с верхней пермью.

С некоторыми трудностями в этом плане встречается и вопрос формирования залежей. Например, считается общепринятым, что среднеюрские нефтяные залежи Гифхорского трога сформированы за счет далекой латеральной миграции из нижнеюрских битуминозных глин. Для триасовых же залежей, нефть которых, как считают, имеет тот же источник, так как в триасе нет признаков нефтематеринских свит, приходится допускать также и вертикальную миграцию по зоне нарушений, расположенных в долине р. Аллера [Necht, Hedemann, Kabelac, 1957]. Нефть по этим нарушениям могла мигрировать и из подсолевых отложений. Примеров вертикальной миграции нефти в ФРГ имеется немало. Достаточно вспомнить о залежах в трещиноватых породах маастрихта Рейтброка и Макельфельда, нефть в которые, вне всякого сомнения, пришла из нижележащих отложений мезозоя.

Перспективность подсолевых отложений в отношении нефтегазоносности не вызывает сомнений. Но разведка их пока может опираться лишь на малодоказанные предположения и, кроме того, крайне сложна технически ввиду значительных глубин бурения.

Полезно провести и некоторые другие сопоставления. В солянокупольной области ФРГ в 1961 г. давали нефть 42—43 самостоятельных месторождения (некоторые из них фактически являются еще разведочными

площадями) с общей добычей 2,7 млн. *т* (1961) и с общими доказанными извлекаемыми запасами около 28 млн. *т* (на 1 января 1961; см. стр. 82), т. е. на 1 месторождение приходилось в среднем за год 67 тыс. *т* (добыча) и 700 тыс. *т* (запасы) (рис. 56).

В Прикаспийской впадине (главным образом Южно-Эмбенский район) в 1961 г. эксплуатировалось 21 месторождение. Если же учесть, что площадь, на которой расположены нефтяные месторождения Эмбы, примерно вдвое превосходит площадь нефтеносного района солянокупольной области ФРГ (соответственно, 80—100 и 50 тыс. км²), то можно прийти к выводу, что ресурсы прикаспийского мезозоя далеко не исчерпаны даже в Южно-Эмбенском районе.

Нефтеносность различных месторождений Эмбенского района и ФРГ отражена в табл. 23* и 24.

Интересной особенностью Германского солянокупольного бассейна является то, что большая часть нефти добывается там из стратиграфических залежей. Это следует связывать с тем, что в период нижнемеловых трансгрессий (главным образом альбской) прекрасные коллекторские горизонты юры и низов нижнего мела (вельда, валанжина) были частично эродированы в зонах соляных куполов и затем перекрыты глинистыми и глинисто-мергелистыми толщами морского неокома или альба. Отсутствие или маломощность песчано-конгломератовых трансгрессионных горизонтов в центральных частях бассейна сыграло свою роль в сохранении образовавшихся здесь позже скоплений нефти. Видимо, в солянокупольной области Прикаспийской впадины трудно рассчитывать на значительные стратиграфические залежи именно из-за наличия достаточно проницаемых базальных горизонтов у трансгрессивных комплексов.

Характерно, что в то время как в нижнем триасе Эмбенского района установлены только нефтяные залежи, пестрый песчаник Северо-Германской впадины исключительно газоносен. Не зная, как протекают процессы нефтеобразования, было бы неосторожно делать на основе этого различия какие-нибудь выводы. Газ в пестром песчанике обнаружен к западу от солянокупольной области. В самой же области триас изучен слабо, да и то самые верхи (на нескольких площадях получают нефть из песчаников кейпера). Поэтому нужно думать, что со временем здесь еще будет открыт ряд нефтяных залежей в нижнем триасе, во всяком случае, в южной части бассейна, где песчанность разреза велика и достаточно хороши коллекторские свойства песчаников. Вообще разведочные работы в надсолевых отложениях ФРГ и ГДР, видимо, могут в ближайшем будущем ориентироваться на триас. Возможности нижнего мела и юры в этом отношении уже в значительной мере исчерпаны.

Прикаспийская впадина имеет более богатые перспективы. Они могут связываться практически со всеми толщами надсолевого разреза. В первую очередь это верхнепермские отложения Эмбенской области и междуречья Волги и Урала и часть мезозоя междуречья. Не исключено, что развитие разведочных работ в междуречье приведет к открытию там мезозойских прогибов, аналогичных юрским трогам ФРГ, с их богатыми нефтяными месторождениями; и в этом случае решающим фактором может оказаться структурный.

Какие практические выводы можно сделать из всего сказанного, имея в виду, что направление геологоразведочных и геофизических работ в Прикаспийской впадине уже достаточно четко определено совместными усилиями производственных и научно-исследовательских организаций?

* Табл. 23 смотрите в конце книги.

Стратиграфическое положение нефтяных горизонтов в надсолевых
(Составил Г. Е.-А.)

Стратиграфия		Индексы	Жанатапап	Мартыши	Новобогатинск	Черная Речка	Баксай	Сев. Бакланий	Карагал	Ст. Искине	Искине
Палеоген, неоген		I ₁			○						
Сенон — турон		II ₁									
Альб	Верхний альб — сеноман	III ₁ —III ₄						○			○
	Средний альб	IV ₁									
	Нижний альб	IV ₂ ; IV ₃		○							
Апт	Верхний апт	V ₁									
		V ₂									
	Нижний апт	V ₃	○	●		○	○	○	○		●
Баррем	Пестроцветная свита	VI ₁ —VI ₄	○	○					○		
	Горизонт песков	VII ₁									
Готерив	Песчано-глинистая свита	VII ₂									○
		VII ₃									
	Пеллециподовая свита	VII ₄									
		VII ₅									
Валаджин		VII ₆									
Верхняя юра		VIII									
Средняя юра		IX—XII	○	●	○	○				○	●
Нижняя юра		—									
Триас		XIII									●
Верхняя пермь		XIV									

Стратиграфия		Индексы	Кулсары	Карачунгул	Тюлюс	Дюсене	Ушкан	Мунайли	Теренбузюк	Карагон
Палеоген, неоген		I ₁								○
Сенон — турон		II ₁		○					○	○
Альб	Верхний альб — сеноман	III ₁ —III ₄							●	
	Средний альб	IV ₁								●
	Нижний альб	IV ₂ ; IV ₃	●						●	●
Апт	Верхний апт	V ₁	●							
		V ₂								
	Нижний апт	V ₃	●		○	○	○		○	●
Баррем	Пестроцветная свита	VI ₁ —VI ₄	●				○	●		●
	Горизонт песков	VII ₁								
Готерив	Песчано-глинистая свита	VII ₂								
		VII ₃								
	Пелециподовая свита	VII ₄								
		VII ₅				○			○	
Валанжин		VII ₆								
Верхняя юра		VIII	○							
Средняя юра		IX—XII	●		●	○		●		●
Нижняя юра		—								
Триас		XIII	●	○		○	○	○		
Верхняя пермь		XIV								

Условные обозначения: ● — нефтяные горизонты промышленного значения; ○ —

Агния	Тажигали	Қараарна	Актюбе	Морская	Прибрежная	Прорва	Буранкуль	Джиланкабак	Джантерек	Копа	Шубаркудук	Джаксымай	Джаманагач	Қалмыққарған	Кенбияк	Қоқиқиде	Қумсай	Мортун
	○	●			●													
	●	●																
	●	●													○			
									○						○			○
	●			○											○			○
																		○
	●		●			●	●	○		●					●		●	○
											●	●	○	○	●	●		
															●			

нефтяные горизонты.

Следует всемерно совершенствовать технику и методику сейсмических работ, в особенности МОВ, с тем, чтобы максимально расширить их структурные возможности. При сейсмических съемках надсолевых отложений необходимо чаще бурить на куполах параметрические скважины для определения скоростной характеристики не только надсолевых пород, но и соли. Это позволило бы избежать двойственности в толковании многочисленных подкупольных положительных структур. На этой основе следует рекомендовать в той или иной мере отказ от использования структурно-поискового метража в структурных целях, что способствовало бы удешевлению работ.

Далее, необходимо продолжить изучение межкупольных структур с точки зрения их возможной нефтегазоносности.

Важное значение имеет изучение истории развития отдельных куполов с целью выявления закономерностей, управляющих возникновением залежей именно на данных, а не на других участках, и закономерностей распределения пустых и промышленно нефтеносных структур и их отличий друг от друга. Другой стороной того же вопроса является время миграции, так как залежи образуются только тогда, когда мигрирующие флюиды попадают в уже готовые ловушки.

Наконец, необходимо изучение удаленных от сводов частей куполов, где могут быть открыты залежи, экранированные уступами соляных ядер и периферическими сбросами.

Исключительное значение в областях развития солянокупольной тектоники имеют разработка и внедрение прямых геофизических методов поисков залежей нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

- Авров П. Я., Булекбаев З. Е., Космачева Л. Г. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности восточного и юго-восточного обрамлений Прикаспийской впадины. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.
- Айзенштадт Г. Е.-А. К истории тектонического развития Прикаспийской впадины. Л., Гостоптехиздат, 1958. (Тр. ВНИГРИ, вып. 126).
- Айзенштадт Г. Е.-А. О структурной зональности солянокупольной области Северного Прикаспия. Геология нефти и газа, № 8, 1959.
- Айзенштадт Г. Е.-А., Антонов К. В. Формирование соляных куполов и залежей нефти Южной Эмбы. Л., Гостоптехиздат, 1963. (Тр. ВНИГРИ, вып. 207).
- Антонов П. Л., Гладышева Г. А., Козлов В. П. Диффузия углеводородных газов через каменную соль. Геология нефти, № 2, 1958.
- Арабу Н. О деформации Земли. М., ГОНТИ, 1939. (Тр. XVII МГК).
- Аркелл В. Юрские отложения Земного шара. ИЛ, 1961.
- Архангельский А. Д. Геологическое строение СССР и его отношение к строению остальной поверхности Земли. Т. 1. М.—Л., Госгеолиздат, 1947.
- Бедерке Э. К вопросу геологии и геофизики глубин. В сб. Вопр. соврем. заруб. тектоники, ИЛ, 1960.
- Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. М., Госгеолтехиздат, 1954.
- Бентц А. Нефтегазоносные площади ФРГ. Введение. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).
- Берман Р. В. Рейтброк и Мекельфельд — два месторождения нефти в окрестностях Габмурга, связанные с соляными куполами. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).
- Богданов А. А. Восточно-Европейская платформа. Введение. В кн. Тектоника Европы. М., Наука и Недра, 1964а.
- Богданов А. А. Области варисийской складчатости. Введение. В кн. Тектоника Европы. М., Наука и Недра, 1964б.
- Бойгк Г. Нижнесаксонский бассейн западнее Эмса. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).
- Боннар Е. и др. Перспективы нефтеносности юрских отложений Средней Европы. В кн. Проблемы нефтеносности Франции. М., Гостоптехиздат, 1956. (Тр. IV Междунар. нефт. конгр., т. 1).
- Борисов А. А. и др. О границе разновозрастных платформ в Северном Прикаспии. ДАН СССР, т. 148, № 4, 1963.
- Бубнов С. Н. Геология Европы, т. 2. М., ОНТИ, 1936.
- Бубнов С. Н. Основные проблемы геологии. М., 1960.
- Буялов Н. И., Кельбель Г. А. Перспективы нефтегазоносности недр ГДР. Геология нефти, № 1, 1957.
- Буялов Н. И. К вопросу о направлении поисково-разведочных работ на нефть и газ в восточной части Прикаспийской впадины. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.
- Валяшко М. Г. Закономерности формирования месторождений солей. Изд. МГУ, 1962.
- Васильев В. Б. О методике нефтепоисковых работ треста «Актюбнефте-разведка» в пределах восточной прибортовой части Прикаспийской впадины. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Васильев В. Г. О методике определения возраста платформы. Геология нефти, № 3, 1958.

Вебер Г. Нефтеносная площадь Хейде. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК, Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Гарецкий Р. Г., Шлезингер А. Е., Яншин А. Л. Глубинное строение района Южно-Эмбенского гравитационного максимума в свете новейших геологических и геофизических данных. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Фон Гертнер Г.-Р. Платформенный чехол в пределах Федеративной Республики Германии. В кн. Тектоника Европы. М., Наука и Недра, 1964а.

Фон Гертнер Г.-Р., Ватцнауер А. Среднеевропейские варисциды. В кн. Тектоника Европы. М., Наука и Недра, 1964а.

Гесс Г. Островные дуги, аномалии силы тяжести и интрузии серпентинита (к проблеме офiolитов). М., ГОТИ, 1937. (Тр. XVII МГК, т. 2).

Гехт Ф. Нефтяные месторождения Шлезвиг — Гольштейна и Гамбурга. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК, Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Гзовский М. В., Ма-Цзинь. Зависимость строения складок поперечного изгиба от скорости и истории их роста. В сб. Складч. деформ. земн. коры, их типы и механизм формир. М., Изд. АН СССР, 1962.

Горелов С. К., Клубов В. А. О соотношении новейшей тектонической структуры и рельефа кристаллического фундамента в центральных и южных районах Волго-Уральской области. ДАН СССР, т. 148, № 6, 1963.

Дееке Г., Кубелла К. Нефтяное месторождение Витце. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК, Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Днепров В. С. Анализ результатов геологопоисковых и разведочных работ на нефть в Северо-Эмбенском солянокупольном районе и направление дальнейших нефтепоисковых работ. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Долгих С. А. Микроструктурный анализ солевого ядра одного из куполов Прикаспия. Сов. геология, № 6, 1962.

Долицкий В. А. Некоторые особенности строения соляных куполов Прикаспийской синеклизы. ИАН СССР, сер. геол., № 6, 1962.

Жалыбин Ф. И. Результаты геофизических исследований в Западном Примуроджарье. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Жинью М. Стратиграфическая геология. ИЛ, 1962.

Зоубек В., Машка М. Чешский массив. В кн. Тектоника Европы. М., Наука и Недра, 1964.

Каламкаров Л. В. Некоторые закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений в районе Голф Коста и Прикаспийской впадины. Геология нефти и газа, № 5, 1962.

Калинин Н. А. Основные черты геологического строения Западного Казахстана. Л., Гостоптехиздат, 1963. (Тр. ВНИГРИ, вып. 213).

Кальбель Г. Строение фундамента Польско-Германской низменности. В кн. Тектоника Европы. М., Наука и Недра, 1964.

Китык В. И. К оценке роли силы тяжести в процессе формирования соляных структур. Киев, Изд. АН УССР, 1962. (Тр. Ин-та геологии полезных ископаемых АН УССР, т. 5).

Китык В. И. Условия образования соляных структур. Киев, Изд. АН УССР, 1963.

Колпаков В. Б. Формирование нефтяных залежей в зависимости от динамики подземных вод юго-востока Прикаспийской впадины. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Косыгин Ю. А. Соляная тектоника платформенных областей. М.—Л., Гостоптехиздат, 1950.

Косыгин Ю. А. Развитие основных структурных элементов земной коры и различные типы глубинных тектонических движений. В сб. Геол., разв., добыча и перераб. нефти и газа, вып. 3. М., Гостоптехиздат, 1956.

Косыгин Ю. А. Типы соляных структур платформенных и геосинклинальных областей. М., Изд. АН СССР, 1960. (Тр. ГИН АН СССР, вып. 29).

Куликов П. К. Об условиях образования структур сочленения разновозрастных складчатых зон. ДАН СССР, т. 148, № 6, 1963.

Майер-Гюрр А. Нефтяное месторождение Зудербрух. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК, Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Международная тектоническая карта Европы масштаба 1 : 2 500 000. Составлена Междунар. комиссией под рук. Н. С. Шатского, Г. Штилле, А. Д. Богданова и Ф. Блонделя, 1962. М., 1964.

Наливкин В. Д. Грабенообразные прогибы востока Русской платформы. Сов. геология, № 1, 1963.

Неволин Н. В. Результаты обобщения геолого-геофизических материалов по Актюбинскому Приуралью и Западному Примугодью. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Павловский Е. В. Стадии геосинклинального развития «герцинских массивов» Франции и Южной Германии. Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1960.

Папрот Э., Тейхмюллер Р. Развитие субарисийского краевого прогиба Северо-Западной Германии. Сов. геология, № 11, 1959.

Пожарыский В. Фундамент Северо-Западной Польши на фоне обрамляющих структур. Вопросы соврем. зарубежной тектоники. ИЛ, 1960а.

Пожарыский В. Юго-западный край Фенноскандинавии. Вопросы соврем. зарубежной тектоники. ИЛ, 1960б.

Ролль А. Бройштедт-Гамбургский нижнедогерский трог. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Соболев В. С. К вопросу о связи нефтеносности надсолевых отложений Южно-Эмбенского района с разрывами. Геол. сб., 6. Л., Гостоптехиздат, 1961. (Тр. ВНИГРИ, вып. 186).

Соколова Е. И. О пермотриасовой продуктивной толще Северной Эмбы. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Соколовский С., Зноско Г. Область герцинской складчатости в пределах Польши. В кн. Тектоника Европы. М., Наука и Недра, 1964.

Суворов А. И. К вопросу о классификации крупных разломов геосинклинальных областей (на примере Казахстана и Средней Азии). ДАН СССР, т. 147. № 1, 1962.

Тромп С. Новые опыты по сбросовой тектонике и складчатости Гельмгольца. М., ГОНТИ, 1939. (Тр. XVII МГК, т. 2).

Фивег М. П. О длительности накопления соляных толщ. Л., Госхимиздат, 1954. (Тр. ВНИИГ, вып. 29).

Фивег М. П. Типы солеродных бассейнов. Л., Госхимиздат, 1956. (Тр. ВНИИГ, вып. 32).

Хаин В. Е. Взаимоотношения орогенеза и эпейрогенеза в свете данных седиментации. М., ГОНТИ, 1939. (Тр. XVII МГК, т. 2).

Хаин В. Е. Происхождение материков и океанов. М., Знание, 1961.

Хедеман Г. А. Нефтяные месторождения Хоне, Везендорф-север, Эррельюг, Ханкенсбюттель. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Хеерман О. Нижнесаксонский бассейн между Везером и Эмсом. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Шатский Н. С. Орогенетические фазы и складчатость. М., ГОНТИ, 1939. (Тр. XVII МГК, т. 2).

Шатский Н. С. О сравнительной тектонике Северной Америки и Восточной Европы. В сб. 220 лет АН СССР, Юбилейная сессия. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947.

Шатский Н. С. Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1 : 5 000 000. Объяснительная записка. М., Госгеолтехиздат, 1957.

Шатский Н. С., Косыгин Ю. А. К вопросу о периодичности осадкообразования и о методе актуализма в геологии. В сб. К вопросу о состоянии науки об осадочных породах. М., Изд. АН СССР, 1951.

Шотт В. Нижнесаксонский бассейн (восточнее Везера). М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Штробель Э. Нефтеносный район Ниенхаген — Хенигзен. М., Гостоптехиздат, 1959. (Тр. XX МГК. Мат-лы по геологии нефти, т. 2).

Яншин А. Л. О глубине солеродных бассейнов и некоторых вопросах формирования соляных тел. Геология и геофизика, № 1, 1961. (Изд. СО АН СССР).

Яншин А. Л. Основные черты тектоники верхнепалеозойских отложений периферии Мугодьяр в связи с оценкой перспектив их нефтегазосности. В сб. Геол. и нефтегаз. вост. части Прикаспийской впадины и ее обрамлений. М., Гостоптехиздат, 1962.

Atwater G. I., Forman M. J. Nature of growth of southern Louisiana salt domes and its effect on petroleum accumulation. BAAPG, vol. 43, № 11, 1959.

Bartenstein H. Die biostratigraphische Einordnung des nordwestdeutschen Wealden und Valendis in die schweizerische Valendis — Stufe. PZ, Festband Hermann Schmidt, 1962.

Behrmann R. B. Geologie und Lagerstätte des Oelfeldes Reitbrok bei Hamburg. ET, S. 190—221.

Bentz A. Geophysik und Erdölerschließung in Deutschland. EK, H. 5, 1965, S. 278—280.

Bentz A. Über die Herkunft des Erdöls in Deutschland. Roemeriana, H. 1. Clausthal Zellerfeld, 1954.

- Bentz A. Germany. The science of petroleum, vol. 6, pt. 1. The world's oilfields. The eastern Hemisphere. London — New York, 1953, pp. 24—33.
- Bentz A. Ergebnisse der erdölgeologischen Erforschung Nordwestdeutschlands 1932—1947, ein Überblick. ET, S. 7—18.
- Bettenstaedt F., Dietz C. Tektonische und erdölgeologische Untersuchungen in Raum Lehrte östlich Hannover. GJ, Bd 74, 1957, S. 463—522.
- Bettenstaedt F. Paläogeographie des nordwestdeutschen Tertiär mit besonderer Berücksichtigung der Mikropaläontologie. ET, S 143—172.
- Bitterli P. Untersuchungen bituminöser Gesteine von Westeuropa. EK, H. 1, 1962, S. 2—6.
- Boigk H. Zur Fazies und Erdgasführung des Buntsandsteins in Nordwestdeutschlands. EK, H. 12, 1961, S. 998—1005.
- Boigk H., Hark H. U., Schott W. Ölmigration und Bildung von Erdöllagerstätten am Nordrand der Niedersächsischen Beckens (Nordwestdeutschland). EK, H. 6—1, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- Brand E., Hoffmann K. Stratigraphie und fazies des nordwestdeutschen Jura und Bildungsbedingungen seiner Erdöllagerstätten. EK, H. 6—1, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- Brinkmeier G. Eine Scholleneinteilung des nordwestdeutschen Raumes. EK, H. 3, 1957, S. 133—141.
- Brokamp B. Zum Bau des tieferen Untergrundes in Nordost-Deutschland. JR, Bd. 61, 1941.
- Bubnoff S. Grundzuge der Geologie Osteuropas. ZDGG, Bd. 94, H. 5, 1942, S. 214—234.
- Bujalow N. I. Erdölprobleme in DDR. BGG, Bd. 111, H. 1, Berlin, 1958, S. 30—40.
- Bungenstock H., Closs H., Hinz K. Geophysikalische Untersuchungen im südlichen Teil der Nordsee. EK, H. 6—1, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- Chryploff G. Das Problem der Unterkreide im nordwestlichen Teil von Deutschland. ZG, Bd. 3, H. 8/9, 1957, S. 60—62.
- Chryploff G. Zur Paläogeographie der Unterkreide Deutschlands und zur Wanderung (Migration) der Meersfauna. ZG, Bd. 4, H. 7, 1958, S. 312—315.
- Closs H. Zum Schwerebild der Salzstrukturen Nordwestdeutschland. ET, S. 293—299.
- Closs H., Behnke Cl. Fortschritte der Anwendung seismischer Methoden in der Erforschung der Erdkruste. GR, Bd. 51, H. 2, 1961, S. 315—30.
- Dadlez R. Vorläufige Mitteilung über die Untersuchung des mesozoischen Untergrundes im NW-Teil des Pommerischen Antiklinoriums. ZG, H. 3, 1962, S. 149—153.
- Deecke H. Schwermineral — Untersuchungen zur Paläogeographie von Jura und Kreide in Nordwestdeutschland. MGS, H. 14, 1935, S. 109—151.
- Deecke H. Schichtfolge und Tektonik des Rotliegend — Zechstein — Salzaufbruches von Heide. ET, S. 173—190.
- Die deutsche Erdölgewinnung im Jahre 1959 und ihre Zukunftprobleme. EK, H. 6, 1960.
- Die Entwicklung der Erdölreserven in Westdeutschland. ZG, H. 11, 1961, S. 605.
- Die westdeutsche Mineralölwirtschaft 1961. EK, H. 7, 1962, S. 580—582.
- Dietrich M. Zur Paläogeographie des Oberkarbons und Rotliegenden im Thüringer Becken. BGG, Bd. 4, H. 4, 1959.
- Dorn P. Geologie von Mitteleuropa. 2. Aufl., Stuttgart, 1960, S. 488.
- Durschner H. Eine physikalische Überlegungen zum Problem der Halokinese. ZDGG, Bd. 109, T. 1, 1957, S. 152—158.
- Eby S. B. The North Germany salt dome map. The Oil Weekly, vol. 72, № 8, 1934, pp. 12—21.
- Fohs F. T. Petroliferous provinces of USSR — a revision. BAAPG, vol. 46, № 11, 1962.
- Förche F. Der Neustadt — Engelbosteler Sattel. ET, S. 91—95.
- Friedensburg F. Zukunftsprobleme der deutschen Energieversorgung, insbesondere im Hinblick auf die europäischen Gemeinschaftsaufgaben. EK, H. 7, 1962.
- Von Gaertner H. R. Erwägungen über präpermische Gebirgszusammenhänge in der Umgebung und im Untergrund von Norddeutschland. GJ. Bd. 64, 1950, S. 123—158.
- Geologische Erkundung im Sibenjahrplan der DDR. ZG, Bd. 7. H. 1, 1961.
- Geyer G. Die Bedeutung des Erdöls für die deutsche Energieversorgung. EK, H. 2, 1962, S. 137—138.
- Gill W. D. You may find structure but no oil — why? OGL, № 7, 1962.
- Gregersen A. Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland. Review. BAAPG, vol. 34, № 5, 1950, p. 964.

- Goethe H. G., Böhm K., Thomas S. Entwicklung der Erdölgewinnung und Stand der Bohr- und Fördertechnik in der Bundesrepublik Deutschland. EK, H. 6—I, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- Gripp K. U. Die Entstehung salinärer Landstrukturen durch flankengesteuerte Metakinese. EK, H. 6, 1960, S. 381—382.
- Hark H. U. Über Zusammensetzung und Herkunft der Zechstein—Gas in Nordwestdeutschland. EK, H. 3, 1961, S. 174—179.
- Hark H. U. Die Erdöl- und Erdgasexploration in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1963. EK, H. 11, 1964.
- Hecht F. Migration, Tektonik und Erdöllagerstätten im Gifhorner Trog (Nordwestdeutschland). EK, H. 5, 1959, S. 303—315.
- Hecht F., Hedemann H. A., Kabelac F. Zur Tektonik und Stratigraphie der Erdölfelder am NW-Rand des Gifhorner Troges. GJ, Bd. 74, 1957, S. 599—600.
- Hedemann H. A. Präalpbische Tektonik am Nordwestrand des Gifhorner Troges. GS, S. 213—227.
- Hedemann H. A. Sedimentationsverhältnisse des unteren Dogger-beta, besonders seiner Sandsteinbanke, im NW-Teil des Gifhorner Troges. Roemeriana, H. 1, Clausthal—Zellerfeld, 1954.
- Heermann O. Der tektonische Nordrand des Hannoverschen Beckens. ET, S. 56—68.
- Heidorn F. Über den westdeutschen Zechstein und seine einfügung in des paläogeographische Bild der Zechsteinformation. ET, S. 97—113.
- Hermes H. J. Anwendung der Geoelektrik für die seismische Profilstrassierung und für die Bestimmung der optimalen Schußteufe. EK, H. 3, 1963.
- Hoffmann K. Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Lias und Doggers. ET, S. 113—129.
- Jankowsky W. Zur Tektonik des Gebietes zwischen Bremen und Cuxhaven. EK, H. 9, 1956, S. 283—289.
- Jacob H. Über bituminöse Schiefer, humose Tone, Brandschiefer und ähnliche Gesteine. EK, H. 1, 1961, S. 2—11.
- John H. Eine Analyse seismischer Geschwindigkeiten in westlichen Emsland. EK, H. 7, H. 8, 1962.
- Kehrer W. Das Erdölfeld Fuhrberg. ET, S. 251—257.
- Kent P. E. Recent studies of South Persian salt plugs. BAAPG, vol. 42, 1958, pp. 2951—2972.
- King R. E. Exploration and production in Europe in 1962. BAAPG, vol. 47, № 7, 1963.
- Knappe H., Zeuch R. Über einige neue Ergebnisse geologischer und geophysikalischer Erkundungsarbeiten auf Erdöl in der NW-Altmark. BGG, Bd. 4, H. 2—3, 1959.
- Kölbel H. Umfang und Ergebnisse der Erdölaufschlußbohratigkeit des Jahres 1956 in Westdeutschland. ZG, Bd. 3, H. 8/9, 1957, S. 357—359.
- Kölbel H. Stand und Ergebnisse der Kartierung des tieferen Untergrundes Nordwestdeutschland und angrenzender Gebiete. BGG, Bd. 4, H. 2—3, 1959, S. 117—156.
- Kölbel H. Über wechselnde Tendenzen in der tektonischen Entwicklung Westmecklenburgs. GS, 1956.
- Köster R. Gegenwärtige tektonische Bewegungen in der Umgebung der westlichen Ostsee. IGC, pt. 18, p. 89—98.
- Kraiss A. Entwurf einer regionalen Tektonik von Schleswig—Holstein und Nordosthannover. ET, S. 47—55.
- Krejci-Graf K. Über Ölfeldwasser. EK, H. 2, 1962, S. 102—108.
- Krey T., Maas H. W. Fortschritte der angewandten Geophysik in Deutschland. EK, H. 6—I, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- Landes K. Petroleum resources in basement rocks. BAAPG, vol. 44, 1960, pp. 1682—1691.
- Langbein R., Seidel G. Zur Ausbildung des Mittleren Buntsandsteins in Westthüringen. ZG, H. 11, 1961, S. 573—575.
- Lotze Fr. Allgemeine Ergebnisse hinsichtlich der Geologie des westdeutschen Zechstein. GJ, Bd. 73, 1958, S. 141—148.
- Lotze Fr. Der englische Zechstein in seiner Beziehung zum deutschen. GJ, Bd. 73, 1957, S. 135—140.
- Lotze Fr. Geschichte der Zechsteinforschung am Niederrhein und einige heutige Probleme. GJ, Bd. 73, 1957, S. 1—6.
- Lotze Fr. Steinsalz und Kalisalz. T. 1, Berlin, 1957.
- Malzahn E. Germany. Review of exploration and production. WPR, vol. 8, 1962, pp. 98—159.
- Malzahn E. Germany. Review of exploration and production. WPR, vol. 7, 1961.

- Malzahn E. Die westdeutsche Erdöl und Erdgasexploration im Jahre 1959. EK, H. 4, 1960, S. 221—235.
- Martin W. Refraktionsseismische Übersichtsmeßungen in der DDR. ZG, H. 11, 1960, S. 563—567.
- Mayer-Gurr A. Beobachtungen an der Lagerstätte des Suderbrucher Sandsteins im Erdölfeld Suderbruch. GJ, Bd. 74, 1957, S. 117—122.
- Meinhold R. Der Untergrund von Mecklenburg und der Prignitz und die Frage der Pompeckjschen Schwelle. BGG, Bd. 2, H. 2, 1957, S. 138—147.
- Meinhold R. Salzbewegung und Tektonik in Nordwestdeutschland. BGG, Bd. 4, H. 2—3, 1959.
- Meinhold R. Ergebnisse reflexionsseismischer Meßungen im Bereiche der geophysikalischen Anomalien der Prignitz. GG, 1957, S. 43—51.
- Meinhold R. Probleme der Erdölerkundung im Zechstein. BGG, Bd. 4, H. 4, 1959, S. 269—280.
- Meinhold R. Zur erdölgeologischen Terminologie. ZG, H. 10, 1961, S. 541—543.
- Meinhold R., Unger E., Wienholz R. Neue Erkenntnisse über den prätertiären Untergrund des Flachlandgebietes des DDR. IGG, pt. 9, 1960.
- Mitura F., Olewicz Z. Die wichtigsten Richtungen bei der Entwicklung der Sucharbeiten auf Erdöl und Erdgaslagerstätten in Polen. ZG, H. 1, 1962, S. 30—32.
- Muehlberger W. R. Internal structures and mode of uplift of the Grand Saline salt dome, Van Zandt county, Texas, USA. IGG, pt. 28, 1960.
- Murrey G. E. Geology of the Atlantic and Gulf Coastal province of North America. New York, 1961.
- Nordwestdeutschland. Geotektonische Karte. Braunschweig, 1946.
- Obuchowicz Z., Olewicz Z. Das Großpolnische Becken. ZG, H. 4, 1962, S. 204—205.
- Paproth E. Der Brabanter Massiv und die subvaristische Vortiefe im Untergrund Nordwestdeutschland. BGG, Bd. 4, H. 2—3, 1959, S. 188—189.
- Pavoni N. Faltung durch Horizontalverschiebung. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, vol. 54, № 2, 1961, p. 515—534.
- Pfefferkorn H. Bohrmeterleistung und Production der deutschen Erdölgewinnungsindustrie im Jahre 1958. EK, H. 6, 1959.
- Pfefferkorn H. Bohrmeterleistung und Production der deutschen Erdölgewinnungsindustrie im Jahre 1959. EK, H. 4, 1960, S. 235—238.
- Pfefferkorn H. Bohrmeterleistung und Production der deutschen Erdölgewinnungsindustrie im Jahre 1962. EK, H. 4, 1963.
- Pfefferkorn H. Bohrmeterleistung und Production der deutschen Erdölgewinnungsindustrie im Jahre 1963. EK, H. 4, 1964.
- Philipp W. Die Juratröge im nordwestdeutschen Tiefland. NJGP, H. 10, 1954, S. 440—447.
- Philipp W., Drong H. J. etc. Zur Geschichte der Migration im Gifhorer Trog. EK, H. 6—1, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- Porth H. Die westdeutsche Erdöl und Erdgasexploration in Jahre 1962. EK, H. 4, 1963.
- Primke G. Entwurf einer abgedeckten geologischen Karte des Ascherslebener Sattels zwischen Frose und Mehringen. ZG, Bd. 8, H. 3, 1962, S. 113—115.
- Raaf T. F. M. Notes on the geology of the Southern Roumanian oil district etc. *The science of petroleum*, vol. 6, pt. 1. London — New York, 1953.
- Reich H. Die geophysikalische Erforschung Nordwestdeutschland 1932—1947, ein Überblick. ET, S. 21—28.
- Reinhardt H. G. Korrelation eines vermutlich an der Zechsteinbasis liegenden reflexionsseismischen Horizontes im NW-Teil der DDR. BGG, Bd. 4, H. 2—3, 1959.
- Richter-Bernburg G. Isochrone Warven im Anhydrit des Zechstein-2. GJ, Bd. 74, 1957, S. 601—610.
- Richter-Bernburg G., Schott W. Die nordwestdeutschen Salzstöcke und ihre Bedeutung für die Bildung von Erdöllagerstätten. EK, H. 5, 1959.
- Richter-Bernburg G. Anlage und regionale Stellung des saxonischen Beckens. ET, S. 37—43.
- Riedel L. Zur Stratigraphie der tieferen Unterkreide in Nordwestdeutschland, besonders in den Erdölgebieten. JR, Bd. 60, 1941.
- Riedel L. Zur Paläogeographie der Kreide in Nordwestdeutschland. JR, Bd. 61, 1941, S. 7—19.
- Riedel L. Obere Kreide. (Provinz.-Inst. f. Landesplanung., Reihe A, I, Bd. 2, Abt. 5). Göttingen, 1942.
- Rigassi D. A. European oil, gas industry undergoing dynamic changes. WO, vol. 156, № 1, 1963.
- Rödiger K. Analyse der Salzstock-Hebungen mit Hilfe elektrischer Bohrlochmessungen, dargestellt an den Salzstöcken Bramstedt und Etzel. EK, H. 3, 1960.

- R ö d i g e r K. Tektonik und Ölführung des südöstlichen Teiles der Steinhuder-Meer-Linie. EK, H. 9, 1960, S. 622—628.
- R o l l A. Zur Strukturgeschichte der Salzstöcke von Wesendorf und Hohenhorn. GS, S. 228—245.
- R o l l A. Die strukturelle Entwicklung und die Geschichte der Salzstockbildung im Hannoverschen Becken. ET, S. 69—90.
- R o t h e K. Problematik radiometrischer Messungen über Ölstrukturen. BGG, Bd. 4, H. 2—3, 1959, S. 183—187.
- R ü h l W. Zur Geologie und Förderung der Ölfeldes Wesendorf. ET, S. 242, 251.
- R ü h l W., S c h m i d C. Über das Verhältniß der vertikalen zur horizontalen Permeabilität von Sandsteinen (mit Lagerstättenbeispielen aus dem Gifhorner Trog). GJ, Bd. 74, 1957, S. 447—462.
- R u p r e c h t L., Z e t t e l W. Beispiele aus der seismischen Bodenforschung. GJ, Bd. 74, 1957, S. 656—676.
- S c h l ü t e r H. Das Ölfeld Steimbke-Rodewald und die struktur Anderten-Lichtenhorst. ET, S. 230—241.
- S c h m i t z H. H., v o n G a e r t n e r G. R. Die organische Substanz des Posidonienschiefers als Hinweis auf eine Restöllagerstätte. EK, H. 6—I, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- S c h o t t W. Erdöl und Erdgasexploration in Westdeutschland 1959 bis 1963. EK, H. 6—I, 1963, Sonderausgabe zum Welt-Erdöl-Kongress.
- S c h o t t W. Zur Paläogeographie des nordwestdeutschen Malms. ET, S. 129—135.
- S c h r e i b e r A. Tektonische Stockwerke im Bau des mittleren Emslandes. ZDGG, Bd. 109, T. 1, 1957.
- S c h u l z e G. Beitrag zur Genese des Polyhalites im deutschen Zechsteinsalinar. ZG, 1960, S. 310—317.
- S e i t z O. Unterkreide Erze an Strukturen in Norddeutschen Flachland. ZDGG, Bd. 109, T. 1, 1957, S. 28—35.
- S e i t z O. Zur Paläogeographie des Wealden und der Pompeckj'schen Schwelle. ET, S. 135—143.
- S i n d o w s k i K. G. Schüttungsrichtungen und Mineral Provinzen im westdeutschen Buntsandstein. GJ, Bd. 73, 1957, S. 277—284.
- S t i l l e H. Salttektonik in Nordwestdeutschland und Rumänien. GR, Bd. 40, H. 2, 1952, S. 276—281.
- S t i l l e H. Die saxonische Tektonik im Bilde Europas. ET, S. 32—36.
- T e i c h m ü l l e r R. Ein Querschnitt durch den Sudteil des Niederrheinischen Zechsteinbeckens. GJ, Bd. 73, 1957, S. 39—50.
- T r u s h e i m F. Über Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. ZDGG, Bd. 109, T. 1, 1957, S. 111—151.
- T r u s h e i m F. Mechanism of salt migration in Northern Germany. BAAPG, vol. 44, № 9, 1960, pp. 1519—1540.
- V o i g t E. Das Norddeutsch — Baltische Flachland in Rahmen des europäischen Schollenmosaiks. MGS, H. 23, 1954, S. 18—37.
- W e b e r H. Zur Geologie der Erdölfelder Wietze und Thören. ET, S. 222—229.
- W o l b u r g J. Ergebnisse der Biostratigraphie nach Ostracoden im nordwestdeutschen Wealden. ET, S. 349—360.
- W o l b u r g J. Vergleichende stratigraphische Untersuchungen der brackisch — limnischen Ablagerungen Europas an der Wende Jura — Kreide. GJ, Bd. 64, 1950, S. 159—171.
- W o l b u r g J. Ein Querschnitt durch den Nordteil des Niederrheinische Zechsteinbeckens. GJ, Bd. 73, 1957, S. 7—38.
- W u n d e r l i c h H. Grenzfragen der saxonischen Tektonik Sudniedersachsens. ZDGG, Bd. 109, T. 1, 1957, S. 159—168.
- Z w e r g e r R. Der tiefere Untergrund des westlichen Peribalticums. AGLA, N. F. H., 210, Berlin, 1948.
-
-

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ ПРИ ОБОЗНАЧЕНИИ
ИНОСТРАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

- AGLA — Abh. geol. Landes — Anstalt.
BAAPG — Bulletin of the American Association of Petrol. Geologists.
BGG — Berichte der Geologischen Gesellschaft in DDR.
EK — Erdöl und Kohle («Нефть и уголь»)
ET — Erdöl und Tektonik in NW — Deutschland, Sammelband, Hannover —
Celle, 1949.
GG — Geologie und Geophysik.
GJ — Geologisches Jahrbuch.
GR — Geologische Rundschau.
GS — Geotektonisches Symposium zum Ehren von H. Stille, 1956.
IGC — International Geological Congress, Reports of XXI th session; Norden, 1960.
JR — Jahrbuch der Reichsstelle für Bodenforschung.
MGS — Mitt. Geol. Staatsinstitut.
NTGP — Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie.
OGI — Oil and Gas International.
PZ — Paläontologischen Zeitschrift.
WPR — World Petroleum Report.
WO — World Oil.
ZDGG — Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft.
ZG — Zeitschrift für angewandte Geologie.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
<i>Глава I.</i> Стратиграфия и палеогеография Северо-Германского бассейна . . .	5
<i>Глава II.</i> Тектоника Северо-Германской впадины	44
<i>Глава III.</i> Нефтеносность Северо-Германского бассейна	78
<i>Глава IV.</i> Сравнительные данные по Северо-Германской и Прикаспийской впадинам	122
Литература	147

Гирш Ессель-Аронович Айзенштадт, Михаил Вениаминович Горфункель

**ТЕКТОНИКА И НЕФТЕНОСНОСТЬ
ПРИКАСПИЙСКОЙ И СЕВЕРО-ГЕРМАНСКОЙ
ВПАДИН**

(сравнительный анализ)

Ведущий редактор *Э. М. Шевцова*

Технический редактор *В. И. Демьяненко*

Корректоры: *И. М. Андреева, Е. А. Смирнова*

Переплет работы худ. *И. Г. Школьникова*

Сдано в набор 25/VI 1965 г.

Подписано к печати 25/X 1965 г.

Формат бумаги 70 × 108¹/₁₆. Печ. л. 93/4 + 3 вкл.

Усл. л. 18,2. Уч.-изд. л. 15,33. Тираж 1000 экз.

Индекс 3—4—1—Л. Заказ 868/870. М-27520.

Цена 1 р. 27 к.

Издательство «Недра».

Ленинградское отделение.

Ленинград, Ф-2, ул. Ломоносова, 22.

Ленинградская типография № 14

«Красный Печатник»

Главполиграфпрома Государственного комитета

Совета Министров СССР по печати.

Московский проспект, 91.