

п-1485

8774

И.С.ГРАМБЕРГ

СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ
ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КРАЯ
СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

И. С. ГРАМБЕРГ

СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ
ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КРАЯ
СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ
В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕНОСНОСТЬЮ
И УГЛЕНОСНОСТЬЮ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НЕФТЯНОЙ И ГОРНО-ТОПЛИВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Ленинград · 1958

АННОТАЦИЯ

В книге изложены результаты исследований стратиграфии и литологии пермских отложений северо-восточной окраины Сибирской платформы и намечены основные закономерности пермского осадкообразования в пределах рассматриваемой территории.

На основе анализа палеонтологических и литологических материалов дана схема стратиграфии пермских отложений северо-восточной окраины Сибирской платформы и описаны литолого-геохимические особенности пород.

В заключительной части работы дан прогноз нефтеносности и угленосности пермских отложений северо-восточной окраины Сибирской платформы.

Книга рассчитана на широкий круг геологов, работающих в Советской Арктике.

Игорь Сергеевич Грамберг

Стратиграфия и литология пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы
в связи с их нефтеносностью и угленосностью

Редактор *Н. С. Воронов*.

Ведущий редактор *Г. А. Дав.*

Технический редактор *И. М. Геннадьева*.

Корректор *Л. Я. Кузнецова*.

Сдано в набор 22/III 1958 г. Подп. к печати 22/V 1958 г. Формат бумаги 70×1081/16.
Печ. л. 131/2 + 4 вкл. (усл. л. 20,89). Уч.-изд. л. 18,63. Тираж 1000 экз. Индекс 11—5—4.
М-30845.

Гостоптехиздат (Ленинградское отделение), Невский проспект, 28.
Издательский № 10248. Заказ № 262. Типография «Красный Печатник».
Ленинград, Московский проспект, 91.
Цена 15 руб.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с проблемой нефтеносности Советской Арктики особый интерес в настоящее время вызывают отложения восточной части Таймырской депрессии и северо-восточной окраины Сибирской платформы. Получение промышленных притоков нефти из пермских отложений в Нордвикском районе и широкое развитие битумопроявлений в пермских отложениях бассейна р. Оленек явились стимулом для постановки в Таймырской низменности и на смежной территории Сибирской платформы тематических исследований, посвященных вопросам нефтеносности.

Ко времени написания настоящей работы нефтеразведочные исследования, проводимые в Нордвикском районе, показали, что пермские отложения, являющиеся здесь объектом разведки, отличаются сравнительно низкими коллекторскими свойствами. В связи с этим встал вопрос о поисках новых нефтеносных площадей, породы которых обладали бы лучшими коллекторскими качествами.

Значительная глубина, на которой залегают пермские отложения в Таймырской депрессии, исключала возможность поисков хороших коллекторов на большой территории. В то же время для решения задач такого рода нужны были региональные исследования, которые позволили бы определить общие закономерности в изменении литологического состава пород. Сочетание этих двух факторов заставило обратиться к изучению пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы, выходящих на дневную поверхность и потому доступных для наблюдения. Внимательное исследование литологических и геохимических особенностей пермских отложений упомянутой довольно обширной области представляло не только большой геологический интерес, но и открывало возможность прогноза нефтеносности в пределах прилегающей к ней с севера территории Таймырской депрессии.

Работа написана по материалам тематических исследований, посвященных литологии и фациям верхнепалеозойских и мезозойских нефтеносных отложений восточной части Таймырской депрессии.

Основное внимание в работе уделено пермским отложениям Анабарского района, в котором автор работал в течение двух лет и где удалось составить наиболее полный разрез пермских отложений. Выбор Западного поднятия структуры Южный Тигян вызван получением из пермских отложений этой структуры промышленных притоков нефти.

В процессе создания работы выявилась необходимость значительного расширения программы, намеченной в начале исследований. Последнее обстоятельство связано в первую очередь с необходимостью иметь при литологических сопоставлениях более или менее разработанную стратиграфическую основу. Однако такая основа отсутствовала, и автору пришлось значительное время потратить на изучение стратиграфии пермских отложений.

Помимо стратиграфического раздела работа содержит еще два: общий раздел и раздел литологии. Общий раздел посвящен кратким географическим сведениям и геологическому строению северо-восточного края Сибирской платформы. Здесь же рассматривается история исследований пермских отложений.

В разделе, посвященном литологии, даются сведения о текстурных особенностях пермских отложений, о их гранулометрическом и минералогическом составе и коллекторских свойствах.

За последние десятилетия советской литологии удалось достигнуть больших успехов, которыми она в значительной мере обязана широкому привлечению геохимических методов изучения осадочных пород.

К сожалению, в геологических отчетах, освещающих в той или иной мере литологию пермских отложений арктических районов, геохимические исследования обычно отсутствуют, в то время как для решения вопросов нефтеносности они имеют первостепенное значение. Автор поставил перед собой задачу по мере возможности восполнить этот пробел для пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы.

Проведенные литолого-геохимические исследования пролили свет на палеогеографическую обстановку образования пермских отложений и позволили сделать прогноз нефтеносности и угленосности в пределах рассматриваемой территории.

В процессе обработки полевого материала автору пришлось провести весьма значительный объем лабораторных исследований, которые выполнялись как в Институте геологии Арктики, так и в других геологических организациях Ленинграда.

Палеонтологические определения были проведены Е. М. Люткевичем, Н. А. Шведовым, Н. С. Воронец, А. Ф. Дибнер, Е. М. Андреевой и Н. Н. Новожиловым. При обработке результатов спорово-пыльцевого анализа автор пользовался советами Э. Н. Кара-Мурза.

Гранулометрические анализы, определение пористости и проницаемости выполнены в литологической лаборатории Института геологии Арктики под руководством Н. Н. Лапиной.

Минералогический анализ пермских пород произведен сотрудниками того же института: К. С. Васильевой, З. З. Ронкиной, А. И. Кравцовой и Т. Н. Баженовой.

Термические анализы тонких фракций глин выполнялись в лаборатории ВСЕГЕИ под руководством В. П. Ивановой.

Химические анализы производились в лаборатории Института геологии Арктики А. З. Шпиндлер и А. И. Бирюковой, М. В. Алпатьевой и Т. В. Котеневой под общим руководством Т. В. Котеневой. Часть химических анализов выполнена в Лаборатории общей химии Ленинградского технологического института под руководством В. Б. Алясковского. В обработке результатов анализов принимала участие Ц. Л. Вовк.

Петрографический анализ пермских пород, интерпретация результатов всех видов анализов и обобщение их проведены автором.

Работа выполнялась под научным руководством профессоров Н. А. Кудрявцева и Н. А. Гедройца.

В процессе исследований и при написании работы автор пользовался ценными советами и критическими замечаниями профессоров В. Н. Сакса, Л. Б. Рухина, кандидатов геолого-минералогических наук Ф. Г. Маркова и Н. А. Шведова и кандидата химических наук Н. С. Спиро.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Глава I

КРАТКИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Основная часть рассматриваемой территории, где пермские отложения выходят на дневную поверхность, расположена в пределах узкой полосы, вытянутой в широтном направлении. Северная и южная границы этой полосы определяются соответственно 73 и 71° северной широты. На западе и востоке граница проходит по долинам рр. Котуя и Оленек (рис. 1).

Лишь небольшой участок рассматриваемой площади (структура Южный Тигян) выходит за пределы упомянутой полосы, располагаясь близ побережья бухты Нордвик. Здесь пермские отложения погружены на значительную глубину, и разрез их вскрыт буровыми скважинами.

В административном отношении рассматриваемая территория расположена в пределах трех районов: восточная часть вплоть до Анабаро-Поппайского междуречья относится к Булунскому и Анабарскому районам Якутской АССР; западная часть, включая и Нордвикский участок, располагается в пределах Хатангского района Таймырского национального округа Красноярского края РСФСР.

Населенных пунктов немного и количество жителей в них невелико. На востоке имеется шесть населенных пунктов: Таймылыр, Тюмяти, Саскылах, Халганнах, Джассей и Доруоха. Наиболее крупным из перечисленных пунктов является центр Анабарского района — Саскылах. В нем сосредоточены все государственные учреждения, в том числе почта, телеграф, больница.

На западе и севере число населенных пунктов больше, чем на востоке; по количеству жителей они значительно превышают восточные поселки. В первую очередь здесь следует назвать пос. Хатангу — центр Хатангского района и пос. Кожевниково — базу Нордвикской нефтегазозведочной экспедиции. Из второстепенных населенных пунктов можно назвать Нордвик и Синдаско.

Связь между отдельными пунктами, а также с другими районами осуществляется главным образом при помощи авиатранспорта. Авиация работает круглогодично. Кроме воздушных путей, летом широко используются многочисленные реки и их притоки, а зимой санные тракты.

Рельеф рассматриваемой территории определяется ее положением на границе Средне-Сибирского плоскогорья и Таймырской низменности.

Наиболее высокие отметки (до 650—700 м) встречаются к югу, на Анабарском массиве, а также на западе, где имеют место высокие столовые возвышенности — отроги гор Путорана. Эти горы, сложенные лавовыми излияниями и пластовыми интрузиями, протягиваются в виде приподнятого бордюра по окраине Средне-Сибирского плоскогорья, образуя крутой

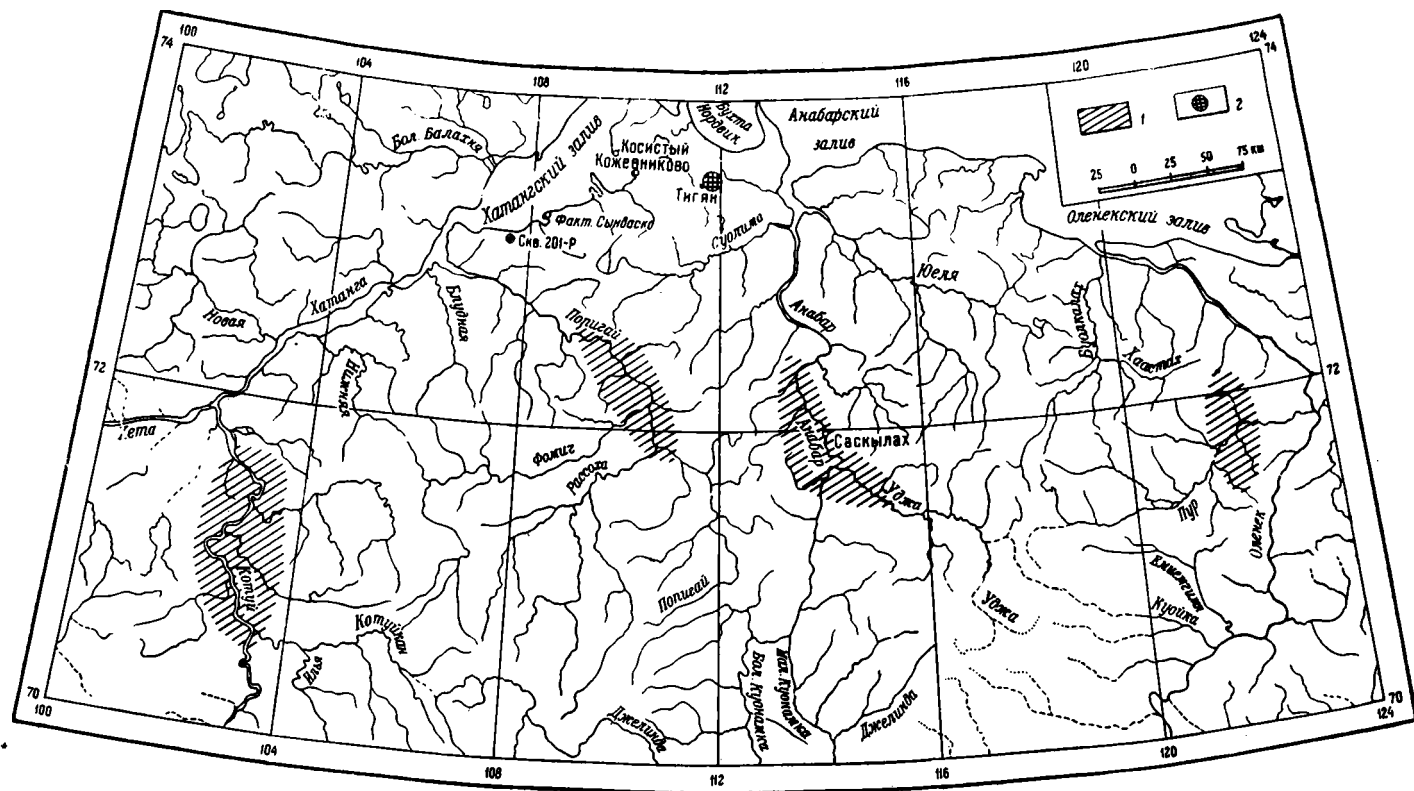


Рис. 1. Обзорная карта северо-восточного края Сибирской платформы. Составил И. С. Грамберг, 1952 г.
 1 — участки, где разрезы пермских отложений изучены в естественных обнажениях; 2 — участки, где разрезы пермских отложений изучены по буровым скважинам.

уступ на юге и постепенно выполаживаясь к северу в сторону Таймырской низменности. Среди местных жителей отроги гор Путорана известны под названием «Черного камня», в отличие от обширной территории, сложенной известняками и доломитами и носящей название «Белого камня».

Карбонатные породы и траппы в совокупности образуют слабовсхолмленное плато, располагающееся в южной части рассматриваемой площади и сменяющееся к северу Таймырской низменностью.

Граница низменности легко улавливается по резкому изменению характера речных долин, которые из сравнительно узких, временами ущельеобразных, становятся типично равнинными, прихотливо меандрирующими среди рыхлых пермских отложений. Положение границы подчеркивается также массой мелких озер, которыми изобилует низменная часть территории.

Наиболее крупными водными артериями являются: Оленек, Анабар, Попига́й и Котуй. Эти реки и их притоки пересекают полосу развития пермских отложений, образуя естественные обнажения, по которым с той или иной полнотой можно наблюдать интересующие нас разрезы перми.

Долины рек в пределах низменности заболочены и сопровождаются многочисленными старицами и озерами. Водораздельные пространства плоские, с пологими склонами.

Климат суров, хотя и несколько смягчен близостью моря. Зима устанавливается в первых числах октября и сковывает природу в течение долгих восьми месяцев. Период полярной ночи продолжается три месяца — от начала ноября до начала февраля. Наиболее низкие показатели температуры падают на период с ноября по март месяцы, когда мороз достигает $45-50^{\circ}\text{C}$ ниже нуля.

Весна в этих краях дружная. Снеговой покров сходит быстро и можно наблюдать, как в течение двух дней черная унылая тундра начинает быстро зеленеть и оживляться. Реки весной бурно разливаются и даже самые маленькие ручейки превращаются в серьезные препятствия для пешехода. Но в то же время это самый удобный период для передвижения по воде. Летом температура иногда достигает $+30^{\circ}\text{C}$, но это не каждый год, так как бывают и такие сезоны, когда температура не поднимается выше $+20^{\circ}\text{C}$. Обычно с середины августа наступает похолодание — начинаются туманы, дожди и сильные ветры.

Растительность и животный мир находятся в тесной связи с характером рельефа и типом пород, развитых на том или ином участке.

В области развития плато участки, сложенные породами траппового комплекса, покрыты более разнообразной растительностью из мхов, лишайников и низкорослых кустарников, чем участки, сложенные карбонатными породами и представляющие собой сухую пустынную тундру.

Для низменности, где развиты рыхлые отложения, характерна кустарниковая растительность, представленная полярной березкой и кустарниковой ивой.

Древесная растительность пользуется незначительным распространением. На севере, в пределах низменности, это связано с высокими северными широтами, на юге, в области развития плато, — с явлением вертикальной зональности. Как правило, древесная растительность представлена даурской лиственницей и приурочена к долинам рек, по которым она выходит далеко за пределы северной границы распространения лесов.

Животный мир довольно беден, несмотря на смешение фауны тундровой зоны с таежной. Представители таежной зоны: лось, бурый медведь

и россомаха встречаются обычно по долинам рек и их притокам. Зато северный олень и охотящиеся за ним волки распространены повсеместно. Чаще всего можно встретить таких типичных представителей тундры, как копытный лемминг, обский лемминг и песец. Среди водоплавающих наибольшим распространением пользуются гусь-гумменик и чернозобая гагара. Заслуживают упоминания также белолобый гусь, черная казарка и тундровый лебедь. С наступлением заморозков пернатые улетают на юг, и в тундре остаются лишь белая и тундровая куропатки. Из рыб наибольшее значение имеют муксун и сиг. Реже встречаются окунь, чир, нельма и др. Наибольшее промысловое значение среди перечисленных животных имеют песец и северный олень.

Население восточной части представлено главным образом эвенками и якутами, большая часть которых кочует вместе со стадами оленей. Часть населения, куда относятся и все русские, живет в поселках Тюмяти, Таймылыр, Саскылах и Доруоха.

На западе и севере основным населением являются долгане (или соха) и русские. Долгане, занимающиеся рыбной ловлей, ведут оседлый образ жизни; остальные кочуют. Русские живут в поселках Хатанге, Норд-вике и др.

Основным занятием коренного населения являются оленеводство, охота и рыболовство. Оленеводство — основная база колхозного хозяйства, а охотничий промысел дает почти всю товарную продукцию.

Глава II

КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КРАЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В геологическом строении северо-восточного края Сибирской платформы основная роль принадлежит кембрийским и пермским отложениям. Лишь на юго-западе северного края платформы, в районе р. Котуя и далее на юго-запад, к указанному комплексу осадков прибавляются еще отложения силурийского и девонского возраста (рис. 2).

В восточной части рассматриваемого региона, в бассейне р. Оленек, пермские отложения залегают непосредственно на размытой поверхности среднего кембрия. Последний в бассейне р. Оленек и близлежащих районах изучался А. И. Гусевым (1940 г.), К. К. Демокидовым и В. А. Первуниным (1946 г.) и Д. С. Гантманом (1949 г.).

По наиболее новым данным Д. С. Гантмана, краевая часть кембрийского поля здесь сложена двумя горизонтами, отличными по литологическому составу.

Нижний горизонт сложен чередованием белых и зеленовато-серых толстослойстых известняков с прослоями доломитов и доломитизированных известняков.

Мощность горизонта 225—250 м.

Второй горизонт, залегающий стратиграфически выше, сложен светлыми, иногда кремовыми доломитами и доломитизированными известняками, содержащими в низах горизонта фауну трилобитов, представленную *Anomocarina* sp. и *Solenopleura* sp. ind., по сохранности ближе неопредели-

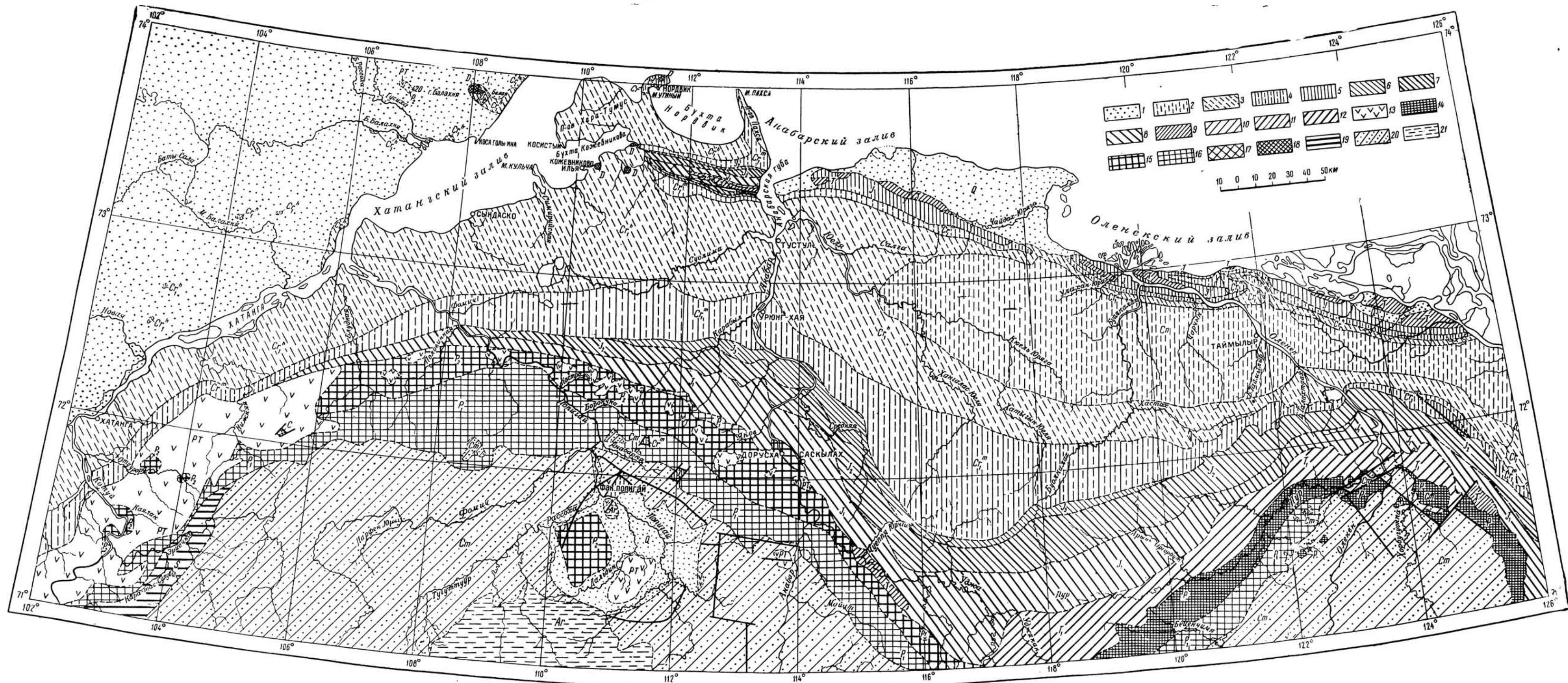


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Хатангско-Оленекского междуречья. Масштаб 1 : 1 000 000. Составили М. К. Калинин и И. С. Грамберг, 1953 г.

1 — четвертичные отложения; 2 — меловые отложения; 3 — континентальные меловые отложения; 4 — морские меловые отложения; 5 — юрские отложения; 6 — верхний отдел; 7 — средний отдел; 8 — нижний отдел; 9 — триасовые отложения; 10 — верхний отдел; 11 — средний отдел; 12 — нижний отдел; 13 — пермтриасовые вулканогенные отложения; 14 — пермские отложения; 15 — верхний отдел; 16 — нижний отдел; 17 — наменноугольные отложения; 18 — девонские отложения; 19 — силурийские отложения; 20 — кембрийские отложения; 21 — архейские образования.

мую. Н. Г. Чернышева относит отложения, содержащие эту фауну, к верхам среднего кембрия.

Оба горизонта довольно хорошо сопоставляются с одновозрастными отложениями близлежащих районов. Так, нижний горизонт соответствует второй свите среднего кембрия, выделенной для более западного района К. К. Демокидовым и В. А. Первунинским, и тюсс-салинской свите А. И. Гусева [22]. Верхний горизонт аналогичен третьей свите по К. К. Демокидову и В. А. Первунинскому и лапарской свите А. И. Гусева. Однако К. К. Демокидов и В. А. Первунинский в отличие от Д. С. Гантмана относят свою третью свиту к Sm_{2+3} , что понятно, если учесть, что мощность этой свиты в районе у К. К. Демокидова 400 м, а у Д. С. Гантмана лишь 200 м.

Далее на запад, в бассейне р. Анабара, пермские отложения ложатся на размытую поверхность довольно мощной карбонатной толщи, сложенной известняками и доломитами. Л. П. Смирнов и Г. А. Ермолаев (1950 г.) отнесли упомянутую карбонатную толщу по возрасту условно к Sm_{2+3} и выделили в ее составе две немые свиты: измяльдинскую и анабарскую. Разделение вследствие отсутствия фауны было основано лишь на разнице в литологическом составе свит, которая сводится к тому, что измяльдинская свита сложена главным образом известняками и доломитизированными известняками, а анабарская — преимущественно доломитами.

Л. П. Смирнов и Г. А. Ермолаев относят обе свиты к Sm_{2+3} из тех соображений, что подстилающая их джелидинская свита содержит фауну трилобитов и брахиопод, возраст которых Н. Е. Чернышевой был определен как верхи среднего кембрия.

Фауна трилобитов, встреченная в верхах джелидинской свиты, представлена теми же формами, что и на р. Оленек, т. е. *Anotocarina* sp. и *Solenopleura* sp., только на р. Анабаре к ним прибавляются еще *Bathyuriscus* (?) sp. ind., *Kootenia* sp., *Pasometonus* aff. *breviceps* и фауна брахиопод, представленная *Acrotreta* sp. ind.

Таким образом, мы вполне можем параллелизовать слои, содержащие одновозрастную фауну по рр. Оленек и Анабару и, если предположение Л. П. Смирнова и Г. А. Ермолаева о верхнекембрийском возрасте выше лежащих отложений может еще подвергаться сомнению, то совершенно очевиден тот факт, что в бассейне р. Анабара пермские отложения лежат на значительно более высоких горизонтах среднего кембрия, чем на р. Оленек, ибо мощность отложений, залегающих над слоями с фауной трилобитов, на р. Оленек достигает 200 м, а на р. Анабаре не менее 500 м.

В бассейне р. Попигая непосредственного контакта пермских отложений с нижележащими кембрийскими породами наблюдать не удалось, так как здесь на обширной площади развиты траппы.

Краевая часть кембрийского поля в районе р. Попигая сложена светлосерыми известняками и доломитами, которые Д. В. Кожевинным (1947) были отнесены к верхнему кембрию. Последний проводит границу между фаунистически охарактеризованным средним кембрием и немой верхним кембрием по пласту кварцитов.

Работавший в том же районе, но несколько позже, И. Е. Ширяев (1950), хотя и подвергает сомнению верхнекембрийский возраст вышеупомянутой толщи, но все же описывает ее в отчете как Sm_3 (?). И. Е. Ширяев оценивает мощность верхнего кембрия в районе р. Попигая в 1000 м.

Еще дальше на запад, в бассейне р. Котуя, пермские отложения подстилаются мощной толщей доломитов и красноцветных пород, относимых Ф. Г. Марковым (1945) условно к нижнему силуру.

В составе нижнесилурийских отложений Ф. Г. Марков выделяет две свиты: н и ж н ю ю, или киндумскую, сложенную светло-серыми и кремовыми, массивными и кавернозными доломитами и доломитизированными известняками с неясными остатками водорослей, и в е р х н ю ю, или красноцветную, состоящую из красноцветных мергелей с подчиненным количеством доломитов и линз гипса. В средней части красноцветной свиты проходит прослой конгломерата. Мощность нижнесилурийских отложений около 1300 м.

Нижнесилурийские отложения вниз по разрезу переходят без какого-либо перерыва в отложения флористически охарактеризованного верхнего кембрия. Граница между нижним силуром и верхним кембрием, как уже упоминалось, проведена Ф. Г. Марковым совершенно условно.

Верхний кембрий в районе р. Котуя представлен преимущественно доломитами и доломитизированными известняками. Лишь самая верхняя часть разреза верхнего кембрия сложена пестроцветными отложениями, в составе которых основная роль принадлежит серым и зеленовато-серым известнякам и мергелистым породам, окрашенным в вишнево-красные и зеленоватые цвета.

Колонии водорослей, встреченные среди доломитов, по определению П. С. Краснопеевой, представлены *Collenia* aff. *schamanica* Masl., относящимися к верхнему кембрию — нижнему силуру.

В основании верхнекембрийских отложений по р. Котую залегает горизонт темно-серого конгломерата, состоящего из галек доломитового состава. Ниже следуют отложения фаунистически охарактеризованного среднего кембрия.

Достоверных девонских отложений в пределах рассматриваемого региона (за исключением Нордвикского района) не обнаружено.

Судя по литературным данным, эти отложения развиты в более западных районах, где в истоках р. Амкардак и в нижнем течении р. Медвежьей (правый приток р. Хеты) встречены небольшие выходы фаунистически охарактеризованного среднего и верхнего девона.

На севере, в пределах Нордвикского района (М. К. Калинин, 1952) под пермскими отложениями залегают породы девона и карбона. Нижний отдел девона устанавливается предположительно, и к нему обычно относят толщу каменной соли, слагающую ядра соляных куполов. На дневную поверхность каменная соль выходит на п-ове Юрюнг-Тумус, где она привлекала всеобщее внимание в течение многих десятилетий.

Стратиграфически выше соленосной толщи залегают гипсы и ангидриты, содержащие прослой известняков. В известняках, разорванных тектоническими движениями на отдельные глыбы, найдена фауна, определенная Д. В. Наливкиным как среднедевонская. Согласно этим определениям и вся толща гипсов и ангидритов, мощностью около 150—200 м, отнесена к среднему девону.

Отложения верхнего девона вскрыты буровой скважиной Р-42 на п-ове Юрюнг-Тумус, где они представлены темно-серыми, почти черными, доломитами и доломитизированными известняками. Возраст пород установлен по данным макро- и микрофаунистических определений.

Мощность вскрытой части верхнего девона 450 м. Каменноугольные отложения в Нордвикском районе вскрыты также на п-ове Юрюнг-Тумус

скважинами Р-42 и Р-44 на глубине более 1400 м. Эти отложения представлены карбонатными породами (известняками и доломитизированными известняками), содержащими в верхней части разреза прослой аргиллитов и мергелей. По макро- и микрофауне, а также по данным литологии, нордвикские геологи выделяют среди каменноугольных отложений турнейский, визейский и намюрский ярусы.

Мощность каменноугольных отложений достигает 580 м.

Пермские отложения на дневной поверхности прослеживаются в виде довольно широкой полосы по всему северо-восточному краю Сибирской платформы. Эта полоса протягивается от р. Котуя на западе, через рр. Попигаи и Анабара до р. Оленек на востоке.

В юго-западной части рассматриваемой территории полоса пермских отложений имеет ширину до 25—30 км; далее на восток, согласно данным Ф. Г. Маркова и М. К. Калинин, эта полоса расширяется, достигая в бассейне р. Котуя 50 км. В бассейне р. Попигаи, т. е. еще дальше на восток, ширина полосы с выходами перми увеличивается до 70 км, после чего вновь начинается сужение в бассейне р. Анабара до 50 км и в бассейне р. Оленек до 20 км. Такие значительные колебания вызваны многими причинами, среди которых первенствующая роль принадлежит условиям залегания и изменению мощностей. В ряде случаев мы, по-видимому, имеем дело с исчезновением целых стратиграфических горизонтов.

Наблюдается определенная закономерность в изменении возраста подстилающих пермь осадков. Так, в восточной части рассматриваемой площади, в бассейне р. Оленек, как это отмечалось выше, пермские отложения залегают на породах среднекембрийского возраста. Далее на запад, в бассейнах рр. Анабара и Попигаи, пермские отложения ложатся либо на более высокие горизонты среднего кембрия, либо на породы верхнекембрийского возраста. В бассейне р. Котуя пермь подстилается красноцветной силурийской толщей, а на юго-западе северного края Сибирской платформы фаунистически охарактеризованными отложениями среднего девона.

Непосредственный контакт пермских отложений с нижележащими породами Анабарской свиты Sm_{2+3} (по Л. П. Смирнову) нам удалось наблюдать в бассейне р. Анабара, где в основании разреза залегает пласт углистого сланца мощностью 1,5 м, содержащий тонкие прослойки светлого карбонатного материала.

М. К. Калинин (1951) наблюдал контакт пермских отложений с нижележащими породами еще в двух пунктах — в русле р. Медвежьей (приток р. Котуй) и по р. Кагыл-Кая. Весьма характерно, что и здесь в основании перми конгломератов не наблюдалось. В обоих случаях на подстилающих пермь известняках залегает пласт глинисто-алевритовых пород.

На севере, в Нордвикском районе, где пермские отложения залегают на значительной глубине, непосредственный контакт их с подстилающими отложениями удалось наблюдать в скважине Р-42 на п-ове Юрюнг-Тумус. Здесь над известняками нижнего карбона залегает пластовая интрузия траппов, которая вверх по разрезу перекрывается пластом темно-серого алевропелита.

Исключение представляет разрез пермских отложений в бассейне р. Оленек, где в основании разреза прослеживается линзообразный слой конгломерата, мощностью около одного метра. Конгломерат залегает на размытой поверхности среднекембрийских отложений и содержит

гальку известняков и доломитов. Так как этот случай представляет исключение, то мы остановимся на нем более подробно при сопоставлении разрезов пермских отложений по различным районам.

Пермские отложения в пределах северного края платформы, за исключением восточной части (бассейн р. Оленек), состоят из двух толщ, резко отличных по своей литологии. Нижняя толща сложена терригенным материалом, верхняя, кроме терригенного материала, содержит еще и туфогенный. Отложения терригенной толщи прослежены по всему северному краю платформы от р. Котуй на западе до р. Оленек на востоке.

Пределы распространения эффузивно-туфогенной толщи ограничены на востоке районом верхнего течения р. Уджи, правого притока р. Анабара. Западная граница распространения эффузивно-туфогенных образований уходит далеко за пределы рассматриваемой территории.

До настоящего времени остается спорным вопрос о возрасте эффузивно-туфогенных образований, перекрывающих нормально осадочную толщу перми. Одни исследователи склонны рассматривать их возраст как верхнепермский, другие время их образования относят к верхней перми и нижнему триасу.

На севере, в Нордвикском районе, туфогенный материал появляется в верхах терригенной части разреза перми. Эту часть разреза нордвикские геологи выделяют в мисайлапскую свиту и по фауне эстеров и пелеципод параллелизуют с казанским ярусом верхней перми. Мисайлапская свита сменяется отложениями туфо-лавовой (эффузивно-туфитовой, как ее называют на Нордвике) свиты, сложенной зеленокаменными мандельштейнами и мелкокристаллическими диабазами с прослоями туфов и аргиллитов.

На различные горизонты перми ложатся с размывом породы, содержащие фауну триаса, представленного всеми тремя отделами (но не на всех участках района).

Таким образом, в Нордвикском районе устанавливается верхнепермский возраст туфогенных отложений.

Возраст отложений, перекрывающих пермские терригенные и пермотриасовые эффузивно-туфогенные образования, различен в западной и восточной частях рассматриваемой территории.

На востоке, в бассейне р. Оленек, пермские отложения перекрываются фаунистически охарактеризованными отложениями триаса. Литологический состав последних весьма однообразен. Наиболее распространенным типом пород являются темно-серые аргиллитоподобные глины, чередующиеся с серыми и темно-серыми мелкозернистыми песчаниками. В основании триаса залегает пласт светло-серого известняка. Фауна встречается по всему разрезу и позволяет установить нижний и верхний отделы триаса (Д. С. Сороков).

К западу от р. Оленек отложения триаса постепенно выклиниваются, и на размытую поверхность верхнепермских отложений ложатся песчано-глинистые породы нижней юры.

В основании юрских отложений прослеживается пласт конгломерата с довольно многочисленной фауной, позволяющей определить возраст содержащих ее отложений как среднелейасовый. Отложения нижней юры представлены главным образом зеленовато-серыми мелко- и среднелзернистыми песчаниками, переходящими на отдельных участках в уплотненные пески и содержащими довольно многочисленные прослои глин и алевролитов. Нижнеюрские породы сменяются фаунистически харак-

теризованными отложениями среднего и верхнего отделов юрской системы.

Полоса юрских отложений, окаймляющая пермскую толщу с севера, достигает наибольшей ширины в центральной части междуречья Оленек-Анабар. Здесь юрские отложения вдаются довольно широким языком в сторону Сибирской платформы.

По-видимому, одновременно происходит и заметное увеличение мощности юрских отложений, так как, по данным В. М. Муравленко, мощность отложений среднего лейаса в среднем течении р. Пура достигает 200 м, в то время как западнее, в нижнем течении р. Ужди, где полоса юрских пород заметно сужается, мощность отложений среднего и верхнего лейаса оценивается Г. А. Ермолаевым также в 200 м.

В восточной части междуречья Анабар — Попигай мощность отложений среднего и верхнего лейаса сокращается до 160 м.

Однако необходимо отметить, что расширение поля юрских отложений не влечет за собой одновременного увеличения мощностей. Анализ материалов геологических съемок показывает, что в пределах междуречья Оленек — Анабар суммарная мощность юрских отложений всюду сохраняется в пределах 450—800 м. Таким образом, расширение поля юрских отложений следует связывать с тектоническими особенностями строения рассматриваемого участка, в частности с более пологими углами падения.

К западу от р. Анабара мощность юрских отложений сокращается, причем, судя по изменению литологических особенностей разреза юрских отложений, а также по изменению мощностей отдельных свит юры, общее сокращение мощности этих отложений следует связывать не только с послепермским размывом, но и с изменением фациальной обстановки осадкообразования.

К западу от р. Попигаи, в пределах междуречья Попигаи — Котуй, юрские отложения полностью выклиниваются и на размытую поверхность перми ложатся породы валанжина. Отложения валанжина начинаются прослоем слабосцементированного конгломерата, состоящего из среднеокатанной гальки песчаников, сцементированной песчаным материалом и окислами железа. В конгломерате присутствует довольно обильная фауна нижнего валанжина. Вышележащая часть разреза сложена преимущественно песчаными породами с некоторой примесью глинистого материала. В толще пород верхнего валанжина содержание глинистых пород увеличивается, хотя они все же сохраняют подчиненное положение.

Песчаные отложения готерива нордвикские геологи для удобства расчленения обычно относят к угленосной толще, выделяя ее под названием тигянская свита. За исключением тигянской свиты вся остальная часть угленосной толщи фауны не содержит, что делает весьма затруднительным ее расчленение. Для отложений угленосной толщи характерна быстрая смена одних литологических разностей другими, наличие растительных остатков и ряда текстурных признаков, свидетельствующих об образовании этой толщи в прибрежно-континентальных условиях.

Тектоническое строение рассматриваемой территории определяется ее положением на границе между Сибирской платформой и Таймырской складчатой областью. Южная часть, являющаяся непосредственным продолжением Сибирской платформы, характеризуется развитием на общем фоне пологого моноклиального залегания (с преимущественным направлением падения на север) очень пологих, иногда шириной до нескольких десятков километров, складок с углами падения до 2—3°. Несколько более крутыми (4—5°) являются углы падения на юго-западе, где сохра-

нились отложения нижнего силура и девона. Изменение интенсивности складкообразования, при переходе от западных районов к восточным, особенно отчетливо можно наблюдать на примере пермских отложений. Так, на западе, в бассейне р. Котуй, согласно данным Ф. Г. Маркова, пермские отложения собраны в ряд складок широтного или северо-восточного простирания с углами падения на крыльях до 10° .

В бассейнах рр. Анабар и Попига́й в пермских отложениях наблюдаются лишь весьма пологие, шириной до 20—30 км, складки с углами падения на крыльях до $2-3^\circ$. На р. Попигае эти складки имеют широтное или северо-восточное, а на р. Анабаре северо-западное простирание.

Далее на восток от этих районов, в бассейне р. Пура, согласно данным Д. С. Гантмана, складчатость в пермских отложениях затухает и вновь проявляется лишь в долине р. Оленек под влиянием близости Верхоянской складчатой зоны.

Одной из основных особенностей тектонического строения северо-восточного края Сибирской платформы является наличие разрывных дислокаций, проявившихся в виде разломов и сбросов.

Особенно широко проявились разрывные дислокации в районе Попига́й, что невольно наводит на мысль о связи их с попига́йским выступом Сибирской платформы. В районе Попига́й амплитуда отдельных сбросов достигает 400—500 м. Здесь по сбросам приходят в соприкосновение породы различного возраста, начиная от архея и кончая юрой и мелом. Сбросовые зоны характеризуются интенсивным дроблением обломочного материала, наличием брекчий и зеркал скольжения. По-видимому, во многих случаях сбросы неоднократно омолаживались и в процессе вулканической деятельности использовались как наиболее благоприятные пути для проникновения базальтовой магмы. Последнее предположение находит свое подтверждение в многочисленных дайках траппов, приуроченных к зонам разломов и сбросов.

На запад и восток от бассейна р. Попига́й наблюдается затухание разрывных дислокаций. Наиболее отчетливо это прослеживается при движении на запад по направлению к Оленекскому району. Так, если в бассейне р. Анабара амплитуда перемещений по сбросам уменьшается до 150—200 м, то в районе р. Оленек, согласно наблюдениям Д. С. Гантмана (1949), величина перемещения по сбросовым нарушениям не превышает 30—40 м.

Отсутствие в бассейнах рр. Пура и Оленек изверженных пород и особенно даек диабазов, столь характерных для западной части (район р. Попига́й) рассматриваемой территории, находится в прямой связи с ослаблением разрывных дислокаций с запада на восток.

Касаясь возраста разрывных дислокаций и движений по ним, следует упомянуть, что в районе р. Попига́й, в грабенах, образовавшихся по сбросам, Л. П. Смирнов в 1950 г. наблюдал четвертичные отложения мощностью до 70 м. Эти наблюдения указывают на то, что движения по сбросам, начавшиеся еще в перми, с перерывами продолжались вплоть до четвертичного времени.

Северная часть рассматриваемой территории представляет собой крупную предплатформенную впадину (краевой прогиб), выполненную мощной толщей мезозойских и кайнозойских отложений. В пределах этой части территории М. К. Калинко (1951) выделяет две геотектонические зоны, резко отличающиеся по характеру свойственных им структурных форм. Это собственно предплатформенная впадина и являющаяся ее

непосредственным продолжением к северу зона развития прерывистых (терминология В. В. Белоусова) складок.

Предплатформенная впадина имеет почти широтное простираение с шарниром, заметно наклоненным к западу. Последнее обстоятельство обуславливает появление на западе все более и более молодых горизонтов угленосной толщи. Глубинное строение бортов впадины, судя по геофизическим данным, неодинаково. В южном борту как мезозойские, так и палеозойские отложения испытывают постепенное погружение к северу. В северном борту мезозойские отложения падают к югу, а палеозойские отложения в том же направлении претерпевают подъем. Пока еще не совсем ясно, происходит ли в результате этого несогласия выклинивание нижних горизонтов мезозойских образований или имеет место размыв верхних горизонтов палеозоя. По мнению М. К. Калинин, более вероятным является второе предположение.

Характерной особенностью второй зоны является наличие ряда антиклинальных складок, разделенных между собой участками с залеганием пород, близким к горизонтальному. Большая часть складок вытянута в широтном направлении и лишь северо-восточная антиклинальная складка (Пахсино-Бегичевская) имеет почти меридиональное простираение. Северная складка (Нордвикская) прорвана в восточной части соляным штоком, который способствовал выходу на поверхность отложений триаса. Сводовая часть Нордвикской складки сложена породами средней и верхней юры. Складка разбита большим числом сбросов.

К югу от Нордвикской антиклинальной складки располагается наиболее крупный структурный элемент рассматриваемой зоны — Тигяно-Анабарская антиклиналь. Шарнир складки ундулирует, образуя ряд поднятий второго порядка, которых в настоящее время насчитывается восемь. В зависимости от высоты подъема шарнира эти поднятия сложены на поверхности отложениями нижней юры, верхнего триаса и нижнего триаса. Тигяно-Анабарская антиклиналь, как и все остальные структуры рассматриваемой зоны, разбита серией сбросов.

На юг и юго-запад от Тигяно-Анабарской антиклинали наблюдаются две более мелких антиклинальных складки — Южно-Тигянская и Илья-Кожевниковская, расположенные почти на одной осевой линии. Эти складки разделены в месте погружения шарнира соляным куполом Ледовка.

В сводовой части Южно-Тигянской складки выходят верхнеюрские образования, в своде Илья-Кожевниковской — нижние горизонты угленосной толщи.

Общая протяженность Южно-Тигянской складки по длинной оси около 14 км, по короткой 4 км. Складка асимметричная, с более крутым юго-западным крылом и сравнительно пологим северо-восточным. Шарнир складки, имеющей простираение СЗ — 295°, ундулирует, образуя два поднятия: Западное и Восточное.

Судя по данным сейсморазведки, свод Восточного поднятия расположен, ориентировочно, на 50 м выше Западного; по данным глубокого бурения, это превышение достигает 200 м.

Сводовая часть складки разбита значительным количеством сбросов, ориентированных главным образом параллельно оси складки. По сбросам сводовая часть опущена и располагается в грабене (на глубине нарушения заглухают).

Таковы в самых общих чертах особенности геологического строения рассматриваемой территории.

Глава III

ОБЗОР ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕРМСКИХ
ОТЛОЖЕНИЙ

Первые сведения о пермских отложениях в Анабарском районе и сопредельной с ним территории Сибирской платформы принесли исследования экспедиции Русского Географического общества 1905 г. [34]. Этими исследованиями была охвачена обширная область между рр. Леной и Енисеем. Помимо известных в бассейне р. Анабара траппов и мезозойских осадков, сотрудники экспедиции впервые установили здесь сравнительно широкое распространение фаунистически охарактеризованных кембрийских отложений в угленосной толще «тунгусской серии».

В объяснительной записке, прилагаемой к геологической карте 100-верстного масштаба, сотрудники экспедиции дают описание орогидрографии и геоморфологии района, кратко характеризуют литологию слагающих его пород и условия их залегания. Фауна трилобитов и, в особенности, археоциат, собранная во время экспедиции, позволила точно установить кембрийский возраст карбонатной толщи. Континентальные угленосные отложения, залегающие на кембрийских известняках, сотрудники экспедиции отнесли к «тунгусской серии» по аналогии с угленосными отложениями Нижнетунгусского бассейна, а также на основании тождественной флоры, обнаруженной ими по р. Котую. Возраст континентальных отложений дается авторами записки в пределах от нижней перми до нижней юры.

Сотрудниками экспедиции 1905 г. впервые выдвинута гипотеза о сбросе, проходящем на границе кембрийских пород, и более молодых отложениях «тунгусского яруса». На геологической карте предполагаемый сброс проведен ломаной линией с востока к р. Анабар (район горы Эбе-Хая), далее через р. Попигаю к р. Хатанге по границе кембрийских отложений и траппов. Сброс обрывается в районе правых притоков р. Хеты.

В упомянутой выше объяснительной записке мы находим указание на резкое противопоставление кембрийских и более молодых отложений, что, по мнению авторов, и может быть объяснено только сбросом, по которому произошло опускание значительного участка земной коры. В образовавшейся депрессии отложились тунгусские слои, которые затем были перекрыты осадками юрского и мелового морей, далеко проникших в глубь Восточной Сибири.

Авторы записки указывают также, что «на месте сброс иногда чувствуется в виде хорошо выраженного уступа и всюду отмечен излияниями траппов, следовавшими по сбросовым трещинам».

Сибирские траппы в силу их большого площадного распространения описаны довольно подробно. Возраст траппов точно не устанавливается, но отмечается, что они отсутствуют среди мезозойских отложений. Касаясь распределения траппов по площади, авторы записки указывают на существование сплошного пояса траппов, протягивающегося через рр. Хатангу, Котуй и Анабар почти до нижнего течения р. Оленек.

В материалах экспедиции мы находим указания относительно выхода на поверхность в районе п-ова Юрюнг-Тумус каменной соли. Эта находка дала повод сотрудникам экспедиции уже значительно позже (в 1926 г.) сделать вывод о наличии в районе п-ова Юрюнг-Тумус солянокупольных

структур, обычно весьма благоприятных с точки зрения перспектив нефтеносности.

В 1932 г. Н. С. Шатский в статье «Проблема нефтеносности Сибири», на основании анализа геологического строения Сибири, также пришел к выводу о возможной перспективности Таймырской низменности в отношении нефтеносности.

Здесь уместно заметить, что самые первые указания на нефтеносность района относятся к началу XIX столетия. В Якутском краеведческом музее сохранились документы, указывающие на то, что жителем г. Якутска Бельковым на берегу «Ледовитого моря в Анабарской стороне найдены были соль каменная и таковое же масло, названное Врачебной управой «черной нефтью».

Вывод о возможной нефтеносности района послужил поводом к возобновлению (после значительного перерыва) геологических исследований на рассматриваемой территории.

В 1933 г. Управлением Главсевморпути была организована экспедиция под руководством Т. М. Емельянцева, направленная в Нордвик-Хатангский район для поисков нефти. В результате работ этой экспедиции Т. М. Емельянцевым было дано довольно детальное описание геологического строения п-ова Юрюнг-Тумус и маршрутное описание побережья залива Нордвик, левобережья Анабарской губы, п-ова Пахса и о. Бегичева [23]. Основным достижением экспедиции являлся вывод о несомненной нефтеносности района. Этот вывод основывался на обнаружении в районе исследований солянокупольных структур и приуроченных к ним многочисленных выходов жидкой нефти.

В 1934 г. Управление Главсевморпути создает специальную Нордвикскую экспедицию, которая в том же году приступила к разведке нефти, заложив на п-ове Нордвик две колонковых скважины. Одна из них в результате тяжелой аварии не достигла проектной глубины и была остановлена в отложениях средней юры. Другая доведена до глубины 623 м, где она вскрыла отложения рэт-лейаса.

Отрицательные результаты, полученные при опробовании этих скважин, послужили поводом к прекращению разведки на нефть не только на разбуренном участке, но и во всем районе.

В 1935—1936 гг. по заданию Горно-геологического управления Главсевморпути в Хатангском и Анабарском районах экспедиция под руководством геолога Г. Э. Фришенфельда продолжала свои геологические исследования.

В 1935 г. сотрудник экспедиции С. И. Киселев впервые прошел маршрутом по р. Попигаю от устья до фактории Попигаи. На пройденном участке он выделил «пресноводную толщу», обозначив ее как $Pz_c + Mz$. С. И. Киселев включил в эту толщу комплекс палеозойских и мезозойских образований (1936).

В 1936 г. Г. Э. Фришенфельдом и С. И. Киселевым были проведены маршрутные исследования по р. Анабару на большей части ее протяжения. Результаты исследований нашли отражение в ряде отчетов и статей.

Работы Г. Э. Фришенфельда дали наиболее полное представление о геологическом строении исследованного района.

Г. Э. Фришенфельд на основании определений фауны подразделяет толщу кембрийских отложений на отделы. Согласно его данным, низы среднего кембрия или отсутствуют, или имеют очень малую мощность.

Верхнюю часть разреза кембрия — известняковую толщу — вследствие отсутствия какой-либо фауны Г. Э. Фришенфельд относит к верхам среднего кембрия. Он пишет: «Сравнивая с разрезом Моора и Ткаченко, эту толщу (известняковая толща — *И. Г.*) можно отождествить со свитой «серки», относимой ими к верхам среднего кембрия».

Угленосные отложения, отнесенные ранее И. П. Толмачевым к «тунгусскому ярусу», Г. Э. Фришенфельд описывает как «нижнюю пресноводную толщу» $P_2 + T + J_1^1$.

Спорово-пыльцевой анализ углей, произведенный С. Н. Наумовой, показал мезозойский возраст угленосной толщи. Это дало основание Г. Э. Фришенфельду отнести большую часть разреза угленосных отложений к триасу и нижнему лейасу. Согласно Г. Э. Фришенфельду, в качестве верхнепалеозойской может рассматриваться лишь самая нижняя, неугленосная часть разреза континентальной толщи, сложенная пачкой грубых песчаников и конгломератов. Г. Э. Фришенфельд указывает, что в ряде обнажений им отчетливо наблюдалось несогласное налегание морских отложений среднего лейаса на «нижнюю пресноводную толщу». Отсутствие среди юрских отложений морского нижнего лейаса побудило его определить возраст подстилающих континентальных отложений как $P_2 + T + J_1^1$.

Г. Э. Фришенфельд категорически отрицает гипотезу И. П. Толмачева о сбросе в районе горы Эбе-Хая, хотя и отмечает наличие мелких сбросов, которые, по его мнению, большей роли в тектонике района не играют. Из полезных ископаемых им опробованы и описаны горючие битуминозные сланцы и пласты угля.

В 1937—1938 гг. на р. Котуе проводил геологические исследования геолог Нордвикстроя Главсевморпути Г. Д. Аллер (1939). В исследованном районе к наиболее древним отложениям им отнесены карбонатные породы, встреченные в долине р. Котуя, к югу от ручья Амбарного. Возраст этих пород установлен как кембро-силурийский.

Залегающие на карбонатных породах верхнепалеозойские отложения, согласно данным Г. Д. Аллера, представлены песчаниками, конгломератами, сланцами и глинами с пластами каменных углей и углистых сланцев. Часть пластов имеет рабочую мощность. В верхней части разреза верхнего палеозоя широко распространены базальты, туфы и туфобрекчии.

В 1938—1939 гг. в бассейне р. Оленек работала экспедиция Арктического института под руководством Д. С. Гангмана и А. И. Гусева. В 1939 г. А. И. Гусевым был проделан маршрут по р. Оленек от Тылдамалара до Харбаллагана и изучены приустьевые части долин рр. Пура и Хоргухуонки. Одновременно была проведена геологическая съемка масштаба 1 : 200 000 прибрежной полосы долины р. Оленек к северу от р. Харбаллагана [22].

Работами А. И. Гусева в бассейне р. Оленек установлены отложения кембрия, пермо-триаса, юры и мела. Отложения пермо-триаса он описывает как «Пурскую толщу», в состав которой им включены континентальные отложения верхней перми и породы, условно относимые к триасу. Весьма существенно его указание на обильные признаки нефтепроявлений в кембрийских и особенно в пермских отложениях.

В 1939—1940 гг. в низовьях р. Котуя работала геолого-разведочная экспедиция Главсевморпути в составе В. Н. Кузнецова, А. А. Волоса-

това и И. Н. Евстифеева. Экспедиция разведывала месторождения угля на ручье Горном и р. Каяк. Одновременно А. А. Волосатов провел маршрут по р. Котую и обследовал площадь, расположенную на левом берегу р. Котуя, между ручьем Угловым и горой Пик (1941). В результате работ было установлено, что в геологическом строении района принимают участие отложения нижнего палеозоя (нижний силур), представленные карбонатными породами, и терригенные отложения верхнего палеозоя.

Кыгылкаякскую свиту, которой ранее Г. Д. Аллер приписывал нижнепалеозойский возраст, А. А. Волосатов отнес к верхнему палеозою, так как ему удалось обнаружить в отложениях свиты прослой камennых углей со спорами и пылью, характерными для котуйской свиты. В составе последней А. А. Волосатов выделил три подсвиты: подугольную, продуктивную и надугольную.

Эффузивно-туфогенные образования А. А. Волосатов рассматривает как переходные по возрасту от верхней перми к мезозою.

В 1941—1942 гг. в бассейне р. Котуя работала восточная группа Таймырской геофизической экспедиции под руководством Ф. Г. Маркова, который прошел геологическим маршрутом по р. Котую от бассейна среднего течения р. Котуйкан через Таймырский полуостров до устья р. Нижней Таймыры (1945).

Среди нижнепалеозойских отложений Ф. Г. Марковым выделены пестроцветная свита верхнего кембрия и красноцветная (по А. А. Волосатову пестроцветная) свита нижнего силура.

Выделенные предыдущими исследователями подугольную, продуктивную и надугольную подсвиты Ф. Г. Марков описывает как одну продуктивную свиту, относя ее по возрасту к верхней перми. Возраст эффузивно-туфогенных образований рассматривается им как верхнепермский.

Ф. Г. Марков указывает на наличие большого количества сбросов, весьма осложняющих тектоническое строение района.

В 1943—1944 гг. в долине р. Оленек между рр. Кулумае и Юнкюлябит-Юряга, а также к востоку от этого участка геологическую съемку масштаба 1 : 300 000 проводили К. К. Демокидов и В. А. Первунинский (1946). Их работы подтвердили в общем схему геологического строения, которую ранее дал А. И. Гусев, и дополнили ее рядом новых данных. Так была уточнена стратиграфия кембрия, установлен несомненный морской триас, выявлено наличие ряда пологих антиклинальных складок и дано подробное описание нефтепроявлений в «Пурской толще».

В 1946 г. сотрудник Лено-Хатангской экспедиции Главсевморпути Д. В. Кожевин совершил геологический маршрут по рр. Попигаю и Рассохе (1947). Согласно данным Д. В. Кожевина, в геологическом строении района принимают участие докембрийские образования, а также кембрийские, верхнепермские, юрские и меловые отложения. Среди верхнепермских отложений на основании проведенных сопоставлений им выделяются два яруса — казанский и татарский. Возраст эффузивно-туфовой свиты рассматривается Д. В. Кожевиным как пермтриасовый.

Вторично к разведке на нефть в Нордвикском районе вернулись в 1939 г. С 1939 г. и по 1953 г. Нордвикская экспедиция провела большой объем разведочных и геологопоисковых работ, позволивших в значительной мере уточнить геологическое строение района и выявить ряд структур для глубокого бурения.

К 1948 г. на четырех структурах было закончено бурение 22 глубоких скважин, однако ни в одной из них не удалось получить промышленных

притоков нефти. Впервые промышленный приток нефти был получен в конце 1948 г. при опробовании глубокой роторной скважины 102 на структуре Южный Тигян. Этот год стал переломным в истории разведки нефти в Нордвикском районе. Сократившиеся ранее разведочные работы резко расширились, объем бурения увеличился, поисковыми и геофизическими работами стали охватываться все большие площади.

В результате в Нордвикском районе был изучен геологический разрез от среднего девона и до верхов нижнего мела. Установлено, что отложения верхней и нижней перми представлены песчано-аргиллитовым комплексом мощностью 2000 м и что в кровле пермских отложений залегает эффузивно-туфовая свита, состоящая из зеленокаменных мандельштейнов, мелкокристаллических диабазов и туффов.

В тектоническом отношении район характеризуется развитием ряда антиклинальных складок, вытянутых преимущественно в широтном направлении и разделенных участками горизонтального залегания. Нефтепроявления известны по всему разрезу от девона до валанжиня включительно.

Наиболее интенсивные нефтепроявления и промышленные скопления нефти встречаются в пермских отложениях.

В 1948 г. в районе междуречья Хастах — Оленек геологическую съемку масштаба 1 : 1 000 000 проводил Д. С. Гантман (1949). В окончательном отчете он дает описание геологического строения района и с необходимой детальностью характеризует слагающие его отложения кембрия, верхней перми, триаса, юры и мела. В разрезе верхнепермских отложений исследователь выделяет четыре горизонта, общая мощность которых достигает 220 м. В отчете отмечается широкое развитие среди пермских пород нефтепроявлений и делается вывод о перспективности района в смысле обнаружения в нем промышленных скоплений нефти.

В бассейне р. Попигая в 1948 г. работали четыре геологических партии Нордвикской экспедиции Главсевморпути. Три из них во главе с И. Е. Ширяевым, М. С. Шлейфером и Т. М. Емельяnceвым проводили геологическую съемку масштаба 1 : 200 000 в районе озера Киенг-Кюель и среднего течения р. Попигая, четвертая под руководством М. К. Калинко вела маршрутные тематические исследования пермских отложений в долинах рр. Попигая и Котуя.

Окончательный отчет о результатах геологической съемки составлен И. Е. Ширяевым (1950). В нем освещаются геологическое строение района, перспективы нефтеносности и даются сведения о полезных ископаемых. Пермские отложения расчленяются на два отдела, причем указывается, что нижняя пермь представлена континентальными образованиями, а верхняя — морскими и эффузивно-туфогенными. Мощность нижнепермских отложений устанавливается в 300 м, верхнепермских в 250, не считая эффузивно-туфогенных отложений мощностью до 120 м. Отмечается также, что в тектоническом отношении изученный район представляет очень пологую моноклиналь с общим наклоном слоев к северу и северо-востоку. Однако простое в общем тектоническое строение района весьма осложняется многочисленными дизъюнктивными нарушениями.

Материалы, собранные М. К. Калинко, полностью еще не обработаны. Частично они использованы в настоящей работе.

В 1949 г. в бассейне р. Анабара геологическую съемку масштаба 1 : 1 000 000 проводила одна из партий 19-й экспедиции Института геологии Арктики Главсевморпути под руководством Л. П. Смирнова. Съем-

кой был охвачен участок в среднем течении р. Анабара между рр. Куонамкой и Яковым.

В результате исследований был написан окончательный отчет и составлена геологическая карта района масштаба 1:1 000 000 [60]. В отчете Л. П. Смирнов и геолог партии Г. А. Ермолаев указывают, что в геологическом строении района принимают участие кембрийские, пермские, юрские, четвертичные отложения и основные породы трапповой формации. Все отложения, согласно их данным, залегают со слабым наклоном к северо-востоку и подвержены глыбовой тектонике.

Угленосную толщу, лежащую на размытой поверхности кембрийских отложений, указанные авторы, на основании определения ископаемой флоры, относят к нижней перми. Они также поддерживают гипотезу И. П. Толмачева о сбросе.

В том же 1949 г. по р. Анабару, на участке рр. Эбе-Хая — Доруоха и частично по р. Удже проводила исследования тематическая партия Института геологии Арктики Главсевморпути в составе М. К. Калинин и И. С. Грамберга. Целью исследований было изучение литологии, фаций и коллекторов нефтеносных отложений палеозоя и мезозоя.

В предварительном отчете (1949) М. К. Калинин и И. С. Грамберг дали подробное послыжное описание разрезов пермских и юрских отложений исследованного района. Кроме того, в отчете изложены наблюдения над фациальными особенностями пермских отложений и дана характеристика полезных ископаемых.

В 1949 г. Н. А. Гедройцем была закончена сводная работа под названием «Таймырская низменность» [11]. В этой работе были обобщены многочисленные материалы по геологии Таймырской низменности и прилегающих к ней областей. В разделе работы, посвященном пермскому периоду, Н. А. Гедройц отмечает, что пермский период начинается на Западном Таймыре и Хараулахе с морской трансгрессии. В этот же период на севере Сибирской платформы идет эрозия и осадки не образуются. Во второй половине пермского периода трансгрессия в геосинклинальных областях сменяется регрессией, связанной с подъемом горных сооружений на Таймыре и в Верхоянье. Подъем геосинклинальных областей компенсируется опусканием Сибирской платформы, в результате чего здесь начинают накапливаться континентальные осадки.

Верхнепермская эпоха, по мнению Н. А. Гедройца, характеризуется преобладанием континентального режима над морским.

В 1950 г. в пределах Анабарского района работали три партии Института геологии Арктики Главсевморпути. Партия В. Я. Кабанькова проводила геологическую съемку масштаба 1:1 000 000 в бассейне р. Уджи. Тематическая партия И. С. Грамберга работала в бассейне рр. Анабара и Уджи, продолжая тематические исследования, начатые в 1949 г. Третья партия, во главе с Г. А. Ермолаевым, проводила геологическую съемку масштаба 1:200 000 в среднем течении р. Анабара на тех участках, где в 1949 г. были обнаружены месторождения углей.

Работами В. Я. Кабанькова (1951) было установлено, что в геологическом строении бассейна среднего и нижнего течения р. Уджи значительная роль принадлежит континентальным угленосным отложениям. На основе проведенного спорово-пыльцевого анализа исследователь расчленяет континентальную угленосную толщу, выделяя в ней отложения нижней и верхней перми и нижнего триаса. Породы перми и триаса,

согласно его данным, образуют в исследованном районе пологую антиклинальную складку северо-западного простирания.

Объектом исследований Г. А. Ермолаева (1951) были два разрозненных участка, расположенные в пределах района преимущественного развития пермских континентальных отложений. В задачу партии входили: геологическая съемка этих участков в масштабе 1 : 200 000 и поиски месторождений каменного угля.

В результате проведенных работ Г. А. Ермолаевым выявлены пласты угля, пригодные для удовлетворения хозяйственных нужд местного населения. Попутно собран большой и интересный материал по стратиграфии пермских отложений, на основе которого Г. А. Ермолаев выделяет в составе пермских отложений Анабарского района нижний и верхний отделы, объединяя при этом верхний отдел перми с триасом.

Тематические исследования, проведенные И. С. Грамбергом в 1950 г., в значительной мере уточнили и расширили те сведения о стратиграфии и литологии пермских отложений Анабарского района, которые были получены в результате тематических работ 1949 г.

Одновременно с И. С. Грамбергом по той же теме в Нордвикском районе работал М. К. Калинин, изучая пермские отложения по керну буровых скважин на Тигяно-Анабарской и Южно-Тигянской структурах.

В результате проведенных тематических исследований в декабре 1951 г. М. К. Калинин был написан краткий отчет (1951), в котором подводились предварительные итоги изучения литологии пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы. Помимо описания ряда разрезов пермских отложений, в отчете приводятся сведения о их текстурных особенностях, гранулометрическом и минералогическом составе, а также дается краткая геохимическая характеристика пород.

В сентябре 1951 г. И. С. Грамбергом была закончена сводка по стратиграфии пермских отложений Анабарского района и смежной территории северо-восточного края Сибирской платформы [16]. Эта сводка легла в основу стратиграфического раздела настоящей работы.

В 1950 г. на обширной территории Анабаро-Попигаевского междуречья геологическую съемку масштаба 1 : 200 000 проводили четыре партии Нордвической экспедиции Главсевморпути под руководством Л. Т. Семененко, С. С. Степашина, М. С. Шлейфера и И. Е. Ширяева. Район исследований был ограничен на западе и востоке рр. Попигаем и Анабаром, а на севере и юге $72^{\circ}40'$ и $72^{\circ}00'$ сев. широты.

В результате проведения работ выяснено, что в пределах изученного района пермские отложения представлены двумя отличными по составу комплексами пород: терригенным и трапзовым.

В составе терригенной толщи выделены отложения верхней и нижней перми. К нижней перми отнесены песчано-глинистые отложения, в составе которых заметно преобладают песчаные разности пород. Нижнепермский возраст этих отложений установлен по данным спорово-пыльцевого анализа и определений микрофауны. В отложениях верхней перми глинистым породам принадлежит значительно большая роль. Песчаников меньше, и они более мелкозернисты. В низах разреза верхней перми найдена фауна пелеципод и гастропод. Е. М. Люткевич, определявший эту фауну, пришел к выводу, что она имеет большое сходство с фауной казанского яруса Русской платформы.

Относительно характера трапзового комплекса нет единого мнения. И. Е. Ширяев считает, что большая часть изверженных пород, встречен-

ных в исследованном районе, представлена пластовыми интрузиями траппов. Л. Т. Семененко, работающий в соседнем районе, лишь незначительную часть изверженных пород относит к пластовым интрузиям, рассматривая основную массу траппов как лавовые покровы. С. С. Степашин и М. С. Шлейфер выделяют на геологической карте изверженные породы, не уточняя: интрузии это или эффузии. Из текстовой части отчета можно понять, что С. С. Степашин и М. С. Шлейфер считают изверженные породы своего района пластовыми интрузиями.

Вся толща пермских отложений моноклиinally погружается на северо-восток под углом 2—3°. Общее моноклиинальное залегание несколько осложнено волнистостью слоев и рядом сбросов. Никаких признаков наличия нефти в пермских отложениях этой обширной территории не обнаружено.

В 1949—1950 гг. в бассейне р. Котуя проводилась детальная разведка Каякского каменноугольного месторождения. Разведка велась колонковым бурением. В результате разведки было выяснено геологическое строение месторождения и подсчитаны запасы каменного угля. Особенно большое значение для изучения стратиграфии и литологии Котуйского района имела скважина 18, вскрывшая пермские отложения мощностью в 287 м. Скважина была остановлена в этих отложениях после того, как на глубине 287 м встретила пластовую интрузию траппов.

Результаты разведки были изложены в 1950 г. в окончательном отчете П. П. Бентхена и З. К. Корольковой (1951). Из отчета следует, что пермские отложения в районе месторождения Каяк сложены серией мелкозернистых песчаников, переслаивающихся с песчанистыми и глинистыми сланцами. Встречающиеся в верхах этой толщи пласты каменного угля в ряде случаев имеют промышленное значение.

Пермские терригенные отложения, согласно данным П. П. Бентхена и З. К. Корольковой, состоят из двух подсвит: подугленосной, отнесенной по возрасту к нижней перми, и угленосной — верхнепермской. Подугленосная подсвита сложена главным образом песчаниками и не содержит пластов углей.

Возраст подсвиты, по данным спорово-пыльцевого анализа, устанавливается как нижнепермский. Среди угленосной подсвиты по литологическому составу и насыщенности углями выделяются две толщи: подугольная и продуктивная. Верхнепермский возраст угленосной подсвиты обоснован данными спорово-пыльцевого анализа и определениями флоры.

Туфогенные образования залегают на различных горизонтах нижележащей угленосной толщи. По возрасту туфогенные отложения должны быть отнесены к верхам татарского яруса верхней перми или к самым низам нижнего триаса.

В 1951 г. в сборнике статей по геологии Арктики была напечатана статья Е. М. Люткевича [29], в которой, помимо весьма важных выводов относительно стратиграфии верхнепермских отложений, приводятся очень интересные данные о результатах определения фауны пелеципод бассейна р. Попигая (сборы И. Е. Ширяева и Т. М. Емельянцева). В исследованной фауне пелеципод Е. М. Люткевич, наряду с видами, характерными для пермских отложений Кузбасса, устанавливает представителей родов *Corbula* и *Thracia*, известных ранее лишь в триасе. Присутствие среди фауны пелеципод представителей родов *Pecten* и *Sanguinolites* (описанных ранее Грабау из нижней перми Монголии) дает, по мнению Е. М. Люткевича, основание для постановки вопроса «о занижении воз-

раста пермских отложений не только у нас в СССР, но и в сопредельных странах Азии».

Заканчивая обзор истории исследования пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы, автор считает необходимым остановиться на результатах тематических работ, проведенных Институтом геологии Арктики Главсевморпути в Нордвикском районе.

Одна из этих работ, выполненная в 1950 г. А. А. Герке, посвящена изучению микрофауны пермских отложений Нордвикского района и выяснению ее стратиграфического значения. Вторая тематическая работа, выполненная в 1954 г. П. С. Вороновым, представляет собой результаты монографической обработки материалов структурно-геологической скважины района Сындаско.

В окончательном отчете А. А. Герке [12] излагаются результаты изучения микрофауны пермских отложений на трех участках Нордвикского района: Ильино-Кожевниковском, Тигянском и Юрюнг-Тумусском. В изученных разрезах автор выделяет до пяти микрофаунистических горизонтов, успешно используя их для корреляции пермских отложений как внутри участков, так и между участками.

В результате проведенных сопоставлений А. А. Герке пришел к ряду очень важных выводов относительно изменения мощностей пермских отложений, в значительной мере проливающих свет на геологическое строение района.

В специальном разделе отчета А. А. Герке дал подробное описание 63 видам и разновидностям фораминифер, осветив при этом их отличительные признаки и степень распространения.

П. С. Воронов результаты своих исследований по пермским отложениям глубокой скважины района Сындаско обобщил в виде большой специальной работы, посвященной вопросам стратиграфии, литологии, геохимии, палеогеографии и проблеме нефтеносности указанного района (1953). В работе продолжены исследования А. А. Герке над пермской микрофауной северо-восточного края Сибирской платформы, дается описание 14 новых форм фораминифер и объяснение разобщенности микрофаунистических горизонтов, исходя из предлагаемой им для района Сындаско схемы ритмичности пермского осадконакопления.

Опираясь на детальные геохимические и литологические исследования пермских осадков, П. С. Воронов высказывает целый ряд интересных соображений о границах ярусов и отделов пермской системы в пределах северо-восточного края Сибирской платформы, о направлениях сноса, верхнепермских подводных оползнях и перспективах нефтеносности.

Работы А. А. Герке и П. С. Воронова положили начало детальным стратиграфическим и литолого-геохимическим исследованиям пермских отложений Нордвикского района и со всей очевидностью показали необходимость дальнейшей постановки такого рода работ.

Глава IV

**ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗА ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
В БАССЕЙНЕ р. АНАБАРА**

Пермские отложения в бассейне р. Анабара залегают на размытой поверхности кембрийских доломитов.

По р. Анабару обнажения пермских пород прослеживаются на значительном протяжении от горы Эбе-Хая до р. Быстрой. У подножья горы Эбе-Хая наблюдаются самые нижние горизонты пермских отложений и контакт их с подстилающими кембрийскими породами. В устье р. Быстрой пермские отложения перекрываются осадками среднего лейаса. Таким образом, по р. Анабару прослеживается весь сохранившийся от размыва разрез пермских отложений (рис. 3).

К сожалению, значительные перерывы в обнажениях и невыдержанность отдельных горизонтов по простиранию вследствие континентального характера отложений весьма затрудняют составление детального и полного разреза. Там, где это было возможно, разрез пермских отложений по р. Анабару пополнялся наблюдениями над пермскими отложениями по р. Удже (правый приток р. Анабара) и ее притокам. Так, нижняя часть приводимого в настоящей главе разреза пермских отложений (песчаниковая свита) является сводной и составлена по результатам наблюдений вдоль левых притоков р. Уджи — Кюрюктюру и Юлегиру.

Пермские отложения в бассейне р. Анабара имеют простирание СЗ — 295°, ЮВ — 115°, как бы очерчивая с востока Попигайский выступ Сибирской платформы. Несмотря на общее моноклинальное падение на северо-восток под углом 2°, эти отложения на отдельных участках выполаживаются и иногда приобретают обратное юго-западное падение, образуя пологие складки.

Наиболее крупная структурная форма, сложенная пермскими породами, наблюдается в районе пос. Саскылах, где фиксируется довольно широкая синклинальная складка, в ядре которой сохранились от размыва самые верхние горизонты пермского возраста — Саскылахская свита. Для всего разреза пермских отложений в бассейне р. Анабара характерно широкое развитие даек и пластовых интрузий основных пород.

Так как в разрезе пермских отложений по р. Анабару имеются две резко отличные по литологии толщи — терригенная и эффузивно-туфогенная, то для удобства рассмотрения описание дается отдельно: вначале для нижней терригенной толщи, затем для верхней эффузивно-туфогенной.

ТЕРРИГЕННАЯ ТОЛЩА

В терригенной толще пермских отложений по р. Анабару, в свою очередь, можно выделить две отличные по литологическому составу свиты, разделенные тремя линзообразными прослоями мелкогалечного конгломерата.

Нижняя свита представлена преимущественно песчаниками и прослежена главным образом по правым притокам р. Уджи — Кюрюктюру и Юлегиру (в 1949 г. Л. П. Смирновым и Г. А. Ермолаевым и в 1950 г. В. Я. Кабаньковым). Автор наблюдал лишь самые нижние горизонты этой свиты в районе, где она подстилается отложениями верхнего кембрия. Указанные литологические особенности свиты и позволили назвать ее песчаниковой.

Верхняя свита — угленосная, характеризуется широким развитием глинистых разностей пород и появлением в ее составе песчано-глинистой угленосной свиты. В дальнейшем для краткости будем называть эту свиту просто угленосной.

Выходы угленосной свиты были прослежены по р. Анабару и ее правому притоку — р. Удже.

Песчаниковая свита

Разрез песчаниковой свиты приводится в основном по материалам В. Я. Кабанькова, Л. П. Смирнова и Г. А. Ермолаева, а также по собственным наблюдениям, сделанным во время маршрутов по рр. Анабару и Удже.

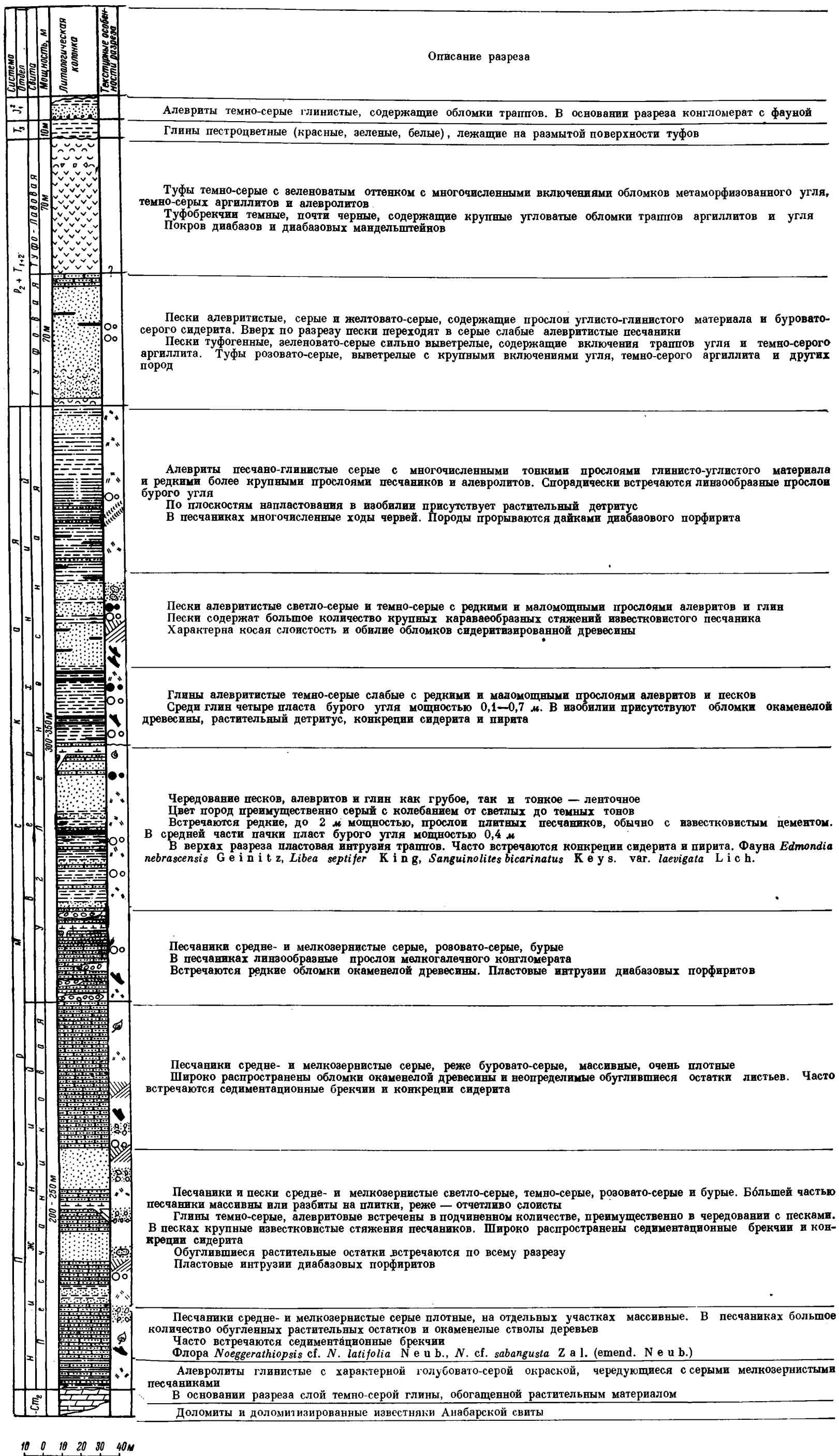
В бассейне р. Анабара самый нижний горизонт пермских отложений залегает на размытой поверхности доломитов анабарской свиты, относимых Л. П. Смирновым и Г. А. Ермолаевым к Sm_{2+3} . Этот горизонт был встречен в районе горы Эбе-Хая, где на доломитах кембрия лежит пласт углистого сланца мощностью 1,5 м, содержащий маломощные (до 0,001 м) прослои светлого известковистого материала. В нижней части пласта углистый сланец разрушен и превращен в дресву. Над углистым сланцем залегает щебенка светло-серого кварцево-полевошпатового песчаника с известковистым цементом.

Выше в разрезе пермских отложений по р. Анабару следует крупный перерыв в обнажениях, соответствующий примерно 200 м мощности. Эта часть разреза восполняется наблюдениями по левым притокам р. Уджи — Юлегиру и Кюрюктюру. Здесь вскрыт остальной разрез песчаниковой свиты, начиная с прослоя известковистого песчаника, залегающего в районе горы Эбе-Хая над пластом углистого сланца.

Выше упомянутого известковистого песчаника, мощностью 2,5—3 м, залегают голубовато-серые сильно глинистые алевролиты, содержащие мелкие до 0,2 м прослои углистого сланца. На отдельных участках алевролиты тонко рассланцованы. Мощность их 1,5 м.

Алевролиты вверх по разрезу сменяются пачкой чередующихся голубовато-серых алевролитов и серых мелкозернистых песчаников. Мощность отдельных прослоев 0,3—0,7 м. Песчаники плотные, без заметной слоистости.

На этой пачке залегают серые плитчатые песчаники с растительными остатками и окаменелыми стволами деревьев. Мощность песчаников 10 м.



10 0 10 20 30 40 м

Рис. 3. Сводный литолого-стратиграфический разрез пермских отложений в бассейне р. Анабара. Составил И. С. Грамберг, 1952 г.

И. С. Грамберг.

Далее наблюдается перерыв в 10—20 м, после которого следует пачка серых, плотных, иногда массивных, плитчатых мелкозернистых песчаников. Последние содержат большое количество линз и обломков глин, располагающихся под углом к поверхности напластования. Мощность песчаников 5 м.

Песчаники вверх по разрезу сменяются пачкой, в которой серые алевитовые пески чередуются с темно-серыми глинами. Мощность отдельных прослоев 0,02—0,03 м. Мощность всей пачки 10 м.

Выше следуют розовато-серые и бурые мелкозернистые песчаники. Окраска их связана с присутствием сидеритового цемента, который в результате окисления дает буроватые оттенки окислов железа. Мощность песчаников 12 м.

Песчаники сменяются серыми мелкозернистыми песками, содержащими огромные (до 3—4 м в поперечнике) известковистые стяжения того же песка. В песках имеются многочисленные тонкие прослойки и линзы глинисто-углистого состава. Мощность песков 7 м. Затем после перерыва в обнажениях (10—15 м) следует довольно значительная пачка песчаных отложений, сложенная в нижней части серыми среднезернистыми песчаниками с отчетливой и правильной слоистостью. Характерной особенностью этой части разреза является присутствие многочисленных линз и обломков глин, располагающихся под углом к направлению слоистости.

Песчаники вверх по разрезу сменяются серыми неслоистыми песками, также содержащими разнообразно ориентированные обломки глин.

Верхние 6,5 м пачки сложены розовато-серыми плотными песчаниками с бурыми охрами на поверхности выветривания. Бурые охры являются, по-видимому, результатом окисления сидеритового цемента. Мощность песчаной пачки 55—60 м.

После очередного небольшого перерыва в обнажениях (5—10 м) вновь наблюдаются серые, реже буровато-серые массивные, очень плотные известковистые песчаники, содержащие в нижней части разреза маломощные линзы, представленные скоплением обломков глин. Обломки имеют самую разнообразную ориентировку. Мощность песчаников 40—45 м.

Общая мощность отложений песчаниковой свиты достигает 200—250 м.

Угленосная свита

Отложения угленосной свиты в бассейне р. Анабара, являющиеся непосредственным продолжением разреза песчаниковой свиты, наблюдались на двух участках.

На участке от устья р. Уджи до пос. Саскылах, соответствующем южному крылу крупной синклинальной складки, образованной пермскими отложениями, автором был изучен наиболее полный разрез угленосной свиты.

На северном крыле той же складки (участок от пос. Саскылах до пос. Доруоха) вскрываются лишь самые верхние горизонты угленосной свиты. Эта часть разреза свиты по литологическому составу пород и геологическому залеганию хорошо сопоставляется с разрезом на южном крыле.

Разрез угленосной свиты по р. Удже в известной мере заполняет пропуски в разрезе по р. Анабаре, связанные с недостаточной обнаженностью.

В основании разреза угленосной свиты по р. Анабару лежит пачка песчаников, мощностью около 45—50 м. Песчаники содержат три линзообразных прослоя конгломератов (нижний мощностью 0,40 м, средний — 1,0 м и верхний — 2,0 м), разделяющих пачку песчаников на четыре горизонта. Внутри каждого горизонта, в направлениях к прослоям конгломерата, наблюдается увеличение крупности зерна с соответствующим переходом от глинисто-алевритовых разностей песчаника до алеврито-глинистых. Окраска песчаников серая, розовато-серая и буровато-серая. Последние два оттенка связаны с присутствием гидроокислов железа.

Галька конгломератов в основной массе представлена хорошо окатанными обломками кварца и кварцитовидного песчаника. В меньшем количестве присутствует галька основных изверженных пород, кремненных эффузивов, кремнистых сланцев и кварцево-полевошпатовых песчаников с кремнистым цементом. За исключением кварцево-полевошпатовых песчаников и основных изверженных пород, все остальные типы пород, встречающиеся в гальке конгломерата, не имеют себе аналогов в нижележащей толще пермских отложений и, по-видимому, являясь продуктами разрушения более древних образований. Так, например, аркозовые песчаники с кремнистым цементом встречаются довольно часто в отложениях нижележащей песчанниковой свиты, так же как и основные изверженные породы, образующие здесь пластовые интрузии и дайки. Диаметр галечного материала достигает 0,05 м, причем наибольшие размеры падают на гальку аркозовых песчаников. Цемент в конгломератах песчано-кремнистый.

Песчаники вверх по разрезу сменяются песчано-глинистыми отложениями, представленными чередованием песков, алевритов и глин. В отдельных случаях это чередование носит ленточный характер. В основании песчано-глинистой пачки залегают светло-серые и буровато-серые песчаники, содержащие линзообразный прослой мелкогалечного конгломерата, мощностью около 0,1 м. Состав галечного материала преимущественно кварцевый. Галька хорошо окатанная, реже полуокатанная. Цемент кремнистый. В более высоких горизонтах описываемой пачки имеются еще четыре прослоя плотно сцементированных песчаников мощностью до 2 м.

К верхней части разреза песчано-глинистой пачки приурочен пласт угля мощностью в 0,4 м. Уголь черного цвета полуматовый, смешанный дюреновый с прозрачной основной массой. Смешанный характер дюрена определяется тем, что в нем, приблизительно в одинаковом количестве, наблюдаются оболочки спор, пыльцы и обрывки растительных тканей в виде фюзена и ксилофюзена. Изредка встречаются мелкие линзочки витрена.

Для всей пачки характерно присутствие сидеритовых конкреций, приуроченных главным образом к контакту песчаных и глинистых разностей пород.

Мощность пачки песчано-глинистых отложений 53 м.

После перерыва в обнажениях, соответствующего 10—20 м мощности нормального разреза, залегает пачка песчано-алевритовых, в верхней части разреза преимущественно песчаных отложений, в основании которой прослеживаются серые со слабо зеленоватым оттенком песчано-глинистые алевриты. Последние содержат очень редкие и мало мощные прослои коричневатых-серых песчано-алевритовых глин. Мощность алевритов около 6 м.

Алевриты сменяются коричневато-серыми песчано-алевритистыми глинами, чередующимися с серыми алеврито-глинистыми песками. Чередование носит ленточный характер. Мощность глин и песков 6 м.

Выше, вплоть до пластовой интрузии, следуют пески мощностью до 39 м, содержащие в верхней части разреза два пласта песчаников. В нижней части разреза пески более мелкозернисты и отчетливо слоисты, что связано с закономерным чередованием более крупнозернистых разностей с менее крупнозернистыми. Вверх по разрезу содержание глинистых и алевритистых частиц в песках заметно уменьшается, благодаря чему пески становятся более однородными.

Как уже упоминалось, в верхней части разреза пески незаметно переходят в слой ржаво-серого глинисто-алевритистого песчаника с пойкило-кластическим известковистым цементом. Мощность песчаника 4,5 м.

В песчанике встречена фауна пелеципод, представленная: *Edmondia nebrascensis* Ceinitz, *Liebea septifer* King, *Sanguinolites bicarinatus* Keyser var. *laevigata* Lich.

Далее по разрезу песчаники вновь сменяются слоем песков, в котором через интервалы в 0,5 м содержатся глинисто-углистые прослои мощностью до 0,005 м. В верхних 2,5 м глинисто-углистые прослои залегают неправильно, образуя причудливой формы складки, по-видимому, подводного оползания. В первом же смятом глинисто-углистом прослое, залегающем на деформированных слоях, над замками складочек проходят микросбросы с амплитудой смещения до 0,01 м.

Второй пласт глинисто-алевритистого песчаника, мощностью в 2 м, приурочен к контакту с пластовой интрузией оливиновых диабазов. Близ контакта с пластовой интрузией верхний пласт песчаника несет следы контактовых изменений, что выражается в заметном уплотнении породы и появлении в составе ее цемента, хлорита и пирита.

Мощность песчано-алевритовой пачки 51 м.

Пачка перекрывается пластовой интрузией оливиновых диабазов мощностью около 40 м.

Над пластовой интрузией лежит пачка глинистых отложений, в основании которой залегает пласт песчаника, мощностью около 2 м. Песчаник серый волнистослоистый, со знаками ряби. Близ контакта с интрузией, на расстоянии до 1 м, песчаники несут следы контактовых изменений, аналогичных вышеупомянутым.

Над песчаниками залегают темно-серые слабые алеврито-песчанистые глины, среди которых наблюдаются линзочки угля, стяжения сидерита и обломки окаменевшей древесины. Местами в глинах появляются тонкие (мощностью до нескольких миллиметров) прослойки светлого алеврито-вого материала.

Мощность глин — 15 м.

В верхней части пачки глины содержат два маломощных прослоя бурого угля: нижний — мощностью 0,1 м и верхний — 0,3 м.

Уголь черного цвета, полублестящий, преимущественно клареновый. Структура штриховатая, что связано с присутствием мелких линзочек витрена. На поверхностях наложения наблюдаются отдельные обрывки фюзена. Уголь характеризуется прозрачной основной массой и наличием кутикулы, пыльцы и спор. Встречается небольшое количество послойно распределенных пелитовых минеральных частиц.

Над верхним пластом угля залегает 25-метровой мощности пачка темно-серых алевритовых глин, содержащих в нижней части тонкие

и частые прослои песчано-глинистых алевроитов. Чередование глин и алевроитов в этой части разреза носит ленточный характер.

К верхам пачки мощность алевроитовых прослоев заметно увеличивается, достигая 1—1,5 м. Участками алевроиты в результате цементации образуют линзовидные пласты буровато-серых волнисто-слоистых алевролитов с карбонатным цементом и с обугленными остатками растений на плоскостях напластования.

В глинистой пачке довольно часто встречаются стяжения сидерита и пирита до 0,30 м в поперечнике. Основная масса этих стяжений приурочена к контакту глинистых и песчаных разностей пород. Форма стяжений сидерита лепешкообразная, пирита — веретенообразная.

Вышеописанная пачка глинистых пород венчается двумя пластами угля, имеющими мощность: нижний — 0,4 м, верхний — 0,7 м. Пласты угля разделяются прослоем темно-серых сильно алевроитистых глин мощностью 2,5 м. По петрографической характеристике угли подобны нижележащим.

Над пластами угля залегает песчаная пачка мощностью в 42 м. Примерно в средней ее части проходит прослой мощностью около 4 м, представленный чередованием темно-серых сильно алевроитистых глин с глинисто-песчанистыми алевроитами. Основная же часть песчаной пачки сложена алевроито-пелитовыми песками, содержащими большое количество крупных (до 3—4 м в диаметре) караваяобразных стяжений известковистого песчаника, иногда косослоистого, с падением косых слоев на СВ 10° под углом 20° и на ВСВ 80° под углом 10°.

В пачке довольно часто встречаются крупные ожелезненные и окаменелые стволы деревьев, линзочки угля, прослой глинистого материала и на косослоистых участках — обугленный растительный детрит. Близ контакта песчаных и глинистых разностей пород особенно часто бывают видны конкреции сидерита, иногда до 0,3 м в поперечнике.

Вверх по разрезу песчаная пачка сменяется пачкой песчано-глинистых алевроитов, в основании которой лежит прослой темно-серых алевроито-песчанистых оскольчатых глин мощностью 3 м. Для всей пачки характерно присутствие многочисленных тонких прослоев глинисто-углистого материала и редких пластов серого тонко- и волнистослоистого крепкого известковистого песчано-глинистого алевролита мощностью до 0,75 м. Спорадически встречаются линзообразные прослои черного сланцевого угля. Мощность алевроитов — 15 м.

Далее следует перерыв обнаженности, соответствующий 5—10 м мощности нормального разреза. Выше залегает пачка песчано-глинистых алевроитов. Нижние 30 м пачки представлены песчано-глинистыми алевроитами, содержащими одиночные и маломощные прослои углистого сланца и плотно сцементированного известковистого песчаника. В одном из прослоев встречены многочисленные ходы червей.

Вверх по разрезу алевроиты сменяются песчано-глинистыми алевролитами, слабо сцементированными и содержащими углисто-слюдистый материал на поверхности наслоения. Значительное содержание углистого материала и отдельные тонкие прослоечки черного блестящего каменного угля придают алевролитам темную окраску. Прослойки угля часто перебиты трещинками, заполненными кальцитом. Мощность песчано-глинистых алевролитов 10 м.

Описанная пачка прорывается дайкой темных, почти черных, диабазовых порфиритов, мощностью около 10 м, имеющей простирание СВ — 30°

при почти вертикальном падении. Общая мощность пачки песчано-глинистых алевроитов 40 м.

Над ней, после перерыва в обнажениях, соответствующего 5—10 м мощности нормального разреза, залегает песчано-глинистая пачка, представленная темно-серыми алевроито-песчаными глинами, чередующимися с желтовато-серыми алевроитисто-глинистыми песками, переходящими к верхам пачки в глинисто-песчаные алевроиты. Мощность отдельных слоев в пачке колеблется от 0,5 до 3—4 м. В песках наблюдаются прослои углито-глинистого материала. Мощность пачки 30 м.

Общая мощность отложений угленосной свиты достигает 300—350 м.

ЭФФУЗИВНО-ТУФОГЕННАЯ ТОЛЩА

Пермская эффузивно-туфогенная толща встречена в нормальном залегании в северном крыле синклинальной складки, шарнир которой проходит у южной окраины пос. Саскылах в направлении СЗ 300—310°. В нескольких случаях удавалось наблюдать туфогенные образования, залегающие в грабенах, связанные с глыбовыми движениями послепермского времени.

Эффузивно-туфогенная толща в бассейне р. Анабара расчленена на две свиты: нижнюю — туфовую и верхнюю — саскылахскую, туфо-лавовую.

Нижняя свита сложена обломочным и туфогенным материалом. Граница между этой свитой и нижележащей терригенной толщей проводится чисто условно, по появлению первых прослоев туфового материала. В разрезе разновозрастных отложений Нордвикского района аналогом туфовой свиты, по-видимому, является мисайлапская свита.

Вышележащая свита сложена эффузивным и туфовым материалом и пользуется наибольшим распространением в районе пос. Саскылах, т. е. в ядре вышеупомянутой синклинальной складки. В процессе полевых исследований этой свите нами было присвоено наименование саскылахской. Под этим названием она и будет в дальнейшем упоминаться в настоящей работе.

Туфовая свита

Как уже отмечалось, в стратиграфическом отношении нижняя граница туфовой свиты условна, и приводимый ниже ее разрез является прямым продолжением нижележащей угленосной.

В основании разреза туфовой свиты по р. Удже лежат розовато-серые сильно выветрелые туфы, содержащие крупные включения угля, темно-серого аргиллита и других пород. При микроскопическом исследовании туфы оказались витро-литокластическими туфами порфиритов. Структура породы витро-литокластическая псаммитовая; порода состоит из обломков основного вулканического стекла, большого количества обломков основной массы порфиритов, часто с хорошо заметной миндалекаменной текстурой. Миндалины выполнены хлоритом. Основная стекловатая масса порфиритов интенсивно хлоритизирована. Лейсты плагиоклаза обычно кальцитизированы в отличие от более крупных порфиroidных зерен плагиоклаза, которые иногда сохраняют свежий облик. В последнем случае можно определить, что плагиоклаз представлен лабрадором. Редко встречаются обломки кристаллов плагиоклаза, а также кварца и кремнистых пород. Масса, цементирующая обломки, сложена карбонатом с примесью пепловых частиц.

Мощность туфов 3,5 м.

Над туфами лежат зеленовато-серые сильно выветрелые мелкозернистые туфогенные пески, содержащие включения траппов, угля и темно-серого аргиллита. В песках, наряду с обычными обломочными минералами, такими как кварц и калиевый полевой шпат, содержатся также обломки основного вулканического стекла. Форма зерен преимущественно угловатая.

Мощность песков 15 м.

После перерыва в обнаженности, соответствующего 5—10 м мощности нормального разреза, следуют серые алевритисто-глинистые пески, на отдельных участках приобретающие желтовато-серую окраску. Они включают прослой углистого материала и буровато-серого сидерита, мощностью до 0,10 м. Пески кварцево-полевошпатовые с большим содержанием кремнистых агрегатов.

Мощность песков 12 м.

После небольшого перерыва в обнаженности, соответствующего 5—10 м нормального разреза, в разрезе прослеживается пачка песчаных отложений значительной мощности.

Низы пачки сложены серым алевритисто-глинистым песком, содержащим маломощные углистые прослой. Близ углистых прослоев пески приобретают желтоватую окраску.

Вверх по разрезу они переходят в серые неясноволнистые, слабые алеврито-глинистые песчаники. Мощность песчаников 5 м. Пески и песчаники обладают тонкими, но довольно выдержанными прослоями мощностью до 0,03 м, обогащенными углистым материалом.

Над песчаной пачкой лежат серые песчано-глинистые алевриты, содержащие тонкие прослойки глинисто-углистого материала. В низах пачки алевриты становятся более глинистыми и содержат линзообразный прослой угля, наибольшая мощность которого достигает 0,2 м.

Мощность алевритов 10 м.

Алевриты перекрываются пластовой интрузией диабазовых порфири-тов мощностью 2,5 м.

Выше пластовой интрузии залегает слой песчаника, со следами контактового метаморфизма. Мощность песчаника 2 м.

Общая мощность отложений туфовой свиты около 70 м.

Саскылахская (туфо-лавовая) свита

В основании саскылахской свиты находится покров траппов с видимой мощностью в 55 м. Контакт траппов с подстилающими породами нами не наблюдался.

В нижней видимой части покрова траппы имеют мелкозернистое строение и черную с зеленоватым оттенком окраску. Вверх по разрезу они постепенно переходят в траппы с миндалекаменной текстурой.

Изучение траппов под микроскопом показало, что в нижней части покрова они сложены диабазом, переходящим постепенно к верхам разреза в диабазовый мандельштейн. Последний состоит из удлиненных зерен плагиоклаза, принадлежащего к лабрадору, и авгита, выполняющего промежутки между зернами. Авгит в основной массе изменен до диабантита (хлорит) и имеет характерное розетковидное строение. Встречаются довольно многочисленные миндалевидные пустоты, выполненные кальцитом и опалом. Стенки этих пустот выстилаются делесситом.

В траппах довольно хорошо развита вертикальная система трещин, имеющая преимущественное направление простирания СЗ 350°. К этой системе трещин тяготеют маломощные кварцево-карбонатные прожилки. На одном из участков площади развития траппов встречен довольно крупный ксенолит сильно измененного песчаника.

Непосредственно на траппы ложатся туфобрекчии, представляющие собой темную, почти черного цвета, породу, содержащую крупные (до 2 м в поперечнике) угловатые обломки траппов (диабазов), сцементированные пепловым материалом. Кроме траппов, встречаются также мелкие обломки аргиллитов и угля.

Мощность туфобрекчий 4 м.

Туфобрекчии перекрываются толщей темно-серых с зеленоватым оттенком туфов. В них довольно часто встречаются обломки сильно метаморфизованного угля, темно-серых аргиллитов и алевролитов.

Изучение туфов под микроскопом показало, что они принадлежат к витро-кластическим туфам порфиритов. Как правило, туфы состоят из различных по величине (от 0,6 до 4—5 мм) обломков основного вулканического стекла и большого количества обломков основной массы порфиритов, нередко миндалекаменного строения. Миндалины выполнены хлоритом и кальцитом, редко халцедоном. Основная стекловатая масса порфиритов заметно изменена, т. е. хлоритизирована и кальцитизирована. Довольно редко встречаются обломки кристаллов совершенно свежего основного плагиоклаза; исключительно редко — обломки моноклинного пироксена. Микrolиты, лейсты и более крупные порфировидные зерна плагиоклаза по составу отвечают андезину и андезин-лабрадору. Пепловая масса, цементирующая обломки, интенсивно хлоритизирована и на отдельных участках окремнена. Мощность туфов 10 м.

Общая мощность наблюдающегося разреза сасыхлахской свиты 70 м.

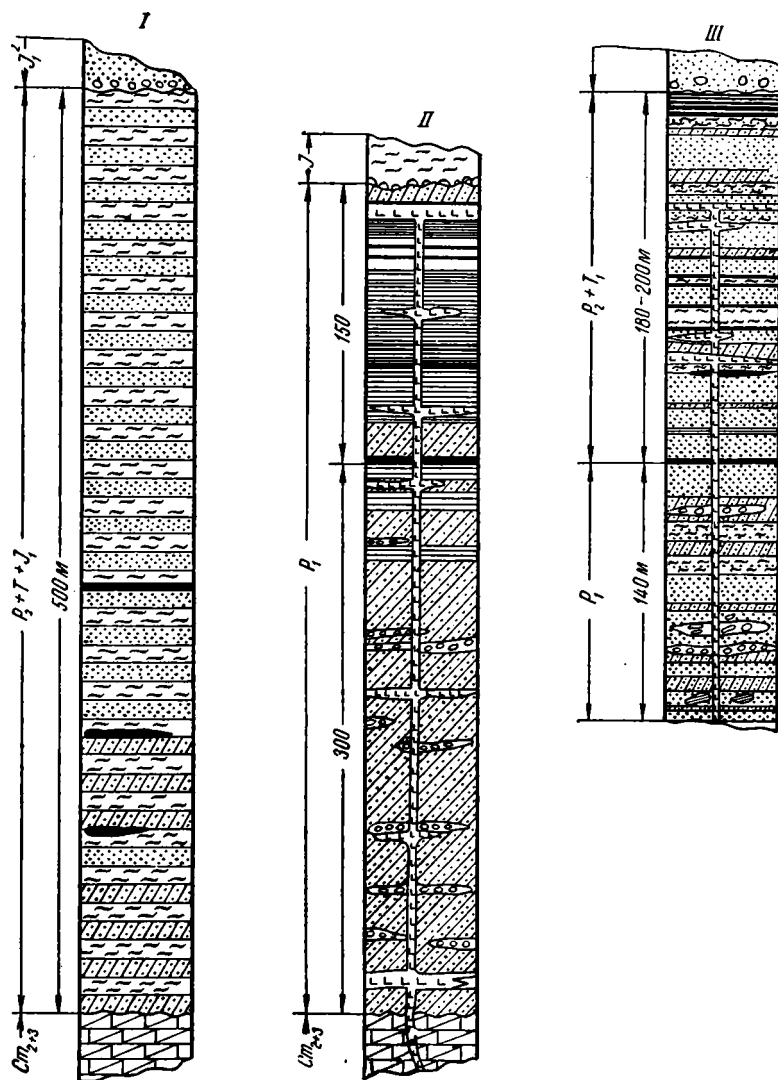
Мощность всего разреза пермских отложений в бассейне р. Анабара определяется в 700—750 м.

Глава V

АНАЛИЗ ИМЕЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ И ВЫВОДЫ ПО СТРАТИГРАФИИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРСКОГО РАЙОНА

К настоящему времени накопилось довольно значительное количество материалов по стратиграфии пермских отложений Анабарского района. Однако этот материал остается до сих пор разрозненным и не может дать правильных представлений о стратиграфии. Именно этим объясняется отсутствие до настоящего времени единой стратиграфической схемы и наличие нескольких точек зрения на возраст континентальной верхнепалеозойской толщи по р. Анабару.

Надо сказать, что весьма существенным недостатком предыдущих исследований было отсутствие более или менее полно составленного разреза пермских отложений по р. Анабару. Это объясняется рядом причин, среди которых наиболее важными следует считать плохую обнаженность



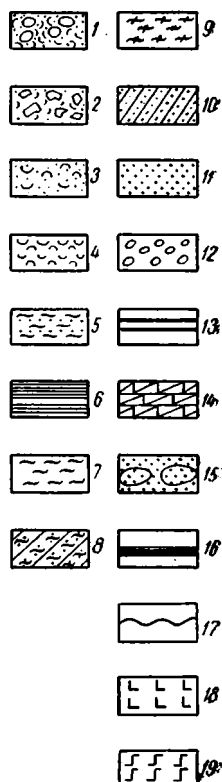
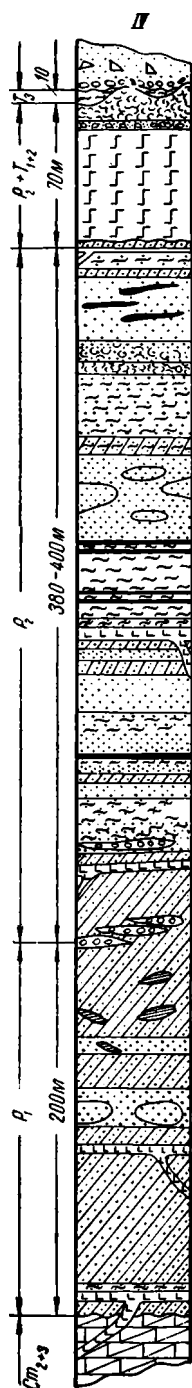
нижней части разреза перми по р. Анабару и отсутствие четких маркирующих горизонтов.

При проведении мелкомасштабных геологических съемок эти особенности приводили к ошибкам, имеющим иногда принципиальное значение. Так, например, при сопоставлении разобренных между собою разрезов ошибка такого рода была допущена Л. П. Смирновым и Г. А. Ермолаевым (1950). Последние считали, что нижняя часть разреза перми (в нашей схеме — песчаниковая свита) состоит из песчаников и многочисленных прослоев конгломерата. Эти конгломераты упомянутыми исследователями показаны по всей нижней части разреза, имеющей мощность 300 м (рис. 4).

Рис. 4. Разрезы пермских отложений в бассейне р. Анабара по данным различных исследователей. Масштаб 1 : 2000. Составил И. С. Грамберг, 1952 г.

I — разрез пермских отложений в среднем течении р. Анабара, по Г. Э. Фришфельду (маршрутные исследования 1935—1936 гг.); II — тот же разрез, по Л. П. Смирнову (съемка масштаба 1 : 1 000 000, 1949 г.); III — тот же разрез, по Г. А. Ермолаеву (съемка масштаба 1 : 2000, 1950 г.); IV — тот же разрез, по И. С. Грамбергу (маршрутные исследования 1940—1950 гг.); V — разрез пермских отложений нижнего течения р. Удзи по В. Я. Кабанькову (съемка масштаба 1 : 1 000 000).

1 — туфо-конгломераты; 2 — туфобрекчии; 3 — туфогенные пески; 4 — туфы; 5 — чередование песков и глин; 6 — глинистые сланцы; 7 — глины; 8 — алевролиты; 9 — алевроиты; 10 — песчанники; 11 — пески; 12 — конгломераты; 13 — мергели; 14 — известняки и доломиты; 15 — известкостые стяжения в песках; 16 — пласты угля; 17 — поверхность размыва; 18 — интрузии основных пород; 19 — эффузии основных пород.



В то же время из отчета Л. П. Смирнова и Г. А. Ермолаева можно понять, что большая часть разреза песчаниковой свиты выпала у них из поля зрения в связи с недостаточной обнаженностью, и они интерпретируют ее по обрывочным наблюдениям. В частности, наличие в низах угленосной свиты пачки песчаников с тремя прослоями конгломератов послужило основанием Л. П. Смирнову и Г. А. Ермолаеву для распространения конгломератов на всю нижележащую часть разреза.

Необоснованность подобного рода интерпретации совершенно очевидна, и поэтому не удивительно, что мы не обнаруживаем конгломератов по рр. Кюрюктюру и Юлегиру, где разрез песчаниковой свиты вскрыт достаточно полно.

Составленный автором разрез пермских отложений явился результатом более детальных наблюдений в поле; в нем нашли обобщение некоторые, с точки зрения автора, наиболее достоверные материалы прошлых лет. Последнее обстоятельство побуждает остановиться, хотя бы и очень кратко, на том, как исторически менялись взгляды на стратиграфию верхнего палеозоя Анабарского района.

В главе, посвященной истории исследований пермских отложений, уже упоминалось, что первые исследователи Анабарского района [34] отнесли континентальные отложения, встреченные ими в бассейне р. Анабара, к «тунгусской серии». Основанием для этого послужила находка флоры в однотипных отложениях по р. Котую, которые в результате определения флоры были параллелизованы с угленосной толщей Нижне-Тунгусского бассейна. Возраст «тунгусской серии» устанавливался в пределах от нижней перми до нижней юры.

Работавший позднее в этом районе Г. Э. Фришенфельд дает более подробную характеристику континентальных угленосных отложений по р. Анабару, но, к сожалению, не ограничивает, а несколько приподнимает возрастные пределы угленосной толщи. Так, континентальные отложения по р. Анабару он описывает как «нижнюю пресноводную толщу». Им отмечается, что самая нижняя часть толщи сложена преимущественно песчаниками, а вышележащая — песками, глинами с пластами угля и, в меньшей степени, песчаниками и алевролитами.

Из нижней части разреза угленосных отложений были взяты образцы угля на спорово-пыльцевой анализ.

Анализ спорово-пыльцевого комплекса, проведенный С. Н. Наумовой, позволил Г. Э. Фришенфельду отнести отложения угленосной толщи почти полностью к мезозою (триасу и нижнему лейасу). Отложения угленосной толщи параллелизуются им с корвунчанской свитой Тунгусского бассейна, которая по фауне эстерий была отнесена Е. М. Люткевичем к нижнему триасу. Пачку грубых песчаников с конгломератами, лежащую в основании угленосной толщи, Г. Э. Фришенфельд считает возможным отнести к палеозою, хотя и не высказывает при этом большой уверенности.

По-видимому, Г. Э. Фришенфельд допускает ошибку, близкую к ошибке Л. П. Смирнова и Г. А. Ермолаева. Не видя нижней части разреза континентальной толщи, которая на р. Анабаре не обнажена, он считает, что пачка песчаников с конгломератами, приуроченная к низам угленосной свиты, лежит в основании всей толщи. В результате им отбрасываются почти целиком отложения песчаниковой свиты.

Однако, учитывая эту ошибку и то обстоятельство, что Г. Э. Фришенфельд песчаники с конгломератами рассматривает как возможно верхне-

палеозойские, мы можем считать, в его толковании, верхнепалеозойской и нижележащую часть разреза.

К такому же выводу приходит и С. И. Киселев (1936), проводивший в 1935—1936 гг. маршрутную съемку в бассейне рр. Попигая и Анабара.

В своем отчете он писал: «При отсутствии фауны в этой пресноводной толще, возраст ее определить трудно, но по данным спорово-пыльцевого анализа и по сравнению с аналогичными отложениями других районов, эта толща, по-видимому, охватывает верхи палеозоя (тунгусскую свиту), мезозой — триас и низы юры; при этом на мезозой, по-видимому, приходится большая часть отложений».

Таким образом, первый этап исследований в бассейне р. Анабара характеризуется представлением о мезозойском возрасте большей части континентальной толщи.

Не будучи специалистом в области палеофитологии, трудно судить о причинах подобных представлений. Скорее всего они являются результатом неразработанности методики спорово-пыльцевого анализа и отсутствия спорово-пыльцевого эталона для данного района.

С этой точки зрения представляет интерес статья О. Ф. Грачевой и В. П. Тебенюкова [19], в которой излагаются результаты спорово-пыльцевого анализа угля с р. Тюзях-Юрях. Этот уголь был взят научным сотрудником Анабарской гидрологической экспедиции 1935—1936 гг. Ф. Г. Черниховским из того же самого участка, что и образцы угля С. И. Киселева. Однако вывод о возрасте спорового комплекса этого угля О. Ф. Грачева и В. П. Тебенюков делают несколько иной. Они указывают, что «Мацерацией выделены споры в количестве восьми видов, из которых наиболее распространенными являются споры без оторочек.... По морфологическим признакам выделенные формы тождественны со спорами пермских угленосных отложений Кузнецкого и Печорского бассейнов, изученными А. А. Любер в кабинете петрографии угля ЦНИГРИ. Этот вывод существенно дополняет данные С. И. Киселева, производившего в 1935—1936 гг. геологические исследования по р. Анабару. Споры, собранные упомянутым автором из этой же толщи, но, по-видимому, из более высоких горизонтов, относятся исключительно к мезозою (верхний триас — юра).

С. И. Киселев, на основании общих геологических соображений, считал возможным отнесение нижней части толщи к палеозою, что подтверждается в некоторой мере данными, изложенными выше».

Укажем прежде всего на то, что авторы вышеупомянутой статьи заблуждались относительно истинного положения исследованного образца в общем разрезе континентальной толщи по р. Анабару. Они не учитывали или не знали, что р. Тюзях-Юрях вскрывает разрез угленосной свиты, причем не низы разреза, а примерно среднюю часть, и образцы, взятые отсюда, никак не могут характеризовать нижнюю часть разреза континентальной толщи.

Образцы угля, взятые на спорово-пыльцевой анализ С. И. Киселевым, судя по полевым записям последнего, также приурочены к угленосной свите.

Таким образом, результаты определений у С. И. Киселева и данные О. Ф. Грачевой и В. П. Тебенюкова не дополняют друг друга, а явно противоречивы.

В резком несоответствии со всеми предыдущими исследованиями находятся выводы о возрасте континентальной угленосной толщи по р. Анабару, сделанные Л. П. Смирновым и Г. А. Ермолаевым.

Упомянутые исследователи, характеризуя разрез угленосной толщи по р. Анабару, совершенно справедливо указывают на две его части, резко отличные по литологии: нижнюю — песчаную и верхнюю — глинисто-угленосную.

В самых низах песчаной части разреза (песчаниковая свита — И. Г.), в долине р. Кюрюктюр, Л. П. Смирнов и Г. А. Ермолаев нашли отпечатки флоры, среди которой Н. А. Шведов определил: *Noeggerathiopsis* cl., *N. latifolia* Neub., *N. subangusta* Zal.

В результате Н. А. Шведов делает следующее заключение:

«В образце отпечатки названных форм переполняют породу и представлены исключительно обрывками листьев, преимущественно средних частей последних. По облику эти листья наиболее сходны с теми видами *Noeggerathiopsis*, которые встречаются в нижнепермских отложениях Ангарского материка, и среди них не обнаружено сколько-нибудь напоминающих характерные формы *Noeggerathiopsis* из верхнепермских отложений названной области. Возраст вмещающих слоев, несмотря на плохую сохранность растительных отпечатков по всем имеющимся данным, надо предполагать нижнепермским».

Более осторожные соображения о возрасте рассматриваемых отложений принадлежат А. Ф. Дибнер, проводившей спорово-пыльцевой анализ образцов углей из различных частей разреза перми р. Анабара. В своем заключении она указывает на ограниченное содержание спор и пыльцы в исследованных образцах, позволяющее сделать вывод о возможно верхнепалеозойском возрасте континентальной толщи.

Пользуясь данными Н. А. Шведова и А. Ф. Дибнер, Л. П. Смирнов и Г. А. Ермолаев отнесли всю континентальную толщу в бассейне р. Анабара к нижней перми.

Вряд ли имеется необходимость доказывать необоснованность такого вывода. Совершенно очевидно, что на основании находки флоры в низах разреза нельзя относить к нижней перми всю вышележащую континентальную толщу мощностью свыше 700 м.

Необходимо учесть также и то обстоятельство, что предыдущие исследователи считали верхнюю и большую часть разреза континентальных отложений мезозойскими. Пересмотр этих представлений мог быть осуществлен только при наличии нового палеонтологического материала из тех же горизонтов. Однако у Л. П. Смирнова и Г. А. Ермолаева данных для такого пересмотра было недостаточно, поэтому в дальнейшем мы будем пользоваться их выводами лишь для той части, которая характеризует самые низы разреза.

В 1950 г. Г. А. Ермолаев в низах угленосной части разреза обнаружил слой морского или лагунного происхождения с фауной пелеципод. Находка была сделана в устье р. Уджи — правом притоке р. Анабара.

Е. М. Люткевич из этой пелециподовой фауны определил: *Edmondia nebrascensis* Geinitz, *Liebea septifer* King., *Sanguinolites bicarinatus* Keyser var. *laevigata* Lich.

По его мнению, все три вида характерны для отложений казанского яруса и не встречаются в нижнепермских отложениях Русской платформы и Приуралья.

Среди отложений верхнего отдела пермской системы в Таймырской и платформенной Северо-Сибирской областях эти виды также имеют распространение, не встречаясь в нижнем отделе перми. Поэтому отложения

на р. Удже с остатками этой фауны следует относить к верхнепермскому отделу, параллелизуя их по времени с казанским ярусом.

Этот вывод, как указывает Е. М. Люткевич, подтверждается данными о близкой пелециподовой фауне из соседнего района р. Попигая, где фауна пелеципод имеет гораздо лучшую сохранность и находится не в столь грубых песчаниках, как на р. Удже.

Результаты спорово-пыльцевого анализа, проведенного в 1949—1950 гг. по материалам, собранным М. К. Калинко, И. С. Грамбергом, Г. А. Ермолаевым и В. Я. Кабаньковым, не только подтверждают данные определения флоры и фауны, но и в известной мере позволяют даже уточнить их.

Так, из образцов пород песчаниковой свиты (коллекция В. Я. Кабанькова), собранных в бассейнах рр. Кюрюктюра и Юлигира, Е. М. Андреевой были выделены и определены следующие наиболее распространенные формы спор и пыльцы: *Zonales rotatus* L u b., *Z. rugulifer* L u b., *Zonotriletes varians* S a d k., *Z. punctatus* L u b., *Z. psilopterus* L u b., *Z. angustelimbatus* L u b., *Z. stipticus* L u b., *Azonotriletes rectispinus* L u b., *Az. parvispinus* L u b., *Az. optusosetosus* L u b., *Az. polypyrrenus* L u b., *Azonales caperatus* L u b.

По мнению Е. М. Андреевой, сочетание перечисленных форм свидетельствует о нижнепермском возрасте данной микрофлоры, которая близка к комплексам спор и пыльцы, известным из нижнепермских отложений Кузнецкого и Минусинского бассейнов, а также некоторых районов Тунгусского бассейна.

Вертикальный диапазон распространения нижнепермского спорово-пыльцевого комплекса в бассейне р. Анабара ограничивается пределами песчаниковой свиты.

Последние нижнепермские формы были встречены в 20—30 м ниже линзообразных прослоев конгломерата, лежащих в основании угленосной свиты.

Спорово-пыльцевой анализ образцов, собранных Г. А. Ермолаевым из угленосной свиты, был также проведен Е. М. Андреевой. В своем заключении она указывает на своеобразие изученного спорово-пыльцевого комплекса, не находящего себе аналогов среди отложений Кузнецкого, Минусинского и Тунгусского бассейнов. Видимо, здесь в районе Анабара, была особая геоботаническая область со своим специфическим комплексом растительности.

В комплексе спор и пыльцы из угленосной свиты довольно четко намечается смешение более древних спор, таких как *Zonales rotatus* L u b., *Z. rugulifer* L u b., *Z. angustelimbatus* L u b., *Zonotriletes psilopterus* L u b. и других с более молодыми формами *Leiotriletes chetensis* K.-M., *Spinossella limbata* K.-M., *Sp. rectispina* L u b. var. *arctica* K.-M., *Dictiotriletes retiformis* N a u m., *Brachytriletes* N a u m.

Перечисленные споры, как указывает Е. М. Андреева, встречаются в разных образцах и в различных комбинациях. В одних наблюдается преобладание кордаитовых форм, в других преобладающими формами являются шиловатые и бугорчатые споры папоротниковых.

Относительно возраста отложений, содержащих изученный спорово-пыльцевой комплекс, Е. М. Андреева говорит следующее: «Что же касается определения возраста, то в разрешении этого вопроса следует проявить крайнюю осторожность. Во-первых, потому, что не имеем спорово-стратиграфического эталона для данного района и, во-вторых,

потому, что данный спорово-пыльцевой состав имеет свои специфические отличия, которых мы ни в одном разновозрастном бассейне не находим.

Следует высказать только некоторые предположения о возрасте данных отложений, базируясь в основном на материале имеющегося стратиграфического разреза. Несмотря на наличие разнообразных споровых комплексов, все исследованные образцы, за исключением образца 2566, по-видимому, относятся к верхнепермским отложениям. Образец 2566, по-видимому, следует отнести к верхней части нижнепермских отложений.

Однако еще раз следует заметить, что этот вывод относительно определения возраста следует считать сугубо ориентировочным».

Также осторожно решает вопрос о возрасте угленосной толщи А. Ф. Дибнер, производившая спорово-пыльцевой анализ образцов, собранных М. К. Калинин и И. С. Грамбергом. Излагая результаты спорово-пыльцевого анализа, А. Ф. Дибнер приводит несколько более бедный список форм спор и пыльцы, чем Е. М. Андреева.

Она указывает, что в исследованных образцах споры количественно преобладают над пыльцой и представлены главным образом различными видами шиповатых и бугорчатых спор паноротникообразных типа *Azonotrilletes rectispinus* L u b., *Az. tenuispinosus* W a l t z., *Az. parvispinus* L u b., *Az. parviverrucosus* W a l t z.

В меньшем количестве встречаются гладкие, точечные, округлые и треугольные споры *Azonotrilletes microrugosus* L u b., *Az. nigritellus* L u b., *Az. nigrotuberculatus* L u b. и др.

Крайне редки споры с оторочкой вокруг тела, из которых встречены лишь единичные экземпляры *Zonotrilletes psilopterus* L u b.

Пыльца представлена кольцевыми формами типа кордаитовых: *Zonalestes rotatus* L u b., *Z. rugulifer* L u b.

В заключение А. Ф. Дибнер делает следующий вывод: «Из имеющихся в нашем распоряжении данных следует, что основная масса образцов, в которых были встречены споры и пыльца, характеризует осадки пермского возраста. Можно предполагать, сопоставляя с близкими районами, что это низы верхней перми».

Таким образом, выводы А. Ф. Дибнер и Е. М. Андреевой относительно возраста угленосной свиты полностью совпадают. Однако Г. А. Ермолаев, незнакомый с результатами определений А. Ф. Дибнер, в своем отчете за 1950 г. выражает сомнение по поводу верхнепермского возраста угленосной части разреза континентальной толщи. Он считает, что более правильно рассматривать возраст угленосной свиты как $P_2 + T$ (см. рис. 4). Подтверждение своим соображениям он видит в данных Э. Н. Кара-Мурза, которая, просматривая препараты спор и пыльцы из верхов угленосной свиты, указала на присутствие в некоторых образцах молодых форм. Для отложений, содержащих эти формы, Э. Н. Кара-Мурза считает возможным допустить нижнетриасовый возраст.

Нам кажется, что сомнения Г. А. Ермолаева не имеют достаточных оснований. Во-первых, несмотря на предварительный характер выводов Е. М. Андреевой и А. Ф. Дибнер, в совокупности с определениями фауны они дают довольно убедительные доказательства в пользу верхнепермского возраста угленосной свиты.

Во-вторых, присутствие более молодых форм спор и пыльцы в верхах разреза угленосной свиты вполне естественно и может характеризовать не только низы триаса, но также и самые верхи перми, что, впрочем, отмечает и Э. Н. Кара-Мурза.

Согласно имеющимся данным, область вертикального распространения верхнепермского спорово-пыльцевого комплекса в бассейне р. Анабара ограничивается в низах разреза линзообразными прослоями конгломератов и в верхах — отложениями саскылахской (туфо-лавовой) свиты, не содержащей органических остатков.

Таким образом, сопоставление палеонтологических данных показало, что песчаниковая свита может быть уверенно отнесена к нижнему отделу перми, а угленосная — к верхнему. Неясным оставалось положение границ между верхним и нижним отделами перми.

В. Я. Кабаньков, не расчленив пермские отложения в своей сводной стратиграфической колонке, ограничился указанием на присутствие в разрезе по р. Удже верхнего и нижнего отделов пермской системы (см. рис. 4).

Г. А. Ермолаев условно провел границу между отделами по нижнему пласту угля, никак не мотивируя такое положение границы.

Автору представляется наиболее правильным проводить границу между верхней и нижней пермью по линзообразным прослоям конгломератов, лежащим в основании угленосной свиты, точнее — по их нижнему прослою. С одной стороны за это говорят данные спорово-пыльцевого анализа, так как ниже упомянутого прослоя в отложениях преобладает нижнепермский спорово-пыльцевой комплекс, а выше — верхнепермский. С другой стороны такое положение границы находит свое оправдание в приуроченности конгломератов к литологической границе между песчаниковой и угленосной частями разреза континентальной толщи. Наконец, присутствие конгломератов на границе нижней и верхней перми можно рассматривать как отзвук одной из фаз варисской складчатости, проявившейся за пределами платформы.

Остановимся кратко на возрасте туфогенных отложений. Большинство исследователей, работавших в бассейне р. Анабара, либо вообще не уделяли внимания этим отложениям, либо упоминали о них вскользь, считая, что в районе упомянутой реки они залегают исключительно в грабенах. В последнем случае возраст туфогенных пород рассматривался как триасовый или пермотриасовый.

По данным М. К. Калинин и И. С. Грамберга, севернее устья р. Доруохи (левый приток р. Анабара) имеется нормальный стратиграфический контакт между туфогенными отложениями и нижележащими отложениями угленосной свиты. Туфогенные отложения здесь представлены прослоями туфового материала, чередующимися с прослоями песков, алевроитов и глин.

Для удобства параллелизации Анабарского разреза с более изученными разрезами пермских отложений Нордвикского района горизонты, содержащие туфогенный материал, выделены автором в туфовую свиту, причем граница свиты с подстилающими отложениями условно проведена по первому прослою туфового материала. Из прослоев глин, содержащихся внутри туфовой свиты, были взяты образцы на спорово-пыльцевой анализ. Результаты анализа показали, что возраст туфовой свиты можно рассматривать как верхнепермский, ибо его спорово-пыльцевой комплекс полностью аналогичен спорово-пыльцевому комплексу угленосной свиты. Последнее становится совершенно понятным, если учесть, что граница между угленосной и туфовой свитами проведена совершенно условно.

Никаких сведений о распространении аналогов саскылахской (туфо-лавовой) свиты в бассейне р. Анабара у предыдущих исследователей

района мы не находим. Это объясняется тем, что на большей части территории Анабарского района отложения туфо-лавовой свиты либо уничтожены более поздними эрозионными процессами, либо вообще отсутствовали.

Отложения туфо-лавовой свиты были встречены автором в пос. Саскылах, где они сохранились от размыва в ядре синклинальной складки.

Возраст этой свиты точно определить нельзя из-за отсутствия палеонтологических остатков. Можно лишь говорить о возрастных пределах, которые обусловлены, с одной стороны, верхнепермским возрастом ниже лежащей туфовой свиты, и, с другой стороны, отложениями верхнего триаса, покоящимися на размытой поверхности саскылахской свиты.

Отложения верхнего триаса в бассейне р. Анабара представлены пестроцветными глинами, содержащими споры и пыльцу. Анализ спорово-пыльцевого комплекса пестроцветных глин, проведенный А. Ф. Дибнер, показал, что основной фон его создан представителями классов *Cuscutaceae*, *Ginkgoaceae*, *Bennettitae* и *Coniferae*.

Среди представителей класса *Coniferae* встречена пыльца этого типа с воздушными мешками вокруг тела или с зачаточными воздушными мешками. Как наиболее характерные А. Ф. Дибнер называет следующие виды: *Zonotriletes microdiscus* К.-М., *Azonomonoletes asperatus* К.-М., *Zonotriletes conformis* N a u m., *Aletes* N a u m., *Leiotriletes* N a u m. и ряд спор из семейства *Polypodiaceae*. Возраст отложений, содержащих перечисленные формы, А. Ф. Дибнер рассматривает как верхнетриасовый.

К такому же выводу приходит Е. М. Андреева относительно возраста угленосной пачки в самых верхах разреза терригенной толщи по р. Удже (материалы В. Я. Кабанькова). Здесь встречен точно такой же спорово-пыльцевой комплекс, как и в верхнем триасе на р. Анабаре.

Остается лишь сделать вывод, что отложения верхнего триаса перекрывают различные горизонты пермских отложений в бассейне р. Анабара, и поэтому в одних случаях контактируют с туфо-лавовой свитой, в других — с угленосной. С этих позиций возраст саскылахской (туфо-лавовой) свиты можно определить как $P_2 + T_{1+2}$.

Приведенными выше данными при рассмотрении стратиграфии пермских отложений Анабарского района можно было бы и ограничиться, если бы в 1951 г. не появился отчет геологов С. С. Степашина и М. С. Шлейфера (1951) о результатах геологической съемки на территории Анабаро-Попигайского междуречья $62^{\circ}00'$ и $62^{\circ}40'$ с. ш.

В этом отчете, с точки зрения автора, в толковании стратиграфии пермских отложений имеется ряд ошибок, которые неизбежно влекут за собой и искаженные представления о геологическом строении всего района в целом.

На изученном участке упомянутые исследователи выделяют довольно широкое поле пермских отложений, считая, что большую часть этого поля составляют породы нижнего отдела пермской системы. К нижнепермским отложениям С. С. Степашин и М. С. Шлейфер относят две толщи: песчаную и угленосную, встреченные ими в южной части изученной площади. Нижнепермский возраст этих толщ устанавливается на основании сопоставления их разрезов с разрезами пермских отложений соседнего к северу Нордвик-Хатангского района. На основе проведенного сопоставления авторы отчета полагают, что все отложения, залегающие ниже пелелиподового горизонта (как это имеет место в Нордвикском районе), относятся

к нижней перми и, следовательно, должны быть параллелизованы с нижнекожевниковской (подъяльинской) свитой Нордвикского района, а выше лежащие — с верхнекожевниковской и мисайлапской свитами того же района. В параллелизованных частях разрезов С. С. Степашин и М. С. Шлейфер усматривают несомненное литологическое сходство.

Не останавливаясь на вопросе о том, можно ли считать пелециподовый горизонт границей нижней и верхней перми и принимая Нордвикскую стратиграфическую схему, нельзя все же не выразить полнейшего недоумения по поводу самого проведенного сопоставления.

Как известно, нижнекожевниковская свита в Нордвикском районе сложена песчаниками, алевролитами и алевропелитами, не содержащими пластов угля, в то время как верхнекожевниковская свита состоит главным образом из алевролитов и алевропелитов с пропластками минерализованного угля в верхней части разреза.

Точно такая же картина наблюдается в районе Сындаско, где, согласно данным П. С. Воронова, нижнепермские отложения (нижнекожевниковская свита) вообще не имеют углей, в то время как верхнепермские содержат два пласта каменного угля; еще более четко эта разница в литологии прослеживается в бассейне р. Котуя (скв. 18), где ниже пелециподового горизонта располагается песчаниковая свита, не содержащая углей, а выше — угленосные отложения с пластами угля рабочей мощности.

Совсем иное наблюдается в разрезе по р. Анабару, если судить по материалам С. С. Степашина и М. С. Шлейфера. Здесь ниже пелециподового горизонта располагается песчано-глинистая угленосная часть разреза, а выше — отложения, не содержащие углей.

Таким образом, говорить о литологическом сходстве нижнепермских отложений, выделенных С. С. Степашиным и М. С. Шлейфером по р. Анабару, с отложениями нижнекожевниковской свиты Нордвик-Хатангского района, конечно, не приходится. Скорее наоборот, невольно возникает предположение: не следует ли сопоставить отложения, отнесенные С. С. Степашиным и М. С. Шлейфером к нижней перми, с верхнекожевниковской и мисайлапской свитами Нордвикского района, и что разрез, составленный указанными авторами, попросту перевернут (!?). Подтверждение такому предположению можно видеть и в наличии туфогенного материала в низах разреза пермских отложений, составленного С. С. Степашиным и М. С. Шлейфером, в то время как общеизвестно, что туфогенный материал появляется в данной части Сибирской платформы лишь в самых верхах разреза верхней перми, выделяемых в Нордвикском районе в мисайлапскую свиту.

Ссылку авторов отчета на нижнепермский возраст однотипных отложений, развитых к югу от рассматриваемой территории и исследованных в 1949 г. Л. П. Смирновым, нельзя считать убедительной. Л. П. Смирнов действительно обнаружил на Анабаре нижнепермскую флору, но породы, содержащие эту флору, отделены от района работ С. С. Степашина и М. С. Шлейфера широким полем верхнепермских отложений.

Какова же истинная картина стратиграфии пермских отложений района? Нам кажется, что ее достаточно ясно можно представить на основании предлагаемых упомянутыми исследователями геологической карты и разреза, если только отказаться от представления о строго моноклинальном падении пермских отложений на северо-восток.

Исследования, проведенные М. К. Калинин и И. С. Грамбергом в 1949—1950 гг., показали, что в районе пос. Саскылах (южнее рассма-

триваемой территории) пермские отложения образуют пологую синклинальную складку, в ядре которой обнажаются наиболее высокие горизонты пермских отложений — туфо-лавовая свита.

Поэтому вполне естественно ожидать встретить к северу от намеченной синклинальной складки сопряженную с ней антиклиналь, которая действительно и наблюдается на геологической карте, прилагаемой к отчету С. С. Степашина и М. С. Шлейфера. В ядре этой складки обнажаются отложения угленосной свиты и самые низы песчаниковой (т. е. нижнепермской), а в крыльях — песчаники и глины, содержащие в верхах разреза туфовый материал. Положение осевой части складки подчеркивается на геологической карте замерами элементов залегания. Существенно также указание авторов отчета на высокое содержание анатаза в тяжелой фракции образца 2008, что, как известно по материалам Нордвикского района, также указывает на нижнепермский возраст. Обнажение, из которого взят этот образец, как видно на прилагаемой к отчету карте обнажений, расположено близ осевой части складки.

Крылья этой антиклинальной складки (смотри геологический разрез) сложены песчано-глинистыми отложениями, с прослоями туфового материала. Последние, очевидно, и являются аналогами туфовой свиты, выделенной автором на р. Анабаре, или мисайлапской свиты Нордвикского района.

Изложенные выше соображения исключают возможность сопоставления разреза пермских отложений в бассейне р. Анабара, составленного С. С. Степашиным и М. С. Шлейфером, с разрезами пермских отложений, составленными другими исследователями Анабарского района.

Таким образом, в итоге анализа материалов по стратиграфии пермских отложений Анабарского района мы можем сделать следующие основные выводы:

1. Представления ряда исследователей (Г. Э. Фришенфельд, С. И. Киселев) о мезозойском возрасте большей части разреза континентальной толщи в бассейне р. Анабара, известной ранее под названием тунгусской серии, в настоящее время следует рассматривать как устаревшие.

2. Корни ошибочных представлений следует искать в неразработанности методики спорово-пыльцевого анализа, в отсутствии спорово-пыльцевого стратиграфического эталона для районов крайнего Севера и, наконец, в своеобразии спорово-пыльцевого комплекса в пермских и, особенно, верхнепермских отложениях Анабарского района.

3. Можно считать твердо установленным, что в разрезе континентальной толщи в бассейне р. Анабара присутствуют отложения нижней и верхней перми и что они составляют большую часть разреза.

Имеются убедительные данные, подтверждающие существование верхнего триаса, в то же время под сомнением остается присутствие в разрезе отложений нижнего и среднего триаса.

4. К нижнепермским отложениям должна быть отнесена песчаниковая свита, нижнепермский возраст которой доказывается определениями флоры и данными спорово-пыльцевого анализа.

5. Отложения угленосной и туфовой свит имеют верхнепермский возраст. За это говорят данные спорово-пыльцевого анализа и результаты определения фауны пелеципод.

6. Границу между ниже- и верхнепермскими отложениями следует проводить по линзообразным прослоям конгломератов, лежащим в основа-

нии угленосной свиты. Такое положение границы диктуется как результатами спорово-пыльцевого анализа, так и данными литологии.

7. Отложения туфовой свиты являются непосредственным продолжением разреза угленосной свиты. С целью удобства параллелизации с разновозрастными отложениями Нордвикского района граница между упомянутыми свитами проводится по первому прослою туфового материала.

8. Саскылахская (туфо-лавовая) свита распространена лишь в пределах синклинальных прогибов, что, с одной стороны, указывает на участие ее в общей складчатой структуре пермских отложений, а с другой, — на приуроченность к верхней части рассматриваемого разреза. Возраст саскылахской (туфо-лавовой) свиты не может быть определен однозначно без наличия дополнительных материалов. Возрастные пределы этой свиты ограничиваются, с одной стороны, нижележащими отложениями верхней перми, с другой, — вышележащими отложениями верхнего триаса. Таким образом, возраст саскылахской свиты в настоящее время можно рассматривать как $P_3 + T_{1+2}$.

9. Отложения верхнего триаса, представленные пестроцветными глинами, ложатся на размытую поверхность различных горизонтов нижележащих пермотриасовых отложений. Это указывает на наличие перерыва в осадконакоплении либо на границе перми и триаса, либо внутри триаса.

Верхнетриасовый возраст пестроцветных глин установлен результатами спорово-пыльцевого анализа.

Глава VI

СОПОСТАВЛЕНИЕ РАЗРЕЗОВ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРСКОГО РАЙОНА И ЗАПАДНОГО ПОДНЯТИЯ СТРУКТУРЫ «ЮЖНЫЙ ТИГЯН»

Весьма существенные изменения претерпевает разрез пермских отложений к северу от Сибирской платформы — в Нордвикском районе, где пермские отложения вскрыты на значительной глубине буровыми скважинами (рис. 5).

Согласно данным М. К. Калинин (1952), схема стратиграфии пермских отложений Нордвикского района в настоящее время такова.

В основании разреза пермских отложений, непосредственно на карбонатных породах карбона, залегает тустахская свита (названная так по сопке Тус-Тах), сложенная песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Нижние 100—200 м этой свиты, возможно, относятся к карбону, но веских доказательств для этого нет, и тустахская свита рассматривается нордвикскими геологами как единое целое. По флоре, а также по микрофауне и спорово-пыльцевому комплексу свита должна быть отнесена к нижней перми, возможно, к артинекому ярусу.

Мощность тустахской свиты 900 м.

Тустахская свита вверх по разрезу сменяется отложениями нижнекожевниковской (по старой терминологии — подыльинской) свиты,

представленными чередованием темно-серых алевропелитов, светло-серых алевролитов и буровато-серых песчаников. Содержащиеся в отложениях нижнекожевниковской свиты органические остатки (микрофауна, споры и пыльца) позволяют отнести ее к нижней перми. По-видимому, большая часть этой свиты соответствует кунгурскому ярусу и лишь нижние 100 м, возможно, относятся к артинскому ярусу. По микрофауне в нижнекожевниковской свите выделены два горизонта (гладких фрондикулярий и песчаных фораминифер), которые довольно хорошо прослеживаются по всей территории Нордвикского района. Нижней границей нижнекожевниковской свиты является IX песчаный горизонт (по разбивке М. К. Калининко). Мощность свиты 500 м.

Вышележащая часть разреза пермских отложений отнесена по возрасту к верхней перми.

Верхнепермские отложения в Нордвикском районе расчленяются на три свиты: верхнекожевниковскую (по старой терминологии ильинскую), мисайлапскую и туфо-лавовую.

Низы верхнекожевниковской свиты сложены главным образом алевролитами и аргиллитами, которые к верхам разреза обогащаются значительным количеством прослоев песчаника.

По микрофауне среди отложений верхнекожевниковской свиты выделены три горизонта: разнообразных фораминифер, мелких и крупных саккамин. Границу между нижне- и верхнекожевниковской свитами проводят по подошве горизонта разнообразных фораминифер.

Совокупность органических остатков, встреченных в отложениях верхнекожевниковской свиты, позволяет параллелизовать ее с казанским ярусом Русской платформы. Мощность свиты — 450 м.

Мисайлапская свита является непосредственным продолжением верхнекожевниковской свиты и отличается от нее присутствием туфогенного материала.

В отложениях мисайлапской свиты в изобилии встречаются мелкие эстерии и пелециподы, которые дают основание для отнесения этой свиты к татарскому ярусу верхней перми. Мощность мисайлапской свиты из-за размыва колеблется от 50 до 100 м.

Разрез пермских отложений в Нордвикском районе венчает туфо-лавовая свита, состоящая из ~~из~~ **зеленокаменных** мандельштейнов и мелко-зернистых темно-серых диабазов.

Мощность свиты вследствие размыва колеблется от 0 до 150 м.

Изложенная выше схема стратиграфии пермских отложений в общих чертах выдерживается и на платформе, однако отдельные стратиграфические единицы в некоторых разрезах выпадают (устье р. Пура), а мощности их значительно сокращаются. Так, по сравнению с Нордвикским районом, в бассейне р. Анабара мощность нижней перми уменьшается с 1400 м до 250 м, а мощность верхней перми с 550 м до 420 м.

Не менее существенные изменения претерпевает и сам характер разреза пермских отложений. Последнее нетрудно заметить из приводимого ниже описания вскрытой части разреза пермских отложений Западного поднятия структуры «Южный Тигян».

Несколько слов о том, почему именно южно-тигянский разрез выбран нами для целей сопоставления. Дело в том, что в пределах северо-восточного края Сибирской платформы пермские отложения (за исключением бассейна р. Пура) не несут признаков нефтеносности, в то время как в Нордвикском районе нефтепроявления в пермских отложениях повсе-

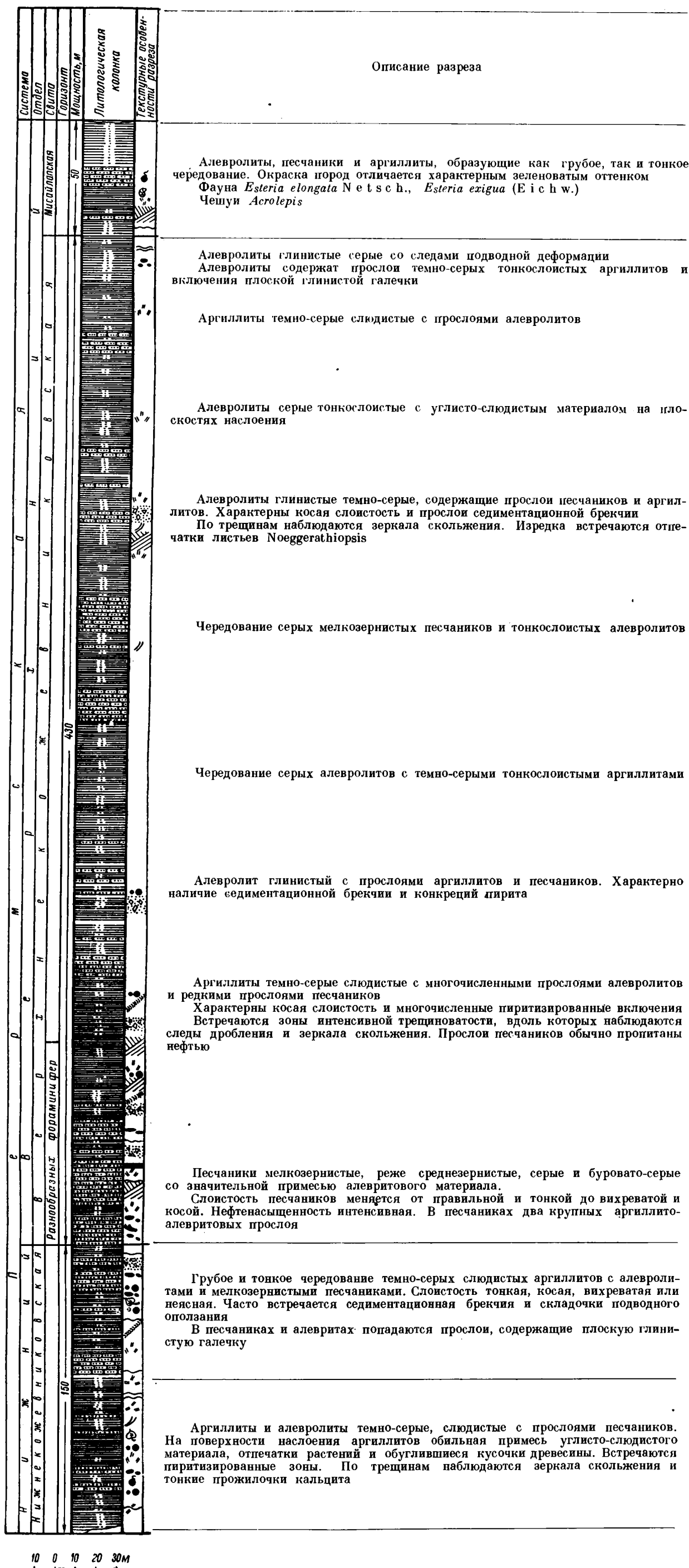


Рис. 5. Сводный литолого-стратиграфический разрез пермских отложений Западного поднятия структуры Южный Тиган. Составил И. С. Грамберг (по материалам глубокого бурения скв. Р-103, Р-104, Р-105, собранным М. К. Калинко и П. Д. Сиденко). Масштаб 1 : 1000, 1952 г.

местны. Для выяснения причин такого распределения нефтепроявлений особенно важно изучение литологии пермских отложений и сопоставление разрезов нефтеносных и лишенных признаков нефти площадей. Естественно, что для сопоставления среди нефтеносных площадей следует выбрать участки с наиболее типичной литологией и наиболее интенсивными нефтепроявлениями. В Нордвикском районе таким участком является Западное поднятие структуры «Южный Тигян», где в скважине Р-102 были получены промышленные притоки нефти.

Приводимое ниже описание разреза пермских отложений Западного поднятия структуры «Южный Тигян» основывается на обработке автором кернового материала, собранного М. К. Калинин по трем глубоким скважинам: Р-103, Р-104 и Р-105.

В разделе, посвященном геологическому строению северо-восточного края Сибирской платформы, была дана краткая характеристика геологического строения структуры «Южный Тигян». Остается лишь остановиться на расположении скважин в пределах структуры.

Скважина 103 приурочена к юго-западному крылу Западного поднятия южно-тигянской структуры и отделена от центральной части структуры сбросом, затухающим на глубину. Скважины Р-104 и Р-105 расположены на одной линии — на расстоянии 3 км друг от друга. Обе скважины находятся в пределах центральной части западного поднятия, которая, согласно данным М. К. Калинин, расположена в грабене.

Все три скважины вскрыли разрез верхнепермских отложений и лишь самые верхи разреза нижней перми.

В настоящее время скважина Р-103 пробурена на значительно большую глубину, чем та, которая приводится в настоящей работе. Но кернового материала по вновь пробуренным интервалам в распоряжении автора нет, в связи с чем приходится ограничиться приводимыми ниже данными.

ОПИСАНИЕ СВОДНОГО РАЗРЕЗА ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОГО ПОДНЯТИЯ СТРУКТУРЫ «ЮЖНЫЙ ТИГЯН»

Нижняя пермь

Нижнекожевниковская (подольинская) свита

Разрез вскрытой части нижнекожевниковской свиты начинается с пачки, сложенной преимущественно аргиллитами, но содержащей в своем составе также пропластки песчаников. Аргиллиты темно-серые, сильно слюдистые, тонкослоистые, на отдельных участках сильно трещиноватые. По трещинам наблюдаются довольно четко выраженные зеркала скольжения и тонкие прожилки кальцита. Часто аргиллиты содержат многочисленные прослоечки, неправильной формы пятна и линзочки алевроитового материала. На поверхности наложения аргиллитов наблюдаются значительная примесь углисто-слюдистого материала, отпечатки растений и изредка мелкие обуглившиеся кусочки древесины. Встречаются также отдельные пиритизированные зоны.

Прослой песчаников в пачке аргиллитов имеют различную мощность, колеблясь от долей сантиметра до 4—5 м. Песчаники сильно алевроитистые и мелкозернистые, изредка содержат глинистую галечку диаметром до 2 см. Цвет песчаников обычно серый и бурый, причем последний связан с присутствием в породе окислов железа.

Прослой песчаника весьма интенсивно насыщены нефтью. Мощность пачки аргиллитов достигает 60—70 м.

Далее (т. е. выше по разрезу) следует алевролит-песчаная пачка мощностью около 10 м, сложенная преимущественно серыми мелкозернистыми тонковолнистослоистыми песчаниками, содержащими на плоскостях наложения углисто-слюдистый материал. Алевролиты имеют подчиненное значение и встречаются в виде прослоев среди песчаника. Мощность прослоев алевролита колеблется от 0,1 до 0,5 м. Песчаники довольно интенсивно пропитаны нефтью.

После алевролит-песчаной пачки в разрезе наблюдается пачка темно-серых аргиллитов, содержащих многочисленные тонкие (до 0,02 м) прослой алевролитов.

Аргиллиты характеризуются неясной тонкой слоистостью, наличием складочек подводного оползания, конкрециями пирита. В ряде случаев можно наблюдать метаморфозу пирита по растительным остаткам. Прослой алевролитов имеют косое вихреватое наложение и на одном из участков текстуру, напоминающую фунтиковую.

Песчаные прослой более редки, но обладают большей мощностью (до 0,75 м) и обычно слабо пропитаны нефтью. Для песчаников характерны тонкая и волнистая слоистость и значительное содержание алевроитовых частиц. Мощность пачки аргиллитов — 30 м.

Общая мощность вскрытой части разреза нижнекожевниковской свиты — 150 м.

Верхняя пермь

Верхнекожевниковская (ильинская) свита

Разрез верхнекожевниковской свиты начинается с горизонта песчаников, который среди геологов, работающих в Нордвикском районе, известен под названием «первого подыльинского горизонта».

На прилагаемом сводном разрезе можно заметить, что «первый подыльинский горизонт» состоит из трех прослоев песчаника, которые довольно четко прослеживаются в скважине Р-104 и значительно хуже в скважинах Р-103 и Р-105.

Прослой песчаника отделены друг от друга чередованием аргиллитов и алевролитов.

Мощность прослоев песчаника колеблется от 10 до 30 м. Песчаники в скважине Р-104 имеют буровато-серую окраску, мелкозернистую структуру и значительную примесь алевроитового материала. Характерной особенностью песчаников является крайняя изменчивость их текстурных особенностей. Так, в нижней части горизонта песчаники представляют собой седиментационную брекчию с диаметром обломков до 0,03 м, затем они сменяются песчаниками с неправильной вихреватой слоистостью; а те, в свою очередь, переходят в плотные неслоистые песчаники, содержащие мелкую плоскую глинистую галечку. Еще выше по разрезу песчаники становятся тонко- и волнистослоистыми с присыпкой углисто-слюдистого материала на поверхности наложения.

Постепенно по направлению к кровле слоистость делается все более тонкой и на отдельных участках приобретает листоватый характер. Подобного рода смена текстурных особенностей происходит на протяжении каких-либо 5—6 м. Весьма показательно, что характер нефтенасыщения меняется по разрезу в зависимости от текстурных особенностей пород.

Так, в брекчиевидной части оно пятнистое, неправильное, в однородной — сплошное, в тонкослоистой — полосчатое. В целом же наблюдается некоторое увеличение нефтенасыщения вверх по разрезу. Наибольшая интенсивность нефтенасыщения наблюдается в скважине Р-105 на интервале 1639,0—1645,0 м.

Аргиллиты, встречающиеся главным образом в верхней части горизонта, содержат тонкие косые прослой и линзы алевролитов. На отдельных участках аргиллиты обладают косою слоистостью и несут неясные знаки подводных оползней. Растительные отпечатки встречаются очень редко. Цвет аргиллитов имеет темно-серый; на плоскостях наложения они обычно содержат примесь слюдяного материала. Встречаются обломки обуглившейся древесины.

Алевролиты обладают микрополосчатой или массивной текстурой. В их окраске преобладают серые тона, иногда с буроватым оттенком. Весьма часто алевролиты перебиты трещинами, выполненными кальцитом. В ряде случаев удавалось наблюдать постепенный переход алевролитов в аргиллиты.

Песчаный горизонт заканчивается прослоем песчаника брекчиевидной текстуры. Последняя связана с наличием неправильной формы включений глинистого материала. Общая мощность песчаного горизонта 60—70 м.

Описание вышележащей части разреза верхнекожевниковской свиты приводится по керну из скважин Р-104 и Р-105. По скважине Р-103 в нашем распоряжении был лишь весьма ограниченный материал, не выходящий за пределы подыльинского горизонта.

Над прослоем песчаника с брекчиевидной текстурой залегает пачка, сложенная глинистыми породами — аргиллитами и, в меньшей степени, алевролитами.

Аргиллиты пользуются наибольшим распространением в скважине Р-105, где они имеют темно-серую окраску и на отдельных участках содержат неправильные пятна и прослоечки алевролитового материала. Главным образом к прослоям аргиллитов приурочены конкреционные стяжения пирита.

Характерной особенностью этой части разреза являются широко развитая косая слоистость с падением косых прослоев под углом до 60° и обилие пиритизированных включений.

Примерно в средней части пачки проходит зона интенсивной трещиноватости мощностью до одного метра. На этом участке породы разбиты трещинами почти вертикального направления, вдоль которых наблюдаются следы скольжения и дробления. В самой верхней части пачки количество алевролитовых прослоев значительно увеличивается, характер наложения становится неправильным, вихреватым.

Мощность пачки аргиллитов и алевролитов 70 м.

Вышележащая часть разреза на протяжении 30 м в связи с отсутствием керна может быть охарактеризована лишь на основании данных каротажных диаграмм. Анализ последних показывает, что нижняя часть рассматриваемого интервала на протяжении 10 м сложена песчаниками, которые в верхней части интервала сменяются алевролитами, содержащими маломощные песчаные прослой.

Выше в разрезе следует пачка 10-метровой мощности, имеющая в основании прослой темно-серого аргиллита. Последний характеризуется почти полным отсутствием слоистости и значительным содержанием конкреционных стяжений пирита. Остальные 9 м пачки сложены темно-серым глини-

стым алевролитом, содержащим тонкие и неправильные прослоечки песчаного материала.

На отдельных участках алевролит имеет брекчиевидную текстуру и темно-коричневые выпоты нефти.

Вышележащая часть разреза верхнекожевниковской свиты на протяжении 160 м, если судить по отрывочным наблюдениям над образцами керна и данным каротажных диаграмм, представлена чередованием темно-серых аргиллитов, серых тонкослоистых алевролитов и мелкозернистых известковистых песчаников. Перечисленные породы образуют как однородные по составу пласты, так и участки, где наблюдается их тесная перемежаемость.

Следует отметить широко развитую трещиноватость и следы скольжения по ней. Спорадически встречаются отпечатки растений, конкреции пирита и косая слоистость под углом в 20°. В ряде случаев можно наблюдать примазки нефти по трещинам.

После упомянутых выше значительных пропусков в выносе керна на протяжении 30 м прослеживается пачка, представленная в скважине Р-105 темно-серыми алевролитами. В нижней части пачки на протяжении 3,7 м алевролиты несут следы интенсивного дробления. В изобилии встречаются зеркала скольжения и трещинки, по которым наблюдается небольшая примазка углисто-слюдистого материала. На отдельных участках заметны складочки, являющиеся результатом подводных оползней.

К верхней половине рассматриваемой алевроитовой пачки приурочен пласт седиментационной брекчии. Последний состоит из неправильных обломков темно-серого алевролита и микрослоистого темно-серого аргиллита.

Обломки угловатой формы, и контакт между ними резкий и отчетливый. Вдоль плоскостей соприкосновения обломков наблюдаются следы скольжения. Мощность брекчии около 3 м. На плоскостях наложения глинистых прослоев изредка встречаются отпечатки листьев.

Эта же часть разреза в скважине Р-104 представлена грубым чередованием аргиллитов, алевролитов и песчаников, мощность отдельных прослоев которых достигает 3—4 м.

Аргиллиты темно-серые, нередко трещиноватые, со следами скольжения по трещинам, часто образуют тонкое, почти ленточное чередование с алевролитами. На отдельных участках встречается косая слоистость под углом в 20°.

Алевролиты серые тонкослоистые, иногда косослоистые и листоватые, реже трещиноватые, со следами скольжения по трещинам.

Песчаники характеризуются светло-серой или серой окраской и мелкозернистой структурой. Так же как и алевролиты, они трещиноваты.

Вышележащая часть разреза, судя по каротажным диаграммам и отрывочным наблюдениям над образцами керна, сложена серыми тонкослоистыми алевролитами, чередующимися с темно-серыми слюдястыми аргиллитами. В нижней половине интервала преобладают алевролиты, в верхней — аргиллиты. Песчаники присутствуют в явно подчиненном количестве. Всего насчитывается пять пластов песчаника; из них три приурочены к низам рассматриваемого интервала, а два — к середине. Мощность песчаных пластов колеблется в пределах от 2 до 6 м.

После вышеупомянутых значительных пропусков в выносе керна в скважине Р-105 прослеживается пачка темно-серых глинистых алевролитов.

Алевролиты содержат прослои темно-серых тонкослоистых аргиллитов и включения плоской глинистой галечки. Мощность пачки алевролитов 15 м. Общая мощность разреза верхнекожевниковской свиты 430 м.

Мисайлапская свита

Отложения мисайлапской свиты могут быть охарактеризованы лишь по материалам бурения скважины Р-105, так как по скважинам Р-103 и Р-104 данных в нашем распоряжении нет.

В скважине Р-105 отложения мисайлапской свиты представлены пачкой как грубо-, так и тонкочередующихся алевролитов, аргиллитов и песчаников, имеющих характерную зеленоватую окраску, обусловленную примесью туфогенного материала.

Алевролиты в нижней части разреза пачки содержат углистую и глинистую галечку. На отдельных участках они несут следы подводной деформации. Слоистость неправильная, косая, перекрещивающаяся. На поверхностях наслоения часто можно наблюдать углисто-слюдистый материал. Почти всюду в свежем изломе порода имеет запах сырой нефти. Встречаются куски обугленной древесины. Мощность отдельных прослоев алевролита достигает 4—5 м.

Аргиллиты имеют темно-серую окраску и обычно содержат тонкие линзочки и прослоечки алевритового или песчаного материала, придающие породе характерный зеленоватый оттенок. Песчаные прослои в большинстве случаев пропитаны нефтью. Изредка встречаются линзообразные прослоечки коричневатого-серого пелитоморфного доломита.

В аргиллитах встречена прекрасной сохранности фауна, представленная *Estheria elongata* Netsch. и *E. exigua* (Schw.). Здесь же обнаружены чешуи *Acrolepis*. Мощность прослоев аргиллита достигает 2—3 м.

Верхняя часть разреза пачки сложена серым со слабо-зеленоватым оттенком тонко- и волнистослоистым песчаником.

Песчаник содержит частые, но тонкие волнистые и линзовидные прослоечки зеленоватого-серого аргиллита. На поверхностях наслоения можно наблюдать примесь углисто-слюдистого материала.

Иногда встречаются отдельные прослоечки и пятна темно-коричневого липкого битума.

Общая мощность рассмотренной части разреза мисайлапской свиты 50 м.

Вообще же мощность мисайлапской свиты, как это следует из отчета М. К. Калинин (1952), в пределах Западного поднятия достигает 100 м.

Эффузивно-туфовая свита

Эффузивно-туфовая свита не может быть охарактеризована нами из-за отсутствия необходимых материалов по этой части разреза.

Из упомянутого отчета М. К. Калинин следует, что в пределах Западного поднятия южно-тигянской брахиантиклинальной складки эффузивно-туфовая свита сложена мелкозернистыми диабазами, миндалекаменными мандельштейнами и туфами. Состав пород, составляющих эффузивно-туфовую свиту, меняется от одной скважины к другой. Столь же значительным колебаниям (от 40 до 100 м) подвержена и мощность эффузивно-туфовой свиты, что может быть связано как с изменением условия ее образования, так и с последующим размывом.

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО СТРАТИГРАФИИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОГО ПОДНЯТИЯ СТРУКТУРЫ «ЮЖНЫЙ ТИГАН»

В нашем распоряжении имеются весьма скудные данные по стратиграфической характеристике приведенного выше разреза. Разумеется, что этих данных было бы совершенно недостаточно даже для приблизительной разбивки пермских отложений Западного поднятия на отделы, если бы не возможность сопоставления их с более стратиграфически разработанными разрезами на соседних структурах. Существенную помощь в вопросах стратиграфии оказывает и литологический состав пермских отложений, который, несмотря на необыкновенную пестроту, все же позволяет выделить хотя и крупные, но сравнительно однотипные части разреза.

В приведенном разрезе нижнекожевниковская свита выделяется главным образом на основании литологического сопоставления отложений этой свиты с разрезами одновозрастных отложений Нордвика и Ильи.

Микрофауна из отложений нижнекожевниковской свиты изучалась Н. М. Кочетковой во всех трех скважинах. Несколько подробнее, чем остальные, был изучен разрез скважины Р-103. В целом микрофауна отличается чрезвычайной бедностью и плохой сохранностью.

Н. М. Кочеткова считает, что микрофауна, встреченная ею в скважине Р-103 на интервале 1935—2020 м (в нашем разрезе этого интервала нет), характерна для горизонта песчаных фораминифер, последний же, как это следует из работ А. А. Герке [12], принадлежит либо к верхам артинского яруса, либо к самым низам кунгурского яруса нижней перми.

Горизонт гладких фрондикулярий выражен нечетко. Возможно, как указывает Н. М. Кочеткова, что к горизонту гладких фрондикулярий могут быть отнесены отложения, содержащие обломки известковистых фораминифер на глубине 1656 м (скважина Р-103).

В пределах верхнекожевниковской свиты в скважине Р-103 Н. М. Кочеткова выделила два микрофаунистических горизонта: горизонт разнообразных фораминифер и горизонт мелких саккамин. Первый встречен в интервале глубин 1575—1596 м, второй — в интервале 1275—1279 м. Оба горизонта характерны для верхнепермских отложений Нордвикского района. Несколько более точно можно сказать относительно возраста горизонта разнообразных фораминифер, который, как указывает А. А. Герке, может быть параллелизован с отложениями казанского яруса верхней перми. Микрофауна горизонта мелких саккамин не находит себе аналогов в разрезах других областей и поэтому не может быть использована для уточнения возраста включающих ее отложений.

В отложениях мисайлапской свиты была встречена многочисленная фауна *Estheria*, остатки рыб и антракозид. Е. М. Люткевич среди фауны, встреченной в скважине Р-105, определил два вида: *Estheria elongata* Netsch. и *E. exigua* (Eichw.). Он считает, что присутствие среди фауны *Estheria* такого вида, как *E. elongata*, позволяет с уверенностью отнести содержащие эту фауну отложения к татарскому ярусу верхней перми. Из этих же образцов А. В. Хабаков определил фауну рыб, представленную чешуями *Acrolepis* из группы *Sedgwicki* M'Coy и ближе, неопределимой покровной чешуей (жучкой) со спинного хребта ганоидной рыбы. Фауна *Acrolepis*, по мнению А. В. Хабакова, указывает на пермский возраст включающих ее отложений.

Таковы те, весьма ограниченные, палеонтологические данные, которые имелись в нашем распоряжении.

В заключение, прежде чем перейти к сопоставлению описанного разреза с разрезом пермских отложений Анабарского района, мы остановимся на положении границы между отложениями верхней и нижней перми. Как и любая граница между крупными стратиграфическими единицами, граница между верхней и нижней пермью имеет принципиальное значение для вопросов стратиграфии.

К сожалению, в настоящее время положение этой границы остается неясным не только для Нордвикского района, но и для Советского Союза в целом. И недаром за последние годы все чаще и чаще можно слышать голоса, ратующие за пересмотр ранее установленных границ.

Один из первых исследователей нордвикской перми Т. П. Кочетков в 1942 г. предложил провести границу между верхней и нижней пермью по подошве пелециподового горизонта. Последний получил свое название по содержащейся в нем многочисленной фауне пелеципод.

Среди пелеципод Т. П. Кочетков определил фауну *Leda* aff. *cazanensis* Verh., которая свойственна казанскому ярусу верхней перми. Граница, предложенная Т. П. Кочетковым, была принята геологами Нордвикской экспедиции, которые пользуются ею в настоящее время.

Однако уже в 1950 г. А. А. Герке в своей сводной работе, подводящей итоги многолетнего изучения пермской микрофауны Нордвикского района, высказал сомнение относительно правильности границы, установленной Т. П. Кочетковым. Правда, он не пишет об этом прямо, но его указание на значительное сходство микрофауны горизонта разнообразных фораминифер (верхняя пермь, по данным Т. П. Кочеткова) и горизонта гладких фрондикулярий (нижняя пермь, по данным Т. П. Кочеткова) является само по себе весьма показательным.

Значительно определеннее высказался по этому вопросу П. С. Воронов в своем исследовании, посвященном монографической обработке материалов глубокой скважины в районе Сындаско. Упомянутый автор, основываясь на проведенном им изучении фауны фораминифер и литологии глубокой скважины района Сындаско, не только подтвердил вывод А. А. Герке о близости микрофауны горизонта разнообразных фораминифер и горизонта гладких фрондикулярий, но и указал на необоснованность границы, предложенной Т. П. Кочетковым, с точки зрения цикличности осадконакопления.

П. С. Воронов писал... «Напомним, прежде всего, что здесь речь идет не только о границе между двумя ярусами, но и также о границе между более крупными подразделениями пермской системы — ее отделами. Поэтому мы вправе ожидать, что эта граница должна быть особенно четкой и ознаменована не только изменением в составе фауны, но и другими существенными признаками». [9]. К числу таких признаков П. С. Воронов в первую очередь относит режим колебательных движений, находящий свое отражение в литологических особенностях пермских отложений района Сындаско. С резким изменением режима колебательных движений на границе верхней и нижней перми П. С. Воронов связывает появление в основании разреза верхней перми более грубозернистых пород, содержащих в своем составе глинистую гальку, изменение физико-химических условий осадкообразования и, как следствие последнего, изменение облика микрофауны.

Естественно, с позиций П. С. Воронова, что граница, проводимая Т. П. Кочетковым на основании находок фауны и без учета литологических особенностей разреза, не выдерживает критики.

Основываясь на приведенных выше соображениях, П. С. Воронов делает вывод о том, что граница между нижним и верхним отделами перми должна проходить между горизонтом песчаных фораминифер и горизонтом гладких фрондикулярий.

Считая затронутый вопрос дискуссионным, упомянутый исследователь не стал полностью пересматривать прежнюю границу между верхним и нижним отделами перми в районе Сындаско, а ограничился исправлением тех существенных погрешностей, которые нельзя было оставить без внимания.

В результате П. С. Воронов провел границу между верхней и нижней пермью по подошве первого подыльинского горизонта, т. е. в основании нового ритма осадконакопления, а не в середине его, как это сделал для своего района Т. П. Кочетков.

С точки зрения автора, П. С. Воронов поступил совершенно правильно. Производить коренной пересмотр границ между отделами пермской системы без предварительного широкого обсуждения было бы преждевременным; исправить же границу, установленную Т. П. Кочетковым, необходимо, и с этих позиций те изменения, которые предлагает внести П. С. Воронов, заслуживают самого серьезного внимания. Разумеется, положение границы, предложенной П. С. Вороновым, требует уточнения, но это ни в коей мере не уменьшает ее основного достоинства — геологической обоснованности.

В последующих главах настоящей работы будет показано, насколько резко меняется характер осадконакопления на границе верхней и нижней перми в платформенных районах. В частности, устанавливается, что линзообразные прослои конгломерата, которые были прослежены в основании верхнепермских отложений Анабарского района, получают широкое развитие в пределах значительной территории: от р. Оленек на востоке, до р. Попигаия — на западе. Эти конгломераты, конечно, не случайны и знаменуют собой начало нового цикла в пермском осадконакоплении, который, судя по данным фауны и флоры, правильнее всего отнести по времени к верхней перми.

Вправе ли мы ожидать, что такая закономерность будет наблюдаться и в Нордвикском районе? Разумеется, вправе.

Материалы П. С. Воронова по району Сындаско подтверждают этот вывод. Не противоречат этому и материалы по Южному Тигяну. Так, в годовом отчете о деятельности Нордвикской нефтеразведочной экспедиции за 1951 г. М. К. Калинин приводит описание разреза первого подыльинского горизонта по трем скважинам восточного поднятия структуры «Южный Тигян», из которого следует, что во всех трех скважинах в основании ильинского горизонта прослеживаются линзообразные прослои конгломерата.

Для того, чтобы правильнее оценить характер этого явления, необходимо привести следующую цитату из упомянутого годового отчета М. К. Калинин: «На расстоянии 3 и 3,5 м от начала керна (подыльинский горизонт, скв. Р-102, интервал 1388—1397 м — И. Г.) встречены два прослоя конгломерата, мощностью 4 и 6 см, весьма характерного для границы раздела ильинской (верхнекожевниковской) и подыльинской (нижнекожевниковской) свит».

Таким образом, мы видим, что и для Нордвикского района линзообразные прослои конгломерата в основании нового крупного цикла осадконакопления не являются случайностью.

Верхнепермский возраст этого цикла подтверждается всей совокупностью данных по его палеонтологической характеристике. Изложенные выше соображения представляются автору достаточно убедительными для того, чтобы провести границу между верхним и нижним отделами перми не по кровле, а по подошве первого подыльинского горизонта, т. е. ниже линзообразных прослоев конгломерата, лежащих в основании верхней перми. В приведенном выше описании разреза пермских отложений Западного поднятия Южно-Тигянской антиклинальной складки эта точка зрения автора и нашла свое отображение.

Переходя к сопоставлению разрезов пермских отложений Западного поднятия структуры «Южный Тигян» и Анабарского района, следует прежде всего иметь в виду, что Тигянский разрез не является полным. Последнее обстоятельство весьма затрудняет сопоставление особенно нижних частей разреза, так как отложения нижнекожевниковской свиты на Западном поднятии охарактеризованы лишь на глубину в 150 м.

В настоящее время известно, что скважина Р-103 вскрыла разрез нижнекожевниковской свиты на 460 м, не дойдя до ее нижней границы. По аналогии с соседними участками мы можем считать, что общая мощность нижнепермских отложений на Западном поднятии будет не менее 1000 м. Эту часть разреза Западного поднятия мы должны сопоставить с нижнепермскими отложениями бассейна р. Анабара, т. е. с песчаниковой свитой, мощность которой не превышает 250 м. Разница в мощностях, таким образом, весьма существенная. Не меньшие отличия имеются и в литологической характеристике нижнепермских отложений. Если в Анабарском районе нижнепермская часть разреза сложена почти исключительно песчаниками, несущими все характерные признаки континентальных отложений, то на Западном поднятии Южного Тигяна песчаным породам принадлежит далеко не первая роль, и отложения нижней перми, хотя и не являются типично морскими, но содержат ряд признаков, указывающих на переходный характер их от континентальных к морским. К таким признакам надо отнести совместное нахождение микрофауны и флоры, обломков древесины и ядер гастропод, косой слоистости и следов подводного оползания.

Не менее существенные отличия мы находим и в характере отложений верхней перми Анабарского района и Западного поднятия Южно-Тигянской антиклинальной складки.

Рассмотрим это на примере отдельных свит (рис. 6).

Аналогом верхнекожевниковской свиты Западного поднятия Южного Тигяна в бассейне р. Анабара является угленосная свита верхней перми. Этот вывод подтверждается всеми данными определений фауны, флоры и составом спорово-пыльцевого комплекса отложений рассматриваемых свит.

Выше упоминалось, что пачку грубозернистых песчаников с линзообразными прослоями конгломерата, лежащую в основании угленосной свиты, по-видимому, следует сопоставлять с первым подыльинским горизонтом, который отнесен к низам верхнекожевниковской свиты. Такая параллелизация показывает, что как в Анабарском районе, так и на Южном Тигяне верхнепермский цикл осадконакопления начинается с грубозернистых песчаных пород, знаменующих переход к новым условиям осадконакопления. Эти условия в рассматриваемых районах оказались в дальнейшем весьма отличными. В Анабарском районе создаются благоприятные условия для угленакопления, в результате чего обра-

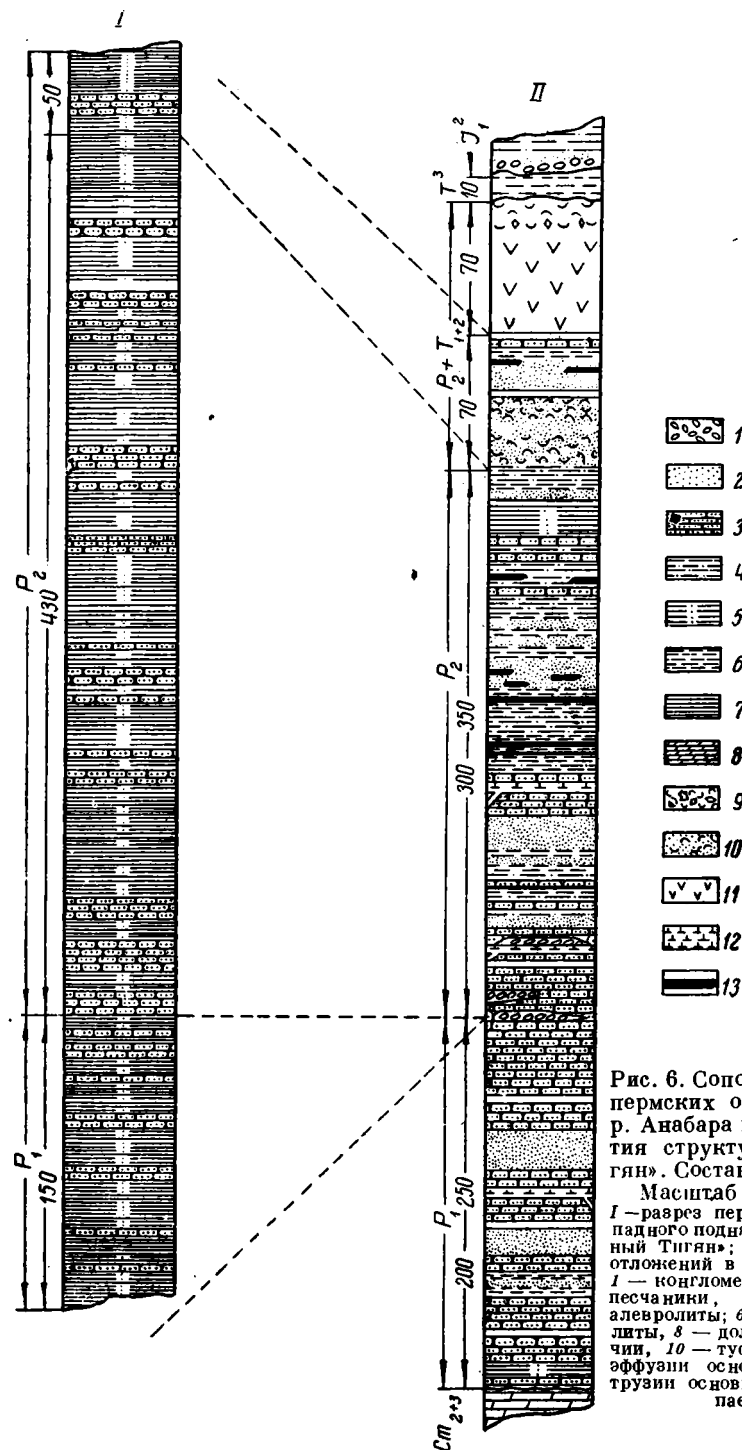


Рис. 6. Сопоставление разрезов пермских отложений бассейна р. Анабара и Западного поднятия структуры «Южный Тигян». Составил И. С. Грамберг. Масштаб 1 : 2000, 1952 г.

I — разрез пермских отложений Западного поднятия структуры «Южный Тигян»; II — разрез пермских отложений в бассейне р. Анабара. 1 — конгломераты, 2 — пески, 3 — песчаники, 4 — алевроиты, 5 — алевролиты, 6 — глины, 7 — аргиллиты, 8 — доломиты, 9 — туфобрекчи, 10 — туфогенные пески, 11 — эффузии основных пород, 12 — интрузии основных пород, 13 — ископаемый уголь.

зуются отложения угленосной свиты; в районе Западного поднятия Южного Тигяна устанавливается морской режим и отлагаются слои, содержащие морскую фауну и микрофауну.

Правда, в некоторых скважинах Южного Тигяна в отложениях верхнекожевниковской свиты встречаются очень тонкие пропластки и линзочки углей, но это несколько не затушевывает литологические отличия рассматриваемых разрезов, а только лишним раз подчеркивает закономерность в изменении фациальных особенностей пермских отложений от Анабарского района к Южному Тигяну.

Разница в фациальных особенностях и в литологическом составе рассматриваемых свит находит отражение и в изменении мощностей, хотя это изменение и не столь существенно, как мы это наблюдали на примере нижнепермских отложений. Мощность угленосной свиты в бассейне р. Анабара 300—350 м, мощность верхнекожевниковской свиты колеблется от 430 до 460 м.

Мисайлапская свита, которую следует параллелизовать с туфовой свитой Анабарского района, мало отличается от последней по мощности, но зато в литологическом составе и фациальных особенностях этих свит разница весьма существенна. Мисайлапская свита сложена главным образом аргиллитами и алевролитами, и лишь в подчиненном количестве встречаются прослои песчаников. В отложениях мисайлапской свиты найдена многочисленная фауна эстерий и остатки рыб. В составе туфовой свиты на р. Анабаре основная роль принадлежит мелкозернистым пескам и алевроитам; глинистые породы имеют подчиненное значение, фауна же отсутствует полностью. Сближает разрезы этих свит присутствие в их составе туфогенного материала.

Аналогом эффузивно-туфовой свиты в бассейне р. Анабара являются отложения туфо-лавовой свиты. По составу слагающих пород и по наблюдаемым мощностям свиты весьма близки друг к другу.

Приведенное сопоставление разрезов пермских отложений Западного поднятия структуры «Южный Тигян» и Анабарского района позволяет сделать следующие основные выводы:

1. В разрезе пермских отложений Анабарского района мы находим все те основные стратиграфо-литологические единицы, которые выделяют в настоящее время на основании изучения фауны, микрофауны, флоры и спорово-пыльцевых комплексов в Нордвикском районе.

2. Сопоставление показывает, что разрез пермских отложений при переходе от Анабарского района к Нордвикскому претерпевает существенные изменения. Эти изменения выражаются как в значительном увеличении мощностей, так и в довольно резкой смене фациальных, а следовательно, и литологических особенностей, характеризующих переход отложений от континентальных к морским.

3. Существенно, что упомянутые изменения носят весьма закономерный характер, благодаря чему сохраняются те общие черты, которые и позволяют проводить сопоставление существенно различных по своему составу и характеру отложений.

Глава VII

**СОПОСТАВЛЕНИЕ РАЗРЕЗА ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
БАССЕЙНА р. АНАБАРА С РАЗРЕЗАМИ ОДНОВОЗРАСТНЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ СМЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО
КРАЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

Естественным продолжением пермских отложений Анабарского района являются сходные по литологическому составу и геологическим условиям залегания отложения перми, изученные к востоку в среднем течении р. Пура Д. С. Гантманом (1949) и в бассейне р. Оленек А. И. Гусевым (1940), К. К. Демокидовым и В. А. Первунинским (1946).

Пермские отложения были изучены Д. С. Гантманом (1949) по правому и левому берегам среднего течения р. Пура и, главным образом, в районе правого притока Пура — р. Тас-Салоли. Непосредственный контакт пермских отложений с нижележащими кембрийскими породами Д. С. Гантман наблюдал по правому берегу р. Тас-Салоли. Здесь, как и на р. Анабарс, в основании перми отсутствует базальный конгломерат, и на размытую поверхность кембрийских известняков и доломитов ложатся пермские серые плотные известковистые песчаники.

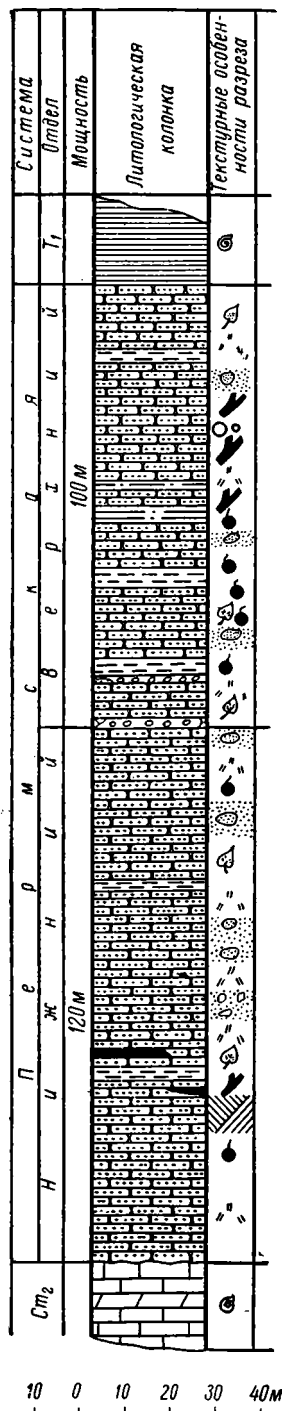
В разрезе пермских отложений на р. Пуре Д. С. Гантман выделяет четыре горизонта (рис. 7).

1. Нижний горизонт, мощностью около 30 м, сложен в большей части средне- и грубозернистыми битуминозными песчаниками темно-коричневого или черного цвета. Лишь самые низы этого горизонта представлены серыми известковистыми песчаниками.

2. Выше залегает второй горизонт, представленный голубовато-серыми глинистыми, иногда довольно плотными, иногда рыхлыми среднезернистыми песчаниками с известковистым цементом. Песчаники характеризуются диагональной слоистостью, наличием незначительных линз битуминозного угля и обильного растительного мусора на плоскостях напластования. Характерно также наличие конкреций известковистого песчаника. Мощность горизонта 35 м.

3. Третий горизонт сложен довольно плотными серыми и светло-серыми известковистыми среднезернистыми песчаниками. Песчаники содержат растительный мусор и грубые отпечатки флоры. Встречаются крупные до 1—1,5 м в диаметре конкреции известковистого песчаника. Наряду с плотными известковистыми песчаниками присутствуют и прослои рыхлых голубовато-серых грубозернистых песчаников с небольшими линзами конгломератов, содержащих гальку кварца до 2—3 см в диаметре и в меньшем количестве — известняков и красноцветных мергелей. Следует отметить также весьма немногочисленные прослои, пропитанные битумом. Мощность горизонта 50—70 м.

4. Самый верхний, четвертый, горизонт состоит из серых или светло-серых рыхлых средне- и грубозернистых песчаников с прослоями плотных известковистых разностей. Встречаются пачки песчаников, сильно пропитанные битумом. Большим развитием пользуется косая слоистость. Весьма характерной особенностью этой части разреза является присутствие прослоев глинистых сланцев, лешешкообразных конкреций сидерита и многочисленных включений окаменевшей древесины. Мощность горизонта порядка 85 м.



Описание разреза

Глинистые сланцы с прослоями песчаников. Фауна *Clypeoceras* aff. *olenikensis* Kipar., *C. gantmani* sp. nov.

Песчаники средне- и мелкозернистые, преимущественно рыхлые, реже — плотные. Окраска от серой, которая преобладает, до темно-коричневой, характерной для битуминозных песчаников. Среди песчаников прослои алевролитов, часто многочисленные, но всегда маломощные. В изобилии встречаются обломки окаменелой древесины и отпечатки флоры.

Широко распространена косая слоистость. Наряду с сидеритовыми конкрециями встречен шамозит. Глины голубовато-серые и коричневые встречаются в виде маломощных прослоев среди песчаников.

Битумопроявления интенсивны, особенно в низах разреза.

Песчаники средне- и мелкозернистые, рыхлые и плотные. Окраска преимущественно серая, реже голубовато-серая. Среди песчаников встречаются редкие и тонкие прослои алевролитов. Широко распространены известковистые стяжения. В изобилии встречается растительный детритус и нередко неопределимые отпечатки флоры.

К верхней части пачки приурочены линзы конгломерата. Битумопроявления редки.

Песчаники средне- и мелкозернистые, плотные и рыхлые. Окраска от серой до бурой. Встречены прослойки седиментационной брекчии и известковистые стяжения значительных размеров (3—4 м).

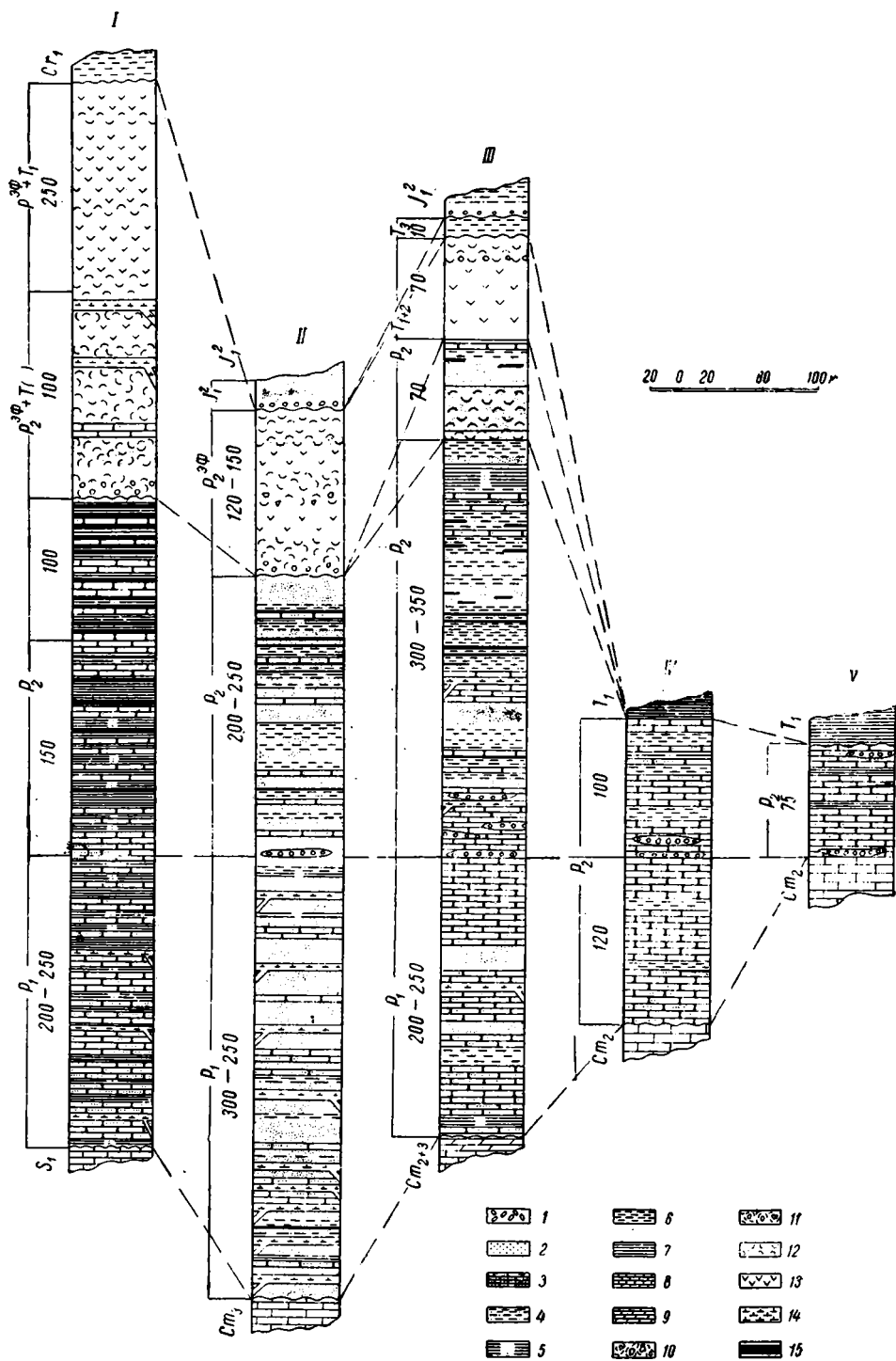
Песчаники средне- и мелкозернистые, глинистые рыхлые, на отдельных участках косослоистые. Характерна голубовато-серая окраска. В песчаниках — маломощные прослои глины и линзочки угля — встречены неопределимые отпечатки флоры, обломки стволов деревьев и обильный растительный детритус.

Песчаники средне- и мелкозернистые, плотные, окраска меняется от серой до темно-коричневой и черной.

Темная окраска связана с присутствием битума. Встречена примесь растительного материала.

Доломитизированные известняки и доломиты кремового цвета. Фауна *Anatocarina* sp., *Solenopleura* sp. ind.

Рис. 7. Сводный литолого-стратиграфический разрез пермских отложений в бассейне р. Пура. Составил И. С. Грамберг по материалам Д. С. Гантмана, 1952 г.



Таким образом, общая мощность пермских отложений в среднем течении р. Пура достигает 200—220 м.

Как видно из приведенного описания разреза, последний несомненно имеет общие черты с разрезом пермских отложений Анабарского района. Весьма характерно, что в средней части разреза перми по р. Пуру, так же как и на р. Анабаре, встречаются линзообразные прослои мелкогалечного конгломерата. К сожалению, не имея детального описания разреза, нельзя установить число прослоев конгломерата, но уже одно присутствие их в разрезе перми р. Пура заставляет, по аналогии с Анабарским разрезом, предполагать границу нижней и верхней перми именно в этом месте разреза. Пользуясь этими прослоями конгломерата как условной границей, мы должны сопоставить нижние три горизонта перми на р. Пуре, вплоть до конгломератов, с отложениями нижней перми на р. Анабаре и, соответственно, верхний горизонт перми на р. Пуре с верхнепермскими отложениями Анабарского района (рис. 8).

Такое сопоставление было проведено нами, и оно выявило несомненное литологическое сходство указанных отложений. Действительно, как на р. Анабаре, так и по р. Пуру нижняя часть разреза пермских отложений сложена преимущественно плотными средне- и крупнозернистыми песчаниками с характерной косою слоистостью и обильным растительным детритом на плоскостях напластования. Глинистые прослои здесь либо отсутствуют полностью, либо имеют подчиненное значение. Угли редки и встречаются в виде небольших линз и линзочек.

Верхние части разрезов перми р. Пура и р. Анабара также сходны. Здесь, как и в низах разреза, встречаются песчаники, но преобладают уже рыхлые разности — пески и алевроиты. Глины и глинистые сланцы приобретают большое значение, что особенно ярко выражено на р. Анабаре. Широкое развитие получают сидеритовые конкреции и обломки окаменевшей древесины. Угли в верхней части разреза перми по р. Пуру отсутствуют. Однако еще не следует делать вывод, что их вообще не было, ибо, как указывает Д. С. Гантман, разрез четвертого горизонта не является полным.

Разумеется, наряду с указанными общими чертами имеется и различие в характере отложений перми р. Пура и р. Анабара. Но это вполне понятно, если учесть, что оба района находятся на значительном расстоянии друг от друга и отличаются по своему положению в общей геологической структуре региона.

Д. С. Гантман на основании спорово-пыльцевого анализа углей, произведенного О. С. Стрелковой, относит всю толщу вышеописанных отложений к верхней перми. Он указывает также, что образцы угля взяты им из нижней части разреза, не уточняя, однако, из какого именно гори-

Рис. 8. Сопоставление разрезов пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы. Составил И. С. Грамберг, 1952 г.

I — разрез пермских отложений в бассейне р. Котуй по материалам Ф. Г. Маркова (1941 г.), М. К. Калинин (1948 г.), П. П. Бентхена и З. И. Корольковой (1950 г.); II — разрез пермских отложений в бассейне р. Полюга по материалам И. Е. Ширяева (1948 г.) и М. К. Калинин (1948 г.); III — разрез пермских отложений в бассейне р. Анабара по материалам М. К. Калинин (1949 г.) и И. С. Грамберга (1949—1950 гг.); IV — разрез пермских отложений в бассейне р. Пура по Д. С. Гантману (1949 г.); V — разрез пермских отложений в бассейне р. Оленек (устье р. Пура), по А. И. Гусеву (1941 г.).

1 — конгломераты, 2 — пески, 3 — песчаники, 4 — алевроиты, 5 — алевролиты, 6 — глины, 7 — аргиллиты, 8 — известняки, 9 — доломиты, 10 — туфобрекчи, 11 — туфоногломераты, 12 — туфогенные пески, 13 — эффузии основных пород, 14 — интрузии основных пород, 15 — ископаемый уголь.

зонта. Из приведенного описания разреза можно сделать вывод, что образцы угля, из которых сделаны определения спор и пыльцы, взяты из второго горизонта, так как в нижнем, или первом, горизонте прослоев и линз угля нет.

Обращаясь к результатам определения возраста отложений, еще раз напомним, что руководящие комплексы спор и пыльцы для пермских отложений районов Арктики до сих пор еще полностью не разработаны. Естественно, поэтому, что к результатам определений приходится относиться с особой осторожностью, стараясь учитывать одновременно и данные как литологического, так и общегеологического характера.

Чтобы достаточно ясно представить, на основании каких данных вся толща пермских отложений по р. Пуру отнесена к верхней перми, следует привести список форм и их характеристику, данные О. С. Стрелковой.

О. С. Стрелкова разбивает спорово-пыльцевой комплекс пластов угля Пурского района по его систематической принадлежности и морфологическим особенностям строения на четыре группы:

I. Округлые, овальные и треугольные, гладкие и точечно-сетчатые споры: *Azonotriletes microrugosus* I b r. cf. *minor.*, *Az. polypyrrenus* L u b., *Az. nigritellus* L u b., *Congestella trichacantha* L u b., *Minutella microgranifer* L u b.

Группа составляет 27%.

II. Пыльца типа кордаитов: *Zonales rotatus* L u b., *Z. rugulifer* L u b., *Z. psilopterus* L u b.

Группа составляет 30%.

III. Пыльца типа саговых, гинкговых, беннеттитовых: *Azonales retroflexus* L u b., *Az. caperatus* L u b., *Az. crosus* L u b., *Az. tunguskensis* L u b.

Группа составляет 25%.

IV. Споры треугольные, округлые, различной степени шиповатости: *Azonotriletes rectispinus* L u b., *A. parvispinus* L u b., *A. macraplectus* L u b.

Группа составляет 18%.

На основании приведенных данных, О. С. Стрелкова заключает, что «видовой состав спор и количественное соотношение профилирующих видов позволяет считать изученный уголь верхнепермским». Пользуясь этим определением, Д. С. Гантман отнес всю толщу пермских отложений в среднем течении р. Пура к верхней перми.

Основываясь на литологическом сходстве разрезов, мы сопоставили вышеприведенный спорово-пыльцевой комплекс со спорово-пыльцевым комплексом нижнепермских отложений Анабарского района. Это сопоставление показало, что все представители II группы, выделенной О. С. Стрелковой и имеющей наибольшее распространение, встречены среди пермских отложений в бассейне р. Анабара и отмечаются Е. М. Андреевой как формы, типичные для нижней перми.

Среди I группы округлых, овальных и треугольных гладких и точечных спор имеется такая форма, как *Azonotriletes polypyrrenus* L u b., которая обычна для нижнепермских отложений р. Анабара, а также такие формы, как *Azonotriletes nigritellus* L u b. и *Congestella trichacantha* L u b., которые Э. Н. Кара-Мурза рассматривает как типично нижнепермские. Две формы из IV группы также встречены среди нижнепермских отложений в бассейне р. Анабара.

Несколько отличное положение занимает лишь III группа — пыльца типа саговых, гинкговых и беннеттитовых. Э. Н. Кара-Мурза считает, что представители этой группы встречаются как в нижней, так и в верхней перми, но являются более характерными для верхнепермских отложений.

Таким образом, мы видим, что среди приведенного спорово-пыльцевого комплекса встречаются формы, характерные как для нижней, так и для верхней перми, однако первые явно преобладают. По-видимому, более правильным было бы рассматривать весь этот комплекс как нижнепермский, но приуроченный к самым верхам разреза нижней перми. Последнее вполне увязывается с тем, что образцы угля взяты из нижней половины разреза, но как мы установили, не из самых низов, а из второго горизонта.

В результате, пользуясь приведенными выше данными можно предположительно считать возраст всей нижней части разреза пермских отложений на р. Пуре нижнепермским, а верхней части — верхнепермским. Соответственно можно оценить и мощность нижнепермских отложений в среднем течении р. Пура в 120—130 м, а мощность верхнепермских отложений в 90—100 м.

Такое понимание разреза, по-видимому, может объяснить довольно неожиданное исчезновение нижней перми на р. Пуре, которое выглядит особенно странным, если учесть, что в бассейне р. Анабара нижнепермские отложения имеют мощность до 200—250 м.

Из приведенного выше анализа материалов Д. С. Гантмана следует, что нижнепермские отложения не отсутствуют в среднем течении р. Пура, а лишь уменьшаются в мощности с 200—250 м на р. Анабаре до 80—90 м в бассейне р. Пура.

Далее на восток в бассейне р. Оленек и в устьевой части р. Пура общая мощность пермских отложений сокращается до 75 м.

Как указывает А. И. Гусев [22], в основании разреза пермских отложений в устьевой части р. Пура залегает прослой конгломерата мощностью около 1 м. Прослой этот носит линзообразный характер и часто выклинивается, переходя в грубозернистый песчаник. Галька конгломерата состоит из обломков нижележащих кембрийских известняков и доломитов. Цементом является мелкозернистый песок или битум.

Над конгломератами лежит горизонт серых среднезернистых аркозовых песчаников, обычно сильно пропитанных битумом. Широкое распространение имеют крупные шаровидные известковистые стяжения песчаников, достигающие в диаметре 1,5 м. Мощность горизонта около 40 м.

Второй горизонт сложен такими же песчаниками, но в составе их появляются прослои углистых сланцев мощностью 0,1 м. Характерна косая слоистость, присутствие остатков древесины и неясные отпечатки флоры. Мощность горизонта около 15 м.

Верхний горизонт представлен мелкозернистыми, среднезернистыми и крупнозернистыми песчаниками светло-серого цвета. Встречаются прослои темных аргиллитов мощностью до 4—5 м и углистых сланцев мощностью в 0,2—0,3 м. Для этой же части разреза А. И. Гусев отмечает присутствие линзообразных прослоев конгломерата, содержащих гальку до 8 см в диаметре окремненного известняка, кварца и кислых интрузивных пород.

Возраст описанных отложений, согласно данным определения ископаемой древесины, спор и пыльцы, устанавливается как верхнепермский.

А. В. Ярмоленко определил остатки древесины, собранные А. И. Гусевым, как *Dadoxylon* sp. nov. и *D. (Mesopitus?) Tchihatcheffii* (G o e r p.) Z a l.

Присутствие этих форм А. В. Ярмоленко рассматривает как указание на верхнепермский возраст включающих их отложений.

К такому же выводу приходит и А. А. Ярмоленко, изучавшая пыльцу и споры. Она отмечает преобладание в составе спорово-пыльцевого комплекса шиповатых треугольных спор *Spinoseella minor* sp. nov., *Sp. rectispina* L u b., сходных с одноименными спорами из пермских отложений Кузнецкого и Тунгусского бассейнов. В значительном количестве встречаются также мелкие треугольные споры с бугорками и единичные споры каломитов *Rugosiella* sp. и *Palvinella* sp. Присутствует пыльца кордаитов: *Circella rotata* L u b., *C. angustelimbata* L u b., *C. minor* L u b.

А. А. Любер считает, что присутствие спор *Spinoseella rectispina*, *S. minor* и пыльцы *Circella* характерно для верхних горизонтов пермских отложений. Что же касается спор *Pulvinella*, характерных для верхнего карбона, то присутствие их не противоречит высказанному предположению о возрасте, ибо, как отмечает А. А. Любер, отдельные представители этого рода встречаются и в перми.

Из наиболее поздних сведений, касающихся возраста пермских отложений в устье р. Пура, следует отметить предварительные результаты определения спорово-пыльцевого комплекса по сборам К. К. Демокидова.

Э. Н. Кара-Мурза указывает на верхнепермский возраст спорово-пыльцевого комплекса, в котором встречены пыльца кордаитов *Zonales rotatus* L u b., а также округлые споры типа *Azonotriletes nigrifellus* L u b., *Az. nigrotuberculatus* L u b., *Az. microrugosus* cf. *minor* L u b.

Совокупность приведенных данных позволяет сопоставить разрез пермских отложений в устье р. Пура с верхнепермскими отложениями р. Анабара и среднего течения р. Пура (по Д. С. Гантману, четвертый и часть третьего горизонта верхней перми). Сопоставление выявляет как общие черты в этих разрезах, так и ряд закономерных изменений (см. рис. 8).

К числу первых следует отнести песчано-глинистый характер разрезов, наличие прослоев угля (р. Анабар и устье р. Пура) и обломков древесины, обилие растительного мусора на плоскостях наслоения. Наличие конгломератов в основании разрезов верхней перми сближает разрезы пермских отложений в бассейнах рр. Анабара и Пура. Особенно примечательна в этом отношении приуроченность конгломератов в устье р. Пура к границе между пермью и нижележащими среднекембрийскими отложениями. Такое положение конгломератов как бы подчеркивает, что в данном случае из разреза выпадают нижнепермские отложения, в основании которых, как известно, конгломераты не найдены. В результате, верхнепермский возраст континентальных отложений в устье р. Пура диктуется не только результатами палеофитологических определений, но и соображениями общегеологического характера.

Касаясь тех изменений, которые претерпевает разрез пермских отложений при движении с запада на восток, укажем прежде всего на закономерное сокращение мощностей. Так, если в бассейне р. Анабара мощность терригенной части разреза пермских отложений достигает 500—600 м, то в среднем течении р. Пура мощность перми только 220 м, снижаясь в устьевой части р. Пура до 75 м. Это снижение происходит как за счет

сокращения мощности верхнепермских отложений, так и за счет полного выклинивания к устью р. Пура всего разреза нижней перми.

Несмотря на песчано-глинистый характер всех трех упомянутых разрезов верхнепермских отложений, каждый из них содержит различный процент глинистых разностей пород. Наиболее богат глинистыми породами разрез верхней перми по р. Анабару. В среднем течении р. Пура число прослоев глинистых пород заметно сокращается, снижаясь еще более в устьевой части р. Пура. То же самое можно сказать относительно угленосности разрезов верхней перми — она безусловно уменьшается с запада на восток. Иначе обстоит дело с нефтеносностью пермских отложений. Если в разрезе по р. Анабару мы не наблюдаем никаких признаков нефтепроявлений, то в среднем течении р. Пура нефтепроявления достаточно обильны и повсеместны. Еще больше насыщенность битумами пермских отложений в разрезе нижнего течения р. Пура. Иными словами, если угленосность разрезов уменьшается с запада на восток, то нефтеносность, наоборот, увеличивается.

Таковы краткие итоги сопоставления разреза пермских отложений в бассейне р. Анабара с одновозрастными отложениями прилегающих к востоку районов северного края Сибирской платформы.

Значительно труднее провести сопоставление пермских отложений бассейна р. Анабара с одновозрастными отложениями западных районов. Это связано с рядом обстоятельств, важнейшими из которых являются: 1) плохая обнаженность, затрудняющая составление детальных разрезов; 2) своеобразие тектонического строения этих районов, что выражается в интенсивном проявлении молодых глыбовых движений.

Ближайшим районом к западу от р. Анабара, где проводилось изучение пермских отложений, является бассейн р. Попигая. Первая попытка расчленения пермских отложений этого района сделана Д. В. Кожевиным (1947). В 1946 г. Д. В. Кожевин выделил в разрезе пермских отложений по р. Попигаю морские и континентальные отложения и отнес их по возрасту к верхней перми. Лишь самые верхи разреза, содержащие туфогенный материал, он рассматривает как $P_2 + T_1$.

Свои соображения относительно возраста пермских отложений Л. В. Кожевин основывает на результатах спорово-пыльцевого анализа углей из континентальной части разреза и определения фауны гастропод из морской части. И все же выводы Л. В. Кожевина выглядят малообоснованными.

Во-первых, это видно из того, что данные спорово-пыльцевого анализа носят противоречивый характер, на что указывает А. А. Любер, проводившая анализы. В качестве примера можно указать на то, что в одном и том же обнажении (97) были определены не только формы, характерные для нижнепермских отложений (балахонская свита Кузбасса), но и формы, свойственные самым верхним горизонтам верхней перми.

Во-вторых, В. И. Бодылевский, проводивший определение фауны, указывая на ее пермский возраст, не уточняет, к какому именно отделу перми она относится.

Последующие геологические работы в бассейне р. Попигая падают на 1948 г. В этом году проводились одновременно геологическая съемка района в масштабе 1 : 200 000 и маршрутные исследования, имевшие задачей составление детального послойного разреза пермских отложений.

И. Е. Ширяев, один из участников геологической съемки, в своем окончательном отчете (1950) расчленяет пермские отложения в бассейне

р. Попига на верхний и нижний отделы, обосновывая это расчленение результатами спорово-пыльцевого анализа и данными определений макро- и микрофауны. К сожалению, весьма добросовестное описание стратиграфии не нашло соответствующего отражения в литологической характеристике хотя бы наиболее крупных стратиграфических единиц. Описание пермских отложений носит крайне схематический характер и, в результате, отнесение автором отложений нижней перми к континентальным, а верхней перми к морским образованиям выглядит малоубедительным. Из отчета нельзя также получить ясного представления относительно угленосности разреза, так как есть лишь указание на то, что угли встречаются как в верхней, так и в нижней перми.

Более детальная литологическая характеристика разреза пермских отложений р. Попига имеется в материалах М. К. Калинко, который, как уже упоминалось ранее, проводил здесь маршрутные исследования (1949). К сожалению, эти материалы еще не обработаны полностью и нам приходится пользоваться лишь полевым описанием разреза.

Из материалов М. К. Калинко следует, что в разрезе терригенного комплекса пермских отложений по р. Попиге, так же как на р. Анабаре, можно выделить две отличных по литологической характеристике части: песчаную и угленосную (рис. 9).

Нижняя часть терригенного комплекса очень плохо обнажена. Судя по отрывочным наблюдениям, она сложена преимущественно светло-серыми мелкозернистыми песчаниками и песками. Как песчаники, так и пески характеризуются косой слоистостью и содержат на плоскостях наслоения мелкий обугленный растительный детрит, образующий иногда тонкие, порядка нескольких сантиметров, линзовидные прослоечки сажистого материала. В песках в изобилии встречаются конкреции буровато-серого известковистого песчаника различного диаметра, от нескольких сантиметров до 0,7 м. Спорадически наблюдаются прослой черного углистого сланца и угля мощностью 0,2—0,5 м и прослой серого, неправильно слоистого известковистого песчаника, содержащего куски обугленной и окремнелой древесины и мелкую глинистую галечку. Необходимо отметить также присутствие в нижней части пермских отложений мощной пластовой интрузии траппа.

Верхняя часть терригенного комплекса пермских отложений представлена угленосными образованиями. В основании ее залегает прослой конгломерата, мощностью около 20 см, состоящий из хорошо окатанной кремнистой галечки.

М. К. Калинко дает следующее описание угленосной части разреза пермских отложений: «Верхняя часть терригенного комплекса пермских отложений сложена угленосными образованиями. Представлена она толщей серых и пепельно-серых, мелкозернистых, алевроитовых песков, то неслоистых, то тонко- и косослоистых, с присыпкой углистого материала на поверхности наслоения, иногда переходящих в слабые песчаники. В нижней части описываемой толщи встречаются крупные, до 8 м, стяжения буровато-серого, известковистого алевроита, тонко- и ровнослоистого, и потому образующего при выветривании дискоидальные обломки. В таких стяжениях встречаются крупные, до 0,3 м, стволы окаменевшей древесины, имеющей лишь на периферии тонкую углистую пленку. Довольно часты также включения эллипсоидальных глинисто-сидеритовых конкреций диаметром до 0,5 м. Отдельные стяжения известковистого алевролита, расположенные в нижней части толщи, буквально переполнены битой

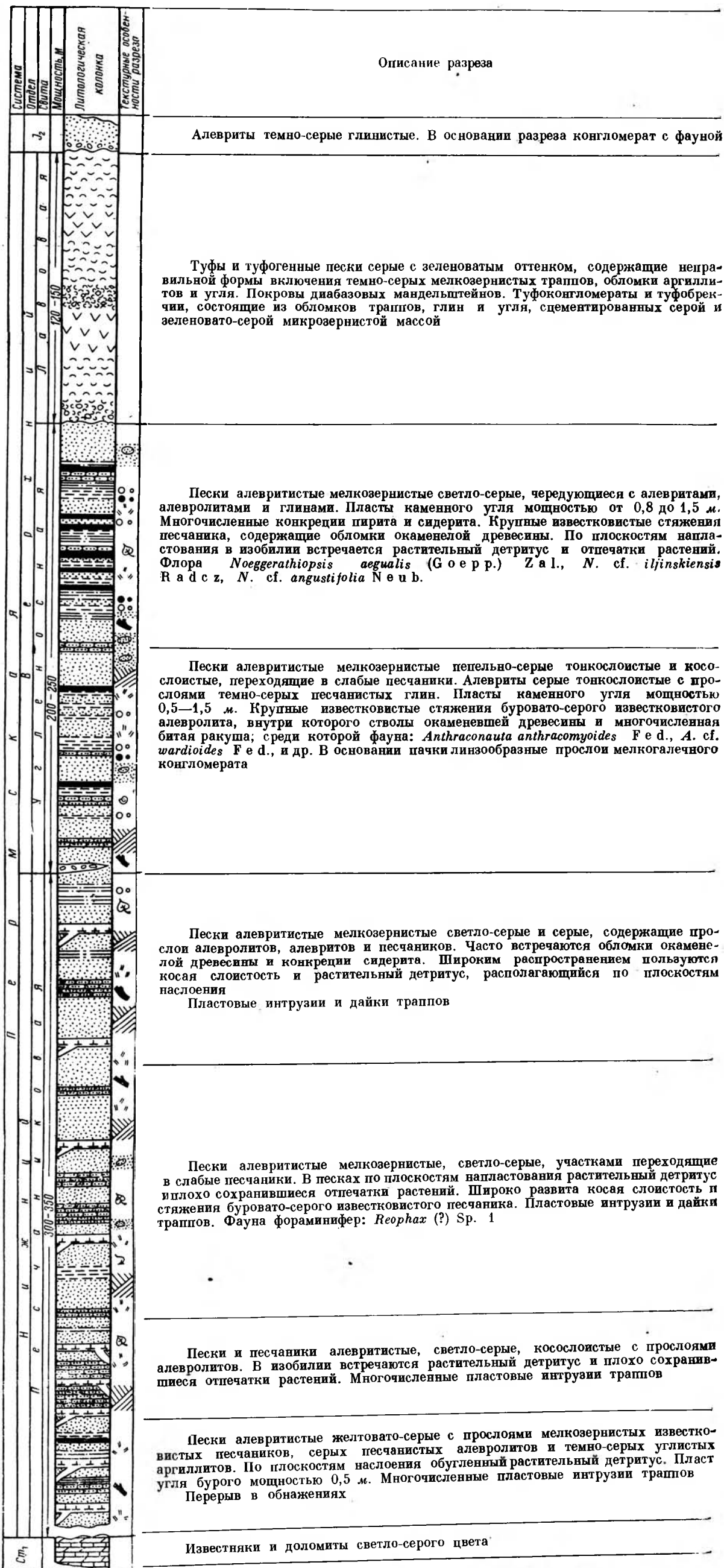


Рис. 9. Сводный литолого-стратиграфический разрез пермских отложений в бассейне р. Поппага. Составил И. С. Грамберг по материалам М. К. Калинко и И. Е. Ширяева. Масштаб 1 : 1000, 1952 г.

Описание разреза

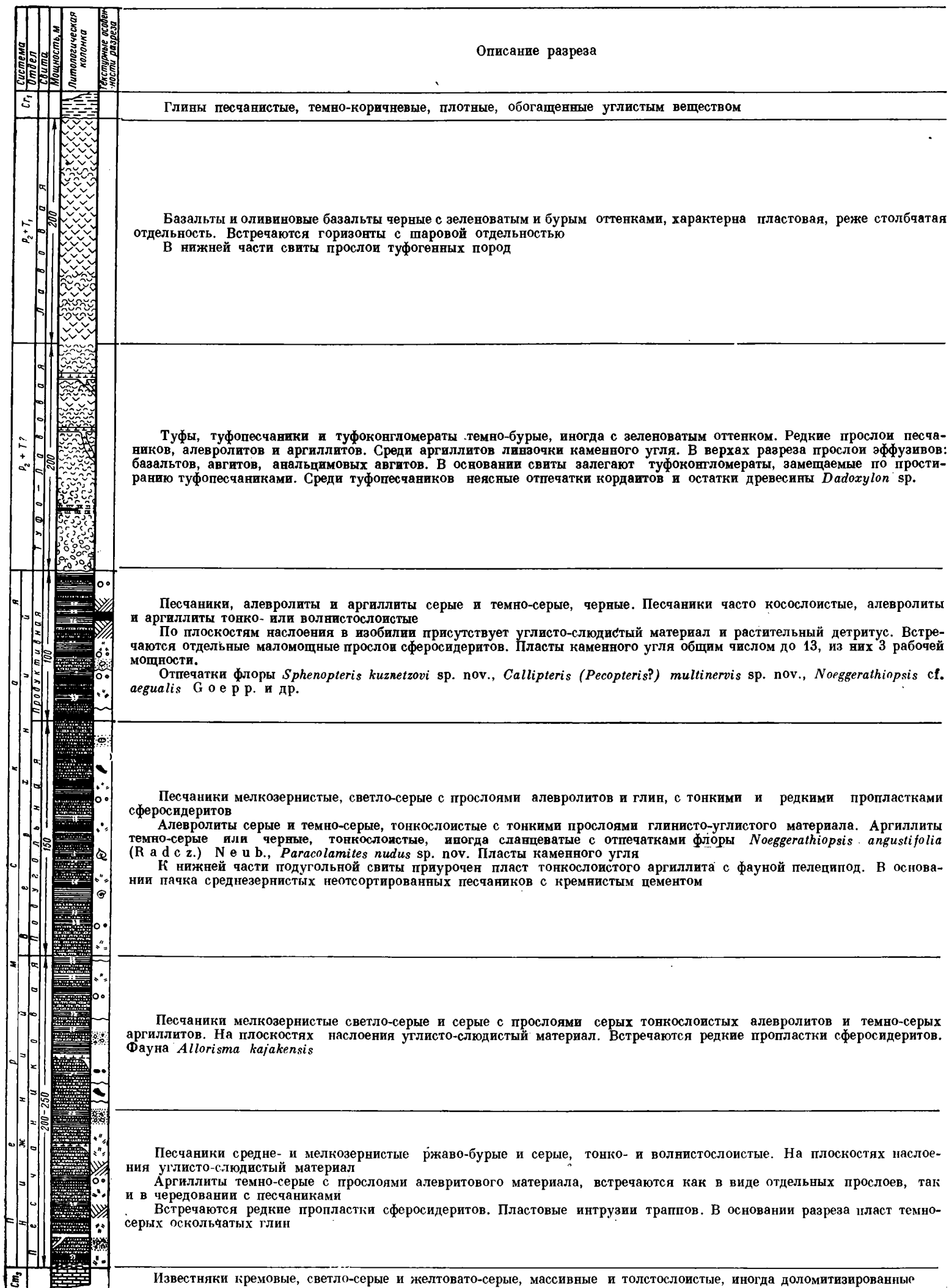


Рис. 10. Сводный литолого-стратиграфический разрез пермских отложений бассейна р. Котуя. Составил И. С. Грамберг по материалам Ф. Г. Маркова, М. К. Калинин, П. П. Бенхена и З. И. Корольковой. Масштаб 1 : 1000, 1952 г.

ракушей, среди которой в подчиненном количестве встречаются определенные раковины пелеципод, гастропод и аммонойд. В описываемой толще проходит значительное количество пластов серого, тонко-, равно- и косо-слоистого, мелкозернистого, известковистого песчаника. Пласты этих песчаников линзовидны и прослеживаются на расстоянии нескольких десятков метров.

В толще содержатся пласты и прослои угля, которые обычно подстилаются темно-серой алевритовой глиной. Общее количество этих пластов достигает 8, причем 3 из них имеют мощность от 0,5 до 0,7 м. Прослой меньшей мощности, часто линзовидны и по простиранию замещаются сланцами. Угли черные, матовые, в свежем изломе полублестящие, плитчатые, каменные, переходящие в бурею.

М. К. Калинин оценивает мощность песчаной части разреза терригенной толщи в 350 м, мощность угленосной в 250 м.

И. Е. Ширяев, насколько можно судить по его материалам, описывает нижнюю, или песчаную, часть разреза по р. Попигаю как нижнюю пермь, верхнюю, угленосную, — как верхнепермскую. К такому выводу нас привели как данные описания разрезов, так и приуроченность одного и того же горизонта с фауной, с одной стороны, к низам угленосной свиты (по данным М. К. Калинин), с другой, — к низам верхней перми (по данным И. Е. Ширяева).

Никаких сведений о границе между песчаной и продуктивной частями разреза у М. К. Калинин нет. И. Е. Ширяев считает, что переход между ними постепенен и никакого перерыва на границе нижней и верхней перми не было. На своем сводном геологическом разрезе И. Е. Ширяев проводит эту границу в средней части однородной песчаной пачки, как бы подчеркивая этим отсутствие перерыва. На приуроченность вышеупомянутого прослоя конгломерата к литологической границе между песчаной и продуктивной частями разреза И. Е. Ширяев, по-видимому, не обратил внимания. Автор полагает, что, по аналогии с анабарским разрезом, границу между верхней и нижней пермью надо провести именно здесь, по этому прослою.

Остановимся теперь кратко на тех материалах по стратиграфии пермских отложений, которые приводит в своем отчете И. Е. Ширяев. Прежде всего из них следует, что отнесение песчаной части разреза по времени образования к нижней перми целиком основано на данных спорово-пыльцевого анализа углей, который был приведен С. Н. Наумовой. Изученный спорово-пыльцевой комплекс С. Н. Наумова сопоставила со спорово-пыльцевым комплексом Кузнецкого и Минусинского бассейнов и в результате пришла к выводу о полной их сопоставимости. С. Н. Наумова считает, что отложения, содержащие изученный спорово-пыльцевой комплекс, могут быть синхронизированы с балахонской свитой Кузбасса (которую С. Н. Наумова считает нижнепермской) или черногорской и норилковской свитами Минусинского бассейна.

Отложения нижней перми в бассейне р. Попига С. Н. Наумова расчленяет на три горизонта, каждый из которых характеризуется своим комплексом спор и пыльцы. Так, первый и наиболее древний горизонт Попигаевского разреза синхронизируется с нижней частью балахонской свиты Кузбасса или черногорской свитой Минусинского бассейна. В нем преобладают следующие виды спор и пыльцы: *Leiotriletes anticus* (L u b.) N a u m., *L. pyramidalis* N a u m., *Lophotriletes resisteus* (L u b.) N a u m.,

Platysaccus plammusculus (L u b.) N a u m., *Oedemosaccus lepidus* (L u b.) N a u m.

Второй горизонт соответствует средней части балахонской свиты Кузбасса и норилковской свите Минусинского бассейна. Этот горизонт характеризуется следующим комплексом спор и пыльцы: *Leiotriletes anticus* (L u b.) N a u m., *Lophotriletes scurrus* (L u b.) N a u m., *Acanthotriletes rectispinus* (L u b.) N a u m., *Platysaccus minor* (L u b.) N a u m., *Monoptycha magna* (L u b.) N a u m., *M. retroflexa* (L u b.) N a u m., *Lophotriletes resisteus* (L u b.) N a u m.

Третий горизонт, по мнению С. Н. Наумовой, сопоставляется с верхней частью балахонской свиты. Преобладающие виды спор и пыльцы в нем представлены: *Acanthotriletes rectispinus* (L u b.) N a u m., *Ac. obtusosetosus* (L u b.) N a u m., *Lophotriletes scurrus* (L u b.) N a u m., *Perisaccus rotatus* (L u b.) N a u m., *Monoptycha scabra* N a u m.

Таковы данные в пользу нижнепермского возраста трех нижних горизонтов пермских отложений в бассейне р. Попигая. К сожалению, ни один из горизонтов у И. Е. Ширяева не привязан к описанному разрезу и никак не выражает ту или иную его часть. В результате весьма трудно судить о том, какова литология выделенных горизонтов и их мощность — измеряется ли она сотнями метров, десятками или просто метрами.

Возраст верхнепермских отложений в бассейне р. Попигая основывается на результатах определения фауны, флоры, а также микрофауны и спорово-пыльцевого комплекса. Касаясь определений спорово-пыльцевого комплекса, следует указать на неточность, допущенную И. Е. Ширяевым в изложении выводов С. Н. Наумовой. Последняя для верхнепермского комплекса спор и пыльцы в бассейне р. Попигая приводит ниже следующий список наиболее распространенных форм, который, по ее мнению, в разрезе Кузбасса характеризует кольчугинскую свиту: *Acanthotriletes rectispinus* (L u b.) N a u m., *Ac. obtusosetosus* (L u b.) N a u m., *Lophotriletes scurrus* (L u b.) N a u m., *Perisaccus angustolimbatus* (L u b.) N a u m., *P. rotatus* (L u b.) N a u m.

Легко заметить, что в приведенном списке встречаются те же самые формы (за исключением одной новой — *Perisaccus angustolimbatus* (L u b.) N a u m., что и в третьем спорово-пыльцевом комплексе, который параллелизуется С. Н. Наумовой с балахонской свитой Кузбасса. С. Н. Наумова также подчеркивает это сходство, но одновременно указывает на существенную отличительную черту, сводящуюся к тому, что в верхнепермском или кольчугинском комплексе резко преобладает пыльца кордаитовых. Эту важную особенность И. Е. Ширяев и упускает в своем отчете, в результате чего создается совершенно ложное впечатление об идентичности верхнебалахонского и кольчугинского комплекса.

Остановимся теперь на результатах определения фауны. Здесь, прежде всего, следует указать на то, что И. Е. Ширяев в своем отчете не разделил фауну, встреченную в коренных обнажениях, и фауну, обнаруженную среди флювиогляциальных отложений, что заставляет с большой осторожностью относиться к сделанным им выводам. Коллекция фауны пелеципод, собранная И. Е. Ширяевым, была изучена Е. М. Люткевичем, который в ее составе выделил две группы, не встречающиеся совместно. Первая группа представлена тремя видами: *Anthraconauta anthracomyoides* F e d., *A. cf. wardioides* F e d., *Procopieusikia sibirica* R a g o z.

Первые два вида этой группы найдены в коренном залегании, третий — среди флювиогляциальных отложений. Все три вида, как указывает

Е. М. Люткевич, встречаются в самых низах безугольной свиты Кузбасса и относятся, как и безугольная свита Кузбасса, к верхней перми.

Следует указать, что относительно возраста безугольной свиты Кузбасса нет единого мнения. Одни исследователи (В. И. Яворский, 1936 М. Д. Залесский, 1937) считают ее верхнепермской, другие (В. А. Хохлов, 1937) — нижнепермской. Наконец, М. Ф. Нейбург в своей работе «Флора Кузбасса» (1944) объединяет низы безугольной свиты Кузбасса, содержащие фауну, с верхней частью балахонской свиты и приписывает этой части разреза верхнекаменноугольный возраст (по другим авторам, нижняя пермь).

В своем отчете И. Е. Ширяев принимает точку зрения Е. М. Люткевича и относит отложения, содержащие фауну *Anthraconauta*, к верхней перми.

Фауна второй группы, по мнению Е. М. Люткевича, имеет также верхнепермский возраст. В своем заключении Е. М. Люткевич обосновывает сделанный вывод следующим образом: «Остальная фауна (фауна второй группы — И. Г.) имеет верхнепермский возраст на основании следующих данных: в ней встречаются один новый вид — *Thracia* и два новых вида *Corbula*. Эти роды до настоящего времени известны были только с триаса. Появление видов этих родов совместно с верхнепермской фауной возможно вероятнее всего в верхнепермской эпохе. *Corbula* nov. sp. № 1 очень близка *Myophoriopsis* (?) *krafftii* Diner, описанной из перми центральных Гималаев, что указывает на связь бассейна рассматриваемого района с бассейном Тетиса. Присутствие *Procrastella plana* (Gollowk.), *Sanguinolites bicarinatus* (Keyser.), *S. bicarinatus* var. *laevigata* Lich., *Netschajewia pallasi* (Vern.) var. nov., *Pecten pseudamusium sericeus* (Vern.) указывает на верхнюю пермь, а не на нижнюю. Такое сочетание видов характеризует обычно верхнюю пермь Русской платформы. Наконец, присутствие *Acrolepis* ex gr. *macroderma* Eichw. указывает на верхнепермский возраст в общем комплексе определенных видов».

Несмотря на то, что доводы Е. М. Люткевича кажутся убедительными, они все же требуют дополнительных данных, так как ряд изученных Е. М. Люткевичем видов имеет достаточно широкое стратиграфическое распространение. Так, виды *Corbula* и *Thracia* известны с триаса до четвертичного периода. *Pecten* (*Pseudomusim*) *sericeus* встречен в верхнем карбоне Урала и в пермских отложениях Русской платформы; вид *Sanguinolites bicarinatus* Keyser. var. *laevigata* Lich. известен из нижней перми Донбасса, из цехштейна Западной Европы и из казанского яруса Русской платформы. Существенно также, что многие из видов, определенных Е. М. Люткевичем, встречаются в пясинской и лемберовской свитах Западного Таймыра, относительно возраста которых нет единого мнения (одни исследователи считают эти свиты нижнепермскими — О. Л. Эйвор, Н. А. Шведов, Н. А. Гедройц, другие верхнепермскими — Е. М. Люткевич).

Проведенное нами сопоставление данных определений фауны пелеципод с определениями микрофлоры, флоры и микрофауны показало правильность выводов Е. М. Люткевича для Попигайского района. В качестве примера можно указать на обнажение 1560, в котором, наряду с фауной *Corbula* nov. sp., *C. nov. sp.* № 1 и № 2, *Sanguinolites* nov. sp. ex gr. *mogiomorphoides* Grabau, *S. bicarinatus* (Keyser.), *S. nov. sp.*,

Bellerophon sp. встречена обильная микрофауна, которая, по мнению А. Г. Шлейфер, характерна для верхней перми соседних к северу участков Нордвикского района.

К аналогичному выводу относительно возраста микрофауны из упомянутого обнажения пришел А. А. Герке, просматривавший препараты А. Г. Шлейфер. В обнажении 1707 вместе с фауной *Corbula* nov. sp. и *Netschajewia Pallasii* (Vern.) var. nov. найдены отпечатки листьев, среди которых М. Ф. Нейбург определила *Noeggerathiopsis candalepensis* Z a l., относящуюся к группе кольчугинских кордаитов Кузбасса. Наконец, в обнажении 532, наряду с фауной *Corbula* nov. sp. и *Thracia* nov. sp., обнаружены спорово-пыльцевой комплекс, характерный для кольчугинской свиты Кузбасса, и микрофауна, обычно встречающаяся в верхнекожевниковской свите Нордвикского района. Исключение представляет обнажение 544, в котором наблюдается странное сочетание фауны *Sanguinolites bicarinatus* (K e u s e r.), указывающей, по мнению Е. М. Люткевича, в совокупности с другими формами, на верхнепермский возраст, и нижнебалахонского спорово-пыльцевого комплекса. Здесь же в осыпи встречена фауна *Corbula* nov. sp., которая, как уже упоминалось, обычно встречается с триаса.

Такое сочетание фауны и микрофлоры допускает различное толкование возраста содержащих их отложений, так что на данном этапе исследования определяющим является положение упомянутого обнажения в поле развития отложений верхней перми.

Возвращаясь к разделению Е. М. Люткевичем фауны пелеципод на две группы, следует упомянуть, что в материалах И. Е. Ширяева нет указаний на совместное существование отдельных представителей этих групп. По мнению Е. М. Люткевича, различие обеих групп определяется не их разновозрастностью, а различием фациальных условий, в которых существовала каждая из групп.

Фауна гастропод из коллекции И. Е. Ширяева и Т. М. Емельянцева была определена Л. Д. Кипарисовой, которая в своем заключении указывает на ее исключительное своеобразие, крайне затрудняющее определение.

Л. Д. Кипарисова считает, что изученные гастроподы относятся к новому, еще не описанному в литературе роду из семейства *Bellerophonitidae*, который, по ее мнению, можно с большим основанием отнести к верхней перми, нежели к нижнему триасу.

Подводя итоги определений фауны, можно сказать, что как Е. М. Люткевич, так и Л. Д. Кипарисова склоняются к представлению о верхнепермском возрасте угленосной части разреза по р. Попигаю.

К такому же выводу приходит и А. Г. Шлейфер.

А. А. Герке, просматривавший препараты фауны, изученной А. Г. Шлейфер, в основном также соглашается с ее выводами о возрасте. Исключение представляет обнажение 633, в образцах из которого найдена микрофауна, приближающаяся скорее к нижнепермской.

Как указывает А. А. Герке, в этом обнажении большинство найденных остатков имеет плохую сохранность. Среди известковых фораминифер нет ни одного вида, характерного для верхнепермских отложений Нордвикского района, и, вместе с тем, присутствуют единичные остатки фауны, встречающиеся преимущественно в верхах нижней перми. Остатки песчаных фораминифер также по своему облику сближают эту фауну с нижнепермской.

Выводы А. А. Герке полностью подтверждаются результатами спорово-пыльцевого анализа образца углей из этого обнажения.

С. Н. Наумова, проводившая анализ, считает, что выделенный ею спорово-пыльцевой комплекс сопоставляется со средней частью балахонской свиты. Не совсем понятно, почему И. Е. Ширяев, приводя явно противоречивые замечания А. Г. Шлейфера и С. Н. Наумовой, не сопровождает их никакими критическими замечаниями. На геологической карте И. Е. Ширяева обнажение 633 расположено среди поля нижнепермских отложений.

Наконец, к выводу о верхнепермском возрасте продуктивной части разреза перми на р. Попигай приходит и М. Ф. Нейбург, изучившая отпечатки флоры. М. Ф. Нейбург считает, что определенные ею формы: *Noeggerathiopsis aequalis* (Goerpp.) Z al., *N. cf. ilinskiensis* R a d e z., *N. cf. angustofolia* N e u b., *N. candalepensis* Z al., характеризуют кольчугинскую свиту Кузбасса.

Таковы данные в пользу верхнепермского возраста верхней части разреза терригенной толщи в бассейне р. Попигай.

В резком противоречии со всем предыдущим материалом находится заключение А. Н. Криштофовича о возрасте нескольких отпечатков листьев, собранных Т. М. Емельянцевым (1948 г.) из отложений угленосной части разреза. А. Н. Криштофович определил, что изученные отпечатки листьев принадлежат *Noeggerathiopsis cf. theodori* (Tsch.) Z al., что, по его мнению, соответствует балахонской свите Кузбасса (т. е. нижней перми). Однако, как отмечает сам А. Н. Криштофович, отпечатки листьев характеризуются исключительно плохой сохранностью, что вносит элемент условности в проведенное определение. Если к этому прибавить, что вместе с отпечатками флоры была также найдена обильная микрофауна, указывающая на верхнепермский возраст, то вряд ли можно рассматривать вывод А. Н. Криштофовича как руководящий.

Туфогенные отложения в районе р. Попигая, согласно М. К. Калинин, представлены серыми с коричневым и зеленоватым оттенком туфами, туфо-песчаниками и туфо-алевритами, содержащими неправильные включения темно-серых мелкозернистых графитов. И. Е. Ширяев также отмечает присутствие туфо-лав, лаво-брекчий и туфо-конгломератов. Наблюдаемая мощность туфогенной толщи 120—150 м.

Непосредственный контакт туфогенной толщи с выше- и нижележащими отложениями не наблюдался. И. Е. Ширяев на основании того, что туфогенные отложения лежат на различных горизонтах то верхней, то нижней перми, предполагает существование между ними стратиграфического несогласия. Возраст туфогенных отложений И. Е. Ширяев, по аналогии с соседними к северу районами, рассматривает как верхнепермский.

Что же дает сопоставление разрезов пермских отложений в бассейнах рр. Анабара и Попигая (рис. 8)? Прежде всего оно позволяет установить ряд общих черт, сближающих указанные разрезы. Сюда надо отнести наличие двух толщ в разрезах перми р. Анабара и р. Попигая — терригенной и туфогенной, присутствие в составе терригенной толщи двух свит — песчаной и угленосной, приуроченность прослоев мелкогалечного конгломерата к границе между этими свитами, широкое развитие даек и пластовых интрузий основных изверженных пород. Как на р. Анабаре, так и на р. Попигая возраст песчаной части разреза — нижнепермский, возраст угленосной — верхнепермский. Наконец, сближают указанные разрезы

появление фауны в низах верхней перми, широкое развитие сидеритовых и сидерито-глинистых конкреций, а также обилие растительного материала.

Однако наряду с такими общими чертами имеются и довольно существенные отличия. Так, деление терригенной толщи на две части — песчаную и угленосную — на р. Попигае выражено не так четко, как на р. Анабаре. В песчаной части разреза на р. Попигае встречается довольно значительное количество прослоев и маломощных пластов угля, вследствие чего разделение терригенной толщи на две части здесь выглядит менее убедительным, чем на р. Анабаре. Пермские отложения на р. Попигае отличаются по своему фациальному характеру от разновозрастных отложений Анабарского района. Подтверждение этому мы видим как в литологических особенностях попигайского разреза, так и в более широком развитии его макро- и микрофауны. Последняя, видимо, совершенно отсутствует в разрезе перми на р. Анабаре. В разрезе пермских отложений по р. Попигаю мы не находим аналога туфовой свите Анабарского разреза.

В отличие от Анабарского разреза, где туфо-лавовая свита участвует в общей складчатой структуре пермских отложений, в бассейне р. Попигая отложения эффузивно-туфогенной свиты лежат на различных горизонтах нижней и верхней перми. Заметной является разница в мощностях. Если на р. Анабаре мощность нижнепермских отложений 200—250 м, то на р. Попигае мощность нижней перми 300—350 м. Фауна пелеципод на р. Анабаре приурочена к более высоким горизонтам верхней перми по сравнению с разрезом р. Попигая.

Следующий к востоку от Попигая район, где изучались пермские отложения, — бассейн р. Котуя. Не останавливаясь на первых посещениях исследователями бассейна р. Котуя, которые дали самые общие представления о геологии этого района, укажем на работу А. А. Волосатова, в которой подводятся итоги геологического исследования территории левобережья р. Котуя.

А. А. Волосатов считает, что пермские отложения в бассейне р. Котуя сложены двумя свитами — котуйской (продуктивной) и эффузивно-туфогенной, причем эффузивно-туфогенная свита является переходной от верхней перми к мезозою. В составе котуйской свиты указанный исследователь выделяет три подсвиты: подугольную, продуктивную и надугольную.

Как наиболее характерные черты для подугольной подсвиты А. А. Волосатов отмечает резкое преобладание песчаных разностей пород над глинистыми и отсутствие пластов каменных углей. В районе р. Каяк в отложениях этой подсвиты была обнаружена фауна морских пластинчатожаберных моллюсков: *Allorisma kajakensis* из семейства *Pholladelidae*.

Д. М. Федотов, проводивший определения, рассматривает приведенную фауну как нижнепермскую, на основании чего А. А. Волосатов отнес отложения подугольной подсвиты к нижней перми.

Продуктивная подсвита представлена песчаными отложениями, в которых прослоям глинистых пород принадлежит большая роль, чем в низележащей подсвите. В продуктивной подсвите насчитывается до девяти пластов каменного угля, причем три из них имеют рабочую мощность. Мощность подсвиты, согласно А. А. Волосатову, составляет 90—120 м. Обнаруженные в отложениях продуктивной подсвиты пластинчатожаберные моллюски были определены Д. М. Федотовым как принадлежащие

к родам *Anthracomya subter* и *An. amalitzky*, что, по мнению Д. М. Федотова, указывает на верхнепермский возраст включающих отложений.

Надугольная подсвита сложена песчаниками с редкими прослоями глинистых сланцев, углистых сланцев и каменного угля. В отложениях этой подсвиты в районе р. Каюк появляется примесь туфогенного материала.

Мощность подсвиты не более 40 м. На различных горизонтах котуйской свиты залегают эффузивно-туфогенные отложения, мощность которых колеблется от 10—15 м до 100—150 м.

Дальнейшие исследования в бассейне р. Котуя падают на 1941 г., когда Ф. Г. Марков, работая в составе восточной группы Таймырской геофизической экспедиции, прошел маршрутом по р. Котую. В своем отчете, посвященном изложению результатов маршрутного исследования, Ф. Г. Марков расчленяет пермские отложения в бассейне р. Котуя на три свиты: нижнюю — продуктивную, среднюю — туфо-лавовую и верхнюю — лавовую.

Продуктивная свита делится, в свою очередь, на две части, одна из которых (нижняя) сложена преимущественно песчаниками, а другая — песчаниково-сланцевым комплексом, к которому приурочена основная масса каменных углей. Иными словами, здесь видны те же самые составные части терригенной толщи, что и на рр. Анабаре, Попиге, Пуре.

Нижние 60 м песчаной части разреза сложены серыми и темно-серыми среднезернистыми известковистыми песчаниками, содержащими незначительную примесь растительного мусора и неясные отпечатки кордаитов.

Далее в разрезе следует пачка чередования серых и темно-серых глинистых, песчано-глинистых, песчанистых, углисто-глинистых и углистых сланцев с редкими и тонкими пропластками каменного угля (в дальнейшем упоминается как песчано-глинистая угленосная пачка). Встречаются редкие прослои серых известковистых полимиктовых песчаников. К нижней части пачки приурочены эллипсоидальной формы стяжения известковисто-кремнистых и известковисто-песчанистых пород. Верхние 3—3,5 м сложены темными углисто-глинистыми сланцами, содержащими пласт каменного угля, мощностью 0,5—0,6 м. Небезынтересно присутствие в составе пачки (в ее нижней и верхней части) желтоватых песчанистых сланцев, приобретающих в результате выветривания красный цвет. Окраска обусловлена присутствием значительного количества окислов железа.

Участок, где выветрелые красные сланцы имеют широкое распространение, известен среди местного населения под названием «Красный Яр». Мощность пачки сланцев достигает 55—60 м.

Затем в разрезе следуют серые и темно-серые средне- и мелкозернистые полимиктовые песчаники с редкими включениями углефицированного растительного материала. Песчаники в средней части разреза содержат тонкие прослои темно-серых глинистых и углисто-глинистых сланцев. Мощность песчаников около 85—90 м.

Над песчаниками залегают угленосные отложения, состоящие из серых и темно-серых полимиктовых песчаников, часто косослоистых, чередующихся с зеленовато-серыми, темно-серыми и черными углисто-глинистыми и углистыми сланцами. Встречаются также прослои зеленовато-серых, рассланцованных и плотных глин. В угленосной части разреза имеется много тонких прослоев и до 10 пластов каменного угля.

мощностью от 0,2 до 1,3 м. На разведанных площадях (месторождения «Каяк» и «Горный») установлены три пласта рабочей мощности. Ф. Г. Марков отмечает приуроченность к верхам разреза более грубозернистых разностей песчаников, с которыми, по его мнению, связан прослой внутри-формационного конгломерата, установленный А. А. Волосатовым в угленосных отложениях ручья Горного. Мощность угленосных отложений 190—220 м.

Туфо-лавовая свита залегает на различных горизонтах подстилающей ее продуктивной свиты. В основании туфо-лавовой свиты наблюдаются туфо-конгломераты. Совокупность этих фактов указывает на то, что образованию туфо-лавовой свиты предшествовал некоторый перерыв в отложениях. Перерыв этот, по мнению Ф. Г. Маркова, был незначительным, так как флора кордаитов, найденная в нижней половине туфо-лавовой свиты, ничем не отличается от флоры кордаитов из продуктивной свиты. Нижняя часть туфо-лавовой свиты сложена темно-бурыми туфо-песчаниками, туфами и туфо-конгломератом с редкими прослоями осадочных пород. Последние содержат тонкие линзовидные пропластки каменного угля. В верхней части свиты преобладают базальты, авгититы, анальцимовые авгититы и их туфы. Мощность туфо-лавовой свиты около 200 м.

Туфо-лавовая свита вверх по разрезу постепенно переходит в лавовую свиту. Граница между этими свитами проводится условно по преобладанию лавовых излияний над туфогенными образованиями. Основная роль в составе лавовой свиты принадлежит базальтовым покровам, в составе которых встречаются оливиновые и безоливиновые разности. В окраске пород преобладают темные тона. Для базальтов характерна параллелепипедальная и пластовая отдельности. Реже встречаются столбчатая отдельность и горизонты с шаровой отдельностью. Мощность лавовой свиты 250—270 м.

Легко заметить, что описание разреза, приведенное Ф. Г. Марковым, отличается от описания того же разреза, данного А. А. Волосатовым. Прежде всего бросается в глаза разница в мощностях. Судя по материалам Ф. Г. Маркова, мощности в разрезе пермских отложений у А. А. Волосатова значительно занижены. В песчаной части разреза у А. А. Волосатова мы не находим пластов углей, присутствие которых отмечает Ф. Г. Марков. Наоборот, у А. А. Волосатова мы встречаем указание на присутствие туфогенного материала в верхней части продуктивной толщи (надугольная подсвита), чего нет в материалах Ф. Г. Маркова.

Наконец, различных точек зрения придерживаются указанные исследователи на возраст терригенной части разреза. Ранее мы изложили представления А. А. Волосатова, основанные главным образом на результатах определения фауны пластинчатожаберных моллюсков. Остается лишь добавить, что точка зрения А. А. Волосатова о нижнепермском возрасте песчаной части разреза терригенной толщи находит поддержку в результатах определения спор и пыльцы из коллекции кутуйских углей Г. Д. Аллера. А. А. Любер, изучавшая спорово-пыльцевой комплекс из этой коллекции проб угля, обнаружила присутствие следующих форм: *Nigritella nigritella* L u b., *Annularia punctata* L u b., *A. anisolibata* L u b., *A. pseudosceata* L u b., *Subperlata media* L u b., *Subsaculifer retroflexus* L u b., *S. cinetus* L u b., *Turriella punctilata* L u b., *T. pyramidalis* L u b., *Pseudospinosella* L u b.

По мнению А. А. Любер, эти формы широко распространены в нижней перми Кузбасса.

Иной точки зрения на возраст подугленосных отложений придерживается Ф. Г. Марков, который считает, что вся терригенная толща, включая и подугленосные слои, может быть отнесена к верхней перми. Свои представления о возрасте Ф. Г. Марков основывает главным образом на данных спорово-пыльцевого анализа и результатах определения флоры.

Прежде всего Ф. Г. Марков приводит результаты определения спорово-пыльцевого комплекса из угленосных отложений в обнажении «Красный яр», относящиеся к 1941 г. С. Н. Наумова, проводившая определения, приходит к заключению, что обнаруженные споры и пыльца являются характерными для верхней перми. Она указывает, что в изученном спорово-пыльцевом комплексе споры представлены группой *Triletes* N a u m., среди которых преобладают споры подгруппы *Leiotriletes* N a u m. и в меньшем количестве встречаются споры подгруппы *Trachitriletes* N a u m. Среди пыльцы преобладают представители класса *Aporina* N a u m., причем особенно часто встречается пыльца кордаитов (6% группы *Perisaccus* N a u m.) и значительно реже — пыльца группы *Platysaccus*.

По данным Э. Н. Кара-Мурза, проводившей исследования коллекции Ф. Г. Маркова, устанавливается общность состава спор и пыльцы для нижних горизонтов в разрезах перми в устье р. Медвежьей и в устье р. Каяк. Э. Н. Кара-Мурза указывает на преобладание в изученном комплексе спор из группы *Monotriletes* R e i n s c h.

В небольшом количестве встречается также пыльца саговых и гинкговых. Видовой состав спор определяется преобладанием округлых разновидностей типа *Azonotriletes nigritellus* L u b., *A. nigrotuberculatus* L u b., характерных для Тунгусского бассейна, и *A. micrarugosus* cf. *minor* L u b., характерных для Кузнецкого бассейна. В большом количестве присутствуют споры, представленные новыми видами или близкими пермским формам из Тунгусского бассейна. К числу последних относятся: *Azonotriletes rectispinus* L u b. var. *kotufensis* К.-М., *Az. rectispinus* L u b. var. *rotundus* К.-М., *Az. obtusosetosus* L u b. var. *media* К.-М., *Az. graniferus* L u b. var. *kajakensis* К.-М., *Azonomonoletes alatus* cf. *verrucosus* К.-М. sp. nov., *Az. brevipicalatus* К.-М. sp. nov., *Az. cordaitus* N a u m. var. nov., *Az. cf. reticulo-aculeatus* N a u m. Отмечается широкое развитие спор с шагреновой и мелкоизвилистой экиной. Группа *Monoletes* L b r. представлена спорами типа *Azonomonoletes alatus* К.-М. cf. *verrucosus* К.-М., *Az. cf. cordatus* N a u m. В группе *Alates* L b r. преобладают споры с плотной гладкой экиной и утолщенным краем типа *Zonaletes angustelimbatus* L u b., *Z. bialatus* К.-М. sp. nov., *A. sp. nov.*

Пыльца саговых представлена новыми разновидностями, среди которых встречаются формы, близкие *Azonaletes caperatus* L u b. из перми Кузнецкого бассейна, *Azonaletes erosus* L u b. из пермских отложений р. Хеты и *Azonaletes tunguskensis* L u b. sp. nov. из отложений нижнего течения р. Хатанги. Наконец, встречаются шагреновые и гладкие формы пыльцы *Azonomonoletes cycadiformus* N a u m., *Az. elongata* N a u m., *Az. cf. gibberosus* N a u m.

Э. Н. Кара-Мурза считает (устное сообщение автору), что вышеприведенный комплекс пыльцы и спор наиболее близок спорово-пыльцевому спектру верхов мисайланской свиты верхней перми мыса Илья (восточное побережье Хатангского залива), а также близок к комплексу, известному из верхов ерунаковской свиты в Кузбассе.

К выводу о верхнепермском возрасте всей продуктивной толщи при-
ходит и М. Ф. Нейбург, которая обрабатывала коллекции флоры Ко-
туйской экспедиции 1939—1940 гг. М. Ф. Нейбург указывает на присут-
ствие следующих форм в угленосных отложениях района р. Каяк:
Noeggerathiopsis cf. *Naum.*, *N.* cf. *aequalis* Goerr., *N.* cf. *candalepensis* Z al., *N.* cf. *angustifolia* (R ad c z.), *N.* cf. *aequalis* Goerr., *N.* cf. *candalepensis* Z al., *N.* cf. *angustifolia* (R ad c z.) Neub., *N. kajakensis* sp. nov., *Sphenopteris* sp. indet. *Callipteris* (*Pecopteris*?) *multinervis* sp. nov., *Samaropsis* sp., *Leptopterygium nanum* sp. nov., *Petcheria* sp. *Annularia* sp. В бассейне ручья Горный встречены остатки *Noeggerathiopsis aequalis* (Goerr.) Z al., близкие формам р. Каяк и *Paracalamites nudus* sp. nov., а ниже устья р. Медвежьей *Noeggerathiopsis aequalis* (Goerr.) Z al. и *Noeggerathiopsis angustifolia* (R ad c z.) Neub.

Отложения, содержащие перечисленный комплекс, по мнению М. Ф. Нейбург, соответствуют пеляткинской и дегалинской свитам западной части бассейна р. Нижней Тунгуски и едва ли выходят за пределы кольчугинской свиты В. И. Яворского, что указывает на верхнепермский возраст.

К вышеизложенному остается лишь добавить, что Ф. Г. Марков считает, что «фауна *Allorisma*, по-видимому, еще не может быть руководящей формой для нижней перми, так как Е. М. Люткевичем *Allorisma* была установлена среди пелелипод пясинской свиты — нижнего подъяруса Казанского яруса Западного Таймыра, имеющего много общих форм с таковой же фауной казанского яруса Русской платформы и безугольной свиты Кузбасса, с богатой флорой верхней перми».

Совокупность приведенных материалов, по мнению Ф. Г. Маркова, указывает на верхнепермский возраст всей продуктивной свиты по р. Котуй. Вывод этот, однако, вызывает сомнение, прежде всего потому, что результаты спорово-пыльцевого анализа не дают единого и правильного представления о возрасте.

Более убедительны данные определения флоры, но им противостоят определения фауны, которые указывают на нижнепермский возраст подугленосных слоев.

Касаясь замечания Ф. Г. Маркова по поводу определения фауны, заметим, что относительно возраста пясинской свиты нет единого мнения, и ряд исследователей рассматривает ее как аналог верхнебалахонской свиты.

Таким образом, мы видим, что если относительно верхней угленосной части разреза нет никаких разногласий, то палеонтологические данные, касающиеся возраста песчаной части разреза, достаточно противоречивы. На основе имеющихся в настоящее время палеонтологических определений вряд ли можно сделать правильный вывод. Надо искать какие-то дополнительные данные в пользу той или иной точки зрения. Эти дополнительные данные имеются в отчете П. П. Бентхена и З. И. Корольковой о результатах разведки угольного месторождения на р. Каяк в 1949—1950 гг. Разведочные работы и особенно скважина 18, пробуренная до глубины 290 м, позволили в значительной мере уточнить стратиграфию пермских отложений Котуйского района.

Прежде всего следует указать на то, что разрез, составленный Ф. Г. Марковым, по естественным выходам довольно хорошо сходится с разрезом П. П. Бентхена и З. И. Корольковой, составленным по мате-

риалам бурения. Несколько неясным осталось лишь положение в разрезе, составленном П. П. Бентхеном и З. И. Корольковой, песчано-глинистой угленосной пачки, которую Ф. Г. Марков относит в самый низ разреза пермских отложений. По литологической характеристике отложения этой пачки стоят значительно ближе к верхам разреза пермских отложений, составленного П. П. Бентхеном и З. И. Корольковой. К такому же выводу приводят и данные спорово-пыльцевого анализа углей из этой пачки, которые приводятся в отчете А. А. Волосатова (1941).

Если прибавить ко всему сказанному, что на территории, где развиты отложения вышеупомянутой пачки, проходит ряд сбросов, то вполне правдоподобным делается предположение о том, что рассматриваемые отложения имеют верхнепермский возраст, но расположены в грабене.

В остальном разрезе, составленные Ф. Г. Марковым в 1941 г. и П. П. Бентхеном в 1950 г., сходятся.

В разрезе пермских отложений П. П. Бентхен и З. И. Королькова выделяют две свиты: продуктивную и туфо-лавовую. Продуктивная свита расчленена на две подсвиты: подугленосную и угленосную. Угленосная свита, в свою очередь, состоит из двух толщ: подугольной и продуктивной (рис. 10).

К нижней перми упомянутые исследователи относят подугленосную подсвиту, соответствующую самой нижней части разреза, составленного Ф. Г. Марковым, если из него исключить песчано-глинистую пачку, о которой мы упоминали выше. С отнесением этой пачки к верхней перми отпадают все доводы относительно верхнепермского возраста низов разреза пермских отложений в бассейне р. Котуя, ибо все эти доводы основывались на результатах определений органических остатков из этой пачки. Одновременно появляются дополнительные данные, подтверждающие нижнепермский возраст подугленосной подсвиты. Автор имеет в виду приведенные в отчете П. П. Бентхена и З. И. Корольковой результаты определений спор и пыльцы из отложений подугленосной подсвиты.

А. П. Морозова и О. П. Ярошенко, проводившие определения, считают, что изученный спорово-пыльцевой комплекс из отложений подугленосной подсвиты, хотя и имеет общие черты со спорово-пыльцевым комплексом из отложений угленосной подсвиты, все же отличается от первого более древним обликом, позволяющим отнести подугленосную подсвиту к нижней перми.

Об этом говорит присутствие таких форм, как *Zonales rotatus* L u b. и *Azonoles retroflexus* L u b., и незначительное количество пыльцы хвойных и гинкговых с неясной спекшейся структурой и непонятными лепешкообразными формами, характерными для осадков нижней перми.

Таким образом, из приведенного материала следует, что так же, как и в восточных разрезах (рр. Анабар и Попигаи), на р. Котуе в пермских отложениях присутствуют две толщи — терригенная и туфогенная, причем терригенная толща также делится на две части — преимущественно песчаную и преимущественно угленосную. По-видимому, как и на востоке, песчаная часть разреза может быть отнесена по возрасту к нижней перми, а угленосная — к верхней (рис. 8).

Такое предположение не только подтверждается определениями фауны и спорово-пыльцевого комплекса, говорящими о нижнепермском возрасте песчаной части разреза, но и проливает свет на довольно неожиданное исчезновение нижнепермских отложений в бассейне р. Котуя (как это следует из материалов Ф. Г. Маркова), которое выглядит особенно

неправдоподобным, если учесть, что нижнепермские отложения в бассейне р. Попигаия имеют мощность около 300—350 м.

Продолжая сопоставление, укажем, что в разрезе пермских отложений по р. Котую у Ф. Г. Маркова нет аналога туфовой (мисайлапской) свиты. Однако сведения о последней имеются в материалах А. А. Волосатова. Описывая надугленосную подсвиту, А. А. Волосатов обращает внимание на присутствие в ней туфогенного материала, что, как известно, наряду с приуроченностью к верхам продуктивной толщи, является характерным признаком для туфовой свиты Анабарского района и мисайлапской свиты Нордвикского района.

Туфо-лавовая и лавовая свиты, выделенные в разрезе у Ф. Г. Маркова, по-видимому, соответствуют эффузивно-туфогенной свите Попигайского разреза. Ранее уже упоминалось, что туфо-лавовая свита лежит с размывом на различных горизонтах продуктивной толщи. Теперь остается лишь добавить, что возраст туфо-лавовой и лавовой свит Ф. Г. Марков рассматривает на основании данных спорово-пыльцевого анализа образцов из низов туфо-лавовой свиты как верхнепермский, близкий к триасу.

Несколько слов о границе между нижней и верхней пермью. В разрезе по р. Котую у Ф. Г. Маркова нет прослоев конгломерата, по которым проходит граница между нижнепермскими и верхнепермскими отложениями на рр. Попигае и Анабаре. В материалах А. А. Волосатова есть указание на присутствие в продуктивной подсвите линзообразных конгломератов, но положение их в разрезе остается неясным.

П. П. Бентхен и З. И. Королькова считают, что граница между верхней и нижней пермью проходит в интервале мощностью больше 40 м (186,25—230,7 м), выше которого располагаются отложения, содержащие верхнепермский спорово-пыльцевой комплекс, а ниже — отложения с нижнепермским спорово-пыльцевым комплексом. Внутри этого интервала упомянутые исследователи считают наиболее правильным проводить границу по подошве пачки глинистых сланцев, содержащих фауну пелеципод (результатов определения этой фауны еще нет).

Автору кажется, что эту границу, по аналогии с соседними районами (Попигайским и Анабарским), следует несколько опустить и провести ее по подошве горизонта грубозернистых песчаников, подстилающих вышеупомянутую пачку.

При таком положении границы мощность нижнепермских отложений, так же как и мощность отложений терригенной части разреза верхней перми, будет равна 200—250 м.

Таковы самые общие результаты сопоставления разреза пермских отложений в бассейне р. Котуя с разрезами разновозрастных отложений Анабарского и Попигайского районов.

Подведем итоги. Анализ приведенных материалов позволяет сделать следующие общие выводы, которые могут быть распространены на всю территорию северо-восточного края Сибирской платформы.

1. Совокупность имеющихся данных по стратиграфии континентальных терригенно-туфогенных отложений северо-восточного края Сибирской платформы, известных под названием «тунгусской свиты» или «тунгусской серии», указывает на то, что эти отложения имеют преимущественно пермский и пермо-триасовый возраст.

2. Для большей части территории северо-восточного края Сибирской платформы характерно присутствие в разрезе пермских отложений двух

различных по литологии толщ: нижней — терригенной и верхней — эффузивно-туфогенной.

3. Терригенная толща, в свою очередь, делится на две, отличные по литологическому составу свиты: нижнюю — преимущественно песчаную с редкими пластами угля и верхнюю — угленосную (продуктивную). Однако упомянутые свиты отличаются не только по литологии, они имеют и различный возраст: песчаная — нижнепермский, угленосная — верхнепермский.

4. Наблюдается определенная закономерность в изменении возраста отложений, подстилающих нижнюю пермь. На западе, в бассейне р. Котуя, это отложения пестроцветной нижнесилурийской толщи, в районе р. Попигая — отложения верхнего кембрия, а далее на восток, в бассейне рр. Анабара и Пура, — все более древние горизонты верхнего, а затем и среднего кембрия.

5. В основании нижнепермских отложений по всему северо-восточному краю Сибирской платформы отсутствуют конгломераты, что, по-видимому, указывает на относительно спокойную обстановку, в которой началось накопление осадков нижней перми.

6. С запада на восток меняются фациальные особенности нижнепермских отложений: они приобретают более ярко выраженный континентальный характер, все большее значение получают песчаные разности пород, почти полностью исчезают прослои глинистых пород и пласты углей, которые хоть и изредка, но встречаются в бассейнах рр. Попигая и Котуя. Если в западных разрезах (рр. Котуй и Попигай) в нижней перми еще встречаются в небольшом количестве остатки фауны, то на востоке, в бассейне р. Пура, фауны нет, и нижнепермские отложения содержат лишь остатки флоры.

7. Одновременно с изменением фациального характера нижнепермских отложений значительные изменения претерпевает и их мощность. Наибольшую мощность нижнепермские отложения имеют в бассейне р. Попигая (300—350 м), далее на восток мощность заметно уменьшается (200—250 м, 90 м) и к бассейну р. Оленек (устье р. Пура) нижнепермские отложения выклиниваются полностью.

8. К границе нижнепермских и верхнепермских отложений приурочены линзообразные прослои мелкогалечного конгломерата. Несмотря на линзообразный характер, эти конгломераты имеют региональное распространение и протягиваются по всему северо-восточному краю Сибирской платформы (за исключением бассейна р. Котуя, где положение конгломератов в разрезе неясно). Там, где отложения нижней перми отсутствуют (устье р. Пура), конгломераты ложатся на размытую поверхность подстилающих кембрийских пород.

Приуроченность конгломератов к границе между нижней и верхней пермью и присутствие в их составе гальки, состоящей из нижнепермских пород, делают возможным предположение о том, что эти конгломераты являются отзвуками одной из фаз варисской складчатости. Разумеется, наиболее убедительным доводом в пользу такой точки зрения была бы разница в степени дислоцированности нижнепермских и верхнепермских отложений, но в условиях платформы, где проявляются лишь отзвуки складчатости, трудно получить подобного рода доказательства. Однако наблюдения над плотностями однотипных пород в соседнем к северу районе Сындаско показывают, что плотность отложений нижней перми на 0,1 превышает плотность верхнепермских отложений. Есть все осно-

вания полагать, что это — результат большей дислоцированности нижнепермских отложений.

Наконец, остается выяснить последний вопрос — была ли складчатость на границе верхнего и нижнего отделов перми в соседней Таймырской геосинклинальной области. Как известно, этот вопрос в положительном смысле в настоящее время решает В. А. Вакар [5].¹

9. Верхнепермские отложения, в отличие от нижнепермских, имеют повсеместное распространение в пределах северо-восточного края платформы. На отдельных участках в состав верхнепермских отложений входит не только угленосная свита, но и часть туфогенной толщи.

10. Наблюдается определенная закономерность в изменении фациального характера отложений угленосной свиты вдоль северо-восточного края Сибирской платформы. Так, в западной части рассматриваемой территории (районы рр. Котуя и Попигая) отложения угленосной свиты начинаются от слоев, содержащих морскую фауну, область распространения которой на востоке ограничивается бассейном р. Анабара. Далее на восток отложения носят сугубо континентальный характер и фауны не содержат.

В бассейнах рр. Котуя, Попигая и Анабара значительная роль в составе верхнепермских отложений принадлежит глинистым разностям пород; пласты углей встречаются по всему разрезу и мощность их достигает 1,5 м. На востоке в бассейнах рр. Пура и Оленек глинистые разности пород пользуются незначительным распространением, преобладают песчаники и пески. Угли встречаются лишь в виде редких и маломощных прослоев. Таким образом, угленосность разреза верхнепермских отложений закономерно уменьшается с запада на восток.

11. Относительно изменения мощности угленосной свиты приходится говорить с известной осторожностью, так как часть верхнепермских отложений подверглась размыву. По-видимому, изменение мощностей контролируется изменениями фациального характера отложений, в связи с чем происходит закономерное уменьшение мощности с запада на восток.

12. Область распространения туфогенных отложений в пределах северо-восточного края Сибирской платформы ограничивается средним течением р. Уджи (правый приток р. Анабара). Далее на восток вулканическая деятельность, по-видимому, затухает, так как в бассейнах рр. Оленек и Пура туфогенные образования нигде не встречены.

13. Отложения туфовой (мисайлапской) свиты связаны непрерывным переходом с нижележащей угленосной свитой и имеют, так же как и угленосная свита, верхнепермский возраст. В пределах северо-восточного края Сибирской платформы отложения туфовой свиты сохранялись от размыва на двух участках — в бассейне р. Анабара и в бассейне р. Котуя (?).

14. Относительно возраста туфо-лаваовой свиты нет единого мнения. Одни исследователи считают ее верхнепермской, другие — нижнетриасовой, третьи — пермо-триасовой. Такие колебания в определении возраста объясняются отсутствием достаточного количества палеонтологических данных, которые позволили бы уточнить возраст свиты. В бассейне р. Анабара возрастные пределы туфо-лаваовой свиты определяются, с од-

¹ Имеется, однако, и противоположная точка зрения, согласно которой складчатость на границе нижней и верхней перми в Таймырской геосинклинали не проявлялась. Эту точку зрения развивает И. М. Мигай.

ной стороны, нижележащими отложениями верхней перми, с другой, — вышележащими пестроцветными глинами верхнего триаса. Далее на запад возможные возрастные пределы туфо-лавовой свиты увеличиваются, так как палеонтологически охарактеризованная верхняя граница ее поднимается до среднего лейаса.

Если встать на точку зрения одновременного проявления складчатости по всему северо-восточному краю Сибирской платформы, то невольно напрашивается вывод о более раннем образовании туфо-лавовой свиты в бассейне р. Анабара, где слои этой свиты участвуют в общей складчатой структуре перми. Видимо, значительно позже шло формирование туфо-лавовой свиты на рр. Попигае и Котуе. Здесь отложения туфо-лавовой свиты перекрывают различные горизонты верхней и нижней перми, что указывает на ее возникновение после того, как пермские отложения были собраны в крупные пологие складки и частично размыты. Естественно, что время, охватывающее период складчатости и последующего размыва, отделяет образование отложений туфо-лавовой свиты в районе р. Анабара от образования аналогичных отложений в бассейнах рр. Попигае и Котуе. Если считать, что складчатость, захватившая верхнепермские отложения, приурочена по времени к границе между верхней пермью и нижним триасом, как это имеет место в соседнем к северу Нордвикском районе, то тогда возраст туфо-лавовой свиты в районе р. Анабара будет верхнепермским, а в бассейнах рр. Котуе и Попигае уже триасовым.

Таким образом, с этих позиций, туфо-лавовая свита не является строго определенным стратиграфическим горизонтом, а представляет собой комплекс однотипных пород, имеющих на различных участках Сибирской платформы различный возраст.

Однако, если считать, что складчатость, захватившая верхнепермские отложения, не является одновременной по всему северо-восточному краю Сибирской платформы, то тогда различное отношение туфо-лавовой свиты к складчатости не может быть использовано для оценки относительного возраста свиты в районе р. Анабара и в бассейнах рр. Попигае и Котуе. В этом случае отложения туфо-лавовой свиты на р. Анабаре и в бассейнах рр. Попигае и Котуе могут оказаться разновозрастными. Наконец, весьма возможно, что вдоль северо-восточного края Сибирской платформы меняется не только время проявления складчатости, но и возрастные пределы образования туфо-лавовой свиты.

Имеющийся в распоряжении автора фактический материал не дает сколько-нибудь убедительных доводов в пользу одной из изложенных выше точек зрения на возраст туфо-лавовой свиты. На данном этапе исследований нам приходится ограничиться теми возрастными пределами образования туфо-лавовой свиты, которые были приведены в предыдущих главах настоящей работы.

15. На большей части рассматриваемой территории туфо-лавовая свита перекрывается отложениями среднего лейаса. Лишь в районе р. Анабара на отдельных участках, сохранившихся от размыва, встречены пестроцветные глины верхнего триаса. В бассейне р. Пура, где отложения туфо-лавовой свиты отсутствуют, на размытой поверхности угленосной свиты лежат морские осадки триаса, представленного всеми тремя отделами.

Изложенными выше общими закономерностями мы и закончим рассмотрение стратиграфии пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы.

Г л а в а VIII

**ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
АНАБАРСКОГО РАЙОНА И СМЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КРАЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

В пределах рассматриваемой территории пермские отложения отличаются чрезвычайным разнообразием и пестротой типов текстур, что весьма затрудняет их систематизацию и описание. Значительные трудности создает также отсутствие разработанной генетической классификации текстур осадочных пород и, в первую очередь, неразработанность классификаций типов слоистости.

В настоящей главе среди текстурных особенностей пермских отложений помимо слоистости будут рассмотрены оползневые явления, знаки ряби, ходы червей и других роющих животных, следы размыва и различные конкреции.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКСТУР ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Слоистость

Большинство существующих в настоящее время классификаций слоистости основывается на самых разнообразных признаках. Так, одни кладут в основу форму слоистости, другие — признак величины, третьи — характер прерывистости слоев и т. д. Последнее обстоятельство заставило прибегнуть к классификации, предложенной Л. Н. Ботвинкиной [2], которая положила в основу совокупность двух объективных признаков, функционально связанных с генезисом — форму и размеры слоистости.

Пользуясь классификацией Л. Н. Ботвинкиной, автор выделил в исследованных отложениях три основных типа слоистости: косой, волнистый и горизонтальный, каждый из которых в зависимости от величины делится на крупный (мощность серий — десятки сантиметров), мелкий (мощность серий — сантиметры) и очень мелкий (мощность серий — миллиметры). Существуют также переходные типы слоистости, такие, например, как косоволнистый или пологоволнистый, но они встречаются редко.

Наиболее распространенным типом слоистости в пермских отложениях рассматриваемой территории является горизонтальная слоистость как крупная, так и мелкая. Этот тип слоистости характеризуется чаще четкими, реже — расплывчатыми границами, обусловленными чередованием слоев песчаного, алевритового и глинистого состава. Нередко границы между слоями определяются обильной присыпкой углисто-слюдистого

материала. Чередующиеся слои обычно прямолинейны и параллельны, причем чередование нередко носит ритмичный характер.

Широко распространена в пермских отложениях косая слоистость, чаще — мелкая, реже — крупная. Этот тип слоистости, как правило, характеризуется горизонтальным или близким к горизонтальному направлением одних серий и располагающихся к ним под углом в $15-35^\circ$ — других. Границы слоев внутри серий обычно расплывчатые, реже четкие; сортировка зерен неоднородная. Обусловлена слоистость изменением крупности зерен или различием окраски отдельных прослоев. Косая слоистость особенно часто встречается в песчаных породах, реже — в алевритовых и совсем редко — в глинистых.

Волнистая слоистость также довольно часто встречается, причем главным образом на участках распространения глинистых пород. Ей свойственно волнообразное расположение слоев или их серий, в общем параллельных плоскости напластования. Границы между слоями довольно отчетливые, реже — расплывчатые, обусловлены изменением гранулометрического состава пород. Сортировка зерен внутри слоя однородная, мощность слоев неравномерная.

Касаясь условий образования перечисленных типов слоистости, следует прежде всего остановиться на тех положениях, которые в настоящее время можно считать общепризнанными.

Так, большинство исследователей считает, что горизонтальная слоистость образуется в спокойной среде, в условиях относительной неподвижности водных масс и наиболее характерна либо для глубоководных морских, либо для озерных отложений. Косая слоистость возникает в условиях движущейся среды, но это движение происходит в одном направлении, как, например, в речных потоках, морских течениях или при движении ветра.

Волнистая слоистость образуется при движении, имеющем два различных направления и свидетельствует об образовании осадка в условиях прибрежной мелководной зоны моря (приливы, отливы и волнения).

Таким образом, даже такие довольно общие данные позволяют высказать соображение о возможных условиях образования того или иного типа слоистости. Эти соображения с учетом деталей строения отдельных серий и их соотношения друг с другом приобретают значительную убедительность.

Известно, например, что тонкая косая слоистость, имеющая прямо противоположное направление косых серий в чередующихся пластах и носящая название «елочки» или «рыбьего хвоста», свидетельствует о меняющихся направлениях течения в условиях литоральной зоны. Косая слоистость, характеризующаяся последовательным наложением неправильно линзообразных единиц с резкой косою слоистостью и известная среди американских геологов под названием «шорру», образуется в условиях быстрого размыва и заполнения.

Можно привести и другие примеры, но при этом следует иметь в виду, что одна косая слоистость без учета других текстурных особенностей не является надежным критерием для определения условий образования осадочной породы. Известны случаи, когда пески, отложившиеся в водной среде, обнаруживают эоловую косую слоистость и, наоборот, эоловые отложения несут текстурные признаки, характерные для донных осадков [62]. Следовательно, учет всех без исключения текстурных особенностей породы является необходимым при выяснении условий ее образования.

Оползневые явления

Среди текстурных особенностей, связанных с оползновыми явлениями, первое место, безусловно, принадлежит седиментационным брекчиям.

Чаще всего седиментационная брекчия представляет собой хаотическое скопление обломков плотных глин среди рыхлого песчаного материала. Значительно реже это обломки глинистого песчаника или алевролита, заключенные в более рыхлую цементирующую песчано-глинистую массу. Обломки имеют угловатую форму и нередко ориентированы под углом к плоскости напластования. Размеры обломков колеблются в значительных пределах (от сантиметров до полутора метров).

Седиментационные брекчии иногда охватывают участки протяженностью в несколько метров. Весьма показательным в этом отношении является обнажение верхнепермских песчаников, встреченное нами в бассейне р. Уджи, примерно в 35 км от впадения ее в р. Анабар (рис. 11).



Рис. 11. Крупные глыбы глин и алевролитов среди верхнепермских мелкозернистых песчаников.

Здесь в обрыве коренного берега среди мелкозернистых песков можно наблюдать крупные глыбы, представленные ленточным чередованием глин и алевролитов. Слоистость включений располагается почти под прямым углом по направлению к слоистости мелкозернистых песков. Размер отдельных глыб достигает в поперечнике 1—1,5 м. Общая протяженность участка, содержащего седиментационную брекчию, около 15 м.

Приведенный пример не является типичным, но он хорошо иллюстрирует тот размах, который получает на отдельных участках рассматриваемое явление. Чаще седиментационные брекчии имеют небольшие размеры, и обломки, слагающие их, измеряются сантиметрами.

В настоящее время еще нет достаточной ясности в вопросе о причинах образования седиментационных брекчий. По-видимому, наиболее правильно связывать их с оползновыми явлениями, происходящими в момент образования осадка. Подтверждение этому мы видим не только в характере самой седиментационной брекчии, но и в наличии на соседних участках в нормальном залегании пород, которые слагают обломочный материал.

Показательно развитие в промежутках между отдельными обломками, а также по соседству с ними складочек подводного оползания. Эти складочки встречаются иногда и на значительном удалении от седиментационных брекчий. В качестве примера может быть приведено обнажение, встреченное на правом берегу р. Анабара, при впадении в нее р. Уджи. Верхняя часть обнажения сложена мелкозернистым серым песком, содержащим тонкие прослоечки углисто-глинистого материала. Последние в основном залегают горизонтально, лишь на одном участке, протяженностью около 2 м, образуют ряд мелких складок, которые имеют асимметричное строение и расплывчатые контуры. В равнослоистом пропластке, залегающем над прослоем со следами деформации, проходят микросбросы с амплитудой смещения в несколько сантиметров. Строение складок и их расположение среди горизонтально-слоистых пород приводит нас к выводу о их связи с оползновыми явлениями.

По-видимому, в непосредственной связи с подводными оползнями находятся и флюидальные текстуры, довольно широко распространенные в пермских отложениях на Западном поднытии Южного Тигяна. Флюидальные текстуры представляют собой своеобразное месиво из песчаных, алевроитовых и глинистых частиц, расположенных таким образом, что создается впечатление о значительной подвижности породы в тот период, когда она была в пластичном состоянии. Весьма показательна пространственная связь флюидальных текстур с участками, несущими седиментационные брекчий, указывающая, по-видимому, на генетическую близость этих двух текстурных признаков.

Переходя к вопросу об условиях образования оползневых текстур, следует прежде всего указать на то, что характер их и масштаб резко меняются на различных участках. Эти изменения, разумеется, не случайны и, по-видимому, свидетельствуют о разнообразии причин, вызывавших оползание. Вряд ли одинаковыми причинами можно объяснить седиментационную брекчию в Анабарском районе, измеряющуюся метрами, и седиментационную брекчию, наблюдающуюся в керне скважины Р-104 на Южном Тигяне, размеры которой не выходят за пределы нескольких сантиметров.

Совокупность текстурных признаков, характеризующих эти участки, показывает, что в первом случае седиментационная брекчия могла быть связана с неоднократным блужданием русел рек, подмывом берегов и последующим их оползанием, во втором — основной причиной являются знаки ряби и другие мелкие положительные структурные формы, по склонам которых могло происходить оползание пластичного насыщенного водой осадка.

Наконец, оба предполагаемых явления, т. е. оползание берегов и оползание по склонам микроструктур, не могут объяснить происхождения наиболее широко распространенных седиментационных брекчий, масштаб которых измеряется десятками сантиметров и которые тесно связаны со складочками подводного оползания, флюидальными текстурами и сингенетичными микросбросами.

Наиболее правдоподобное объяснение приведенной совокупности оползневых текстур имеется в работе П. С. Воронова [10]. Указанный исследователь проследил в пермских отложениях района Сындаско ряд оползневых циклов, в пределах которых наблюдается чередование участков с флюидальной текстурой и зон, характеризующихся совокупностью седиментационных брекчий, зеркал скольжения и син-

генетических микросбросов. П. С. Воронов считает, что изученные им оползневые явления следует рассматривать как типичные подводные оползни, которые, судя по их региональному распространению, должны быть связаны с сейсмическими толчками.

Такое предположение выглядит вполне правдоподобным, если учесть, что пермский период в пределах Сибирской платформы характеризуется проявлением интенсивной вулканической деятельности, обычно сопровождающейся резкими сейсмическими толчками. По-видимому, эти толчки и приводили к оползанию рыхлого насыщенного водой осадка на сейсмически малоустойчивых участках морского дна.

Знаки ряби или волноприбойные знаки

Упомянутые образования встречаются часто и представляют собой волнистую скульптуру на поверхности зернистого осадка, обусловленную чередованием хребтиков и углублений между ними (рис. 12). Они наблюдались только среди песчаников и алевролитов, что указывает на большую склонность этих типов пород улавливать направление движения водных масс. Хребтики знаков ряби могут располагаться параллельно друг другу и разветвляться, а по форме могут быть симметричными и асимметричными.

В пределах рассматриваемой территории были встречены как те, так и другие, причем форма гребешков также менялась от сглаженной до острой. Отношение расстояния между двумя хребтиками к их высоте носит название индекса ряби. Последний может меняться в значительных пределах, достигая наибольшей величины в отложениях, связанных с эоловыми процессами (индекс ряби выше 14). Среди пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы были встречены знаки ряби с низким индексом, не превышающим 4—5, с длиной волны в несколько сантиметров с амплитудой до 2—3 см.

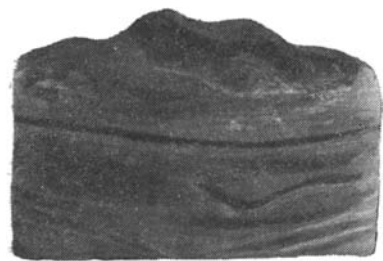


Рис. 12. Знаки ряби в глинистом алевролите.

Как известно, следы ряби могут возникнуть под действием ветра, течений и колебательного, волнового движения водной среды. Считают, что большая часть подводных следов ряби образуется на небольших глубинах и на ограниченном расстоянии (до 100 м) от береговой линии, хотя Р. Шрок [62], например, считает, что условия, благоприятные для их образования, сохраняются до глубины 800 м.

Знаки ряби эолового происхождения можно выделять среди других по их высоким индексам. Сложнее обстоит дело со знаками ряби, возникшими в результате колебательных движений волн и течений, так как и те и другие могут характеризоваться одинаковыми индексами. Здесь на помощь приходит форма ряби и ее внутренняя структура. У знаков ряби, образованных течением, форма хребтиков асимметрична, а их внутренняя структура характеризуется косой слоистостью, наклоненной вниз по течению и грубо параллельной склону хребтика. Более грубозернистый материал, как правило, скапливается у крутого склона хребтика, обращенного в сторону течения, а мелкозернистый, илистый откладывается у гребней.

Знаки ряби волнового происхождения имеют симметричную форму, а внутренняя структура их обуславливается закономерным расположением одних хребтиков над другими.

Ходы червей и других роющих

В исследованных отложениях имеются два типа ходов роющих. Первый тип — многочисленные пустотелые трубочки, причудливо изгибающиеся внутри глинистых песчаников. Длина трубочек измеряется 10—15 см, а диаметр 4—5 мм. Вторым тип — трубочки среди глин, но не пустые, а заполненные песчаным материалом, имеющим весьма своеобразную структуру (рис. 13). Последняя напоминает ряд мелких, диаметром до 5 мм, конусообразных сегментов, как бы нанизанных друг на друга. По-видимому, песчаный материал являлся составной частью ила, которым питалось роющее животное. Из этого ила им усваивался органический материал, а песчаная часть выбрасывалась.

Использование ходов червей и других роющих для целей восстановления условий образования осадка весьма затруднительно. Известно, что черви живут в морской воде, пресной воде и на суше. Отсюда по наличию хода червей трудно сделать вывод о том, в каких условиях формировался осадок — в подводных или наземных.



Рис. 13. Ходы червей в аргиллите.

Следы размыва

Четкие следы размыва встречаются довольно редко. Отсюда, конечно, не следует делать вывод, что само явление размыва представляет редкость в пределах рассматриваемой территории. Размывы, разумеется, были, но следы размывов сохранились далеко не везде.

В большинстве случаев о наличии размывов можно судить по неровностям поверхности, подвергавшейся размыву, по многочисленным промоинам, желобообразным каналам, котлообразным впадинам и т. д. В процессе дальнейшего осадконакопления эти неровности заполняются и захороняются. На рис. 14 можно видеть такую погребенную поверхность размыва. Нижняя часть образца керна, приведенного на рисунке, сложена аргиллитом, который в определенный период времени подвергся размыву. В результате размыва образовались небольшие углубления, выполненные при возобновлении осадкообразования более грубозернистым песчаным материалом.

По-видимому, в прямой связи с явлениями размыва находятся обломки глин и аргиллитов, широко распространенные среди пермских песчаных отложений рассматриваемой территории. Эти обломки имеют угловатую, реже — полуокатанную форму и сравнительно небольшие размеры, обычно не превышающие в поперечнике несколько сантиметров. В большинстве случаев глинистые обломки образуют хаотические скопления среди песчаников или песков (см. рис. 11), реже они распределены в пределах одного прослоя (рис. 15).

Так как в подстилающих пермские отложения кембрийских породах не наблюдалось аналогов глин, слагающих обломки, то невольно напрашивается вывод о том, что исходным материалом для них послужили глинистые прослои, столь широко распространенные среди пермских отложений. Такой вывод находит себе подтверждение как в петрографическом составе обломков, которые вряд ли могли претерпеть значительный перенос, так и в угловатой их форме, в свою очередь, свидетельствующей о незначительности перемещения.

Каким же путем шло образование глинистых обломков? На этот вопрос, разумеется, нельзя ответить совершенно определенно. Наиболее правдоподобным нам кажется следующее предположение.

На поверхности песчаного осадка отложился сравнительно мало-



Рис. 14. Следы размыва в аргиллите.

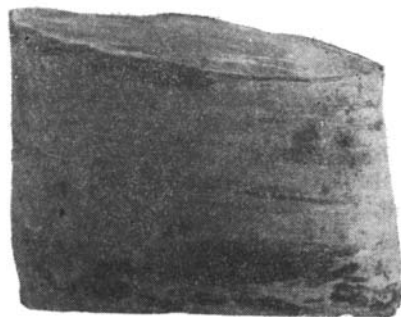


Рис. 15. Включения обломков в мелкозернистом песчанике.

мощный прослой тонкодисперсного ила. В результате колебательных движений или в силу каких-либо других причин рассматриваемый участок земной коры был выведен на дневную поверхность, и тогда под действием тепла ил начал высыхать и растрескиваться. Образовались полигональные грунты. В дальнейшем этот слой мог либо захороняться, либо размываться. В первом случае глинистые обломки оставались на месте и располагались в пределах одного слоя, во втором — перемещались на некоторое расстояние и образовывали хаотическое скопление среди песчаных отложений.

Конкреции

Среди пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы конкреции распространены чрезвычайно широко. По составу среди них могут быть выделены: пиритовые, сидеритовые и известковистые.

Конкреции пирита редко достигают значительной величины и, как правило, имеют веретенообразную форму. Обычные размеры конкреций пирита — 5—10 см в длину и 3—4 см в поперечнике. В составе конкреций пирита, помимо пирита и марказита, принимают участие отдельные кварцевые зерна и обрывки растительного материала. Концентрического

строения или слоистости конкреции пирита не обнаруживают. Зато очень часто внутри конкреций пирита можно встретить обуглившиеся обломки древесины, которые являлись центрами роста конкреций. Такая закономерность, разумеется, не случайна. По-видимому, вокруг обломков древесины в результате взаимодействия их с окружающей средой возникали физико-химические условия, благоприятные для образования пирита и марказита. Эти условия наиболее благоприятны вблизи обломка, который и становится, таким образом, центром роста.

Конкреции сидерита, как правило, имеют лепешкообразную форму и размеры сравнительно небольшие (не больше 15 см в диаметре). В составе конкреций сидерита заметная роль часто принадлежит глинистым частицам и растительным остаткам, которые в сумме могут составлять до 30 % от всей массы конкреции. С поверхности эти конкреции обычно покрыты буровой коркой гидроокислов железа. Характерной особенностью конкреций сидерита является их приуроченность к границе песчаных и глинистых разностей пород.

Весьма существенно, что вокруг конкреций пирита и сидерита не заметно никаких следов изменения слоистости вмещающих пород. Не прослеживается слоистость и внутри конкреций. Таким образом, автором не наблюдалось надежных текстурных признаков, позволяющих судить о сингенетичности или эпигенетичности конкреций сидерита и пирита.

Известковистые конкреции или, вернее, известковистые стяжения в рыхлых песках резко отличаются от конкреций сидерита и пирита как по величине, так и по внутренней структуре.

Обычно известковистые конкреции имеют караваеобразную форму и размеры, значительно превышающие средний рост человека. В ряде случаев нам приходилось наблюдать известковистые стяжения, достигающие в диаметре 4—5 м. Встречаются, конечно, и мелкие известковистые стяжения, но значительно реже. Если слоистость во вмещающих породах выражена нечетко, то внутреннее строение известковистых стяжений сравнительно однородно. В отчетливо слоистых вмещающих породах слоистость прослеживается и в известковистых стяжениях. Обычно такое соотношение с вмещающими породами рассматривается как указание на эпигенетическое образование конкреций. С точки зрения автора, такой вывод без подтверждения дополнительными данными может оказаться преждевременным.

И действительно, совсем не так трудно представить возникновение прослоев в конкрециях, если считать, что последние росли в процессе формирования вмещающего их пласта.

ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Б а с с е й н р. А н а б а р а. Нижнепермские отложения представлены главным образом песками и рыхлыми песчаниками, довольно часто лишенными признаков слоистости. Среди слоистых пород наибольшим развитием пользуются горизонтальная и косая слоистости. Во многих случаях наблюдается линзообразный характер залегания пород, который является одной из весьма характерных особенностей нижнепермских отложений.

Горизонтальная слоистость обычно обусловлена чередованием довольно крупных пачек, отличающихся либо по крупности зерна, либо по окраске.

Реже она является следствием очень тонких глинистых прослоев среди песчаников или песков.

Характер косой слоистости наблюдался в нижнепермском косослоистом песчанике с правобережья р. Уджи. Здесь были встречены две взаимно-срезающие друг друга серии слоев. Слои в одной из серий располагаются горизонтально, в другой — косо, под углом в 30° . Обломочный материал, слагающий косослоистый песчаник, относительно тонкий, хотя изредка встречается окатанная галька кварца диаметром до 1,5—2 см. Слоистость обусловлена примазкой растительного материала и изменением окраски пород. Мощность отдельных серий как косых, так и горизонтальных колеблется от 0,3 м до 1,0 м. По совокупности приведенных признаков слоистость приближается к речному типу.

Встречается в нижнепермских песчаниках и другой тип косой слоистости, но уже значительно реже. Отличительной особенностью его является отсутствие серии с горизонтальными слоями и наличие нескольких направлений в косых сериях. Углы наклона круче, чем в предыдущем типе — до 30 — 35° . Обломочный материал, слагающий косые слои, сравнительно однородный, но к некоторым из слоев приурочены угловатые глинистые обломки. По-видимому, слои, содержащие обломки, откладывались при наибольшей скорости течения. Слоистость обусловлена изменением состава цементов песчаников и их окраски. Мощность отдельных серий колеблется от 0,2 м до 1—1,5 м. Пример описываемого типа косой слоистости можно встретить в отчете В. Я. Кабанькова (1951), где дается изображение косослоистых песчаников из среднего течения р. Юлегира (правый приток р. Анабара). В. Я. Кабаньков считает, что рассмотренный тип косой слоистости наиболее близок к типу временных потоков, хотя и отличается от него сравнительно однородной сортировкой зерен. Вероятно, это действительно так.

Во всяком случае, все остальные типы косой слоистости — речной, дельтовой и морской — значительно дальше отстоят от рассмотренного, чем тип временных потоков.

Пожалуй, наиболее характерной текстурной особенностью нижнепермских отложений Анабарского района является широкое распространение среди них седиментационных брекчий и многочисленных глинистых обломков. Седиментационные брекчии принадлежат к тому типу, который связан с оползневыми явлениями в руслах рек. В разделе, посвященном общей характеристике текстур, дано достаточно подробное описание этого типа оползней. Напомним лишь, что они отличаются значительным масштабом и величиной обломочного материала. Что же касается глинистых обломков, то они либо образуют хаотические скопления среди песчаников, либо располагаются в виде отдельных включений в пределах одного пласта согласно с общим направлением слоистости. И в том, и в другом случае обломки имеют угловатую форму и незначительные размеры, хотя и прослеживаются на довольно большие расстояния. Источником глинистых обломков могли быть полигональные грунты, возникающие в поймах рек, на обсыхаемых частях озер болот и т. д.

Своеобразный облик нижнепермским отложениям Анабарского района придают известковистые стяжения в песчаниках и рыхлых песках. Эти стяжения имеют либо сферическую, либо эллипсоидальную форму и весьма значительные размеры — до 3—4 м в диаметре. Природа известковистых стяжений остается до сих пор невыясненной, и мы даже не можем ответить на вопрос — являются ли они результатом своеобразного выветри-

вания песчаника или результатом избирательной цементации рыхлых пород. И тот и другой путь одинаково возможен.

Конкреции сидерита среди нижнепермских отложений встречаются довольно редко и обычно приурочены к глинистым прослоям. Зато очень часто встречаются крупные обломки окаменелой древесины, достигающие в длину 0,5—0,7 м, а в поперечнике 0,15—0,3 м. Если обломок включен в слоистую породу, то слои, перекрывающие его, изгибаются, повторяя контуры обломка. Как правило, обломки древесины ориентированы согласно с общим направлением слоистости.

Б а с с е й н р. П у р а. На восток от Анабарского района, в бассейне р. Пура, нижнепермские отложения по своим текстурным особенностям весьма близки к Анабарским. Здесь мы встречаем те же типы слоистости, седиментационные брекчии, известковистые стяжения и многочисленные обломки древесины и глинистых пород. Вместе с тем имеются и некоторые отличия. Так, косая слоистость типа временных потоков приобретает значительно большее распространение, чем в Анабарском районе; сортировка обломочного материала в косых сериях ухудшается, а мощность их увеличивается. Седиментационные брекчии встречаются реже. Число глинистых обломков заметно сокращается. Появляется новый текстурный признак в виде шаровых конкреций, пропитанных битумом. Конкреции сложены известковистым песчаником, поры которых заполнены битуминозным веществом, причем не полностью, а только в той части, где песчаник более или менее однороден.

Б а с с е й н р. П о п и г а я. На запад от Анабарского района, в бассейне р. Попигая, нижнепермские отложения представлены главным образом слабо сцементированными песчаниками и песками. Последнее обстоятельство определяет и общий фон текстурных особенностей разреза, который в бассейне р. Попигая характеризуется широким развитием косой слоистости и известковистых стяжений.

Данных для подробной характеристики косой слоистости в бассейне р. Попигая в распоряжении автора нет. Можно лишь вполне определенно утверждать, что косая слоистость на р. Попигая имеет меньший масштаб, чем на р. Анабаре.

Известковистые стяжения обладают значительными размерами (до 2—3 м в диаметре) и шаровидными формами, слегка приплюснутыми с полюсов. Слоистость вмещающих пород нередко прослеживается и в известковистых стяжениях.

Довольно часто песчаники залегают среди рыхлых песков прослоями, которые по простираанию резко меняются в мощности, что придает им линзовидное, а иногда и четковидное строение.

Среди новых текстурных признаков, отсутствующих в нижнепермских отложениях Анабарского и Пурского районов, следует отметить появление волнистой слоистости.

Б а с с е й н р. К о т у я. В бассейне р. Котуя среди текстурных особенностей нижнепермских отложений особого внимания заслуживает волнистая слоистость, которая, как уже упоминалось, отсутствует в бассейнах рр. Анабара и Пура и очень редко встречается на р. Попигая. В бассейне р. Котуя волнистой слоистости принадлежит уже достаточно видная роль. По своей морфологии она ничем не отличается от обычного типа волнистой слоистости, характеризующейся волнообразным расположением слоев, заключенных между горизонтальными сериями. Амплитуда этих волн измеряется долями сантиметра и сантиметрами, а длина —

сантиметрами и десятками сантиметров. Наличие волнистой слоистости свидетельствует об образовании части нижнепермских отложений Котуйского района в водной среде, подверженной колебательным движениями.

Косая слоистость меньше по масштабу, чем в Анабарском районе, с менее крутыми углами в косых сериях и с наклоном их в разные стороны. Слои внутри серий обычно параллельные. Слоистость обусловлена примазкой глинистого материала по плоскостям наслоения. По совокупности признаков рассмотренная косая слоистость ближе всего к речному типу.

Широко распространены среди нижнепермских отложений в бассейне р. Котуя глинистые обломки, но не угловатые, как в бассейне р. Анабара, а слегка окатанные. Обломки ориентированы согласно с общим направлением слоистости и, судя по их форме, претерпели некоторый перенос.

Седиментационные брекчии встречаются также часто и охватывают значительные участки. Обломочный материал в брекчиях представлен уплотненными глинами и глинистыми алевролитами. Форма обломков угловатая, а размеры весьма значительны. Встречаются обломки, достигающие в длину 2 м, а в поперечнике 75 см. Весьма широко распространены конкреции сидерита и обломки окаменелой древесины.

Западное поднятие Южного Тигяна. Существенные изменения претерпевают текстурные особенности нижнепермских пород при движении на север от Анабарского района по направлению к Южному Тигяпу. Здесь, в отличие от Анабарского района и смежных с ним районов на западе и востоке, глинистым породам принадлежит в общем разрезе нижнепермских отложений весьма существенная роль, что в значительной мере определяет и характер их текстур.

Прежде всего заметно повышается роль горизонтальной слоистости, которая главным образом обуславливается изменением литологического состава пород. Границы между слоями становятся более отчетливыми, а мощность отдельных прослоев сокращается. Среди горизонтально-слоистых пород появляются участки с тонким ленточным чередованием.

Чрезвычайно широкое распространение получает мелкая волнистая слоистость, прослеживающаяся наиболее четко в аргиллитах и алевролитах. Амплитуда волн обычно измеряется долями сантиметра, а длина несколькими сантиметрами. Слоистость обусловлена изменением состава пород и примазкой слюдистого материала по плоскостям напластования. Косая слоистость встречается реже и охватывает небольшие участки. Мощность отдельных серий измеряется сантиметрами. Слои внутри серий параллельны. Угол падения до 25° .

Среди прочих текстурных признаков заслуживают внимания довольно многочисленные включения глинистой галечки, следы ползания червей и седиментационные брекчии. Глинистая галечка имеет небольшие размеры (до 2—3 мм в диаметре) и плоскую полуокатанную форму. Распределена галька весьма неравномерно, но обычно согласно с общим направлением слоистости.

Седиментационные брекчии прослеживаются в виде зон, имеющих мощность до 1,5—2 м. Эти зоны состоят из отдельных прослоев мощностью в 5—10 см, содержащих разнообразно ориентированные обломки алевролитов и аргиллитов и разделенных участками с горизонтально-слоистой или волнистослоистой текстурой.

Ходы червей приурочены к участкам глинисто-алевритового состава и довольно четко прослеживаются по своеобразному расположению ча-

стищ, выполняющих эти ходы. Диаметр хода достигает 3—5 мм, а о длине их по керну судить трудно. Во всяком случае она измеряется десятками сантиметров. На рис. 13 можно видеть один из таких ходов.

Среди нижнепермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна в изобилии присутствуют конкреции пирита, имеющие форму трубочек и небольшие размеры. Конкреции пирита тяготеют к участкам разреза, обогащенным органическими остатками.

Своеобразный облик нижнепермских текстур в значительной мере связан с насыщенностью пород нефтью. Последняя, пропитывая породу, реагирует на всякие изменения в текстурных особенностях пород, подчеркивая каждую деталь, временами совершенно неуловимую в обычных условиях.

ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Б а с с е й н р. А н а б а р а. Верхнепермские отложения в бассейне р. Анабара характеризуются отчетливой слоистостью, преимущественно горизонтального типа. Неслоистые породы приурочены лишь к низам разреза, где преобладают песчаники и алевролиты, а глины встречаются лишь спорадически. Слоистость, как крупная, так и мелкая, обуславливается либо изменением гранулометрического состава пород, либо обильной примазкой глинисто-углистого материала по плоскостям напластования. Особенно четкой горизонтальная слоистость становится в угленосной части разреза, где она на отдельных участках приобретает ленточный характер.

Косая слоистость, наоборот, приурочена к песчаной части разреза верхней перми, т. е. к низам его, где одновременно встречаются знаки ряби, складочки подводного оползания, известковистые стяжения и участки, лишенные слоистости. Косая слоистость мелкая, горизонтально залегающие серии часто отсутствуют, косые серии наклонены в разные стороны под углом в 20—25°. Сортировка зерен довольно хорошая.

Форма зерен угловатая, у включений (гальки) окатанная. Внутри серий отдельные прослои пересекаются. По классификации Ю. А. Жемчужникова, слоистость приближается к морскому типу.

Знаки ряби имеют длину волны порядка 7—8 см и высоту 2—3 см. Соответственно индекс ряби определяется в 1 : 3 — 1 : 4. Форма хребтиков симметричная; косые прослои, слагающие хребтики, наклонены параллельно их склонам. Судя по индексу и внутренней структуре — рябь волнового типа.

Складочки подводного оползания имеют весьма небольшие размеры и приурочены к участкам развития глинисто-алевритовых пород. Выше и ниже участков со следами подводного оползания залегают горизонтально-слоистые породы. В некоторых случаях в прослоях над складочками развиваются сингенетичные микроподвижки.

Известковистые стяжения достигают весьма значительной величины. Особенно крупные известковистые стяжения были встречены в бассейне р. Анабара, вблизи правого притока р. Халганах, где наибольший диаметр стяжений достигает 3 м. Форма стяжений эллипсоидальная, реже сферическая.

Конкреции пирита и сидерита, наряду с тонкой горизонтальной слоистостью, являются наиболее характерными текстурными особенно-

стями угленосной части разреза. Сюда же надо отнести и многочисленные обломки окаменелой, часто пиритизированной древесины.

Конкреции сидерита тяготеют к контакту глин с песчаными породами, располагаясь при этом преимущественно в глинах. Форма конкреций лепешкообразная, размеры небольшие — до 10—15 см в диаметре.

Конкреции пирита встречаются также преимущественно в глинистых породах. Особенно склонны они образовываться вокруг обломков древесины, которые в изобилии встречаются в угленосной части разреза. Форма конкреций пирита удлиненная, часто веретенообразная, заимствованная у обломков древесины, находящихся в ядре конкреции. Размеры от 2—3 до 15—20 см.

Седиментационные брекчии среди верхнепермских отложений Анабарского района встречаются редко и имеют сравнительно небольшой масштаб. Лишь в самых низах разреза верхней перми встречены участки, содержащие довольно крупные глыбы уплотненных глин, являющиеся, по-видимому, следствием оползания берегов рек или морских заливов.

Б а с с е й н р. П у р а. Здесь пермские отложения не претерпевают столь резкого изменения при переходе от нижней перми к верхней, как мы это наблюдаем в Анабарском районе. Несколько большее развитие приобретает горизонтальная слоистость, но она не подавляет косую слоистость, которая по-прежнему сохраняет ведущее значение. Наряду с увеличением роли алевритовых и глинистых пород заметно увеличивается число конкреций сидерита и известковистых стяжений, возрастает количество обломков древесины, отпечатков листьев, углесто-глинистых прослоев. В целом разрез по текстурным особенностям становится значительно более похожим на Анабарский разрез нижней перми. При этом, конечно, сохраняются свои специфические черты в виде шаровых конкреций, пропитанных битумом, ограниченного развития седиментационных брекчий и т. д.

Б а с с е й н р. П о п и г а я. Среди верхнепермских отложений в бассейне р. Попигая встречаются те же текстуры, что и в Анабарском районе, однако распределение этих текстур весьма отлично. Прежде всего, это относится к косой слоистости, которая не только сохраняет свою роль, принадлежащую ей в нижнепермских отложениях, но и, пожалуй, приобретает еще большее значение. В распоряжении автора нет необходимых данных для подробной характеристики косой слоистости на р. Попигае. Известно лишь, что она мелкая и что углы падения в косых сериях достигают 20—30°. Преимущественное направление косых серий — северо-восточное.

Очень широкое распространение приобретают шаровые конкреции песчаника (известковистые стяжения), содержащие раковинный детрит и обломки окаменелой древесины. Конкреции, как правило, слоисты, но судить о их взаимоотношениях со вмещающими породами довольно трудно, так как они в большинстве случаев находятся в нарушенном залегании.

Тонкая ленточная слоистость по сравнению с Анабарским районом встречается редко и исключительно в угленосной части разреза. Здесь же в большом количестве присутствуют конкреции сидерита и пирита.

Б а с с е й н р. К о т у я. Верхнепермские отложения по своим текстурным и характеру их распределения весьма близки к анабарским. При этом следует отметить, что те новые текстурные признаки, которые появи-

лись среди верхнепермских отложений Анабарского района, в бассейне р. Котуя выражены еще более отчетливо. Последнее относится как к горизонтальной слоистости, которая становится доминирующим типом слоистости по всему разрезу, так и к косой слоистости, теряющей свое значение не только в верхней (как это наблюдалось на р. Анабаре), но и в нижней частях разреза верхней перми.

Седиментационные брекчии встречаются чаще, чем в Анабарском районе, а участки, охваченные ими, значительно больше. Эти брекчии относятся к типу, который пользуется широким распространением среди пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы и, по-видимому, является результатом подводного оползания, вызванного сейсмическими толчками.

Обломки глин повсеместны. Они имеют небольшие размеры, плоскую форму и сглаженные углы, свидетельствующие о некотором переносе.

Чрезвычайно широкое распространение приобретает сидерит, встречающийся как в виде конкреций, так и в виде линзообразных прослоев, имеющих мощность до 10—15 см. Наряду с сидеритом встречаются обломки древесины, неясные отпечатки листьев и обильный растительный детрит. Отличительной особенностью верхнепермских отложений в бассейне р. Котуя является широкое распространение волнистой слоистости, которая редка на р. Попигае, в единичных случаях встречена на р. Анабаре и совершенно отсутствует в бассейне р. Пура.

Западное поднятие Южного Тигяна. Среди верхнепермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна можно встретить все типы текстур, которые упоминались выше, при характеристике платформенных районов. Но, пожалуй, не богатство текстур, а пестрота их распределения является основной особенностью верхнепермских отложений Южного Тигяна. Буквально в пределах одного метра керна можно наблюдать всю гамму переходов от горизонтальнослоистых пород с ленточным чередованием алевролитов и аргиллитов к волнистослоистым и косослоистым породам со следами подводного оползания или смещения по микросбросам. Здесь же можно встретить сингенетичные брекчии, многочисленные включения глинистых обломков, конкреции пирита и следы ползания червей. Такое обилие текстур в пределах небольшого диапазона указывает на частые изменения условий осадкообразования.

Нет необходимости останавливаться на детальной характеристике каждого из перечисленных типов текстур, так как они отличаются от описанных ранее. Следует лишь указать на то, что слоистость в рассматриваемых отложениях обычно мелкая, или, как ее чаще называют, тонкая. Границы между прослоями отчетливые, резкие. Обусловливается слоистость изменением литологического состава пород. Косая слоистость весьма сходна с косой слоистостью, встреченной на р. Котуе, и, так же как последняя, относится к морскому типу. Седиментационные брекчии распространены значительно шире, чем на платформенных участках и тесно ассоциируют с флюидальными текстурами и сингенетичными микросбросами. Глинистые обломки слегка окатаны. Конкреции сидерита встречаются реже, чем в других районах, на зато конкреции пирита получают исключительно широкое развитие.

Перечисленные тектурные особенности верхнепермских отложений используются нефтью в процессе миграции, в результате чего характер нефтенасыщения в значительной мере определяется типом текстур, развитых на том или ином участке.

Такова характеристика текстурных особенностей пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы.

Рассмотренный материал позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Пермские отложения северо-восточного края Сибирской платформы характеризуются черзвычайным разнообразием и пестротой текстур, что резко отличает их от подстилающих и перекрывающих толщ осадочных пород.

2. Наблюдается определенная закономерность в изменении текстурных особенностей пермских отложений как по простираанию вдоль северо-восточного края Сибирской платформы, так и по разрезу при переходе от нижнего отдела перми к верхнему.

3. Нижнепермские отложения рассматриваемой территории характеризуются рядом текстурных особенностей, которые позволяют утверждать, что формирование их происходило в прибрежно-континентальных условиях. Об этом свидетельствует широкое развитие косой слоистости речного типа или типа временных потоков; наличие седиментационных брекчий, связанных с оползанием берегов; линзообразный характер песчаных и глинистых прослоев; отсутствие четкой горизонтальной слоистости. В пользу прибрежно-континентального происхождения нижнепермских осадков говорят и многочисленные глинистые обломки, обязанные своим происхождением явлению обсыхания прибрежных частей различных водоемов и пойменных частей рек.

4. Изменения, которые наблюдаются в текстурах нижнепермских отложений при движении от бассейна р. Пура до бассейна р. Котуя, указывают на то, что в этом направлении происходит закономерная смена типично континентального режима осадкообразования режимом прибрежно-континентальным. Этот вывод подтверждается широким развитием в восточной части рассматриваемой территории косой слоистости типа временных потоков, которая к западу теряет свое значение, сменяясь косой слоистостью речного, а затем и прибрежно-морского типа. Об этом же говорит появление на западе, в бассейне р. Котуя, волнистой слоистости, отсутствующей на востоке.

5. Нижнепермские отложения Западного поднятия Южного Тигяна по своим текстурным особенностям наиболее близки к одновозрастным породам бассейна р. Котуя и заметно отличаются от нижнепермских отложений Анабарского района. Этот вывод подтверждается как характером распределения волнистой слоистости (которая отсутствует в Анабарском районе, впервые появляется на рр. Попигае и Котуе и получает широкое развитие на Южном Тигяне), так и рядом других текстурных признаков.

6. Текстуры верхнепермских отложений рассматриваемой территории не только отличаются от нижнепермских, но и претерпевают значительные изменения при переходе от нижней — неугленосной части разреза верхней перми к верхней — угленосной.

7. Неугленосная часть разреза верхнепермских отложений характеризуется появлением текстур, свидетельствующих о кратковременной трансгрессии верхнепермского моря в сторону платформы, в связи с чем появляется косая слоистость морского типа, волнистая слоистость, обломки морских раковин, следы подводного оползания и многочисленные слегка окатанные обломки глин.

8. Угленосная часть разреза верхнепермских отложений обладает весьма специфическими текстурными особенностями, которые свойственны

угленосным толщам. Об этом свидетельствуют широко распространенная среди угленосных отложений тонкая горизонтальная слоистость, носящая на отдельных участках ленточный характер, многочисленные конкреции сидерита и пирита, обломки окаменелой древесины и обильная присыпка углистого материала по плоскостям напластования.

9. Наблюдается закономерное изменение текстурных особенностей верхнепермских отложений при прослеживании их вдоль северо-восточного края Сибирской платформы. Это изменение показывает, что по направлению к западу морской характер нижней части разреза верхнепермских отложений становится более отчетливым, а угленосность верхней части разреза более резко выраженной.

10. Верхнепермские отложения Западного поднятия Южного Тигяна характеризуются комплексом текстур, указывающим на образование их в прибрежно-морских условиях в тектонически малоустойчивой области. Только этим можно объяснить необычайное разнообразие и пестроту распределения текстур, которая свойственна верхнепермским отложениям на Южном Тигяне.

11. В пределах нефтеносных площадей (Западное поднятие Южного Тигяна и бассейн р. Пура) текстурные особенности пермских отложений в значительной мере определяют характер нефтенасыщения пород.

Г л а в а IX

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРСКОГО РАЙОНА И СМЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КРАЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Из предшествующих глав следует, что пермские отложения северо-восточного края Сибирской платформы представлены в основном терригенными разностями пород. Эта особенность петрографического состава пермских отложений в значительной мере определяет ту первостепенную роль, которая принадлежит гранулометрии в вопросе классификации пород, а также при выяснении их коллекторских свойств, текстурных особенностей и характера нефтенасыщения. Минералогический состав пермских отложений также функционально связан с их гранулометрической характеристикой.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОРОД СРЕДИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Среди пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы можно встретить все основные типы терригенных пород, т. е. песчаники и пески, алевролиты и алевроиты, аргиллиты и глины. Эти породы присутствуют в любом из рассмотренных выше разрезов пермских отложений, однако распределение их в пределах разрезов для разных районов весьма отлично, что наглядно иллюстрируется диаграммами (рис. 16, 17) процентного содержания песчаных, алевроитовых и глинистых разностей

пород в разрезах пермских отложений рассматриваемой территории.

На диаграмме прежде всего бросается в глаза закономерный характер изменения процентного содержания различных типов пород в пермских отложениях при прослеживании их вдоль северо-восточного края Сибирской платформы. Эта закономерность в общих чертах сводится к тому, что с востока на запад наблюдается постепенное уменьшение процентного содержания песчаных пород и одновременное увеличение содержания глинистых. Алевритовые породы ведут себя несколько иначе. Вначале,

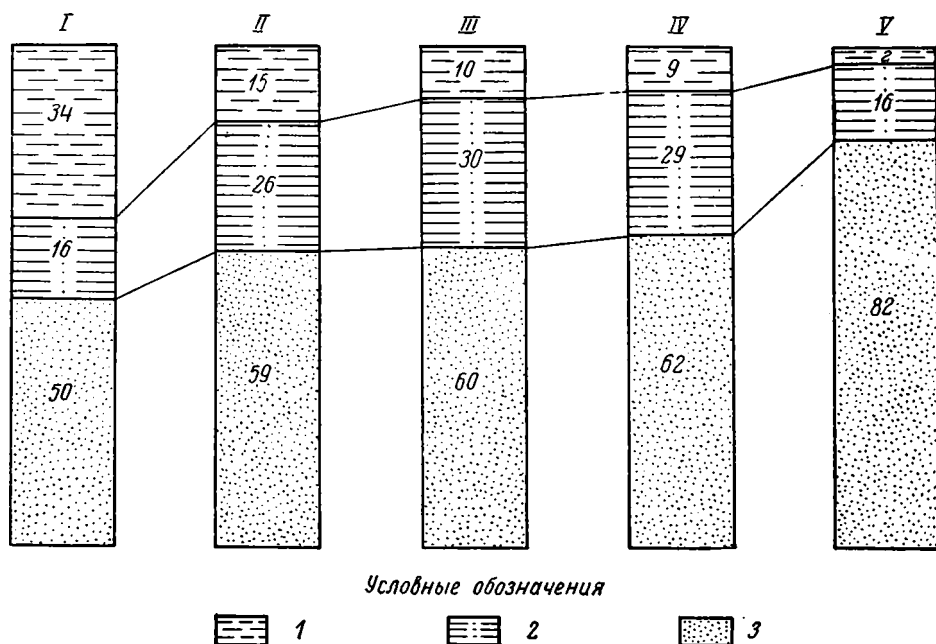


Рис. 16. Диаграмма процентных соотношений песчаных, алевроитовых и глинистых пород в разрезах нижнепермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы. Составил И. С. Грамберг.

I — разрез по глубоким сванжинам структуры «Южный Тигань» (Западное поднятие); II — разрез по р. Котую; III — разрез по р. Попигаю; IV — разрез по р. Анабару.
1 — глинистые породы (глины и аргиллиты); 2 — алевролитовые породы (алевроиты и алевролиты); 3 — песчаные породы (пески и песчаники).

от бассейна р. Пура к бассейну р. Анабара, наблюдается некоторое увеличение содержания алевроитовых разностей пород, которое компенсируется соответствующим уменьшением содержания песчаников и псковов. Затем к бассейну р. Попигаю это увеличение прекращается и, наоборот, начинается уменьшение за счет увеличения роли глинистых разностей.

Отмеченные выше закономерные изменения в составе пород наблюдаются как среди нижнепермских, так и среди верхнепермских отложений, однако диапазон этих изменений далеко не одинаков. Так, если процентное содержание песчаных пород в разрезах нижнепермских отложений меняется с 82% на юго-востоке до 49% на северо-западе, то в разрезах верхнепермских отложений содержание тех же песчаных пород меняется от 70% на юго-востоке до 11%, на северо-западе. Точно так же обстоит дело с глинистыми породами, содержание которых в разрезах нижне-

пермских отложений меняется от 2% на юго-востоке до 34% на северо-западе, а в разрезах верхнепермских отложений — с 5% на востоке до 61% на северо-западе.

Как видно на прилагаемых диаграммах, содержание алевроитовых пород не претерпевает столь же существенных изменений при переходе от нижней перми к верхней, как это наблюдалось для песчаных и глинистых пород.

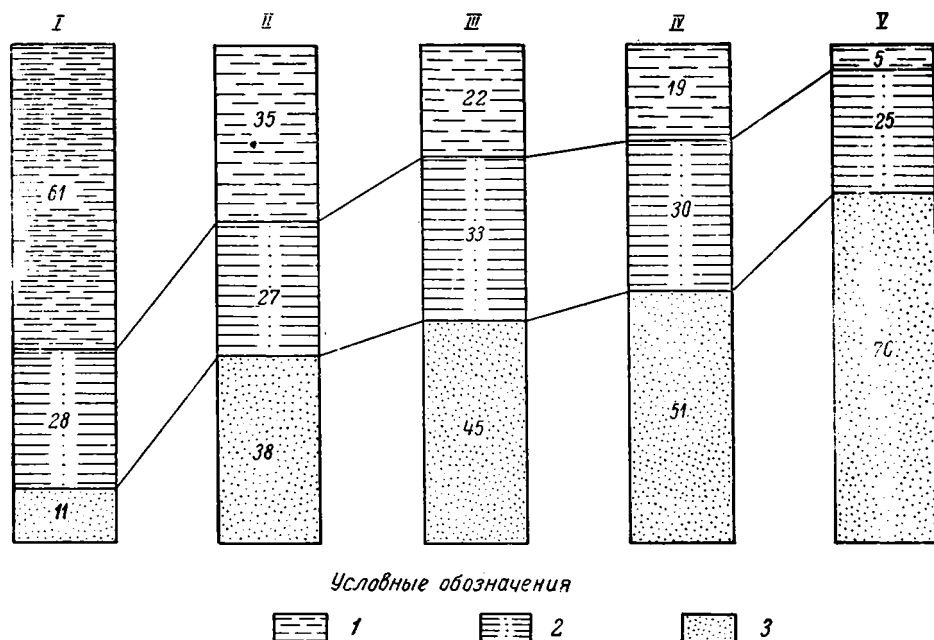


Рис. 17. Диаграмма процентных соотношений песчаных, алевроитовых и глинистых пород в разрезах верхнепермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы. Составил М. С. Грамберг.

I — разрез по глубоким скважинам структуры «Южный Тигян» (Западное поднятие); II — разрез по р. Котую; III — разрез по р. Попигаю; IV — разрез по р. Анабару; V — разрез по р. Пуру (приток р. Оленек).

1 — глинистые породы (глины и аргиллиты); 2 — алевролитовые породы (алевроиты и алевролиты); 3 — песчаные породы (пески и песчаники).

Таковы общие закономерности. Если же обратиться к рассмотрению отдельных разрезов, то внутри последних распределение тех же основных типов пород будет подчиняться несколько иным, более частным законам. Так, в разрезе нижнепермских отложений Анабарского района, который на 62% сложен песчаными породами, основная масса глин приурочена к нижней части разреза, где они встречаются в виде тонких прослоев среди песчаников.

Примерно та же картина наблюдается и в разрезах нижнепермских отложений по рр. Пуру и Попигаю. Здесь, так же как и на р. Анабар, разрезы представлены главным образом песчаными породами, а глинистые разности в виде маломощных прослоев приурочены к низам этих разрезов. Несколько иначе обстоит дело в бассейне р. Котуй, где содержание глинистых пород увеличивается, наоборот, к верхам разреза нижнепермских отложений.

Относительно характера распределения основных типов пород среди нижнепермских отложений на Западном поднятии Южного Тигяна сказать что-либо трудно, так как разрез нижней перми здесь вскрыт лишь частично.

В разрезах верхнепермских отложений глинистым породам принадлежит уже значительно бóльшая роль. Что же касается распределения пород по разрезу, то для всей рассматриваемой территории можно наметить одну общую закономерность. Она сводится к тому, что в нижней части разреза верхнепермских отложений преобладают пески и песчаники, в вышележащей угленосной — глины и аргиллиты, а в туфогенной — алевроиты и алевролиты. Разумеется, во всех трех частях присутствуют и другие типы пород, но в подчиненном количестве и в виде маломощных прослоев.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОРОД

Песчаные породы (пески и песчаники)

Песчаные породы представляют особенно большой интерес по ряду причин. Во-первых, они преобладают в большинстве разрезов как нижнепермских, так и верхнепермских отложений рассматриваемой территории. Во-вторых, они являются лучшими коллекторами среди других типов пород, и поэтому с ними в большинстве случаев связаны скопления нефти. В-третьих, по их гранулометрическому составу можно сделать ряд важных выводов об условиях образования данного комплекса пород.

В пределах рассматриваемой территории песчаные породы представлены исключительно мелкозернистыми песчаниками и песками. Среднезернистые песчаные породы встречаются очень редко, а крупнозернистые не встречаются вообще. Наиболее характерной особенностью песчаных пород является крайняя неоднородность их гранулометрического состава. Последнее обстоятельство следует хотя бы из того, что нет ни одного образца песчаника или песка, в котором, наряду с песчаной фракцией, не содержалось бы алевроитовой и пелитовой фракций, причем в большинстве случаев в количестве, не меньшем 25%. Да и сама песчаная фракция также крайне неоднородна по составу, в результате чего порода по своей гранулометрической характеристике может приближаться либо к среднезернистым песчаникам (или пескам), либо к алевролитам (или алевроитам).

В тесной связи с мелкозернистым характером песчаных отложений находится низкая степень окатанности слагающего их обломочного материала. Такой вывод допускает присутствие среди угловатых зерен мелкозернистого песчаника хорошо окатанной гальки кварца (диаметром до 1,5—2 см), кремнистого песчаника и других твердых пород. По-видимому, перенос, который претерпел слагающий песчаники обломочный материал, был недостаточным лишь для того, чтобы окатать обломки, имеющие более или менее значительные размеры.

Следует отметить, что общий для всей рассматриваемой территории мелкозернистый характер песчаных отложений не затухевывает значительных изменений в гранулометрическом составе, которые наблюдаются при переходе от одного разреза к другому. Выше отмечалось, что колебания в размере зерен, слагающих мелкозернистую фракцию,

могут быть весьма значительными, в результате чего песчаники или пески, оставаясь мелкозернистыми, могут приближаться к двум соседним группам пород, т. е. к среднезернистым песчаникам или алевролитам. Такого рода колебания наблюдаются как при прослеживании пермских песчаных отложений вдоль северо-восточного края Сибирской платформы, так и в пределах одного разреза. Однако последнее обстоятельство требует подтверждения фактическим материалом.

С этой целью были составлены диаграммы, отображающие изменение гранулометрического состава наиболее типичных образцов песчаных пород.

На диаграммах, помимо трех основных фракций, т. е. песчаной, алевроитовой и глинистой, являющихся неотъемлемыми частями каждого образца, выделены также более дробные фракции, на которые была разбита песчаная часть образца в процессе гранулометрического анализа. Это фракция 0,210—0,297 мм, наиболее близкая к среднезернистым песчаным породам, фракция 0,149—0,210 мм — промежуточная и, наконец, фракция 0,105—0,149 мм, граничащая с алевроитовой. Все фракции, включающие зерна размером более 0,297 мм, обобщены на диаграмме в одну группу, так как обычно на их долю падает весьма незначительный процент.

Первая диаграмма (рис. 18) иллюстрирует изменение гранулометрического состава песчаных пород в пределах одного разреза, для чего выбран наиболее изученный Анабарский район. Остальные отображают те изменения, которые наблюдаются при переходе от одного района к другому.

Остановимся несколько подробнее на диаграмме, посвященной Анабарскому району, где отображен гранулометрический состав наиболее типичных образцов песчаных пород из трех свит: песчаной, угленосной и туфовой. Нетрудно заметить, что каждая из этих свит отличается от других как по гранулометрической характеристике песчаной части, так и по содержанию основных фракций, т. е. песчаной, алевроитовой и глинистой.

Песчаниковой свите, относящейся по возрасту к нижней перми, свойственны довольно значительные колебания в содержании глинистой фракции и относительное постоянство алевроитовой. Песчаная часть каждого образца также испытывает довольно значительные колебания главным образом за счет фракций 0,210—0,297 мм и 0,149—0,210 мм. Фракция 0,105—0,149 мм, наиболее близкая к алевроитовой, явно стеснена по сравнению с другими, и содержание ее обычно не превышает 8—9%.

Песчаные породы угленосной свиты по своей гранулометрической характеристике могут быть разбиты на две группы. Первая объединяет песчаники и пески, приуроченные к самой нижней части разреза угленосной свиты, где наряду с песчаными породами встречаются также линзообразные прослои мелкогалечного конгломерата. Ко второй группе относятся песчаные породы вышележащей, собственно угленосной, части разреза.

Песчаники и пески первой группы характеризуются высоким содержанием среднезернистой фракции и ближайших к ней фракций: 0,210—0,297 мм и 0,149—210 мм. Следует отметить, что это единственная часть разреза пермских отложений на р. Анабар, где встречаются среднезернистые песчаники. Содержание глинистых частиц в песчаных образцах

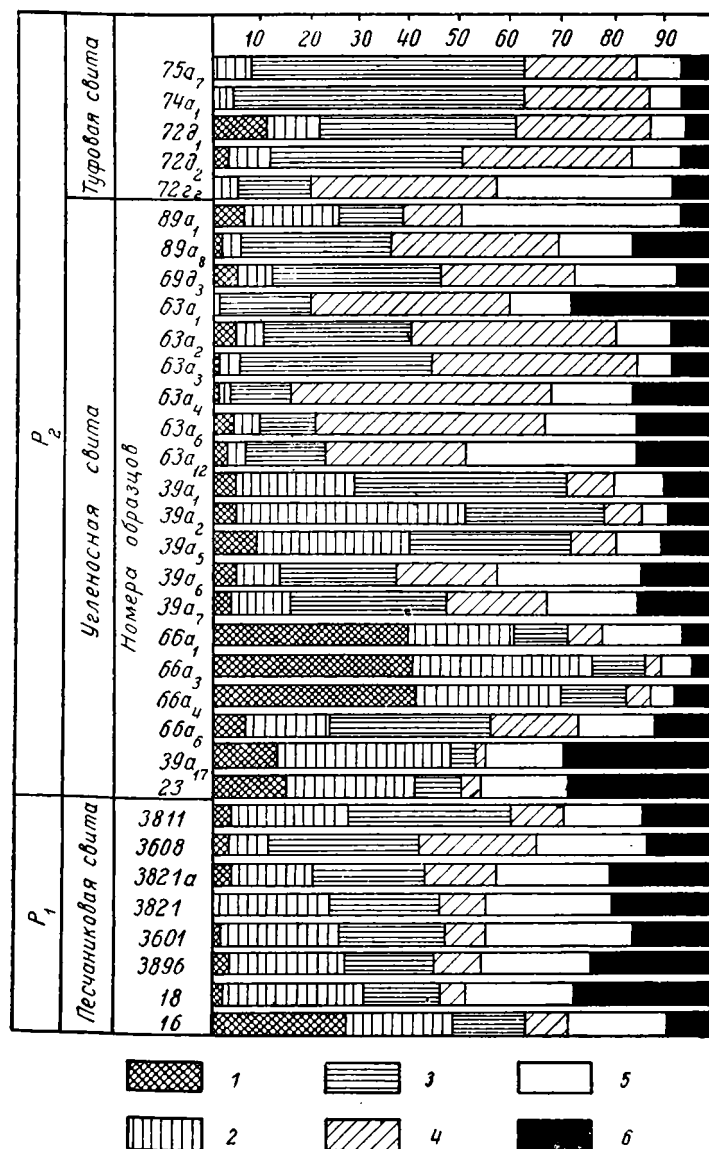


Рис. 18. Диаграмма гранулометрического состава пермских песчаных пород в бассейне р. Анабара.

1 — фракция $> 0,297$ мм (песчаная); 2 — фракция $0,210-0,297$ мм (песчаная); 3 — фракция $0,149-0,210$ мм (песчаная); 4 — фракция $0,105-0,149$ мм (песчаная); 5 — фракция $0,01-0,105$ мм (алевритовая); 6 — фракция $< 0,01$ мм (пелитовая).

первой группы испытывает весьма значительные колебания. В образцах, наиболее близких к линзообразным прослоям конгломерата, содержание глинистой фракции заметно возрастает (до 30 %), и наоборот, на удалении от них количество глинистого материала резко уменьшается (до 5 %). По-видимому, в период наиболее обильного привноса обломочного ма-

териала, наряду с мелкой галькой, приносилось сравнительно большое количество взмученных глинистых частиц.

Содержание алевроитовой фракции также испытывает заметные колебания, хотя и не столь значительные, как глинистой. Максимальное содержание алевроитовой фракции около 18%, минимальное — 5%. Песчаная фракция, наиболее близкая по размерности к алевроитовой (0,105—0,149 мм), присутствует в небольшом количестве (до 7%), что заметно отличает первую группу песчаников от второй.

Второй группе песчаных пород свойственно необычайно высокое содержание фракций 0,105—0,149 мм, достигающее в ряде образцов 50—55%. На втором месте по количеству стоят фракции 0,149—0,210 мм. На долю остальных песчаных фракций приходится в среднем 6—7%.

К верхам разреза угленосной свиты содержание фракции 0,105—0,149 мм несколько уменьшается, но зато соответственно возрастает количество алевроитовой фракции. Глинистая часть образца не претерпевает существенных изменений при переходе от первой группы песчаников ко второй.

Песчаники и пески туфовой свиты легко можно отличить от песчаных пород других свит по высокому содержанию фракции 0,149—0,210 мм, достигающей 50—55%. Значительное увеличение содержания этой фракции происходит главным образом за счет фракций 0,105—0,149 мм и алевроитовой. Глинистая фракция и более крупнозернистые песчаные столь резких колебаний не испытывают.

Существенные изменения наблюдаются и при прослеживании пермских отложений вдоль северо-восточного края Сибирской платформы, а также по направлению к Нордвикскому району (Южный Тигян). С этой целью обратимся к диаграмме гранулометрического состава пермских песчаных пород рассматриваемой территории и остановимся на каждом из разрезов в обычной последовательности, принятой в настоящей работе (рис. 19).

Б а с с е й н р. П у р а. Гранулометрический состав пермских песчаных пород в бассейне р. Пура характеризуется сравнительно низким содержанием глинистой фракции (10—15%), которое лишь в редких случаях достигает 25—27%. Алевроитовая фракция также присутствует в небольшом количестве (15—18%) и отличается значительной выдержанностью по разрезу. В песчаной части образца основная роль принадлежит двум фракциям — 0,210—0,297 мм и 0,149—0,210 мм, которые в сумме составляют 50—60%. На долю среднезернистой песчаной фракции и фракции 0,105—0,149 мм приходится 10—20%.

При выяснении различий в гранулометрическом составе нижнепермских и верхнепермских песчаных отложений следует прежде всего иметь в виду довольно ограниченное число анализов, сделанных для этого района. И если совокупность этих анализов можно считать достаточной для характеристики разреза в целом, то выводы для отдельных частей разреза будут в достаточной мере условными. Последнее, кстати, относится не только к разрезу пермских отложений в бассейне р. Пура, но также и к остальным разрезам рассматриваемой территории, за исключением Анабарского района, где количество анализов значительно выше. В связи с этим, можно ограничиться лишь указанием на то, что при переходе от нижней перми к верхней в песчаных породах Пурского района наблюдается некоторое увеличение содержания фракции 0,149—0,210 мм и соответствующее уменьшение содержания фракции 0,210—0,297 мм.

Бассейн р. Попигая. Пермские песчаные породы бассейна р. Попигая характеризуются сравнительно низким содержанием глинистой фракции, достигающей в среднем 8—10% и лишь в единичных образцах доходящей до 18—19%. Алевритовая фракция присутствует уже в значительно больших количествах, не только по сравнению с глинистой, но и по сравнению с алевритовой фракцией песчаных пород бассейнов рр. Анабара и Пура. Достаточно большие колебания наблюдаются и в содержании песчаной фракции.

Что касается соотношения отдельных фракций внутри песчаной части образца, то здесь вырисовывается довольно резкая разница между нижне-

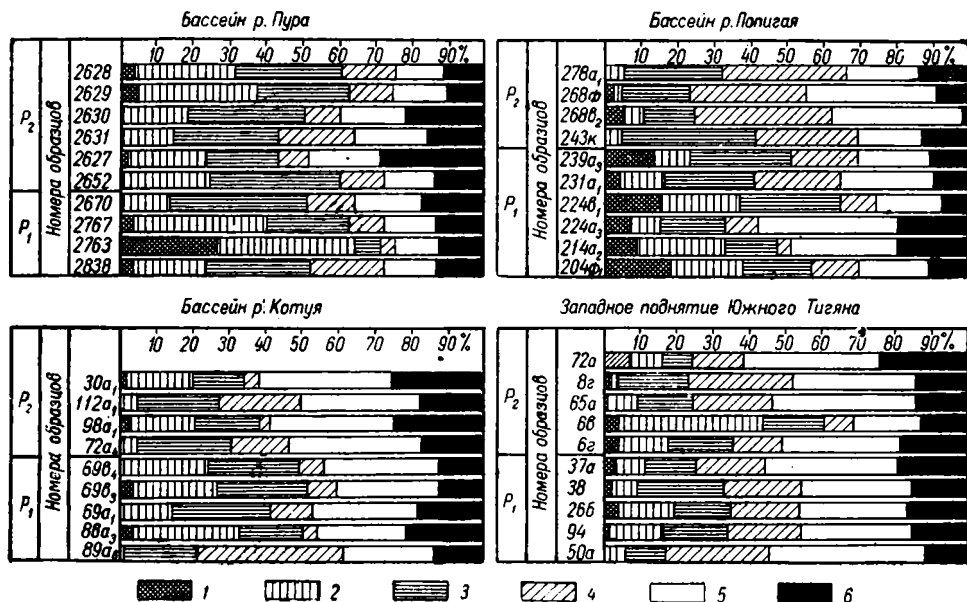


Рис. 19. Диаграмма гранулометрического состава пермских песчаных пород северо-восточного края Сибирской платформы.

1 — фракция $> 0,297$ мм (песчаная); 2 — фракция $0,210—0,297$ мм (песчаная); 3 — фракция $0,149—0,210$ мм (песчаная); 4 — фракция $0,105—0,149$ мм (песчаная); 5 — фракция $0,01—0,105$ мм (алевритовая); 6 — фракция $< 0,01$ мм (глинистая).

пермскими и верхнепермскими песчаными породами. В нижнепермских породах преобладает совокупность фракций $0,210—0,297$ мм и $0,149—0,210$ мм. Среди верхнепермских песчаных пород фракция $0,210—0,297$ мм теряет свое значение, и основная роль переходит к фракции $0,149—0,210$ мм и $0,105—0,149$ мм.

Бассейн р. Котуя. Пермским песчаными породам в бассейне р. Котуя свойственно высокое и устойчивое содержание алевритовой фракции, достигающее в среднем 30%. Глинистая фракция присутствует в меньшем количестве и, в отличие от алевритовой, весьма неустойчива по содержанию (изменения от 12 до 26%). В совокупности алевритовая и глинистая фракции составляют 45—50% каждого образца, что заметно отличает песчаные породы Котуйского района от песчаных пород рассмотренных выше разрезов по рр. Анабару, Пуру и Попигая.

Среди песчаных фракций в нижнепермских породах преобладают фракции 0,210—0,297 мм и 0,149—0,210 мм, а среди верхнепермских — 0,149—0,210 мм и 0,105—0,149 мм. Впрочем, различия в гранулометрическом составе верхнепермских и нижнепермских песчаных пород достаточно условны из-за ограниченного числа анализов.

Интегральные кривые гранулометрического состава пермских песчаников в бассейне р. Котуя характеризуются отсутствием резких перегибов. Нижнепермские и верхнепермские кривые заметно сдвинуты относительно друг друга, что отражается и на величинах среднего диаметра зерен. Так, если у нижнепермских пород средний диаметр колеблется в пределах 0,122—0,158 мм, то у верхнепермских эти пределы опускаются до 0,053—0,105 мм.

Западное поднятие Южного Тигяна. Здесь гранулометрический состав песчаных пород характеризуется высоким содержанием глинистой и алевроитовой фракций, составляющих в сумме 45—55 % каждого образца. Содержание не только высокое, но и довольно устойчивое. В этой сумме на долю алевроитовой фракции приходится обычно 30—35 %, на долю глинистой — 10—15 %. В песчаной части образца преобладает фракция 0,105—0,149 мм, наиболее близкая к алевроитовой. Таким образом, три наиболее мелких фракции, т. е. глинистая, алевроитовая и ближайшая к алевроитовой — песчаная фракция (0,105—0,149 мм) составляют в совокупности от 60 до 80 % каждого образца. Последнее обстоятельство весьма существенно, так как указывает на значительные различия в гранулометрическом составе песчаных пород Западного поднятия Южного Тигяна и других районов рассматриваемой территории. Исключение представляет лишь Котуйский район, где содержание мелкозернистых фракций также весьма велико.

Сходство гранулометрических характеристик пермских песчаных пород р. Котуя и Западного поднятия Южного Тигяна довольно четко выступает при сопоставлении интегральных кривых, построенных для этих пород, а также при сравнении медианных диаметров, которые на Западном поднятии Южного Тигяна меняются от 0,074 до 0,116 мм.

Отсюда видно, что на востоке в бассейне р. Пура песчаные породы отличаются наибольшей крупностью зерна и сравнительно низким содержанием алевроитовой и глинистой фракций. В песчаной части образцов устойчиво преобладают среднезернистая фракция и ближайшие к ней мелкозернистые (0,210—0,297 мм и 0,149—0,210 мм). К западу содержание алевроитовых и глинистых частиц заметно увеличивается, а среднезернистая песчаная фракция почти полностью исчезает. Наиболее мелкозернистыми являются песчаники Котуйского района и расположенного от него к северо-востоку Западного поднятия Южного Тигяна. Оба эти района характеризуются и наибольшей устойчивостью гранулометрического состава песчаных пород.

Алевроитовые породы (алевролиты и алевроиты)

Алевроитовые породы представляют значительно меньший интерес, чем песчаные, как с точки зрения их коллекторских свойств, так и в отношении использования их особенностей для восстановления условий осадкообразования. При этом следует иметь в виду, что если коллекторские свойства алевроитовых пород действительно чрезвычайно низки, то невозможность использования гранулометрического состава алеврои-

товых пород для выяснения условий их образования определяется в значительной мере отсутствием соответствующей методики (для песчаных пород такая методика разработана Л. Б. Рухиным).

Ранее уже отмечалось, что алевроитовые породы в пределах рассматриваемой территории пользуются весьма широким распространением. Отмечалось также и известное своеобразие их распределения. Не возвращаясь к этим вопросам вновь, отметим значительную устойчивость содержания алевроитовых пород как в пределах одного разреза, так и по площади. Аналогичная картина наблюдается при прослеживании содержания алевроитовой фракции в песчаных породах. И здесь промежуточное положение алевроитовой фракции обеспечивает ей наибольшую устойчивость по сравнению с фракциями песчаной и глинистой.

Следует отметить, однако, что на рассматриваемой территории имеется один район, где намеченная выше закономерность не проявляется. Это бассейн р. Попигая. Содержание алевроитовой фракции в песчаных породах отличается здесь заметным непостоянством, что, по-видимому, указывает на своеобразие условий, в которых происходило осадкообразование на р. Попиге.

Для выяснения гранулометрического состава алевроитовых пород применялись диаграммы, построенные по тому же принципу, что и для песчаных (рис. 20). На этих диаграммах нашли отражение наиболее типичные образцы, характеризующие изученные разрезы примерно с одинаковой степенью детальности. Исключение представляет Анабарский район, где было сделано значительно большее число анализов.

Б а с с е й н р. А н а б а р а. В составе алевроитовых пород Анабарского района на долю песчаной фракции приходится обычно от 1 до 29 %, на долю глинистой 15—40 %. Колебания, таким образом, довольно значительные. Однако, если взять сумму песчаной и алевроитовой фракций, то существенных изменений в процентном содержании не обнаружится. Это связано с тем, что заметное увеличение содержания песчаной фракции в образце влечет за собой соответствующее уменьшение содержания глинистой фракции и наоборот. Последнее обстоятельство определяет устойчивость процентного содержания алевроитовой фракции, содержание которой в основном колеблется в пределах 50—55 %.

Алевроитовая часть образца на диаграмме разбита на три фракции, которые обычно выделяются при гранулометрическом анализе. К сожалению, эти фракции не равнозначны по диапазону охваченных ими размеров зерен, с чем, по-видимому, связано повышенное содержание в образцах фракции 0,01—0,053 мм, известной под названием «таз». На долю фракции 0,053—0,074 мм приходится в среднем от 5 до 10 % и лишь в редких случаях содержание ее достигает 15—20 %. Фракция 0,074—0,105 мм обнаруживает заметную связь с песчаной частью образца, что, разумеется, не случайно. Очевидно, где-то внутри этой фракции проходит истинная граница между песчаной и алевроитовой частями пород. Существенных изменений в гранулометрическом составе алевроитовых пород при прослеживании их по разрезу не наблюдалось.

Б а с с е й н р. П у р а. Процентное содержание алевроитовых пород в разрезе пермских отложений на р. Пуре в общем невелико. Этим объясняется ограниченное число образцов, отображающих гранулометрию алевроитовых пород Пурского района на диаграмме (рис. 20). Наиболее характерной особенностью гранулометрического состава алевроитовых пород в бассейне р. Пура является повышенное содержание песчаной

фракции, которая в сумме с ближайшей к ней — алевроитовой (0,074—0,105 мм) составляет 60—65 %. Содержание глинистой фракции, так же как и на р. Анабаре, функционально связано с содержанием песчаной, т. е. в тех образцах, где содержание песчаной фракции повышенное, наблюдается пониженное содержание глинистой и наоборот. Такое соотношение песчаной и глинистой частей образца определяет значительное постоянство содержания алевроитовых фракций.

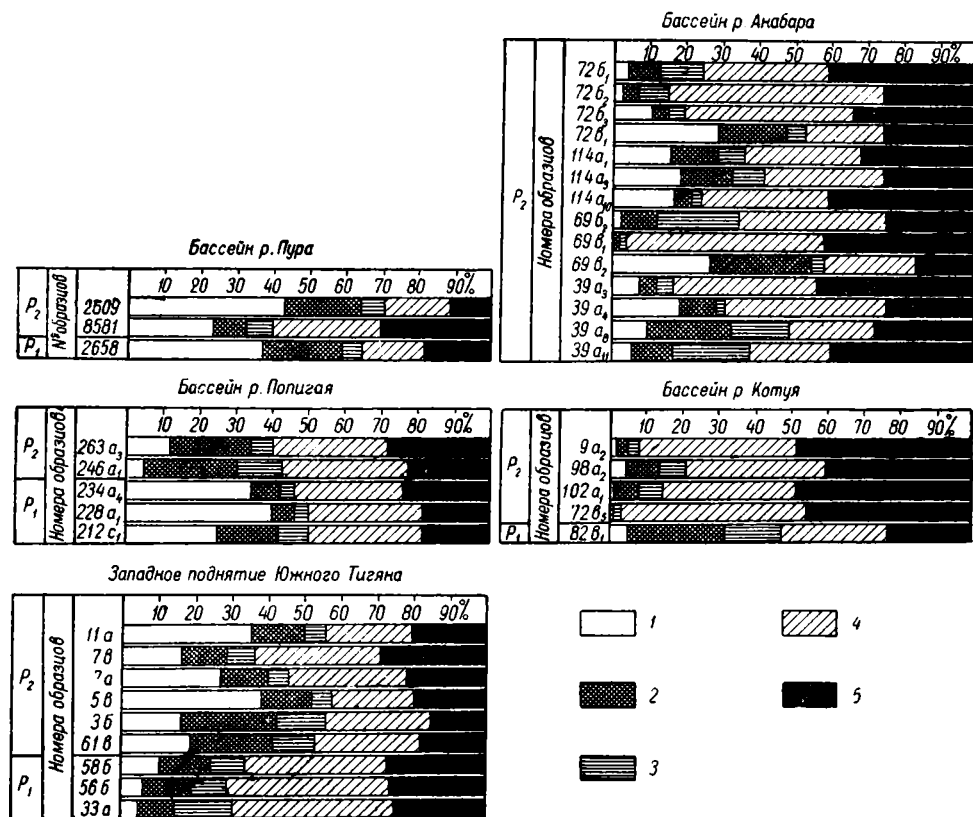


Рис. 20. Диаграмма гранулометрического состава пермских алевроитовых пород северо-восточного края Сибирской платформы.

1 — песчаная фракция; 2 — фракция 0,074—0,105 мм (алевритовая); 3 — фракция 0,053—0,074 мм (алевритовая); 4 — фракция 0,01—0,053 мм (алевритовая); 5 — глинистая фракция.

Бассейн р. Попига. На р. Попиге намеченная выше зависимость между процентным содержанием песчаной и алевроитовой фракций в алевроитовых породах отчетливо не проявляется (рис. 20). Содержание глинистой фракции отличается значительным постоянством, что можно сказать так же и о фракции 0,01—0,053 мм, на долю которой приходится 30—32 %. В сумме эти фракции составляют 50—60 % каждого образца. В отличие от глинистой, песчаная фракция и ближайшая к ней — алевроитовая (0,074—0,105 мм) испытывают весьма значительные колебания, что легко заметить на примере песчаной фракции, содержание которой меняется от 4 до 40 %.

Бассейн р. Котуя. Алевритовые породы отличаются исключительно высоким содержанием глинистой фракции (40—45 %) и почти полным отсутствием песчаной. В алевритовой части образцов фракция 0,01—0,053 мм резко подавляет остальные. Так, если на долю фракции 0,053—0,074 мм и 0,074—0,105 мм в сумме приходится всего 10—15 % и лишь в редких случаях — больше, то фракция 0,01—0,053 мм нередко составляет 40—50 % каждого образца.

Западное поднятие Южного Тигяна. Алевритовым породам Западного поднятия свойственно довольно устойчивое содержание глинистой фракции и резкие колебания в содержании песчаной (от 5 до 40 %). Таким образом, зависимости между содержанием песчаной и глинистой частей образца здесь нет. Среди алевритовых фракций основная роль принадлежит фракции 0,01—0,053 мм, составляющей обычно 30—40 % каждого образца. Второе место занимает фракция 0,074—0,105 мм, содержание которой находится в довольно ясной связи с содержанием песчаной фракции. На долю фракции 0,053—0,074 мм приходится всего лишь 5—10 %.

Таким образом, при прослеживании алевритовых пород вдоль северо-восточного края Сибирской платформы наблюдается заметное увеличение с востока на запад роли глинистой фракции в составе пород, компенсирующееся соответствующим уменьшением значения песчаной фракции. Это особенно четко проявляется в бассейне р. Котуя, где содержание глинистой фракции достигает 40—45 %, в то время как содержание песчаной фракции не превышает 5 %. Довольно тесная связь между песчаной и глинистой фракциями, в свою очередь, определяет значительную устойчивость содержания основной фракции, т. е. алевритовой. Исключение представляет Попигаийский район, где содержание алевритовой фракции отличается заметным непостоянством.

Глинистые породы

Знание гранулометрического состава глинистых пород необходимо как при выяснении условий их образования, так и при установлении литологических особенностей разреза, способствующих нефтенакоплению. Глинистые породы рассматриваемой территории характеризуются довольно резкими колебаниями в содержании основных фракций, что делает изучение их гранулометрического состава особенно важным.

В настоящее время существует несколько классификаций, позволяющих выделять среди обширного класса глинистых пород более дробные группы, характеризующиеся одинаковыми структурными признаками. Так, известны классификации В. П. Флоринского, М. В. Кленовой, М. К. Калинко, М. Ф. Викуловой и др. Каждая из этих классификаций дает возможность более точно определить породу путем введения прилагательных, характеризующих содержание второстепенных компонентов (песчаного и алевритового). В качестве примера можно привести классификацию (табл. 1), предложенную М. Ф. Викуловой.

Согласно приведенной классификации, глины рассматриваемой территории могут быть отнесены к трем последним разновидностям, т. е. глинам алевритистым, песчанистым и песчаным. Надо сказать, что такой способ выражения гранулометрического состава имеет некоторые неудобства, из которых наиболее существенным является то обстоятельство, что надо все время помнить, какому процентному содержанию основ-

Таблица 1

Содержание частиц, в %				Наименование породы
Глина, 0,001 мм	Ил, 0,001—0,01 мм	Алеврит, 0,01—0,1 мм	Песок, 0,1 мм	
70 и >	до 30	до 5		Глина тонкодисперсная
50—70	30—50	до 5		Глина илистая
30—50	50—70	до 5		Глина иловая
50		>5 и <25	<5	Глина алевритистая
		<5	>5 и <25	Глина песчанистая
		<5	>25	Глина песчаная

ных фракций соответствуют термины песчанистый, песчаный или алевритовый. С этой точки зрения, графический способ выражения гранулометрического состава глин для целей сопоставления представляется значительно более удобным.

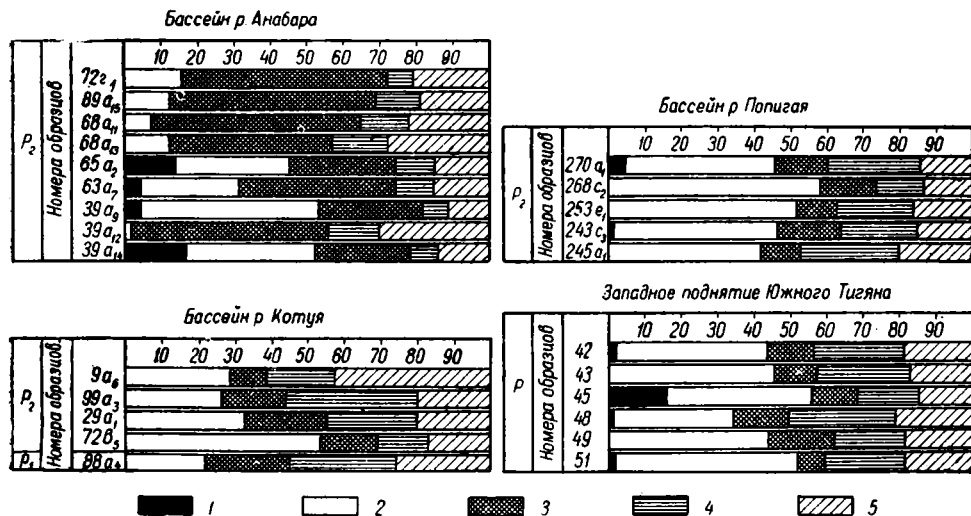


Рис. 21. Диаграмма гранулометрического состава пермских глинистых пород северо-восточного края Сибирской платформы.

1 — песчаная фракция; 2 — алевритовая фракция; 3 — фракция 0,005—0,01 мм (глинистая); 4 — фракция 0,001—0,005 мм (глинистая); 5 — фракция < 0,001 мм (глинистая).

На рис. 21 приводится диаграмма, отображающая гранулометрический состав пермских глинистых отложений северо-восточного края Сибирской платформы. На диаграмме показаны наиболее типичные образцы глинистых пород каждого из рассмотренных выше разрезов, за исключением Пурского, в котором глинистые породы играют весьма незначительную роль. На диаграмме для каждого образца показано содержание трех основных фракций (глинистой, алевритовой и песчаной). Кроме того, глинистая часть образца разбита на более дробные фракции, выделенные при гранулометрическом анализе по методу Робинсона.

Б а с с е й н р. А н а б а р а. Содержание песчаной и алевритовой фракции в глинистых породах Анабарского района характеризуется значительной неустойчивостью. Особенно резкие колебания испытывает алевритовая фракция, содержание которой меняется от 10 до 45 %. Песчаная фракция содержится далеко не во всех образцах и в количествах, значительно меньших, чем алевритовая (до 15—18 %). Заслуживает внимания довольно отчетливая связь между песчаной и алевритовой фракциями, выражающаяся в том, что значительное увеличение содержания алевритовой фракции влечет за собой появление песчаной фракции, в то время как уменьшение ее вызывает исчезновение песчаной фракции.

Наиболее характерной особенностью глинистых пород Анабарского разреза является исключительно высокое и сравнительно устойчивое содержание фракции 0,005—0,01 мм. В отдельных образцах на долю этой фракции приходится 50—55 %. Фракция 0,005—0,001 мм содержится в количествах от 5 до 15 %, что в известной мере связано с небольшим интервалом размеров зерен, охваченных этой фракцией. Фракция меньше 0,001 мм присутствует в количествах несколько больших, чем предыдущая, но не превышающих 25—30 %.

Б а с с е й н р. П о п и г а я. В бассейне р. Попигая глинистые породы характеризуются высоким и устойчивым содержанием алевритовой фракции, составляющей 40—45 % каждого образца. Песчаная фракция в большинстве случаев отсутствует, а если она имеется, то в количествах, не превышающих 3—5 %. В отличие от Анабарского разреза, на р. Попигае в глинистой части образцов основную роль играет фракция 0,005—0,001 мм, присутствующая в количестве от 15 до 25 %. Фракция 0,005—0,01 мм содержится в пределах от 10 до 15 %, а фракция меньше 0,001 мм от 15 до 20 %. В целом для глинистых пород Попигайского района характерно довольно устойчивое содержание всех фракций.

Б а с с е й н р. К о т у я. Песчаная фракция в глинистых породах отсутствует полностью. Алевритовая фракция присутствует во всех образцах в количестве от 25 до 30 % и лишь в редких случаях содержание ее достигает 45—48 %. В глинистой части образцов наиболее скромное место принадлежит фракции 0,005—0,01 мм (10—20 %), что резко отличается глинистые породы Котуя от однотипных пород Анабарского разреза. Фракции 0,001—0,005 мм и меньше 0,001 мм испытывают примерно одинаковые колебания в содержании (от 15 до 35 %). Пожалуй, несколько более устойчива фракция меньше 0,001 мм.

З а п а д н о е п о д н я т и е Ю ж н о г о Т и г я н а. Гранулометрический состав глинистых пород на Западном поднятии Южного Тигяна характеризуется значительной устойчивостью. Песчаная фракция либо совсем отсутствует, либо присутствует в весьма незначительных количествах (1—3 %). Лишь в редких случаях содержание песчаной фракции достигает 10—14 %. Алевритовая фракция присутствует во всех образцах. Содержание ее колеблется в пределах от 35 до 45 %. В глинистой части основная роль принадлежит фракции 0,001—0,005 мм, на долю которой приходится 20—25 %. На втором месте находится фракция меньше 0,001 мм (15—20 %) и последнее место занимает фракция 0,005—0,01 мм, содержание которой не выходит за пределы 10—16 %.

Подводя итоги описанию глинистых пород, прежде всего следует отметить значительное постоянство их гранулометрического состава в одних районах и, наоборот, заметные колебания в составе других.

К числу первых относится район р. Попигая и Западное поднятие Южного Тигяна, ко вторым — бассейны рр. Анабара и Котуя.

Содержание песчаной фракции в глинистых породах рассматриваемой территории в общем невелико, а в глинистых породах р. Котуя песчаная фракция и вообще отсутствует. Содержание алевритовой фракции достигает наибольшего значения в бассейне р. Попигая и на Западном поднятии Южного Тигяна; в бассейне р. Котуя алевритовая фракция присутствует в меньших количествах, на последнем месте по содержанию ее стоят образцы из Анабарского района.

При рассмотрении проведения глинистой фракции в глинистых породах рассматриваемой территории следует выделить две ее части, далеко не одинаковые по физическим свойствам. Часть глинистой фракции, объединяющая частицы от 0,005 до 0,01 мм, распределяется по закону механической дифференциации. Содержание ее достигает наибольшего значения в Анабарском районе. Другая часть, включающая частицы менее 0,005 мм (коллоидальная) и носящая название «химической» глины, распределяется по законам более сложным. Содержание этой части глинистой фракции достигает наибольшего значения в бассейне р. Котуя, закономерно уменьшаясь на восток к бассейну р. Анабара. На Западном поднятии Южного Тигяна содержание коллоидальных глинистых частиц довольно близко к содержанию тех же частиц в бассейне р. Котуя.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ГЕНЕЗИСЕ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ИХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

В предшествующих разделах настоящей главы автор умышленно избегал всяких обобщений или выводов относительно генезиса пермских отложений рассматриваемой территории. Будучи разбросаны по отдельным разделам, подобные выводы не дали бы ясного и цельного представления по этому кардинальному вопросу. Разумеется, автор отдает себе отчет в том, что и в настоящем разделе нельзя дать сколько-нибудь полных сведений о генезисе и коллекторских свойствах пермских отложений, так как все выводы основываются лишь на анализе их гранулометрического состава.

Ранее уже отмечалось, что для алевритовых и глинистых пород отсутствует специальная методика, позволяющая в должной мере использовать гранулометрию для толкования генезиса рассматриваемых отложений. Для песчаных пород такая методика разработана Л. Б. Рухиным.

На базе статической обработки результатов гранулометрического анализа указанный исследователь построил генетическую диаграмму, главным образом для современных песков, где каждый крупный генетический тип осадков нашел свое определенное место. Пользуясь выделенными по генетической диаграмме полями развития донных, прибрежных, речных и эоловых отложений, можно в первом приближении отнести изучаемые песчаные отложения к тому или иному генетическому типу (в зависимости от того, в какое поле попадут анализируемые образцы). Следует, конечно, учитывать, что генетическая диаграмма была составлена Л. Б. Рухиным главным образом для современных песков, а в настоящей работе приходится иметь дело с древними отложениями и что, следовательно, генетическую диаграмму можно использовать лишь с известной оговоркой.

На рис. 22 и 23 приведены генетические диаграммы, построенные для нижне- и верхнепермских отложений рассматриваемой территории.

В основу построения этих диаграмм положено представление о решающей роли для определения генезиса песчаных отложений двух факторов — среднего размера зерен и коэффициента сортировки. Как известно, оба эти коэффициента могут быть вычислены в двух системах: весовой и количественной.

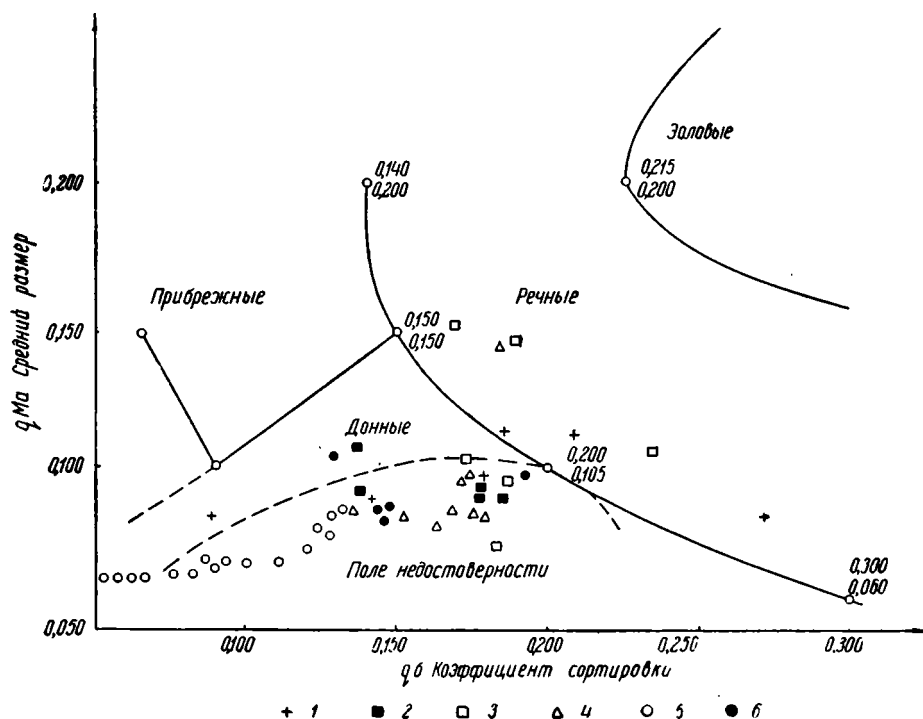


Рис. 22. Генетическая количественная диаграмма для нижнепермских песчаных отложений северо-восточного края Сибирской платформы. Составил И. С. Грамберг, 1952 г.

1 — песчаные отложения бассейна р. Шура; 2 — песчаные отложения бассейна р. Анабара; 3 — песчаные отложения бассейна р. Попыгая; 4 — песчаные отложения бассейна р. Котуга; 5 — песчаные отложения глубокой сиважины района Сындасно, по данным П. С. Воронова; 6 — песчаные отложения структуры «Южный Тигян» Нордвинского района.

Л. Б. Рухин считает, что для понимания генезиса песчаных отложений количественные коэффициенты удобнее, так как при количественном выражении осадки различного генезиса «отличаются как по величине коэффициента сортировки, так и по величине среднего размера зерен, что делает возможным разделение песков, различного генезиса в зависимости от величины их гранулометрических коэффициентов» [38]. В то же время при весовом выражении пески будут различаться только по величине среднего размера зерен, что явно недостаточно для выделения осадков различного генезиса.

В настоящей работе учтены выводы Л. Б. Рухина, и все гранулометрические коэффициенты выражены в количественной системе.

Первое, что бросается в глаза при рассмотрении генетической количественной диаграммы, построенной для нижнепермских песчаных отло-

жений, это то, что большинство анализов располагается вдоль одной прямой линии, проходящей через поле недостоверности.

Согласно Л. Б. Рухину, такое расположение точек на диаграмме говорит о принадлежности основной массы песчаных отложений к тому типу, который характеризуется кривой распределения с максимумом в области мелкозернистых фракций. Последнее же, в свою очередь, указы-

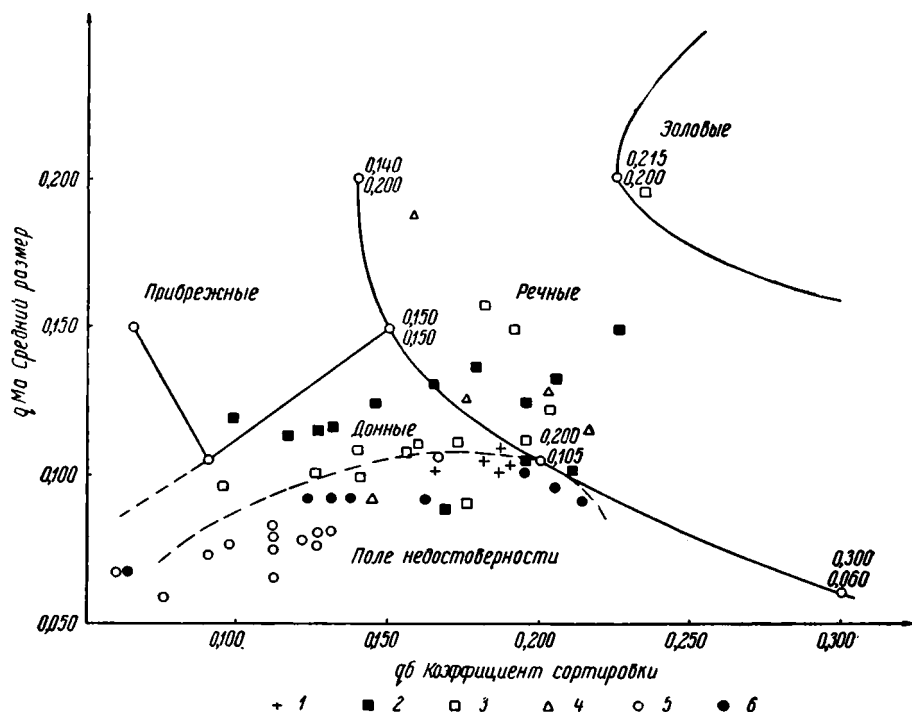


Рис. 23. Генетическая количественная диаграмма для верхнепермских песчаных отложений северо-восточного края Сибирской платформы. Составил И. С. Грамберг, 1952 г.

1 — песчаные отложения бассейна р. Пура; 2 — песчаные отложения бассейна р. Анабара; 3 — песчаные отложения бассейна р. Попигая; 4 — песчаные отложения бассейна р. Котуй; 5 — песчаные отложения глубокой свавины района Сындаско, по данным П. С. Воронова; 6 — песчаные отложения структуры «Южный Тигян» Нордвинского района.

вает на то, что эти песчаные отложения имеют недостаточно четко выработанный гранулометрический профиль, и поэтому при выяснении их генезиса возможны крупные ошибки. Таков генетический смысл поля недостоверности. Лишь сравнительно небольшое число точек на рассматриваемой диаграмме попало в поле донных и речных отложений. Существовало, что эти точки характеризуют не один какой-нибудь район, а всю территорию северо-восточного края Сибирской платформы за исключением двух участков, расположенных значительно севернее (Южный Тигян и район Сындаско) и относящихся, по существу, уже не к платформе, а к зоне перехода от платформы к геосинклинали.

Более убедительные выводы позволяет сделать генетическая количественная диаграмма, отображающая гранулометрический состав верхнепермских песчаных отложений, главным образом той части их разреза, которая сложена почти исключительно песчаными породами. На этой

диаграмме в поле недостоверности полностью попадают песчаные отложения Западного поднятия Южного Тигяна и района Сындаско. Из остальных районов лишь очень небольшое число анализов приурочено к полю недостоверности, основная же масса точек попала в поле речных и донных отложений.

Разумеется, количество анализов, характеризующее отдельные районы, недостаточно для того, чтобы сделать обоснованные выводы по каждому из районов, однако общее число анализов (57) достаточно велико, и вывод о принадлежности песчаных отложений северо-восточного края Сибирской платформы к вышеупомянутым двум генетическим типам несомненно может быть сделан. Очевидно, этот вывод нельзя распространить на песчаные породы Западного поднятия Южного Тигяна и района Сындаско как в силу большей мелкозернистости этих отложений, так и в связи с несомненным генетическим отличием их от отложений остальной территории.

Подтверждается ли всеми остальными данными по гранулометрии вывод о том, что пермские отложения краевой части платформы представлены речными и донными образованиями?

С тем, чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к результатам анализа распределения основных типов пород в разрезах пермских отложений, а также к материалам по гранулометрической характеристике этих пород. Анализ распределения основных типов пород показал, что с востока на запад происходят весьма существенные изменения в соотношении основных типов пород, слагающих пермский разрез, в результате которых наблюдается переход от разреза пермских отложений в бассейне р. Пура, сложенных преимущественно песчаными породами, к разрезу в бассейне р. Котуй, где глинам и алевролитам принадлежит уже достаточно видная роль.

Нельзя не подчеркнуть то первостепенное значение, которое имеют песчаные породы в разрезах нижнепермских отложений краевой части платформы. Несмотря на то, что с востока на запад в разрезах нижнепермских отложений появляется все большее и большее количество прослоев алевролитов и глин, песчаные породы повсюду сохраняют свое главенствующее положение. Столь большое содержание песчаных пород указывает на значительную подвижность среды, в которой происходило осадкообразование, а невыдержанность пород по простираанию уже непосредственно подводит к выводу о речном происхождении некоторой части пермских отложений. Об этом же говорит и крайняя неоднородность гранулометрического состава песчаных пород, так как известно, что речные потоки, наряду с песчаным материалом, несут большое количество алевроитовых и глинистых частиц.

Весьма показателен также тот факт, что не только примесь алевроитовой и глинистой фракций нарушает однородность песчаных пород, но и сама песчаная фракция крайне неоднородна. Последнее обстоятельство достаточно ярко проиллюстрировано на рис. 18 и 19.

Речные отложения составляют только часть разреза нижнепермских отложений, другая часть представлена отложениями прибрежных опресненных водоемов. Отложения этого типа отличаются несколько большей выдержанностью по простираанию, хотя и для них характерна значительная неоднородность гранулометрического состава. Те изменения в гранулометрическом составе нижнепермских отложений, которые наблюдаются при прослеживании их по простираанию вдоль северо-восточного края

платформы, указывают на переход с востока на запад от типичных континентальных фаций (речных и озерных) к фациям прибрежно-континентальным.

Как уже упоминалось, диаграмма Л. Б. Рухина не позволяет проводить генетическую интерпретацию мелкозернистых песчаных пород. В силу этого обстоятельства все анализы, освещающие гранулометрический состав нижнепермских отложений района Сындаско и Южного Тигяна, попали в поле недоверности. Однако совокупность остальных наблюдений над гранулометрическим составом вышеупомянутых отложений позволяет высказать предположение об их образовании в прибрежно-континентальных условиях.

В отличие от платформенных районов, нижнепермские отложения Южного Тигяна и района Сындаско, по-видимому, формировались в непосредственной близости к морю, скорее всего в морских опресненных лагунах, куда только изредка проникали морские воды. Такое предположение находит подтверждение как в соотношении основных типов пород (высокое содержание глинистых и алевроитовых пород), так и в их гранулометрической характеристике. Последняя же свидетельствует об относительной устойчивости в составе песчаных и алевроитовых пород содержания основных фракций, т. е. песчаной, алевроитовой и глинистой, что возможно лишь при известной стабилизации процесса осадконакопления.

Верхнепермские отложения краевой части Сибирской платформы по своей гранулометрической характеристике существенно отличны в нижней (песчаной) и верхней (угленосной) частях разреза. Те выводы, которые позволяет сделать диаграмма Л. Б. Рухина для верхнепермских отложений рассматриваемой территории, могут быть распространены лишь на нижнюю часть разреза, где песчаные породы отличаются более крупнозернистым составом и где вместе с песчаниками встречаются также линзы конгломератов. Наряду с относительным увеличением размеров обломочных частиц (медианный диаметр 0,210—0,220 мм) эти породы характеризуются плохой сортировкой обломочного материала, что подчеркивается как характером изгиба интегральных кривых гранулометрического состава, так и разнородностью состава песчаной фракции песчаных пород.

Совпадение таких двух факторов, как неоднородность состава и увеличение размера зерен, наиболее вероятно в период обновления речной сети, когда вследствие тектонических движений область размыва испытывает заметное поднятие, в то время как область осадконакопления, наоборот, погружается, захватывая новые участки (трансгрессия) и приближаясь тем самым к источникам осадконакопления.

Таким образом, формирование низов разреза верхнепермских отложений происходило, с одной стороны, в условиях оживленной деятельности речной системы, с другой, — в условиях кратковременной трансгрессии моря в сторону области денудации. Этот вывод может быть распространен на все районы рассматриваемой территории, за исключением Пурского района, куда морские воды, по-видимому, не проникали и где гранулометрический состав песчаных пород свидетельствует лишь о речном (возможно дельтовом) их происхождении.

Верхняя часть разреза верхнепермских отложений рассматриваемой территории сложена преимущественно глинистыми и алевроитовыми породами. Исключение представляет лишь Пурский разрез, где песчаники

сохраняют свое преобладающее значение. В пределах остальной части рассматриваемой территории песчаные породы играют подчиненную роль.

Изменения в соотношении основных типов пород сопровождаются одновременно изменениями в их гранулометрическом составе. Так, несмотря на неоднородность гранулометрического состава песчаных и алевроитовых пород, содержание в них отдельных фракций делается более устойчивым, что тотчас же находит отражение в характере интегральных кривых, испытывающих резкий перегиб в пределах одной-двух фракций. Эта особенность гранулометрического состава указывает на то, что во второй половине верхней перми устанавливается режим, обуславливающий большую дифференцированность приносимого обломочного материала, чем это было раньше.

Характер чередования глинистых и алевроитовых пород (ленточный), сравнительная выдержанность этих пород по простиранию и большая устойчивость гранулометрического состава указывают в совокупности на то, что пермские отложения северо-восточного края Сибирской платформы формировались в условиях обширных приморских болот и лагун, весьма богатых растительностью. Этот вывод не может быть полностью распространен на верхнепермские отложения Пурского района, гранулометрический состав которых указывает на значительную подвижность среды осадконакопления. Скорее всего верхнепермские отложения бассейна р. Пура — отложения дельтовые. Таким образом, с запада на восток наблюдается переход от фаций прибрежно-континентальных к фациям континентальным.

Верхнепермские отложения Южного Тигяна и района Сындаско на диаграмме Л. Б. Рухина попадают в поле недостоверности, следовательно, никаких сведений об условиях образования верхнепермских отложений на основании этой диаграммы получить нельзя.

Соотношение основных типов пород, преобладание мелкозернистых фракций в составе песчаных пород, относительная устойчивость гранулометрического состава глин и большая по сравнению с платформенными районами выдержанность отложений по простиранию указывают на то, что верхнепермские отложения Южного Тигяна и района Сындаско формировались в области, которой наряду с периодами континентального режима были свойственны также и периоды, характеризующиеся морским режимом осадконакопления.

Глава X

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРСКОГО РАЙОНА И СМЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КРАЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Минералогический состав пермских отложений рассматриваемой территории отличается исключительным однообразием. Эта особенность минералогического состава в значительной мере затрудняет как разработку стратиграфии пермских отложений, так и решение ряда палеогео-

графических вопросов. Несмотря на то, что в Нордвикском районе изучению минералогического состава пермских отложений было уделено большое внимание, до настоящего времени все еще не удалось выявить сколько-нибудь надежные минералогические коррелятивы, опираясь на которые можно было бы проводить сопоставление отдельных разрезов.

Тот небольшой и разнородный материал по минералогии пермских отложений, который имелся в распоряжении автора, также не мог служить основой для выработки минералогических коррелятивов, но его оказалось возможным использовать для выявления палеогеографических особенностей пермских отложений.

Всего было исследовано 96 образцов. Большая часть из них (78) приходится на долю Анабарского, Пурского и Нордвикского районов. Значительно меньшее число образцов (18) характеризует минералогический состав пермских отложений Котуйского и Попигаевского районов. Все образцы исследованы с помощью иммерсионного метода, причем в каждом образце просматривались четыре фракции: две легкие и две тяжелые с размером зерен 0,105—0,210 мм (сита 70—140) и 0,074—0,105 мм (сита 200—270).

Минеральный комплекс, характерный для пермских отложений, можно разбить на три группы. Первая группа объединяет минералы терригенные, изучение которых может пролить свет на источники сноса и пути движения обломочного материала. Во вторую группу входят минералы аутигенные, образовавшиеся в осадке и указывающие на характер среды осадкообразования. Третья группа состоит из вторичных минералов, возникших в процессе выветривания обломочного материала.

В настоящей главе основной упор будет сделан на минералы первой группы, так как к характеристике аутигенного и вторичного комплексов минералов автор будет вынужден еще раз обратиться в разделе, посвященном геохимическим особенностям пермских пород рассматриваемой территории.

ТЕРРИГЕННЫЙ КОМПЛЕКС МИНЕРАЛОВ

Минералогический состав легкой фракции

В минералогическом составе легкой фракции пород рассматриваемой территории основная роль принадлежит кварцу, калиевому полевому шпату (ортоклазу), агрегатам кварца и обломкам пород. Второстепенное значение имеют плагиоклазы, микроклин, мусковит, биотит и хлорит. В некоторых образцах встречается высокий процент карбонатов.

Кварц встречается в виде мутноватых или прозрачных зерен, зачастую обладающих волнистым погасанием. На поверхности кварцевых зерен в ряде случаев наблюдалась штриховка, возникающая в процессе транспортировки обломочного материала.

Полевые шпаты в большинстве случаев интенсивно пелитизированы. В отраженном свете они имеют слегка буроватую окраску, в проходящем — полупрозрачны. Плагиоклазы представлены почти исключительно кислыми разностями (альбит — олигоклаз). Среди обломков пород встречаются серицитовые сланцы, аргиллиты, микропегматиты и агрегаты зернышек кварца и сильно пелитизированных полевых шпатов (преимущественно микроклина).

Кварцевые и кремнистые агрегаты состоят либо из зернышек прозрачного кварца, либо из смеси зерен кварца и халцедона.

Биотит образует крупные буроватые пластинки.

Хлорит представлен мелкими чешуйками также буроватой окраски.

Содержание кварца довольно заметно уменьшается при переходе от восточных районов рассматриваемой территории к западным. Наоборот, количество калиевых полевых шпатов и плагиоклазов в том же направлении увеличивается. Содержание обломков пород и агрегатов кварцевых зерен уменьшается с востока на запад. В распределении остальных минералов легкой фракции трудно выявить какие-нибудь закономерности.

По количеству кварца и обломков различных пород пермские отложения Западного поднятия Южного Тигяна наиболее близки к одно-возрастным отложениям Пурского и Анабарского районов. Однако они отличаются от последних повышенным содержанием калиевых полевых шпатов. Не совсем ясными остались причины отсутствия в составе легкой фракции пород Западного поднятия агрегатов кварцевых зерен. Весьма возможно, что агрегаты зерен кварца подсчитывались минералогом вместе с обломками различных пород.

Нижне- и верхнепермские отложения рассматриваемой территории почти не отличаются друг от друга по минералогическому составу легкой фракции. Можно лишь указать на отсутствие микроклина в составе легкой фракции верхнепермских отложений, который хотя и в небольшом количестве, но присутствует почти во всех образцах нижнепермского возраста.

Минералогический состав тяжелой фракции

Наиболее распространенными минералами, входящими в состав терригенного комплекса тяжелой фракции, являются гранат, циркон, турмалин, апатит, дистен, ставролит, магнетит и ильменит. Как правило, в совокупности эти минералы составляют до 80—90% терригенной части тяжелой фракции.

Гранат присутствует в виде бесцветных, реже розоватых зерен, нередко несущих следы коррозии. В ряде случаев отмечалось черепитчатое строение поверхности зерен граната. Гранат встречается как в песчаной, так и в алевритовой фракциях, причем заметного преобладания его в какой-либо из фракций не наблюдалось.

Циркон обычно образует призматические зерна с хорошо развитыми гранями бипирамиды. Реже он наблюдается в виде обломков и округлых зерен. Как правило, циркон бесцветен и лишь изредка встречаются слегка розоватые и желтоватые зерна. В двух случаях отмечено присутствие зерен циркона с зонарной структурой. Циркон в большем количестве встречается в алевритовой фракции (0,074—0,105 мм).

Турмалин присутствует в виде призматических, неправильных и редко окатанных зерен. Характерен плеохроизм: по No — зеленовато-бурый и бурый, по Ne — розоватый и желтый. Нередко встречаются зерна с зональным строением. Турмалин в отличие от циркона в заметно больших количествах встречается в песчаной фракции (0,105—0,210 мм).

Апатит присутствует примерно в равном количестве как в песчаной, так и в алевритовой фракциях. Апатиту свойственны призматические, реже округлые очертания зерен и молочно-белая окраска.

Ставролит и кианит образуют угловатые и угловато-окатанные зерна. Кианит обычно бесцветен. Ставролит имеет янтарно-желтую, корич-

невато-желтую или бледно-желтую окраску и интенсивно плеохроирует. Оба минерала присутствуют примерно в равном количестве в песчаной и в алевритовой фракциях.

Магнетит и ильменит в заметно большем количестве встречаются в алевритовой фракции.

Остальные минералы терригенного комплекса, как уже отмечалось ранее, присутствуют в подчиненном количестве. Сюда надо отнести рутил, сфен, анатаз, брукит, группу титанистых минералов, красную шпинель, моноклинный и ромбический пироксены, роговую обманку, эпидот, биотит, хлорит, хлоритоид, барит, глауконит и слюдястые агрегаты.

Первая роль среди перечисленных минералов принадлежит рутилу, который присутствует как в песчаной, так и алевритовой фракциях песчаных образцов в количестве, достигающем в ряде случаев 10%. Остальные минералы встречаются далеко не во всех образцах и тяготеют главным образом к алевритовой фракции.

Изучение характера распределения минералов терригенного комплекса в пределах рассматриваемой территории показывает, что платформенные районы, с одной стороны, и Нордвикский район (Западное поднятие), с другой, — довольно заметно отличаются друг от друга по количественному содержанию и по минералогическому составу тяжелой фракции.

Так, в образцах Нордвикского района процент выхода тяжелой фракции колеблется между 1,5—3%, достигая в отдельных случаях 21%, в то время как в платформенных районах содержание тяжелой фракции редко выходит за пределы 1—2%. Еще более показательна разница в соотношении между терригенными и аутигенными комплексами тяжелой фракции.

Здесь необходимо указать на то, что с востока на запад интенсивность аутигенных процессов в пределах платформы заметно возрастает, достигая максимального значения в бассейне р. Котуя.

Переходя к минералогическому составу терригенного комплекса, необходимо прежде всего отметить весьма существенную разницу, имеющуюся между платформенными районами и Нордвикским районом в содержании основных терригенных компонентов. Так, для минералогического состава платформенных районов особенно характерно преобладание в составе терригенного комплекса таких минералов, как гранат, циркон и турмалин, которые в песчаных и алевритовых породах Нордвикского района встречаются в подчиненном количестве, уступая первое место апатиту и черным рудным минералам. Кроме того, в терригенном комплексе, свойственном породам Нордвикского района, отсутствуют рутил, дистен и ставролит, являющиеся обязательными членами терригенного комплекса пород платформенных районов.

Некоторые, хотя и не совсем четкие, изменения наблюдаются в составе терригенного комплекса пород платформенных районов. Так, создается впечатление, что с востока на запад уменьшается содержание граната, дистена и ставролита и, наоборот, увеличивается содержание апатита. Следует, однако, иметь в виду, что для более определенного вывода по этому вопросу потребуется дополнительное число анализов.

Заметные отличия имеются в составе терригенного комплекса пород нижней и верхней перми платформенных районов. Особенно резко бросается в глаза уменьшение содержания граната при переходе от нижнепермских отложений к верхнепермским. Весьма показательны также распределение апатита, который в образцах нижнепермского возраста встре-

чается сравнительно редко и в небольшом количестве, а в верхнепермских образцах присутствует повсеместно. Аналогично поведение моноклинного пироксена, эпидота и черных рудных минералов, явно тяготеющих к отложениям верхнепермского возраста. Обратное соотношение характерно для анатаза, который минералогами Нордвикской экспедиции (М. К. Калинин, К. С. Васильевой) часто рассматривается как показатель нижнепермского возраста содержащих его пород.

Таким образом, имеется ряд минералогических признаков, способствующих расчленению пермских отложений на отделы.

АУТИГЕННЫЙ КОМПЛЕКС МИНЕРАЛОВ

Аутигенный комплекс пермских пород рассматриваемой территории представлен пиритом, доломитом, сидеритом, железисто-карбонатными агрегатами и кальцитом. Первые три минерала и железисто-карбонатные агрегаты входят в состав тяжелой фракции, последний — кальцит — в состав легкой фракции.

Пирит наиболее часто встречается в виде мелких кристалликов и сферолитов, обрастающих зерна минералов легкой фракции или же образующих различные агрегаты неправильной формы.

Сидерит встречается в виде коричневато-бурых неправильных агрегатов мелких зерен, а доломит — обычно в виде неправильных и округлых мелкочешуйчатых агрегатов и, реже, ромбических зерен.

Кальцит присутствует в отдельных зернах и в виде наростов на минералах легкой фракции.

Аутигенный комплекс нижнепермских отложений платформенных районов значительно беднее верхнепермского. В составе его заметная роль принадлежит лишь пириту, содержание которого к бассейну р. Котуя заметно уменьшается. Доломит и сидерит содержатся в весьма небольшом количестве и не во всех образцах. В составе аутигенного комплекса нижнепермских отложений совершенно отсутствует анкерит. Железисто-карбонатные агрегаты, являющиеся, по-видимому, продуктами выветривания сидерита, в небольшом количестве встречаются в тяжелой фракции пород Пурского и Анабарского районов.

Относительно содержания кальцита в породах рассматриваемой территории сказать что-либо трудно, так как в процессе дезинтеграции исследуемые образцы подвергаются обработке 5-процентной соляной кислотой.

Аутигенный комплекс пород Нордвикского района (Западное поднание Южного Тигяна) значительно богаче аутигенного комплекса платформенных районов.

Среди аутигенных минералов, свойственных породам Нордвикского района, первая роль принадлежит доломиту, который нередко составляет до 80—90% всего состава тяжелой фракции. В заметных количествах присутствуют пирит и сидерит. Надо сказать, что сидерит распределен весьма неравномерно. В большинстве образцов сидерит вообще не встречается, но зато там, где он присутствует, на его долю приходится до 70—80%.

Верхнепермские отложения платформенных районов, помимо пирита, содержат также довольно значительный процент сидерита, который, как и в нижнепермских отложениях Нордвикского района, распределен весьма неравномерно. Наибольшая концентрация сидерита свойственна

песчаным породам Пурского и Анабарского районов. К западу (к бассейну рр. Попигая и Котуя) количество сидерита в тяжелой фракции заметно сокращается, а пирита, наоборот, возрастает.

Аутигенному комплексу верхнепермских отложений Нордвикского района также свойственно присутствие сидерита в значительных количествах — почти во всех образцах (70—90%). Процентное содержание доломита заметно сокращается по сравнению с нижнепермскими породами, но зато увеличивается концентрация пирита.

Таким образом, состав аутигенного комплекса пермских отложений рассматриваемой территории закономерно меняется как при переходе от нижнего отдела перми к верхнему, так и при прослеживании пермских отложений по простиранию.

КОМПЛЕКС ВТОРИЧНЫХ И ВОЗМОЖНО ВТОРИЧНЫХ МИНЕРАЛОВ

В группу вторичных и возможно вторичных минералов нами включены лейкоксен, гидроокислы железа и нерудные непрозрачные минералы. Термин «возможно вторичные минералы» употребляется в связи с тем, что часть названных минералов могла возникнуть в процессе разрушения материнских пород или в период переноса обломочного материала к месту осадкообразования и, следовательно, уже не может рассматриваться в группе вторичных минералов.

К возможно вторичным минералам могут быть отнесены как лейкоксен, являющийся продуктом изменения ильменита и сфена, так и нерудные непрозрачные, представленные сильно пелитизированными обломками выветрелых полевых шпатов и очень измененными минералами, не поддающимися определению.

Возникновение этих минералов может быть связано с различными этапами образования и существования осадочных пород, в связи с чем говорить об их вторичности по отношению к данной осадочной породе можно лишь с известной оговоркой. Несколько иначе обстоит дело с гидроокислами железа. По-видимому, часть гидроокислов железа могла возникнуть как в период разрушения материнских пород, так и при переносе обломочного материала к месту осадконакопления. Однако позже, в стадии диагенеза, в осадке начинали господствовать восстановительные процессы, обеспечившие переход окисных соединений железа в закисные. В этих условиях может сохраниться лишь весьма незначительная часть гидроокислов железа. Таким образом, возникновение большей части гидроокислов железа следует связывать с наиболее поздними процессами выветривания самой осадочной породы.

Наиболее высокое содержание лейкоксена и гидроокислов железа свойственно песчаным и алевроитовым породам Пурского и Анабарского районов. К западу содержание этих минералов заметно сокращается. Нерудные непрозрачные минералы в максимальном количестве присутствуют в бассейнах рр. Котуя и Попигая.

В Нордвикском районе все вторичные минералы встречаются в небольшом количестве.

Такое распределение вторичных минералов в пределах рассматриваемой территории находится в прямой связи с общим литологическим составом пермских отложений. В районах, где песчаные породы преобладали, а глинистые прослои не очень затрудняли циркуляцию вод и газов (бассейны рр. Пура и Анабара), обстановка была весьма благоприятной

для образования вторичных минералов. Иначе обстояло дело с районами, где глинистые породы достаточно надежно консервировали песчаные пласты (бассейн р. Котуя и Нордвикский район). Здесь образование вторичных минералов было весьма затруднено.

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ОБ ИСТОЧНИКАХ СНОСА ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Приведенные выше данные о минералогическом составе терригенного комплекса позволяют высказать некоторые общие соображения о возможных источниках сноса и путях движения обломочного материала. Как известно, до настоящего времени многие геологи придерживаются той точки зрения, что Анабарский кристаллический массив являлся основным и чуть ли не единственным поставщиком терригенного материала, слагающего пермские отложения Сибирской платформы. При этом обычно не учитывается ни площадь Анабарского массива, подверженная денудации, ни мощность пермских отложений. В большинстве случаев во внимание принимается лишь минералогический состав пермских отложений. Между тем самый беглый взгляд на геологическую карту Восточной Сибири уже порождает сомнения в правильности такого представления.

Прежде всего следует иметь в виду то обстоятельство, что даже современная площадь Анабарского кристаллического массива не могла бы дать то количество обломочного материала, которое необходимо для формирования мощной толщи пермских отложений Тунгусского бассейна.

Кроме того, необходимо помнить о том, что в период образования пермских отложений площадь Анабарского массива, подвергавшаяся эрозии, была значительно меньше, чем в настоящее время.

Состав обломочного материала, слагающего пермские отложения, также заставляет усомниться в том, что Анабарский кристаллический массив в пермское время являлся единственной питающей провинцией. Преобладание в составе терригенного комплекса пермских отложений кварца, весьма небольшое содержание плагиоклазов и широкое развитие выветрелых калиевых полевых шпатов указывают на значительную удаленность источников сноса. Присутствующие в значительном количестве обломки осадочных пород (глинистые и слюдистые сланцы, аргиллиты) говорят о том, что в некоторых случаях исходным материалом для пермских отложений являлись осадочные образования более древнего возраста. Как известно, Анабарский кристаллический массив расположен в непосредственной близости от поля развития пермских отложений и в составе его нет осадочных образований. Наконец, весьма показательно, что пермские отложения содержат очень небольшое количество пироксенов, столь широко распространенных среди изверженных пород Анабарского кристаллического комплекса.

Таким образом, есть все основания подозревать, что помимо Анабарского кристаллического массива существовали еще другие источники сноса, положение которых до сих пор остается неясным.

Возможно, что часть обломочного материала, слагающего пермские отложения, могла возникнуть за счет разрушения среднепалеозойского осадочного комплекса, перекрывавшего в допермское время кембрийские отложения Анабарского массива. Однако такое предположение находится в противоречии с тем фактом, что все среднепалеозойские отложения, известные в пределах рассматриваемой территории и прилегаю-

щих к ней областях, представлены карбонатными фациями и, следовательно, не могли служить исходным материалом для терригенной толщи пермских отложений.

По-видимому, наиболее правильным является представление об образовании пермских отложений Сибирской платформы за счет размыва складчатых областей, окружающих платформу с севера, запада и юга. Помимо Анабарского массива, размыв которого мог обеспечить лишь небольшую часть обломочного материала, слагающего пермские отложения, в пермское время к северу от описываемого района должны были размываться складчатые сооружения Таймыра, на юге — нижнепротерозойский и архейский комплексы Алданского и Витимо-Олекминского массивов, на западе — комплекс пород, входящих в состав Приенисейской складчатой зоны. В совокупности эти четыре провинции и могли дать всю ту массу обломочного материала, которая слагает пермские отложения Сибирской платформы.

С точки зрения автора образование пермских отложений рассматриваемой территории (северо-восточный край Сибирской платформы) правильнее всего связывать с размывом двух основных питающих провинций — Таймырской складчатой зоны и Анабарского кристаллического массива. Анабарский кристаллический массив при разрушении давал терригенный материал магматического и метаморфического происхождения, в то время как Таймырская складчатая зона, наряду с обломками магматических и метаморфических пород, поставляла также обломочный материал осадочного происхождения.

Снос обломочного материала, по-видимому, шел в трех направлениях. Первое направление — северное — вытекает из характера распределения фаций на территории, прилегающей к Анабарскому массиву; второе — юго-восточное — определяется положением поля пермских отложений, окаймляющих Таймырскую складчатую зону; третье — юго-западное — подсказывается закономерным характером распределения обломочного материала в пределах северо-восточного края платформы.

Увеличение к северо-востоку крупности зерен обломочного материала и заметное увеличение содержания обломков пород и агрегатов кварцевых зерен заставляет предполагать существование на северо-востоке, где-то в пределах моря Лаптевых, горных сооружений, позднее погружившихся на значительную глубину. Возможно, что эти горные сооружения были связаны с Таймырской складчатой зоной.

В пользу такого предположения говорит сходство минералогических комплексов восточных районов платформы (бассейны рр. Пура и Анабара) и Нордвикского района. Правда, это сходство касается главным образом легкой фракции, в составе которой как на востоке Сибирской платформы, так и в Нордвикском районе весьма существенную роль играют зерна кварца и обломки пород. О сходстве составов тяжелых фракций этих районов говорить не приходится, так как к западу в составе пермских отложений прослеживается большое количество пластовых интрузий основных пород, размыв которых сравнительно мало изменял состав легкой фракции пермских пород (появление некоторого числа обломков эффузивов), но весьма существенно сказывался на составе тяжелой фракции (высокий процент ильменита, магнетита и апатита).

Надо сказать, что представления автора относительно роли Таймыра в образовании пермских отложений рассматриваемой территории не являются новыми. Аналогичные соображения еще раньше были высказаны

и в той или иной мере обоснованы П. С. Вороновым (1953) и М. К. Калинин (1949). Изложенный выше материал следует рассматривать как дополнение к тем выводам, которые были сделаны упомянутыми исследователями.

Глава XI

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОХИМИИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Знание геохимических особенностей, свойственных пермским отложениям рассматриваемой территории, необходимо для правильного понимания тех физико-химических процессов, которые определяли пермское осадкообразование и дальнейшее преобразование пермских осадков в осадочные породы. Однако на пути решения этих важных вопросов стоят весьма серьезные затруднения, из которых наиболее существенным является то, что методы геохимического изучения осадочных пород до сих пор еще не разработаны.

Особенно сложной задачей является расшифровка физико-химических условий, существовавших в период осадкообразования, так как в последующий период времени процессы диагенеза и эпигенеза в значительной мере меняют первоначальный облик породы, затушевывая тем самым следы первичной физико-химической обстановки.

Закон физико-химической наследственности, сформулированный Л. В. Пустоваловым [35] и утверждающий, что «во всякой осадочной горной породе, заключающей в себе сингенетичные минералы или сингенетичные химические соединения, господствуют физико-химические условия, царствовавшие в момент накопления и формирования осадка, или же, вернее, условия, весьма близкие к таковым», далеко не во всех случаях может помочь в решении вышеупомянутой задачи. Во-первых, очень часто нельзя определить, какие минералы или химические соединения надо рассматривать как сингенетические и какие как более поздние, диагенетические или эпигенетические. Во-вторых, из формулировки закона следует, что решение поставленной задачи невозможно в случае отсутствия в породе сингенетических минералов или сингенетических химических соединений. Последнее же полностью зависит от того, насколько далеко зашли более поздние процессы — процессы диагенеза и эпигенеза.

Все вышесказанное позволяет наметить следующий общий ход геохимических исследований осадочных пород. Прежде всего, необходимо выяснить, какова общая геохимическая характеристика рассматриваемых осадочных пород, затем определить, какая роль принадлежит процессам диагенеза и эпигенеза в формировании современного их облика и, в заключение, попытаться «снять» влияние этих процессов с тем, чтобы получить возможность воссоздания физико-химической обстановки периода осадкообразования.

Изложение имеющегося в распоряжении автора материала дается применительно к этой схеме. В первом разделе рассматриваются химические особенности пермских осадочных пород на основе сопоставления данных силикатного анализа, а также анализов солянокислых вытяжек.

Во втором разделе делается попытка выяснить роль эпигенетических и диагенетических процессов, для чего анализируется состав аутигенных минералов, взаимоотношение цемента песчаных пород и генетические особенности состава легкорастворимых солей. В третьем разделе собраны материалы, позволяющие в той или иной мере определить физико-химические условия периода осадкообразования. Основное внимание в этом разделе уделяется анализу минералогического состава тонких фракций глин (фракция 0,001 мм).

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕРМСКИХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Химическую характеристику пермских отложений начнем с песчаных пород, которые исследовались главным образом с помощью силикатного анализа и солянокислых вытяжек.

Полный химический анализ к песчаным породам применяется обычно редко, так как расшифровка его представляет значительные трудности. Однако этот вид анализа позволяет составить общее представление о химизме песчаных пород данного района, что весьма важно при выяснении направленности геохимических процессов.

В табл. 2 приведены результаты силикатного анализа восьми образцов, из которых шесть представляют песчаные породы Западного поднятия Южного Тигяна, а два — песчаники Анабарского района. В конце таблицы для целей сопоставления приведены два анализа, заимствованные из монографии Л. В. Пустовалова «Петрография осадочных пород». Один из этих анализов является средним из 253 анализов песчаников, другой отображает химический состав песчаника с лимонитовым цементом.

Первое, что бросается в глаза при взгляде на таблицу, это исключительно высокое содержание полуторных окислов (до 45%). Из них на долю глинозема приходится не больше 13,5%, а в среднем 7—8%. Основная масса полуторных окислов представлена окислами железа. Как видно из таблицы, железо встречается как в закисной, так и в окисной форме, причем преобладающей является окисная форма железа.

Закисное железо в преобладающем количестве встречается в двух образцах (обр. 214^в и 315^б), где железо оказывается связанным в углекислые соли. В остальных образцах преобладает окисное железо. К сожалению, до сих пор нет ясности в вопросе о характере соединений, в виде которых присутствует в породах окисное железо. Микроскопическое изучение песчаных пород в некоторых образцах позволило установить присутствие в составе цемента окислов и гидроокислов железа, однако трудно сказать, насколько широко эти соединения развиты в исследованных породах.

Обращает на себя внимание пониженное (по сравнению со средним анализом) содержание окиси кремния. Обычно основная масса кремнезема в песчаных породах связана с обломочным материалом (в частности, с кварцем и полевыми шпатами), в результате чего чем больше в породе обломочных частиц, тем выше содержание окиси кремния.

Естественно поэтому, что пониженное содержание окиси кремния надо связывать с относительной бедностью породы обломочным материалом.

Также пониженным является Са и Mg. Особенно четко это можно проследить на примере Са, содержание которого в большинстве анализов не превышает 3,5%, в то время как для среднего состава песчаников характерно 5,5%.

Химический состав песчаных пород

Номера образцов	Номера скважин	Район взятия (структура)	Возраст	Название породы и состав цементирующего вещества	Содержа-			
					Не входит в сумму			
					влага	R ₂ O ₃	CO ₂	SO ₃
23	—	Анабарский	P ₂	Песчаник с сидеритовым цементом, в большей части окислен	0,98	—	7,38	0,29
28	—	То же	P ₂	Песчаник с кремнисто-глинистым цементом и более поздним известковистым	0,15	38,57	2,16	Нет
10а	105	Нордвик (Южный Тигян)	P ₁	Песчаник с кремнисто-глинистым и более поздним известковистым цементами	0,27	19,50	3,04	Нет
51а	103	То же	—	Песчаник с выпотами нефти. Цемент глинисто-кремнистый и более поздний известковистый	0,27	43,37	2,68	0,44
87а	104	» »	—	Песчаник с кремнистым и более поздним кальцитовым цементом	0,10	45,28	0,84	0,34
214в	150	» »	—	Песчаник, переходящий в брекчию, с сидеритовым цементом	0,47	45,91	23,76	0,07
294а	310	Тигяно-Анабарский	—	Песчаник с глинисто-кремнистым цементом	0,70	19,78	1,16	Нет
315б	303	То же	—	Песчаник с глинисто-кремнистым цементом	Нет	36,00	17,84	0,18
Средний состав песчаников (среднее из 253 анализов, по Кларку)					1,63	—	5,04	—
Кварцевый песчаник с лимонитовым цементом (по Л. В. Пустанову)					—	—	—	0,08

Иная картина наблюдается при изучении содержания в песчаных породах Al_2O_3 . Последний в большинстве анализов присутствует в количестве 7—8%, в отличие от среднего состава песчаников, где Al_2O_3 около 4,7%.

В содержании щелочей не наблюдается значительных отклонений от среднего состава песчаников, хотя в первом приближении можно считать, что натрия в изученных породах содержится в количествах несколько больших, чем это установлено для среднего состава песчаников.

Солянокислые вытяжки использовались для выяснения состава цемента песчаных и алевритовых пород. К сожалению, интерпретация состава солянокислых вытяжек затруднена тем обстоятельством, что до сих пор не известно, в какой мере соляная кислота затрагивает силикатное ядро породобразующих минералов. Однако, несмотря на некоторую

Таблица 2

(силикатный анализ)

ние, %												Входит в сумму		П. П. П.	Сумма	Примечание
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅						
61,74	13,18	6,09	7,67	0,39	8,12	0,92	1,02	1,48	0,34	0,13	1,44	100,04	Кроме П. П. П. все входит в сумму			
37,92	18,06	10,80	7,57	0,94	2,33	1,50	1,16	1,07	0,04	0,09	18,32	99,80				
64,52	3,60	2,37	12,87	0,40	3,33	1,54	2,78	2,05	0,06	0,02	5,91	99,45				
35,95	28,81	4,75	8,76	0,60	1,32	0,94	0,93	1,77	0,05	Следы	17,05	100,93				
31,27	35,04	3,24	6,14	0,50	1,24	0,55	1,68	0,92	0,03	Следы	20,00	100,61				
23,87	4,20	34,12	3,16	0,75	3,30	2,83	0,96	0,86	1,17	0,26	24,48	99,96				
70,70	2,47	3,24	13,47	0,44	1,17	0,83	1,80	2,67	0,02	0,12	4,01	100,94				
34,92	0,32	24,62	8,08	0,30	3,32	2,19	2,57	0,68	0,57	0,50	21,04	99,09				
78,31	1,08	0,30	4,76	0,25	5,50	1,16	0,45	1,32	Следы	0,08	—	—				
49,56	39,51	—	2,80	0,02	0,73	0,60	—	—	0,08	0,38	6,63	—				

условность получаемых результатов, данные солянокислых вытяжек в значительной мере подкрепляют результаты петрографического исследования песчаных пород.

Результаты анализа солянокислых вытяжек из пермских песчаных пород трех разрезов — Анабарского, Пурского и Нордвикского — позволяют подметить довольно существенную разницу между химическими составами песчаных пород вышеупомянутых разрезов. Эта разница проявляется во всем, начиная с содержания нерастворимого остатка и кончая содержанием отдельных элементов, таких как железо, алюминий и др.

Содержание нерастворимого остатка в песчаных породах Пурского района в среднем достигает 55—60%, в Анабарском районе — 60—65% и, наконец, в Нордвикском — около 80%. Таким образом, с юго-востока на северо-запад наблюдается постепенное увеличение нерастворимого

остатка в песчаных породах пермского возраста. Это увеличение, как показывает петрографическое изучение осадочных пород, связано главным образом с двумя факторами: величиной обломочного материала и составом цемента.

В Пурском районе обломочный материал в песчаниках крупнее, чем в остальных районах, в результате чего промежутки между зернами, заполненные цементом, имеют также большие размеры. Цементирующий материал представлен главным образом карбонатом кальция и железа, которые довольно легко переходят в солянокислую вытяжку, обуславливая тем самым пониженное содержание нерастворимого остатка.

В Анабарском районе размер обломочного материала несколько меньше, чем в бассейне р. Пура, а в составе цементирующего вещества уже весьма заметная роль принадлежит кремнистому цементу, который лишь в незначительной степени затрагивается (растворяется) солянокислой вытяжкой.

Песчаники Нордвикского района характеризуются не только наименьшей крупностью обломочного материала, но и наибольшим развитием кремнистого цемента. Оба эти фактора находят отражение в особенно высоком содержании нерастворимого остатка в песчаниках Нордвикского района.

В составе солянокислой вытяжки, полученной из рассматриваемых пород, основная роль принадлежит окиси кальция и железа и двуокиси углерода, которые легче всего переходят в раствор. Особенно велика роль окиси кальция, количество которой иногда доходит до 20—22%. В большинстве случаев это связано с присутствием в изучаемых породах известковистого цемента, о чем можно судить по повышенному содержанию в породах двуокиси углерода. Наиболее характерен известковистый цемент для песчаников Пурского района, где окись кальция в солянокислых вытяжках достигает в среднем 12%. Песчаники Анабарского района весьма близки к песчаникам Пурского района по содержанию CaO , в то время как нордвикские песчаники весьма существенно отличаются от первых и вторых.

Последнее обстоятельство связано с тем, что в нордвикских песчаных породах преобладает кремнистый цемент, а известковистый встречается в значительных количествах лишь в редких случаях. Среднее содержание CaO в песчаниках Нордвикского района 3—4%.

Окись железа в значительных количествах присутствует в песчаных породах как пурского, так и анабарского разрезов. Несколько больше окиси железа в Пурском районе, где наряду с известковистым цементом довольно широко распространен сидеритовый цемент и продукт его изменения — лимонитовый цемент.

В Нордвикском районе окись железа в солянокислых вытяжках колеблется в пределах от 0,94 до 3,56%. Трудно сказать, в виде каких соединений это железо присутствует в породе. Микроскопическое изучение нордвикских песчаников показывает, что скорее всего железо в них присутствует в виде углекислых солей, подтверждение чему мы видим в повышенном количестве двуокиси углерода в тех образцах, где наблюдается одновременно и повышенное содержание окиси железа.

Окись магния в рассматриваемых породах, судя по данным солянокислых вытяжек, присутствует в весьма незначительных количествах (от 0,04 до 4,94). Это положение в равной степени распространяется на песчаные породы всех трех разрезов. Совершенно аналогичная картина наблюдается при изучении кремнезема.

Весьма показательно, что нет ясной зависимости между содержанием окиси кремния в солянокислой вытяжке и количеством кремнистого цемента в исследуемой породе. Колебания кремнекислоты весьма незначительны, так же как незначительно и само количество кремнекислоты. По-видимому, растворимость окиси кремния в соляной кислоте настолько низка, что присутствие ее в растворе мало зависит от концентрации кремния в породе.

Окись алюминия в солянокислых вытяжках из песчаных пород присутствует в незначительных количествах. Но, несмотря на это, разница в содержании окиси алюминия в породах рассматриваемых районов весьма существенна. В солянокислых вытяжках из песчаников Пурского района глинозем присутствует в количествах от 0,20 до 1,76 %. Судя по результатам микроскопического изучения пород, присутствие глинозема в пурских песчаниках связано с каолинизацией полевых шпатов, входящих в состав обломочного материала.

В солянокислых вытяжках из песчаных пород Анабарского района окись алюминия в большинстве случаев отсутствует.

Наиболее высоким является содержание окиси алюминия в песчаниках Нордвикского района (в среднем 1,7), что, по-видимому, указывает на наличие в этих породах значительной примеси глинистого материала.

Некоторые данные о химизме пермских алевритовых пород

В распоряжении автора имеются весьма ограниченные данные относительно химического состава алевритовых пород. Количество проанализированных образцов незначительно, и относятся эти образцы в основном к верхней перми. Таким образом, можно получить лишь некоторое, причем самое общее представление о химическом составе алевритовых пород.

Судя по результатам силикатного анализа, приведенным в табл. 3, химический состав алевритовых пород рассматриваемой территории довольно заметно отличается от химического состава песчаных пород. Прежде всего это видно на примере наиболее распространенного элемента — кремния. Так, если в песчаных породах среднее содержание кремнезема достигает 46—47 %, имея нижний предел в 23 %, то в алевритовых породах оно уже не опускается ниже 46 %, при среднем содержании в 52 %. То же самое можно сказать и о глиноземе, количество которого в алевритовых породах возрастает до 18 % (в песчаниках содержание Al_2O_3 — 8 %).

Железо в алевролитах присутствует главным образом в виде закиси, в отличие от песчаников, где весьма значительная роль принадлежит окиси железа. Эта особенность, по-видимому, связана с тем, что вторичные процессы — процессы окисления закисного железа в окисное — в более крупнозернистых песчаных породах развивались более свободно, чем в мелкозернистых алевролитах. Общее содержание железа в алевролитах значительно ниже, чем в песчаниках. Так, если в песчаных породах суммарное количество окислов железа в среднем достигает 24 %, то в алевролитах оно достигает всего лишь 9 %. Следует, однако, иметь в виду, что концентрация железа в алевролитовых породах рассматриваемой территории достаточно высока по сравнению с алевролитами других областей. Весьма важно также и то обстоятельство, что железо в большинстве случаев присутствует в виде закисных соединений.

Содержание окиси кальция в алевритовых породах отклоняется от обычных 1,5—2 % лишь в тех случаях, когда в породе заметную роль

Химический состав алевроитовых

Номера образцов	Номера скважин	Район взятия (структура)	Возраст	Название пород и состав цементирующего вещества	Содержа				
					Не входит в сумму				
					влага	R ₂ O ₃	CO ₂	Σ вал.	SO ₃
726/б ₂	—	Анабарский	P ₂	Алевролит с сидеритовым цементом	3,14	—	4,10	—	0,16
726/б ₃	—	То же	P ₂	Алевролит с кремнистым и более поздним известковистым цементом	1,82	22,14	1,48	—	0,24
1536	305-К	Нордвикский	P ₂	Алевролит с кремнистым и сидеритовым цементом	6,63	—	—	—	0,44
19а	105-Р	То же	P ₁	Алевролит с известковистым цементом	0,81	18,95	6,83	0,29	0,10
120а	304	» »	P ₂	Алевролит с кремнисто-глинистым цементом	3,60	—	—	—	0,34

играет известковистый цемент. Последнее в алевроитовых породах наблюдается значительно реже, чем в песчаных, видимо в силу меньшей их проницаемости для растворов. Аналогичная картина наблюдается и с магнием, который в количествах больших, чем 2,0—2,5 %, встречается лишь в породах с карбонатным цементом.

Содержание калия, натрия, а также и марганца не выходит за пределы, обычные для алевроитовых пород. Можно лишь отметить, что для калия оно в общем несколько выше, чем для натрия, хотя в отдельных более редких образцах встречается и обратное соотношение.

Особенности химического состава пермских глинистых пород

Нет сомнений в том, что изучение валового химического состава глин явно недостаточно для правильного понимания их химических и минералогических особенностей. Наличие в составе глин значительной примеси обломочного материала затрудняет, а в ряде случаев делает невозможным выяснение химического и минералогического состава коллоидальной фракции глин, которая для геохимических построений представляет особенно большой интерес. Однако валовой химический анализ, в отличие от анализа тонких фракций глин (фракция менее 0,001 мм), позволяет более правильно подойти к оценке роли того или иного химического элемента в общем составе породы.

Совершенно очевидно, что обломочная часть глин, которую обычно рассматривают как химически инертную, находится в сложном динамическом равновесии с окружающей средой. Поэтому всякое изменение окружающей среды будет влиять не только на состав тонкодисперсной (коллоидальной) части породы, но также, хотя и в значительно меньшей степени, и на состав обломочного материала. Изучение валового химического состава глин должно помогать в выявлении общего направления этих изменений.

Таблица 3

пород (силикатный анализ)

Входит в сумму													
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	S вал. — S SO ₄	P ₂ O ₅	П. П. П.	Сумма
55,21	0,71	12,03	13,03	0,68	0,87	2,40	0,90	2,56	0,76	—	0,32	6,18	99,91
65,64	Нет	4,75	16,00	0,94	1,50	1,68	1,62	2,74	0,04	—	0,09	5,45	100,45
45,96	0,87	13,03	19,90	2,13	1,60	5,21	0,67	2,50	0,06	—	0,10	7,71	100,18
53,76	2,74	5,65	9,17	0,77	9,70	2,86	2,17	0,81	Следы	0,25	0,241	1,16	99,28
47,06	1,50	6,11	25,12	1,49	1,20	2,75	0,63	4,23	0,15	—	0,10	9,76	100,44

Исходя из этих соображений, автором был исследован химический состав 18 образцов глин, большая часть которых приходится на долю Нордвикского района и лишь два образца на долю Анабарского района. Последнее обстоятельство не позволяет говорить о химическом составе глин всей рассматриваемой территории, заставляя ограничиться рамками главным образом Нордвикского района (табл. 4).

Как показывают результаты анализов, приведенные в таблице, значительных отклонений в химическом составе глин Нордвикского и Анабарского районов от среднего состава глин по Кларку не наблюдается, что, однако, не исключает небольшие отклонения от обычного содержания некоторых элементов.

В первую очередь это относится к железу. Общее содержание железа в нордвикских и анабарских глинах почти такое же, как в среднем составе глин, по Кларку. Имеющиеся отличия сводятся главным образом к несколько повышенной концентрации железа в Нордвикском районе. Более существенны различия в распределении железа между закисными и окисными формами. В нордвикских глинах на долю закисных соединений, как правило, приходится около 75% железа и только 25% составляют соединения окисные. Судя по данным Кларка, в среднем составе глинистых пород соотношение обратное, и окисное железо резко преобладает над закисным.

Приведенное обстоятельство весьма важно иметь в виду при выяснении форм миграции железа в пермских отложениях рассматриваемой территории.

Следующими двумя элементами, содержание которых отклоняется от характерного для среднего состава, являются кальций и магний. Общее количество Ca⁺⁺ и Mg⁺⁺ в нордвикских глинах несколько ниже, чем это устанавливается Кларком для среднего состава глин. Но, как и в случае с железом, не столько это привлекает наше внимание, сколько соотношение

Химический состав глинистых пород

Номера образцов	Номера скважин	Район взятия (структура)	Возраст	Название породы	Содержа			
					Не входит в сумму			
					вла-га	R ₂ O ₃	CO ₂	SO ₃
75a/a ₅	—	Анабарский	P ₂	Глина	0,72	21,02	Нет	0,33
89a/a ₁₇	—	То же	P ₂	То же	2,44	23,63	3,40	0,32
55a	103	Нордвикский	P ₁	Аргиллит	0,20	22,46	2,50	0,37
62a	103	То же	P ₁	То же	0,40	25,33	1,70	0,41
77б	103	» »	P ₁	» »	0,67	24,00	2,88	Нет
282a	310	» »	P ₂	» »	0,64	22,17	Нет	0,39
296a	310	» »	P ₂	» »	7,58	—	—	0,20
290a	310	» »	P ₁	» »	1,20	23,53	0,32	0,27
297a	310	» »	P ₂	» »	0,97	24,16	0,36	0,25
97a	302	» »	P ₂	» »	0,85	23,12	2,16	Нет
107б	302	» »	P ₂	» »	1,90	30,87	1,80	Нет
114a	302	» »	P ₂	» »	2,64	33,00	0,86	0,43
130б	304	» »	P ₂	» »	—	—	—	—
28a	104	» »	P ₂	» »	0,50	26,49	3,40	Нет
208б	150	» »	P ₂	» »	Нет	19,46	0,52	0,47
223в	150	» »	P ₂	» »	0,75	20,62	0,80	Нет
226a	150	» »	P ₂	» »	1,31	26,08	3,43	0,18
231в	150	» »	P ₂	» »	1,41	24,02	2,14	0,26
Средний состав пелитонитов (по Кларку)					4,90	—	2,63	—

между Mg⁺⁺ и Ca⁺⁺. Основываясь на данных о среднем составе глин, можно утверждать, что обычно в глинах Ca должен преобладать над Mg. Но, как показывают результаты соответствующего анализа, в нордвикских и анабарских глинах мы наблюдаем устойчивое преобладание магния над кальцием.

К числу отклонений от среднего состава глин надо отнести также и повышенное содержание марганца в нордвикских глинах. Последний присутствует здесь в количествах хотя и незначительных, но определенных, в то время как, согласно данным Кларка и Л. В. Пустовалова [35], в глинах обычно обнаруживают лишь следы марганца.

Анализ солянокислых вытяжек из пермских глинистых пород Нордвикского района в значительной мере подтвердил наметившиеся закономерности в распределении железа, марганца, кальция и магния. Этот вид анализа показал, что существенная часть железа, содержащаяся в глинах, присутствует в виде соединений, сравнительно легко переходящих в солянокислую вытяжку. К числу этих соединений могут быть отнесены в первую очередь карбонаты, которых, судя по количеству CO₂, сравнительно немного, сульфиды и сульфаты. Вряд ли солянокислой вытяжкой могло быть затронуто железо, входящее в состав силикатов, так как это непременно повело бы за собой переход в солянокислый раствор и остальных элементов (Ca, K, Na и др.), содержание которых весьма невелико.

Очень интересным и заслуживающим самого серьезного внимания является факт несомненной химической связи между Ca, Fe и Mg. Внимательное изучение данных солянокислых вытяжек показывает, что в боль-

Таблица 4

(силикатный анализ)

ние, %													
Входит в сумму													
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	S вал — —S ₂ O ₃	P ₂ O ₅	П. П.	Сумма
63,02	0,73	4,96	13,97	0,82	0,87	1,47	1,28	3,74	0,02	—	0,08	8,98	99,89
58,44	3,50	4,32	14,12	1,21	3,26	2,16	1,44	2,45	0,05	—	0,71	8,36	100,02
60,36	5,82	5,40	9,58	0,96	1,46	1,81	2,44	2,88	0,06	—	0,44	7,24	98,55
59,24	9,46	6,04	8,98	1,18	1,72	2,11	1,77	3,06	0,04	—	0,43	6,68	100,71
61,15	3,11	4,53	15,36	0,50	1,25	1,34	1,90	2,00	0,08	—	0,14	7,73	99,09
68,00	1,97	9,72	8,70	0,70	0,84	2,03	1,68	1,97	0,01	—	Нет	8,42	98,04
60,02	7,68	—	12,67	1,07	3,13	2,08	1,94	2,42	0,16	—	0,08	8,10	99,55
64,20	4,87	2,37	14,42	1,61	1,06	2,16	1,00	1,68	0,01	—	Нет	6,12	99,44
63,38	1,38	6,69	14,57	0,81	1,80	2,45	2,63	2,50	0,11	—	Следы	4,24	100,56
61,97	2,16	4,96	14,90	0,56	1,75	1,83	2,15	1,78	0,06	—	0,14	7,06	99,32
54,22	2,79	7,99	18,53	0,68	2,79	3,06	1,61	1,84	0,03	—	Нет	6,46	99,40
52,02	Нет	11,44	18,50	1,80	3,10	3,07	2,40	1,16	0,04	0,43	0,23	7,04	100,80
45,24	0,72	4,47	24,10	1,87	1,26	3,24	0,54	3,11	0,04	—	0,10	8,05	100,17
59,92	Нет	6,48	18,72	0,57	1,21	1,82	1,85	2,84	0,05	—	Следы	7,10	100,56
45,72	Нет	3,89	14,35	0,80	1,40	1,06	2,37	2,15	0,02	—	0,34	27,20	99,30
65,37	1,66	5,83	11,92	0,56	1,87	1,51	2,15	1,98	0,03	—	Следы	7,01	99,89
56,96	1,38	7,97	15,08	0,77	0,24	2,40	0,93	2,24	0,11	—	0,34	11,40	99,82
62,11	1,81	5,11	15,68	0,86	0,20	2,40	0,18	2,7	Следы	—	0,34	8,72	100,11
58,11	4,02	2,45	15,40	0,65	3,10	2,44	1,30	3,34	»	0,65	0,17	—	—

шинстве случаев заметное увеличение или уменьшение одного из этих элементов влечет за собой соответствующее изменение в содержании другого. Такая связь заставляет нас подозревать, что большая часть железа в изученных глинах представлена закисной формой, обуславливающей возможность изоморфного замещения железа магнием. Как показывает петрографическое исследование нордвикских глин, а также минералогический анализ вмещающих глин алевритовых и песчаных пород, в их составе принимают участие железистые карбонаты, в числе которых, наряду с сидеритом, встречается и анкерит.

Вряд ли есть необходимость останавливаться на том, что повышенное содержание Al₂O₃ в составе солянокислых вытяжек объясняется литологическими особенностями исследуемых пород, в составе которых глинозему принадлежит весьма значительная роль.

Общие закономерности химизма пермских пород рассматриваемой территории

Заканчивая описание химических особенностей пермских отложений рассматриваемой территории, необходимо хотя бы в самой краткой форме остановиться на тех общих выводах, которые позволяет сделать изложенный выше материал.

Несомненно, что наиболее яркой чертой химизма пермских осадочных пород Сибирской платформы и Нордвикского района является повышенная концентрация в их составе соединений железа.

Более высокое, чем обычно, количество железа свойственно всем типам пород, хотя и далеко не в одинаковой степени. Наиболее высоким содержанием отличаются песчаники, несколько меньшим — алевриты и наименьшим — глинистые породы. Имеется разница и в характере соединений железа, свойственных тому или иному типу пород. Так, в песчаниках преобладают сидерит и лимонит, в алевритах — сидерит и в глинистых породах — сидерит, анкерит и пирит.

С чем может быть связано подобное (количественное и качественное) распределение железа между различными типами пород? Для того чтобы ответить на этот вопрос, вспомним об исследованиях наших отечественных ученых Н. М. Страхова и С. В. Бруевича [45, 4], которые установили, что основная масса железа приносится в осадок в виде окислов или органических соединений, которые в виде коллоидов доставляются к месту осадкообразования вместе с наиболее тонкодисперсным глинистым материалом. Таким образом, наиболее насыщенными железом оказываются глинистые осадки, в несколько меньшей степени — алевритовые и наименьшее количество железа попадает в осадки песчаные, т. е. схема распределения железа в осадке как раз обратна той, которая наблюдается в пермских отложениях рассматриваемой территории.

Совершенно очевидно, что если схема первоначального распределения железа в осадках, установленная С. В. Бруевичем и Н. М. Страховым, верна, то обратная схема могла возникнуть лишь в результате дальнейшего перераспределения железа в отложениях в результате миграции железа из глинистых пород в алевритовые и песчаные. Подтверждение этому предположению автор видит и в характере соединений, в виде которых железо содержится в песчаных породах и глинах. Так, известно, что наиболее подвижными из всех соединений железа являются карбонаты, которым в песчаниках принадлежит главенствующая роль (сидерит), в то время как в глинах в значительных количествах присутствует также и пирит, не относящийся к числу подвижных соединений.

Повышенное содержание в составе песчаников окислов железа объясняется довольно энергично идущими в песчаниках процессами окисления сидерита. Следы этого процесса во многих случаях могут быть установлены при петрографическом изучении пород.

Можно ли считать, что повышенное содержание железа в песчаниках объясняется исключительно явлениями миграции? По-видимому, нет. Судя по тому, что песчаные и алевритовые породы рассматриваемой территории содержат довольно высокий процент окиси алюминия, значительная часть глинистого материала в процессе осадкообразования откладывалась одновременно с более грубыми — песчаными и алевритовыми обломками. Вместе с этим глинистым материалом в песчаные и алевритовые осадки попадала также и коллоидальная окись железа, сопровождаемая своим обычным спутником — марганцем. Таким образом, своеобразие процесса пермского осадконакопления определило собой и вторую характерную особенность химического состава рассматриваемых пород, а именно — повышенное количество марганца в песчаных и алевритовых разностях.

Обращает на себя внимание характер распределения между отдельными типами изученных пород. Здесь довольно четко проступает разница между платформенными районами и Нордвикским районом. Так, содержание кальция в платформенных районах весьма высоко в песчаных породах и, наоборот, очень низко в породах глинистых. Магний в отложениях

платформенных районов присутствует в незначительных количествах во всех типах пород.

Иная картина наблюдается в Нордвикском районе, где для всех типов пород свойственно сравнительно низкое содержание кальция и, наоборот, повышенное — магния. Наиболее высоким является содержание магния в глинистых и алевроитовых породах, заметно меньше его в породах песчаных.

Литологическое исследование пермских отложений показывает, что основная масса кальция, присутствующая в песчаных и алевроитовых породах платформы в виде карбонатов, связана со вторичными процессами — с процессами миграции более поздних эпигенетических растворов по толще пермских отложений. Естественно, что наиболее удобными путями для миграции являлись более пористые песчаные и алевроитовые породы, в которых карбонатные растворы и оставляли часть своего минерального груза. В то же время глинистые породы, в силу своей малой проницаемости, оказались обедненными карбонатом кальция.

Возможность для миграции вторичных растворов в отложениях Нордвикского района была весьма ограниченной, так как нордвикские песчаные и алевроитовые породы содержат значительную примесь тонкодисперсного глинисто-кремнистого материала, заполняющего промежутки между зернами и выполняющего роль цемента. Это обстоятельство проливает свет на относительную бедность нордвикских пород кальцием. Иначе обстоит дело с магнием. Распределение магния в породах рассматриваемой территории не может быть объяснено вторичными процессами, ибо в отложениях Нордвикского района, где магний содержится в наибольшем количестве, вторичные процессы затруднены. Наиболее правдоподобным является предположение о том, что содержание магния в породах находится в прямой зависимости от той первоначальной физико-химической обстановки, в которой шло пермское осадконакопление. С этих позиций становится ясным, почему в платформенных отложениях, образующихся в континентальных условиях, магний присутствует в небольших количествах и, наоборот, повышенное количество магния наблюдается в породах Нордвикского района, образовавшихся в условиях более устойчивого морского режима. Повышенное содержание Mg в глинах по сравнению с песчаниками и алевролитами кажется естественным, так как выпадение его из раствора в заметных количествах более вероятно в конце процесса механической дифференциации, т. е. в период образования глинистых пород.

Рассматривая закономерности распределения основных порообразующих элементов между отдельными типами пород и по районам, нельзя не остановиться на Si.

Наиболее высокой концентрацией кремния отличаются песчаники с кремнистым цементом, весьма широко распространенные среди пермских пород Нордвикского района. Однако в целом для песчаных пород характерно неустойчивое содержание кремния, определяющееся составом цемента и содержанием его в породе. В отличие от песчаников глинистые породы характеризуются значительным постоянством содержания Si, что в равной степени относится к глинистым породам всей рассматриваемой территории. Такое распределение Si между отдельными типами пород может быть объяснено лишь значительно большей устойчивостью режима осадконакопления в период образования глинистых пород по сравнению с режимом, существовавшим во время образования пород песчаных,

с одной стороны, и большей устойчивостью режима осадкообразования в Нордвикском районе по сравнению с районами платформенными, — с другой.

ПРОЦЕССЫ ДИАГЕНЕЗА И ЭПИГЕНЕЗА В ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Состав легкорастворимых солей, содержащихся в пермских породах рассматриваемой территории, и его генетическая интерпретация

При геологической интерпретации результатов анализов легкорастворимых солей обычно пользуются методом их статистической или графической обработки. В настоящее время наиболее распространенным в нефтяной геологии методом обработки воднорастворимых солей, содержащихся в осадочных горных породах, является метод пересчета этих анализов на ряд коэффициентов. Считают, что абсолютные значения этих коэффициентов и сопоставление их между собой дают возможность подойти к реконструкции условий, в которых происходило осадконакопление. Этот метод, нашедший наиболее полное выражение в классификации вод В. А. Сулина, имеет ряд существенных недостатков.

В настоящей работе нет необходимости останавливаться на анализе этих недостатков, так как они достаточно подробно рассмотрены в статье Н. С. Спиро, И. С. Грамберга и Ц. Л. Вовк «Рациональный метод интерпретации состава легкорастворимых солей, содержащихся в осадочных горных породах».

Из этой же статьи нами заимствован не только метод обработки анализов воднорастворимых солей, но и сами результаты обработки, так как как объектом для исследования вышеупомянутые авторы выбрали пермские отложения рассматриваемой территории.

Образцы, подвергшиеся исследованию, представляют четыре района, хотя и далеко не с одинаковой степенью детальности. Большая часть образцов была взята из разреза пермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна. Остальные образцы представляют три разреза пермских угленосных отложений северо-восточного края Сибирской платформы, изученных в естественных выходах вдоль рр. Котуя, Анабара и Пура.

При изучении состава легкорастворимых солей, содержащихся в пермских породах Западного поднятия Южного Тигяна, основной упор был сделан на нефтеносный «первый подыльинский» горизонт и на прилегающие к нему пачки аргиллитов и алевропелитов. Из общего числа образцов (47) на долю нефтеносного горизонта приходится 17 образцов, на долю верхнекожевниковской свиты — 14 образцов и на долю нижнекожевниковской свиты — 16 образцов.

В разрезах платформенных районов основная масса образцов взята из отложений угленосной свиты, где глинистые породы распространены значительно шире. Таким образом, подходя к этому вопросу со стратиграфических позиций, видим, что проведенными исследованиями охарактеризованы главным образом отложения верхней перми. В Пурском и Котуйском районах образцы, отобранные на анализы, характеризуют почти весь разрез верхнепермских отложений, в Анабарском районе — лишь верхнюю часть разреза угленосной свиты.

Общее число исследованных образцов невелико — 25 (из Анабарского разреза исследовано 8 образцов, из Котуйского — 10 и из Пурского — 7).

На рис. 24 приводится диаграмма химического состава водных вытяжек из пермских пород рассматриваемой территории, заимствованная из работы Н. С. Спиро, И. С. Грамберга и Ц. Л. Вовк. Уже первый, самый беглый взгляд на эту диаграмму позволяет заметить ряд четко обособляющихся полей, в пределах которых располагаются фигуративные точки, отображающие состав вод того или иного разреза. Наиболее четко обособляются водные вытяжки из пород Южно-Тигянского разреза.

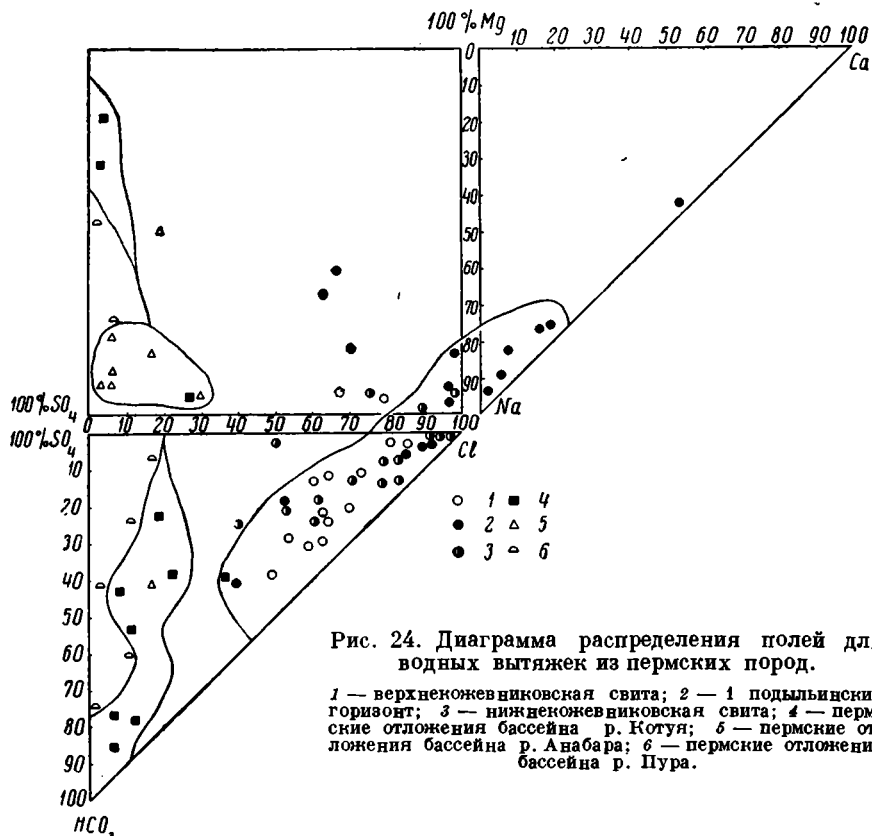


Рис. 24. Диаграмма распределения полей для водных вытяжек из пермских пород.

1 — верхнекожевиковская свита; 2 — 1 подыльинский горизонт; 3 — нижнекожевиковская свита; 4 — пермские отложения бассейна р. Котуя; 5 — пермские отложения бассейна р. Анабара; 6 — пермские отложения бассейна р. Пура.

Если сравнить поле, занимаемое фигуративными точками, отображающими солевой состав водных вытяжек пород Южного Тигяна (рис. 24), с полем, обычно занимаемым нефтяными водами, то довольно легко можно обнаружить значительное сходство этих полей, что вполне понятно, так как большая часть вышеупомянутых точек располагается в пределах поля, характерного для нефтяных вод. Часть же точек, выходящая за пределы поля нефтяных вод, располагается в области, характеризующей воды морские или воды, близкие к ним по химическому составу, т. е. в пределах угла NaCl — квадрата Na_2SO_4 — NaCl — MgCl_2 — MgSO_4 . Среди точек, попавших в поле нефтяных вод, в треугольнике MgCl_2 — NaCl — CaCl_2 оказались точки, характеризующие состав легкорастворимых солей первого подыльинского горизонта, что подчеркивает их особую близость к водам нефтяных месторождений.

Нельзя сказать, что наблюдается резкое обособление фигуративных точек, отвечающих солевому составу водных вытяжек нижнекожевниковских и верхнекожевниковских свит, однако некоторое различие в их расположении несомненно наблюдается. Водные вытяжки из пород нижнекожевниковской свиты явно тяготеют к стороне большого треугольника — $\text{NaHCO}_3\text{—CaCl}_2$, и основная масса их концентрируется близ вершины NaCl треугольника $\text{NaHCO}_3\text{—Na}_2\text{SO}_4\text{—NaCl}$. В то же время большая часть точек, отвечающих составу водных вытяжек из пород верхнекожевниковской свиты, отклоняется от стороны $\text{NaHCO}_3\text{—CaCl}_2$ по направлению к полям морских и озерных вод.

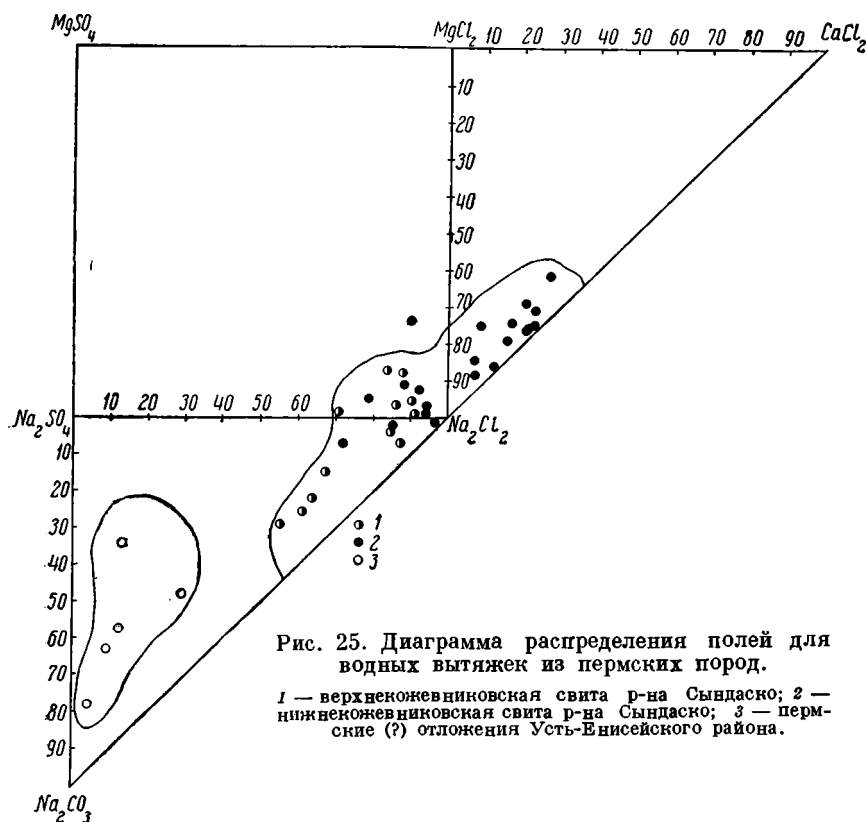


Рис. 25. Диаграмма распределения полей для водных вытяжек из пермских пород.

1 — верхнекожевниковская свита р-на Сындаско; 2 — нижнекожевниковская свита р-на Сындаско; 3 — пермские (?) отложения Усть-Енисейского района.

Таким образом, наиболее близкими к водам нефтяных месторождений являются водные вытяжки из пород первого подыльинского горизонта и нижнекожевниковской свиты. Несколько дальше, но в этом же генетическом ряду, стоят вытяжки из пород верхнекожевниковской свиты. Наконец, все вытяжки из пород Западного поднятия Южного Тигяна по своему составу близки водам морским, что вполне соответствует установившемуся в настоящее время представлению о генетической связи морских и нефтеносных фаций.

Расположение фигуративных точек, весьма близкое к описанному выше, наблюдается на рис. 25, где отображен состав легкорастворимых солей пермских пород района Сындаско. И здесь, но еще более четко,

проявляется связь между вытяжками из пермских пород района Сындаско и водами нефтяных месторождений, причем, как и в Нордвикском районе, наиболее близкими к водам нефтяных месторождений оказываются вытяжки из пород нижнекожевниковской свиты. Характерно, что часть вытяжек из пород как верхнекожевниковской, так и нижнекожевниковской свит располагается в поле морских вод. Это обстоятельство лишний раз подтверждает генетическую близость морских и нефтеносных фаций.

Существенно иное расположение точек наблюдается на рис. 24, где отображен состав легкорастворимых солей пермских пород платформенных районов. Прежде всего бросается в глаза общая для всех районов приуроченность фигуративных точек к стороне $\text{NaHCO}_3\text{—MgSO}_4$ большого треугольника, что указывает на повышенное содержание в составе легкорастворимых солей этих районов бикарбонатов и сульфатов Na и сульфатов Mg, т. е. солей, весьма характерных для отложений континентального типа.

Как можно объяснить такое резкое смещение в сторону континентальных вод всех водных вытяжек из отложений платформенных районов, несмотря на то, что среди них есть и морские отложения? С нашей точки зрения, объяснение может быть только одно: такое резкое смещение является результатом процессов выветривания, энергично проходящих в естественных выходах, из которых взяты образцы по всем платформенным районам. Естественно, что из kernового материала, где возможности для выветривания весьма ограниченные, мы получаем водные вытяжки, более близкие к первоначальному составу захороненных вод.

Таким образом, сопоставление водных вытяжек из пород платформенных районов, где образцы брались в естественных выходах, с водными вытяжками из пород Нордвикского района (включая Сындаско), где использовался kernовый материал, становится весьма затруднительным. Однако, несмотря на общее смещение в сторону континентальных вод, фигуративные точки, отвечающие составу водных вытяжек из платформенных районов, группируются порайонно в ряд полей, расположенных довольно закономерно.

Наиболее крайнее положение на диаграмме занимают фигуративные точки, отвечающие составу воднорастворимых солей, содержащихся в пермских породах Пурского района. Они вытягиваются вдоль стороны $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{—MgSO}_4$, тесно прижимаясь к ней, что подчеркивает особую бедность рассматриваемых вытяжек ионом хлора.

Более компактно, чем точки, характеризующие Пурский разрез, располагаются фигуративные точки, соответствующие составу легкорастворимых солей из пород Анабарского разреза. Эти точки группируются около вершины Na_2SO_4 квадрата $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{—MgSO}_4\text{—MgCl}_2\text{—Na}_2\text{Cl}_2$, что говорит о богатстве легкорастворимых солей анабарских пород сульфатами Na. Компактное расположение фигуративных точек, по-видимому, связано с узостью стратиграфического диапозона, из которого взяты образцы.

Наконец, параллельно полю Пурского района, но несколько дальше от стороны $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{—MgSO}_4$, располагаются фигуративные точки, отвечающие составу водных вытяжек из пермских пород бассейна р. Котуя. Расположение этих точек показывает повышенное содержание в составе легкорастворимых солей верхнепермских отложений Котуйского разреза бикарбонатов Na и богатство сульфатами Mg и Na легкорастворимых солей нижнепермских отложений (две верхние фигуративные точки).

Подводя итоги сказанному, следует указать на то, что анализ водных вытяжек позволяет подметить два крупных района, где вторичные процессы (под вторичными в данном случае понимаются процессы диагенеза и эпигенеза вместе) шли в существенно отличных направлениях.

В Нордвикском районе (включая район Сындаско) процессы диагенеза и, возможно, эпигенеза привели к преобразованию реликтовых (преимущественно морских) вод в воды нефтяные, богатые хлоридами Са, Na и Mg.

В платформенных районах выход пермских отложений на дневную поверхность определил характер наиболее поздних (эпигенетических) процессов, которые в условиях континентального выветривания шли по линии сульфатизации реликтовых вод. Естественно, что процессы сульфатизации в различных районах шли по-разному, в зависимости от общего характера разрезов и, в первую очередь, от пористости и проницаемости слагающих эти разрезы пород. По-видимому, этим обстоятельством в значительной мере объясняется наиболее высокое содержание сульфатов в отложениях Пурского района, где глинистые породы встречаются сравнительно редко и где песчаные породы отличаются наибольшей проницаемостью.

Несколько менее интенсивными были, по-видимому, процессы выветривания в Анабарском районе, которому свойственно более высокое содержание в разрезе глинистых пород и где коллекторские их свойства несколько хуже. Наконец, меньше всего сказались процессы сульфатизации на составе водных вытяжек из пород Котуйского района. Последнее вполне объяснимо в связи с очень высоким содержанием в разрезе перми на р. Котуе глинистых пород.

Процессы сульфатизации, которые безусловно надо отнести к числу наиболее поздних эпигенетических процессов, накладывались на более ранние процессы сингенеза и диагенеза. В одних случаях (при совпадении) они усиливали процессы сингенеза и диагенеза, в других, наоборот, приостанавливали или совершенно изменяли их.

Примером усиления процессов сульфатизации могут служить реликтовые воды Пурского района, где имеются отложения преимущественно континентального типа, обогащенные сульфатами с момента возникновения.

Следовательно, существенного изменения в составе реликтовых вод, содержащихся в пермских породах Пурского разреза, не произошло.

Значительно резче сказались процессы сульфатизации на составе реликтовых вод Анабарского разреза, где глинистые породы весьма богаты органическим материалом и где реликтовые воды в процессе диагенеза изменялись по линии карбонатизации. Есть все основания подозревать, что в Анабарском районе первоначальный состав реликтовых вод изменился особенно существенно.

Современный состав воднорастворимых солей, содержащихся в пермских породах р. Котуя, видимо, в значительной мере определился широким развитием в Котуйском разрезе глинистых пород и чрезвычайно большим количеством содержащегося в них органического материала. Широкое развитие глинистых пород обеспечило более надежную консервацию захороненных вод, а обилие органического материала — изменение этих вод в процессе диагенеза по линии карбонатизации. Последующий процесс сульфатизации не смог существенно изменить состава реликтовых вод, в результате чего процессы диагенеза остались решающими в их геологической истории.

Состав и взаимоотношения цемента в песчаных породах рассматриваемой территории

Цементам песчаных пород, их составу и происхождению посвящены лишь очень и очень немногие страницы наиболее крупных руководств по петрографии осадочных пород [36, 61]. Однако в настоящее время можно сказать уже вполне определенно, что для правильного понимания условий, в которых шло образование (а в дальнейшем и преобразование) песчаников, знание их цементирующей части является совершенно необходимым.

В процессе минералогического изучения песчаных пород рассматриваемой территории установлены четыре минералогических типа цемента: 1) известковый; 2) глинисто-кремнистый; 3) сидеритовый; 4) лимонитовый.

Наиболее распространенные типы цемента — известковый и глинисто-кремнистый. В совокупности они составляют не менее 90% от всей массы цементирующего вещества в песчаных породах рассматриваемой территории.

В пределах этой территории состав цемента песчаных пород заметно меняется от одного района к другому. Наблюдаются изменения в составе цемента и при переходе от нижнепермских отложений к верхнепермским. К сожалению, по Нордвикскому району имеются весьма ограниченные данные, которые не позволяют охарактеризовать состав цемента песчаных пород этого района с надлежащей полнотой.

Более основательными являются сведения о составе цемента песчаных пород платформенных районов, среди которых наиболее изучены песчаные породы Анабарского района. Именно поэтому взаимоотношения между отдельными типами цемента, в общем выдерживающиеся для всей территории, будут более подробно рассмотрены на примере Анабарского района. Однако, прежде чем перейти к этому вопросу, остановимся на характере распределения различных минералогических типов цемента в пределах отдельных площадей рассматриваемой территории.

Нижнепермские отложения

В Нордвикском районе (Южный Тигян) среди нижнепермских песчаных пород преобладающая роль принадлежит глинисто-кремнистому цементу, составляющему от общей массы цементирующего вещества не менее 65%. Известковый цемент присутствует в значительно меньших количествах. В среднем его содержание не превышает 35%. Цементы сидеритовый и лимонитовый встречаются настолько редко, что говорить об их роли не приходится.

На юго-запад от района Южного Тигяна, в бассейне р. Котуя, кремнистый цемент также является преобладающим среди песчаных пород, причем значение его несколько увеличивается (80%). В подчиненном количестве встречается цемент известковый, содержащийся в количестве 15%. Наименьшее значение имеют сидеритовый и лимонитовый цементы (5%), которые, как правило, встречаются совместно.

В бассейне р. Попигая соотношение между отдельными типами цемента в песчаных породах резко меняется. Преобладающая роль в этом районе принадлежит известковистому цементу, составляющему около 60% от общей массы цементирующего вещества. Реже встречается цемент

глинисто-кремнистый, на долю которого приходится 30%, и, наконец, совсем незначительную часть составляет сидеритовый цемент (10%).

В бассейне р. Анабара преобладающая роль известкового цемента сохраняется, но его общее количество сокращается до 45%. Содержание глинисто-кремнистого цемента, наоборот, увеличивается до 37%. Увеличивается также и сидеритовый цемент, на долю которого в Анабарском районе приходится 15%. Содержание лимонитового цемента весьма невелико — 2%.

На крайнем востоке рассматриваемой территории, в бассейне р. Пура, основная роль среди цементов песчаных пород принадлежит известковистому цементу (53%), количество которого, по сравнению с Анабарским районом, вновь возрастает. Увеличивается также сидеритовый цемент (17%) и, наоборот, сокращается кремнистый (25%). Лимонитовый цемент содержится в количестве 5%.

Таким образом, в пределах рассматриваемой территории наблюдается увеличение роли известкового цемента с северо-запада на юго-восток. Особенно резко увеличивается содержание известкового цемента в бассейне р. Попигая, что, по-видимому, находится в прямой зависимости от тектонических особенностей, свойственных этому району. В том же направлении — с северо-запада на юго-восток — увеличивается количество сидеритового и лимонитового цементов и, наоборот, сокращается — глинисто-кремнистого.

Верхнепермские отложения

В Нордвикском районе (Южный Тигян) среди верхнепермских песчаных пород преобладающая роль принадлежит глинисто-кремнистому цементу, на долю которого приходится 75% от общей массы цементирующего вещества. Известковистый цемент содержится в количестве, значительно меньшем (23—25%), и уже совсем редко встречаются сидеритовый и лимонитовый цементы.

В бассейне р. Котуга глинисто-кремнистый цемент также остается преобладающим (65%). Содержание известкового цемента увеличивается до 30%. Около 10% приходится на долю сидеритового и лимонитового цементов.

В бассейне р. Попигая соотношение основных типов цементов резко меняется. Преобладающим типом становится цемент известковистый (70%), заметно возрастает роль сидеритового цемента (15%) и резко сокращается количество глинисто-кремнистого цемента (15%).

В бассейне р. Анабара преобладающая роль известкового цемента сохраняется; несмотря на это, общее содержание его несколько уменьшается (60%). Количество кремнистого цемента в бассейне р. Анабара возрастает до 25%, в то время как содержание сидеритового цемента не претерпевает существенных изменений (15%).

В бассейне р. Пура очень резко возрастает содержание сидеритового цемента (25%) и довольно заметно сокращается количество известковистого (50%). Без существенных изменений остается содержание глинисто-кремнистого цемента (25%).

Итак, те основные закономерности в распределении цементов по площади, которые наметились для нижнепермских отложений, в общих чертах сохраняются и для верхнепермских. Последнее, однако, не исключает довольно заметной разницы в содержании отдельных типов цемента

при переходе от нижнепермских отложений к отложениям верхнепермским. Весьма показательно, что те особенности минералогического состава цементов, которые намечаются для нижнепермских отложений каждого из рассмотренных выше районов, при переходе к верхнепермским отложениям становятся значительно более резкими.

Перейдем к характеристике отдельных минералогических типов цемента и их взаимоотношениям. Как уже упоминалось ранее, удобнее всего эту задачу выполнить на примере Анабарского района, где встречаются все вышеупомянутые минералогические типы цемента, а их взаимоотношения выражены наиболее четко.

В Анабарском районе преобладающим типом цемента является известковистый. Он либо образует крупные зерна кальцита, включающие обломочный материал, и в этом случае может быть назван пойкилокластическим, либо в виде мелкозернистой массы выполняет промежутки между зернами, образуя, таким образом, базальный цемент. Оба типа являются одновременно и коррозионными.

Известковистый цемент ведет себя крайне активно в отношении обломочного материала. Разъедание и соответственное выполнение им разъединенных зерен кварца, полевого шпата, микрокварцита и других минералов и пород наблюдается повсеместно.

Разъединенные зерна приобретают иногда весьма причудливую форму, совершенно неправдоподобную для минералов, претерпевших даже незначительный перенос. Особенно наглядно проявление коррозионных процессов можно наблюдать на зернах плагиоклаза. Наблюдения показали, что зерно плагиоклаза разъедено известковистым цементом и разделено им на три меньших зерна. Однако двойниковые полосы полисинтетических двойников сохраняют свое первоначальное положение во всех зернах и гаснут одновременно.

Кремнистый цемент имеет мелкозернистое строение и обычно содержит некоторую примесь глинистого материала. Довольно часто можно наблюдать, как по участкам, обогащенным глинистым материалом, начинают развиваться мелкие чешуйки серицита. Для песчаников с кремнистым цементом характерна структура обрастания обломочных зерен кварца обломочками вторичного кварца, образовавшегося за счет кремнистого цемента. Первоначальные контуры зерен обломочного кварца обычно сохраняются вследствие тонкой пленки пыли, обволакивающей песчинки. Оптическая ориентировка зерна и новообразования одинаковы. Такой тип цементации известен под названием цементации разрастания или регенерационного.

Кремнистый цемент встречается значительно реже известковистого. Однако, как показывает микроскопическое изучение песчаников, отсюда не следует делать вывод об его ограниченном распространении. Действительно, в преобладающем количестве этот цемент встречен всего лишь в двух пластах песчаника, но в виде обрывков или остатков; среди более позднего известковистого цемента он встречается довольно часто. Наибольшим распространением песчаники с кремнистым цементом пользуются в низах угленосной свиты, т. е. в песчаниковом горизонте. В пределах самого песчаникового горизонта выявляется приуроченность кремнистого цемента к участкам с наибольшей крупностью зерна и линзами мелкогалечного конгломерата.

Весьма трудно судить о степени распространенности сидеритового цемента. В силу своей геохимической неустойчивости сидерит редко со-

храняется и в большинстве случаев или полностью окисляется, или покрывается с поверхности пленкой окислов железа. Согласно нашим наблюдениям, сидеритовый цемент чаще всего давал структуру обрастания (крупстификационную), следы которой особенно часто наблюдаются в шлифах, где основная цементирующая роль в настоящее время принадлежит известковистому цементу. В таких шлифах можно отчетливо наблюдать, как сидерит, в виде хорошо образованных кристаллов (ромбоэдров) или в виде неправильной формы зерен, окружает обломочный материал, так что создается впечатление роста этих кристаллов и зерен на поверхности обломков.

Значительно реже сидерит образует базальный тип цемента, который обычно встречается совместно с лимонитовым цементом, также имеющим базальную структуру. В этом случае сидеритовый цемент имеет пелитоморфное «иловатое» строение, обусловленное тем, что он состоит из мельчайших кристаллических частиц, перекрывающих друг друга. В поляризованном свете сидеритовый цемент с базальной структурой при любом положении кажется светлым.

Отметим попутно, что совершенно аналогичное строение имеют сидеритовые конкреции. Сидеритовый цемент с базальной структурой весьма активен по отношению к обломочному материалу, так что во многих случаях удавалось наблюдать следы интенсивного разъедания зерен кварца, полевых шпатов и других минералов и последующего выполнения разъеденных участков сидеритом.

Лимонитовый цемент пользуется наименьшим распространением по сравнению с другими минералогическими типами цемента. Для него особенно характерна базальная структура, которая сопровождается широко развитыми коррозионными процессами. Лимонитовый цемент во всех случаях наблюдался совместно с сидеритовым, что, по-видимому, указывает на его вторичный характер. Предположить обратное, т. е. что сидерит образовался по лимониту, не позволяет обилие обуглившегося растительного материала в песчаниках с лимонитовым цементом, которые совершенно определенно указывают на восстановительную среду их образования.

Каковы же взаимоотношения четырех вышеописанных типов цемента в случае их совместного нахождения? Наиболее часто удается наблюдать в шлифах следы разъедания кремнистого цемента известковистым. В результате такого разъедания и соответствующего выполнения разъеденных участков кальцитом кремнистый цемент либо цементирует отдельные участки в породе, где цемент в основном уже известковистый, либо сохраняется в виде мелких обрывков, рассеянных по всей породе. В таких случаях в шлифах отчетливо видны причудливые контуры обрывков кремнистого цемента, изобилующие многочисленными бухточками и карманчиками, выполненными кальцитом. Вокруг некоторых обломков кремнистый цемент сохранился в виде оболочек.

Необходимо отметить, что иногда обрывки кремнистого цемента, имеющие округлую форму, могут быть приняты за зерна обломочного характера. Такие «псевдокластические» зерна также довольно часто наблюдались в шлифах. Естественно, что при недостаточно внимательном изучении петрографического состава песчаников может создаться совершенно ложное представление о характере обломочного материала. Во всех упомянутых случаях более позднее образование известковистого цемента, по сравнению с кремнистым, не вызывает сомнений.

Более поздним является известковистый цемент по отношению к сидеритовому. Особенно отчетливо это прослеживается на тех участках породы, где интенсивно проявляется процесс разъедания обломочного материала известковистым цементом. В шлифах можно видеть почти полностью разъеденное и выполненное кальцитом зерно кварца, в результате чего сохранились лишь отдельные причудливой формы зернышки кварца и первоначальный контур зерна, вокруг которого располагаются мелкие кристаллы сидерита.

Совершенно очевидно, что образование сидеритовой оболочки происходило в период, предшествующий разъеданию кварца известковистым цементом. Весьма любопытно, что известковистый цемент, крайне активный в отношении кварца и полевого шпата, в то же время инертен в отношении сидерита. Такое избирательное замещение, по-видимому, находится в прямой связи с характером раствора, отлагавшего карбонат кальция.

Общее количество наблюдений над взаимоотношением кремнистого и сидеритового цемента, к сожалению, весьма ограничено. В случае совместного нахождения кремнистого и сидеритового цемента обрастания они оказались пассивны в отношении друг друга. Несколько иначе обстоит дело с сидеритовым цементом, имеющим базальную структуру. Эта структурная разновидность сидеритового цемента ведет себя крайне активно по отношению к кремнистому цементу, интенсивно разъедая и замещая его. Такая значительная разница в поведении двух различных структурных типов сидеритового цемента, по-видимому, указывает на существенные различия в условиях их образования.

Если сидеритовый цемент обрастания является наиболее ранним и сингенетичным породе, то сидеритовый цемент с базальной структурой, возможно, образовался несколько позднее, т. е. в стадии диагенеза. В ряде шлифов удалось наблюдать следы коррозии кремнистого цемента лимонитовым. Последний в виде отдельных участков содержал в своем составе и сидерит. Вряд ли можно сомневаться в более позднем образовании лимонитового цемента по сравнению с базальным сидеритовым и кремнистым цементами.

Неясными остались взаимоотношения лимонитового и известковистого цемента, так как нигде не удалось встретить их вместе.

Таким образом, вся совокупность наблюдений над различными минералогическими разновидностями цемента и их взаимоотношениями позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Кремнистый и сидеритовый цементы обрастания являются наиболее ранними и, вероятно, сингенетичными породе.

2. Сидеритовый цемент с базальной структурой является более поздним, чем кремнистый и сидеритовый цементы обрастания. Образование сидеритового цемента с базальной структурой происходило, по-видимому, в стадию диагенеза.

3. Известковистый цемент возник, несомненно, позднее кремнистого и сидеритового и, в случае совместного с ними нахождения, активно их замещает. Известковистый цемент, судя по всему, является образованием эпигенетическим.

4. Лимонитовый цемент надо рассматривать как более поздний, чем кремнистый и сидеритовый, но взаимоотношения его с известковистым цементом остаются невыясненными и требуют дальнейшего изучения.

Можно ли эти выводы, сделанные на основе анализа анабарского материала, распространить и на другие районы рассматриваемой территории? Имеющиеся в распоряжении автора данные позволяют ответить на этот вопрос положительно. Конечно, не в каждом районе встречаются все перечисленные выше разновидности цементов, но характер взаимоотношения между цементом, которые присутствуют в том или ином районе, остается таким же, как в бассейне р. Ачабара.

Исключение представляет известковистый цемент, который в Нордвикском районе не всегда является образованием эпигенетическим. Судя по структурным особенностям известковистого цемента в некоторых образцах Западного поднятия Южного Тигяна он либо сингенетичен породе, либо является образованием диагенетическим.

ПРОЦЕССЫ ДИАГЕНЕЗА И СИНГЕНЕЗА В ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Конкреции, их минералогический состав и условия образования

В предшествующих разделах настоящей работы уже дважды затрагивался вопрос минералогического состава аутигенного комплекса, свойственного пермским отложениям. Первый раз в главе «Минералогия» — при разборе состава тяжелой фракции минералов; второй раз — при характеристике минералогического состава цементов песчаных и алевроитовых пород. Таким образом, в настоящем разделе остается рассмотреть лишь один вид аутигенных образований, оставшийся до сих пор без внимания, — конкреционные стяжения.

В пределах рассматриваемой территории встречаются четыре минералогических типа конкреционных стяжений. Это стяжения кальцита, сидерита, пирита и доломита.

Наиболее распространенными являются конкреционные стяжения кальцита, которые, однако, лишь в очень редких случаях и главным образом в Нордвикском районе можно рассматривать как образования сингенетические или диагенетические. Кальцитовые стяжения чаще всего — образования вторичные, связанные с явлениями миграции эпигенетических растворов по толще осадочных пород.

Такой вывод позволяет сделать многочисленные наблюдения над внутренним строением известковистых конкреций. Во-первых, это наблюдения над текстурными особенностями конкреций, которые показывают, что в ряде случаев слоистость, наблюдающаяся во вмещающих породах, прослеживается и в конкрециях. Такое соотношение со вмещающими породами большинство исследователей рассматривает как прямое указание на эпигенетическое образование конкреций. Во-вторых, это структурные особенности строения кальцитовых конкреций, наблюдающиеся под микроскопом. Как правило, известковистые стяжения в песчаниках под микроскопом обнаруживают пойкилокластическую структуру, характерную для вторичного кальцита. Кроме того, в пользу «вторичности» кальцита говорит его активность как в отношении обломочного материала, так и кремнистого цемента песчаников. По-видимому, кальцит отлагался из растворов, которые энергично разъедали терригенный материал и цементирующее его вещество.

Известковистые стяжения необычайно широко распространены среди песчаных пород платформенных районов. Нередко эти стяжения просле-

живаются в обнажениях на несколько сотен метров. Как правило, они имеют весьма большие размеры. Значительно реже встречаются мелкие известковистые конкреции.

В Нордвикском районе (Западное поднятие Южного Тигяна) часть известковистых конкреций, по-видимому, возникла в процессе перераспределения карбонатного материала, привнесенного в осадок в виде растворов и тонких взвесей. В пользу такого предположения говорит пелитоморфный характер известковистого материала, слагающего конкреции, свойственный известковистому цементу, сингенетичному с породой.

Конкреции сидерита и пирита, в отличие от известковистых (приуроченных к песчаным породам), тяготеют к глинисто-алевритовой части разреза пермских отложений. Форма конкреций сидерита — лепешкообразная, конкреций пирита — веретенообразная. Размеры, как правило, небольшие — до 10—15 см. Довольно часто конкреции сидерита имеют скорлуповатое строение, вызванное окислением его поверхностной пленки. Изучение конкреций сидерита под микроскопом показывает, что в строении их, наряду с очень тонкозернистым, почти аморфным сидеритом, принимает участие глинистый материал, содержание которого иногда достигает 15—20%. Мелкие, рассеянные в основной массе зерна кварца и полевого шпата часто имеют изъеденные края с «бухточками» и «залيفчиками», выполненными сидеритом.

Несмотря на то, что сидеритовые конкреции встречаются по всему разрезу, основная масса их приурочена к контакту песчаников или алевритов с глинами. Подобная приуроченность встречается не впервые и отмечается рядом исследователей в других районах [65, 48].

Детальное изучение сидеритовых конкреций [48] показывает, что образование их связано с миграцией закисных соединений железа (бикарбонатов) в процессе диагенеза осадка. Как это следует из исследований С. В. Бруевича [4], иловые воды глинистых осадков содержат значительно большее количество растворенных в них веществ (Fe , P , CO_2 и др.), чем воды песчаных осадков. Естественно поэтому, что на границе глинистого и вышележащего, песчаного, осадков в силу разницы концентраций в них CO_2 , $\text{Fe}_2(\text{HCO}_3)_2$ и других веществ возникает диффузивный ток ионов и свободной CO_2 . Переходя из глинистого осадка в вышележащий песчаный, уголекислота затем уходит в придонную воду. Потеря CO_2 из граничного слоя глины тотчас же вызывает осаждение карбоната железа и соответствующее обогащение им отдельных участков приконтактной зоны. Около этих эмбриональных центров по мере дальнейшей диффузии ионов из пелита в алеврит продолжает накапливаться сидерит, и образуются сидеритовые стяжения. Этот процесс идет до тех пор, пока не выравниваются концентрации ионов в песчаном и глинистом прослоях.

Надо полагать, что не весь сидерит расходуется на образование сидеритовых конкреций. Часть его, проникая в песчаный слой, образует сидеритовый базальный цемент, вытесняя и замещая ранее образовавшиеся типы цементов.

При изучении характера распределения конкреций пирита обращает на себя внимание их приуроченность к участкам, особенно обогащенным органическим веществом. Весьма показательно, что внутри стяжений пирита очень часто встречаются обломки окаменелой древесины, которые, судя по внутреннему строению конкреций, служили центрами роста. По-видимому, для образования пирита нужна сугубо восстановительная

обстановка, возникновение которой возможно лишь при условии богатства осадка органическим материалом.

Процесс образования конкреций можно представить следующим образом. С одной стороны, участки с большим содержанием органического вещества за счет деятельности анаэробных бактерий обогащаются сероводородом, присутствие которого (в восстановительной обстановке) обеспечивает возникновение сернистых соединений железа. С другой стороны, иловые воды вследствие разложения органики обогащаются углекислотой, способствующей переходу в раствор карбонатов кальция и магния. Возникает слабощелочная обстановка, и сернистые соединения железа начинают выпадать в осадок. Естественно, что эти процессы особенно энергично будут идти около участков, максимально насыщенных органикой, например обломков древесины, которые становятся центрами роста конкреций. В отличие от бикарбонатов сернистые соединения железа сравнительно малоподвижны, вследствие чего конкреции пирита являются продуктами перераспределения железа в пределах сравнительно узких локальных зон.

Доломитовые стяжения встречаются только в Нордвикском районе и при том весьма редко; их размеры невелики (3—5 см), а форма эллипсоидальная. Относительно условий образования доломитовых конкреций сказать что-либо определенное трудно, так как в распоряжении автора нет достаточного количества наблюдений над текстурными особенностями доломитовых конкреций, а сведения об их химическом составе и внутреннем строении также ограничены. Можно лишь предполагать, что процессы перераспределения аутигенного материала (особенно характерные для стадии диагенеза осадка) были решающими при образовании конкреций доломита.

Минералогический состав тонких фракций глин и его генетическая интерпретация

Глины являются довольно чуткими индикаторами, реагирующими на всякое существенное изменение окружающей среды, хотя в то же время они изменяются не столь легко и быстро, как легкорастворимые соли. Эта особенность делает минералы глин надежными показателями условий, которые существовали на ранних этапах жизни породы.

Изучение минералогического состава глин связано с большими трудностями. В природных условиях редко встречаются мономинеральные глинистые породы, лишенные примеси так называемых механических частиц. Эта примесь не позволяет изучать состав глинистых пород без предварительной их обработки, которая сводится к выделению коллоидальной фракции из общей массы породы. Кроме того, размеры глинистых частиц настолько малы, что исследование их с помощью обычного поляризационного микроскопа невозможно. Поэтому при изучении коллоидальной фракции глин приходится прибегать к помощи электронного микроскопа, позволяющего достигать увеличения (при фотографировании) в 25—30 тысяч раз.

При больших увеличениях отчетливо различается форма частиц, являющаяся основным диагностическим признаком. Однако данные электронной микроскопии, в силу своей односторонности, нуждаются в подтверждении результатами других видов анализов, таких как термический, химический и рентгеноструктурный. В последнее время довольно

широко начинали применяться определение оптических констант тонких фракций в косых срезах и окрашивание глин органическими красителями.

Большинство исследователей считает, что только совокупность всех перечисленных исследований может дать надежные сведения о минералогическом составе изучаемой глинистой породы. Такое мнение вполне обосновано и подтверждается многочисленными примерами из практики определения минералогического состава глин. В то же время следует подчеркнуть весьма важное обстоятельство: все виды анализов, используемые для выяснения минералогического состава глин, дают лишь грубо качественное представление о их составе. Нам известно также, что для минералов глин характерны стадийные изменения, в результате которых они переходят из одних разновидностей в другие. Грубый качественный анализ, разумеется, не позволяет выделять промежуточные стадии или переходные группы глин, поэтому наши выводы о составе глин являются выводами весьма приближенными. Еще сомнительнее результаты, если в состав глинистой породы входит не один, а несколько минералов.

Из числа всех применяемых в настоящее время анализов лишь химический анализ глин дает возможность не только качественной, но и количественной характеристики состава глин. Однако до сих пор эта возможность по-настоящему не использовалась.

В настоящей работе для целей как качественного, так и количественного выражения состава глин автор использует метод графической обработки результатов химического анализа, позволяющего выделить характерные поля, соответствующие тому или иному типу глин, и показать генетические связи между исследуемыми образцами.

С целью выяснения минералогического состава пермских глин исследовались коллоидные фракции образцов, состоящие из частиц меньше 1 микрона. Для получения суспензии порода размачивалась и растиралась в воде и затем, после размешивания и взбалтывания, отстаивалась в течение 24 часов. За это время более крупные частицы оседали на дно, так что в верхних 10 см столба суспензии оставались частицы менее одного микрона. Эти 10 см сливались и путем центрифугирования и выпаривания разделялись на твердую и жидкую фазы.

Полученная таким образом коллоидная фракция исследовалась с помощью электронного и обычного поляризационного микроскопов, подвергалась химическому и термическому анализам и окрашивалась органическими красителями.

К большей части образцов глин, рассматриваемых в настоящей работе, применен весь комплекс вышеперечисленных анализов. Лишь тогда, когда минералогический состав глин данного района устанавливался вполне определенно, проводилось ограниченное число анализов.

Исследованию подверглись образцы глинистых пород (глин и аргиллитов) из всех рассматриваемых разрезов пермских отложений. Число изученных образцов относительно невелико (37), так как комплексное исследование глин с применением всех названных выше методов — процесс весьма трудоемкий и дорогостоящий. Выбор места взятия образцов определялся главным образом литологическими особенностями разреза. В связи с этим наибольшее число исследованных образцов приходится на долю угленосной части разреза пермских отложений, где глинистым породам принадлежит весьма заметная роль.

Вначале мы остановимся на образцах из Анабарского разреза, а затем рассмотрим остальные разрезы, двигаясь при этом с востока на запад и северо-запад.

Б а с с е й н р. А н а б а р а. Реже всего глинистые породы встречаются в песчаниковой свите, из отложений которой отобран на исследование лишь один образец (3825). Из угленосной части разреза, где глины явно преобладают над другими типами пород, четыре образца отобраны на детальные исследования и шесть — на сокращенный комплекс исследований. Образцы из туфогенной свиты не анализировались.

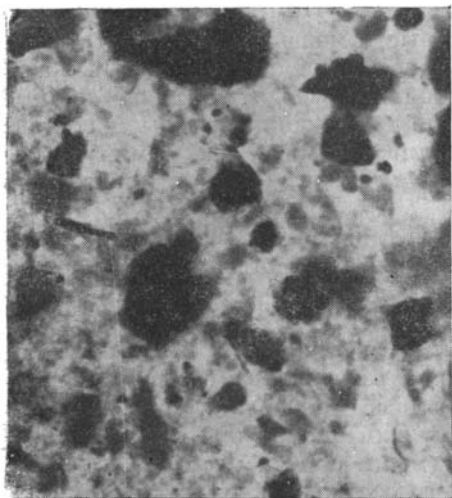


Рис. 26. Снимок образца 69а/а под электронным микроскопом — монтмориллонит.

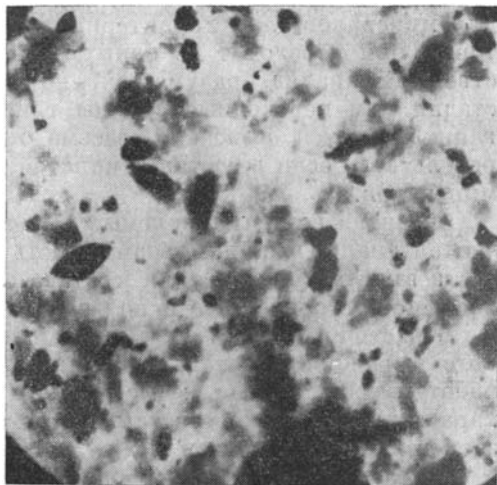


Рис. 27. Снимок образца 89а/а₁₇ под электронным микроскопом — гидрослюда.

Химический состав. Анализ химического состава анабарских глин показывает, что наиболее характерной их особенностью является высокое содержание SiO_2 и H_2O при 105°C и, наоборот, низкое содержание R_2O_3 . Молекулярное отношение $\frac{\text{RO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$ от 4,24 до 5,92; $\frac{\text{RO}}{\text{R}_2\text{O}_3}$ от 0,40 до 0,63; $\frac{\text{R}_2\text{O}}{\text{R}_2\text{O}_3}$ от 0,15 до 0,26 и $\frac{\text{H}_2\text{O}}{\text{R}_2\text{O}_3}$ от 1,28 до 2,58.

Таким образом, по химическому составу анабарские глины наиболее близки к монтмориллонитовым глинам, содержащим примесь гидрослюды.

Морфологические особенности глин. Электронномикроскопическое изучение пяти образцов (69а/а₁, 69в/в₁, 71а/а₃, 89а/а₁₇ и 3825 — рис. 26, 27) анабарских глин показало, что в их составе основная роль принадлежит монтмориллониту, представленному сплошной гелевидной массой с редкими крупными размытыми частицами, относящимися также к монтмориллониту. Заслуживает внимания тот факт, что образец нижнепермских глин (3825), в отличие от верхнепермских, сильно разбухающих, представлен малоразбухающим монтмориллонитом, контуры которого имеют размытые края и шиповидные выступы.

Во всех образцах содержится небольшая примесь кварца и пирита, в некоторых — слюды и карбонатов. Образцы 89а/а₁₇ (рис. 27) и 3825,

наряду с монтмориллонитами, содержат небольшое количество гидрослюда в виде удлиненных прозрачных и полупрозрачных чешуек. Образец 75a/a₃ имеет незначительную примесь каолинита (мелкие полупрозрачные и непрозрачные пластинки).

В целом, электронномикроскопическое изучение анабарских глин показывает, что, несмотря на преимущественно монтмориллонитовый состав глин, между глинистыми породами верхне- и нижнепермских отложений имеется некоторая разница. Кроме того, в разрезе угленосных отложений, в стратиграфически более высоких горизонтах, глины становятся менее однородными, так как в них появляется примесь гидрослюда и каолинита.

Оптические свойства. Глины Анабарского района в тонких ориентированных срезах имеют волокнистую или характерную вееровидную форму. Большой показатель преломления (Ng) анабарских глин колеблется в пределах от 1,518 до 1,540, меньший (Np) от 1,503 до 1,529, а двупреломление Ng—Np — в интервале от 0,015 до 0,019 (табл. 5). Все три оптические константы указывают на принадлежность большей части анабарских глин к группе монтмориллонита. Закономерное увеличение оптических констант при переходе от низов разреза угленосной свиты к верхам указывает, по-видимому, на наличие примеси гидрослюда, содержание которой вверх по разрезу увеличивается.

Термические свойства. Кривые нагревания, полученные для анабарских образцов (рис. 28), обнаруживают три характерные эндотермические остановки (первую при 150—180° С, вторую при 580—630° и третью при 870—920°) и одну экзотермическую остановку (при 370—400°). Экзотермическая остановка при 370—400°, по-видимому, связана с присутствием органических веществ. Следует указать на то, что характер кривых нагревания позволяет предполагать присутствие в составе анабарских глин примеси гидрослюда, из-за которой происходит смещение второго и третьего эндотермического эффектов в сторону более высоких температур. Это смещение тем заметнее, чем выше образец взят по разрезу, т. е. и кривые нагревания, так же как и электронно-микроскопический анализ, указывают на увеличение содержания гидрослюда вверх по разрезу.

Очень показательны данные по обезвоживанию анабарских глин. Как известно, в монтмориллоните вода присутствует в виде гигроскопической, межплоскостной и конституционной. Гигроскопическая вода в монтмориллоните содержится в больших количествах и в совокупности с межплоскостной составляет основную часть всей массы воды, находящейся в породе. В то же время содержание конституционной воды не должно превышать 5 %.

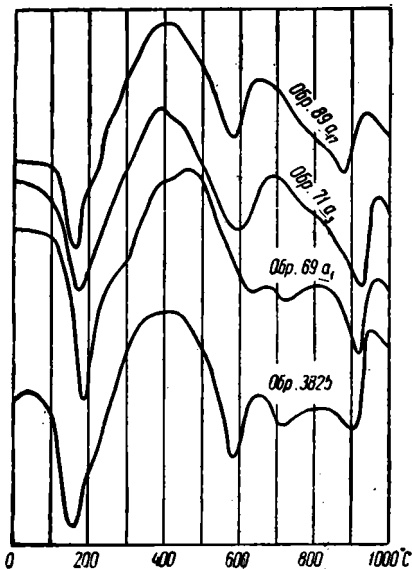


Рис. 28. Кривые нагревания коллоидных фракций пермских глин бассейна р. Анабара, в °С. Образцы — монтмориллонит с примесью смолы.

Таблица 5

Показатели преломления коллоидных фракций глин рассматриваемой территории

Номера образцов	Ng	Np	Ng—Np	Минералогический состав глин
Бассейн р. Анабара				
111a/a ₃	1,569	1,552	0,017	Гидрослюда
106a/a ₂	1,594	1,573	0,021	Монтмориллонит с примесью гидрослюда
71a/a ₃	1,540	1,529	0,011	Монтмориллонит с примесью гидрослюда
69в/в ₁	1,525	1,506	0,019	Монтмориллонит с примесью гидрослюда
69a/a ₁	1,518	1,503	0,015	Монтмориллонит
3825	1,530	1,511—1,512	0,018	Монтмориллонит
Бассейн р. Пура				
2755	1,564	1,550	0,014	Монотермит
2583	1,570	1,555	0,021	Монотермит
Бассейн р. Попигая				
268с ₄	1,525	1,517	0,008	Монтмориллонит (бентонит)
268a ₂	1,542	1,524	0,018	Монтмориллонит с примесью гидрослюда
278a ₃	1,511	1,498	0,013	Монтмориллонит
270a ₁	1,526	1,511	0,015	Монтмориллонит
243с ₃	1,518	1,503	0,015	Монтмориллонит
239a ₃	1,503	1,486	0,017	Монтмориллонит
Бассейн р. Котуя				
9a ₃	1,516	1,508	0,008	Монтмориллонит (бентонит)
9a ₄	1,508	1,495	0,013	Монтмориллонит (бентонит)
9a ₆	1,510	1,499	0,011	Монтмориллонит (бентонит)
55a ₅	1,561	1,543	0,018	Гидрослюда и примесь (каолинита)
18a ₃	1,556	1,536	0,020	Гидрослюда и примесь (каолинита)
18с ₆	1,553	1,540	0,013	Гидрослюда и примесь (каолинита)
29a ₁	1,553	1,538	0,015	Гидрослюда
113a ₁	1,545	1,536	0,009	Гидрослюда
72в ₅	1,519	1,510	0,009	Монтмориллонит (бентонит?)
Западное поднятие Южного Тигяна				
1536	1,496	1,478	0,018	Монтмориллонит
114a	1,500	1,485	0,015	Монтмориллонит
75a	1,562	1,553	0,009	Гидрослюда
74a	1,518	1,502	0,016	Гидрослюда с примесью монтмориллонита
116	1,670	1,559	0,011	Гидрослюда
86	1,568	1,548	0,020	Гидрослюда
76	1,568	1,550	0,018	Гидрослюда
45	1,573	1,555	0,018	Гидрослюда
48	1,575	1,560	0,015	Гидрослюда
51	1,555	1,541	0,014	Гидрослюда
52a	1,563	1,541	0,022	Гидрослюда

Если обратиться к исследованным образцам, то можно увидеть, что в образце 69а/а₁ (рис. 26) (низы разреза угленосной свиты) на долю гигроскопической и межплоскостной вод, выделяющихся при температуре до 300°, приходится 8%, в то время как на долю конституционной приходится лишь 4%. В образце 69в/в (рис. 26) (вышележащая часть разреза) на долю конституционной воды приходится уже 6%. Образец 71а/а₃ (еще выше по разрезу) содержит также 6% конституционной воды, а образец 89а/а₁₇ (рис. 27) (верхи разреза угленосной свиты) — 7%.

Таким образом, по мере перехода от глинистых пород низов разреза к его верхам содержание конституционной воды в глинах становится все больше. Такое изменение, видимо, связано с присутствием примеси других глинистых минералов, содержащих большее количество конституционной воды. Таким минералом является гидрослюда.

Окрашивание органическими красителями. Судя по результатам окрашивания, образцы 69а/а₁, 69в/в₁, 71а/а₃, 89а/а₁₇, 75а/а₅, 106а/а₂, 3825 сложены монтмориллонитом, а образец 111а/а₈ — гидрослюдой.

Совокупность данных, касающихся минералогического состава анабарских глин позволяет сделать вывод, что основная масса коллоидальных фракций этих глин сложена монтмориллонитом. В угленосной части разреза глины, наряду с монтмориллонитом, имеется примесь гидрослюд, содержание которой увеличивается по мере перехода от низов разреза к верхам. Образцы глин, взятые из самых верхов разреза угленосной свиты, включают весьма значительный процент гидрослюд, а образец 111а/а₈, судя по данным оптических исследований, окрашивания и химического анализа, сложен преимущественно гидрослюдой.

Б а с с е й н р. П у р а. В разрезе пермских отложений по р. Пуре глинистым породам принадлежит незначительная роль. Как в нижнепермских, так и в верхнепермских отложениях прослой глинистых пород встречаются спорадически и носят обычно линзообразный характер. Все же глины более характерны для разреза верхнепермских отложений. Два образца глин (2755 и 2583), взятые из разреза верхнепермских отложений, и послужили объектом для исследований.

Химический состав. По химическому составу пурские глины наиболее близки к глинам группы монотермита. За это говорит повышенное содержание Al_2O_3 , большее, чем в гидрослюдах, содержание воды, сравнительно небольшое содержание Fe_2O и MgO . Несколько затуманивает общую картину очень высокое содержание Fe_2O_3 в образце 2583, однако молекулярные отношения в нем таковы, что отнесение его по химическому составу в какую-либо другую минералогическую группу (кроме монотермита) маловероятно.

Морфологические особенности. Электронно-микроскопическое изучение показало, что в состав пурских глин входят каолинит и гидрослюда. Каолинит представлен непрозрачными и, реже, полупрозрачными пластинками, имеющими, большей частью, неправильную форму и размытые очертания. Гидрослюда присутствует как примесь в виде различных по величине и форме частиц, среди которых преобладают удлинённые.

Оптические свойства. Судя по результатам определения оптических констант, которые помещены в табл. 4, глины Пурского разреза по минералогическому составу должны быть отнесены к группе монотермита. По оптическим свойствам они отличаются как от каолинита, так и от гидрослюд: от каолинита — более высоким двупреломлением (0,014—0,021), от гидрослюд — главным образом низким значением Ng и Np .

Термические свойства. Кривые нагревания пурских глин (рис. 29) характеризуются наличием двух эндотермических эффектов (при 90—150° и при 500—600°), свойственных монотермитовым глинам. Экзоэффект имеет место при 900—930°, что указывает на известную примесь каолинита.

В целом, кривые нагревания пурских глин весьма похожи на кривые нагревания глин типа Часов-Яра, которые М. В. Викулова рассматривает в качестве типичных представителей группы монотермита.

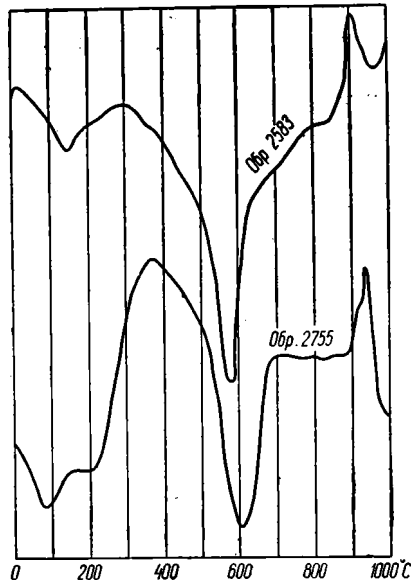


Рис. 29. Кривые нагревания коллоидных фракций пермских глин бассейна р. Пура, в °С. Образцы — монотермит.

Окрашивание органическими красителями показывает, что оба образца из Пурского района по минералогическому составу наиболее близки к гидрослюда, содержащей примесь каолинитового материала.

Совокупность всех данных о минералогическом составе двух образцов пермских глин из Пурского района позволяет сделать вывод, что основным минералом, слагающим коллоидную фракцию этих глин, является монотермит. В качестве небольшой примеси в составе пурских глин присутствует каолинит.

Следует иметь в виду, что сведения о монотермите весьма не полны. До сих пор еще не доказана мономинеральность монотермита и не выяснены окончательно его свойства. Известно, однако, что в генетическом ряду слюда — каолинит монотермит занимает положение, более близкое к каолиниту, чем к слюде, в отличие от гидрослюды, явно тяготеющей к слюдам.

По ряду свойств монотермит весьма близок к гидрослюде, в связи с чем при более грубых (окрашивание) или менее разработанных методах анализа (электронная микроскопия) минералогического состава глин ограничиваются выделением общей группы гидрослюд, включая в нее при этом и монотермит.

Бассейн р. Попигая. В силу целого ряда обстоятельств (из которых наиболее существенным надо считать литологические особенности разреза) нами в Попигайском районе исследовались образцы глин только из угленосной свиты, где глины содержатся в преобладающем количестве. Всего было изучено семь образцов глин, из них четыре детально (239а₃, 243с₃, 270а, 278а₃), а три (245а, 268а₂, 268с₃) с применением окрашивания химического анализа и оптических исследований.

Химический состав большей части попигайских глин характеризуется следующими молекулярными отношениями: $\frac{RO_2}{R_2O_3}$ от 4,09 до 4,20; $\frac{RO}{R_2O_3}$ от 0,47 до 0,82; $\frac{R_2O}{R_2O_3}$ от 0,18 до 0,27 и $\frac{-H_2O}{R_2O_3}$ от 0,74 до 2,24. Несколько выпадают из общего плана образцы 270а и 268а₂, у которых отношение $\frac{RO_2}{R_2O_3}$ за-

метно ниже — 3,39 — 3,71. Нетрудно заметить, что основная часть попигайских глин по химическому составу весьма близка к глинам угленосной части Анабарского разреза и, следовательно, так же как и последние, должна быть отнесена к группе монтмориллонита. Не совсем ясным остается минералогический состав образцов 270а и 268а₂, которые хотя и отличаются от остальных по химическому составу, но не настолько, чтобы их можно было отнести к какому-нибудь другому минералогическому типу глин.

Морфологические особенности попигайских глин. Исследование четырех образцов попигайских глин с помощью электронного микроскопа показало, что образцы 239а₃, 243с₃ и 278а₃ сложены в основном разбухающим монтмориллонитом, состоящим из гелевидной массы и отдельных частиц с расплывчатыми контурами. Изредка (образец 278а₃) встречаются частицы с шиповидными выступами. В качестве примеси присутствует гидрослюда. Образец 270а₁, согласно данным электронной микроскопии, сложен гидрослюдой, представленной непрозрачными и полупрозрачными частицами с размытыми контурами. В качестве примеси встречаются непрозрачные резко очерченные пластинки каолинита, чешуйки слюды и зерна карбоната.

Оптические свойства попигайских глин указывают на принадлежность их к группе монтмориллонита. Так, больший показатель преломления попигайских глин колеблется в пределах от 1,503 до 1,526, меньший от 1,486 до 1,517 и двупреломление от 0,008 до 0,017. Даже образец 270а₁, по морфологическим особенностям отнесенный к гидрослуде, имеет оптические константы, характерные для глин монтмориллонитовой группы. Заметно выделяются два образца — 268с₄ и 268а₂. Для первого характерны сравнительно высокие значения Ng и Nr и низкое двупреломление, что, по данным М. Ф. Викуловой, указывает на близость этого образца к бентонитовым глинам. Образец 268а₂ выделяется очень высоким для монтмориллонитов значением Ng и Nr и высоким двупреломлением. По-видимому, этот образец, наряду с монтмориллонитом, содержит значительную примесь гидрослюды.

Термические свойства. Кривые нагревания трех образцов (243с₃, 245а₁, 278а₃ — рис. 30) попигайских глин обнаруживают три характерные эндотермические остановки (150—180°, 580—630°, 870—900°) и одну экзотермическую остановку (970—1000°), которые говорят о принадлежности попигайских глин к группе монтмориллонита. Образец 270а₁, судя по кривой нагревания, представлен гидрослудой, определяющей общий характер кривой, и каолинитом, с которым связано появление дополнительных эндозффекта (при 540°) и экзозффекта (при 950°). Кривая обезвоживания, полученная для образца 270а₁, указывает на то,

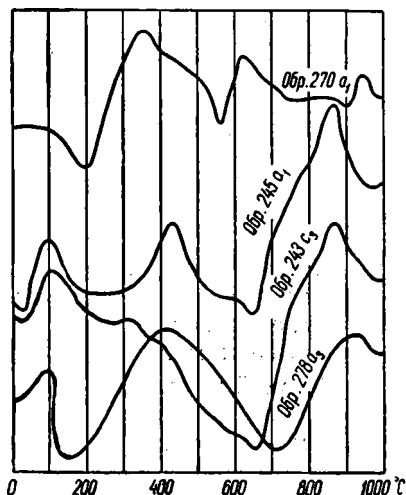


Рис. 30. Кривые нагревания коллоидных фракций пермских глин бассейна р. Попигая, в °С. Образцы 278а₃, 243с₃ и 245а₁ — монтмориллонит, образец 270а₁ — гидрослюда.

что в его состав, возможно, входит некоторая примесь монтмориллонита, так как количество воды, выделяющейся при температуре до 300° , довольно значительно (6 %) и не может быть объяснено присутствием каолинита и гидрослюда.

Окрашивание органическими красителями показало, что все образцы, за исключением образца 270a₁, сложены монтмориллонитом. Образец 270a₁ сложен в основном гидрослюдой.

Таким образом, совокупность данных по минералогическому составу попигайских глин позволяет утверждать, что большая часть их должна быть отнесена к монтмориллонитовым глинам, содержащим в том или ином количестве примесь гидрослюда. Исключение представляет образец 270a₁, данные по которому противоречивы. Часть исследований (электронно-микроскопическое и окрашивание органическими красителями) указывает на принадлежность образца 270a₁ к гидрослюдам, другая часть (химический анализ, оптические свойства) дает основание отнести его к группе монтмориллонита. Возможно, что эта противоречивость связана со свойством глин подвергаться стадийным изменениям, которые вначале охватывают поверхность частиц, а затем постепенно проникают и вглубь. Образец 270a₁ представляет, по-видимому, такой случай. Здесь частицы имеют форму и ряд свойств, связанных с поверхностными силами, характерными для гидрослюда, в то время как химический состав и оптические свойства, отражающие внутреннее строение глины, указывают на принадлежность ее к монтмориллониту.

Бассейн р. Котуй. Всего в бассейне р. Котуй исследовано десять образцов; из них четыре исследованы детально и шесть — с применением окрашивания, химического анализа и оптических исследований. Из песчаниковой (нижнепермской) свиты, где глинистые породы встречаются редко, изучен лишь один образец (98a₂). Один образец (72в/в₅) исследован из самых низов разреза верхнепермских отложений. Максимальное число исследованных образцов падает на угленосную часть разреза (113a₁, 29a, 18a₈, 55a₆), где они взяты, довольно равномерно. Три образца представляют туфогенную свиту — 9a₂, 9a₄, 9a₆.

Химический состав. По химическому составу среди котуйских глин можно выделить две группы. Первая, представляющая угленосную часть разреза, характеризуется следующими молекулярными отношениями: $\frac{RO_2}{R_2O_3}$ от 3,24 до 4,01, $\frac{RO}{R_2O_3}$ от 0,31 до 0,75, $\frac{R_2O}{R_2O_3}$ от 0,14 до 0,21 и $\frac{-H_2O}{R_2O_3}$ от 0,92 до 1,35. Вторая, объединяющая образцы из туфогенной свиты и из нижней части разреза верхней перми, характеризуется отношениями $\frac{RO_2}{R_2O_3}$ от 4,50 до 5,41, $\frac{RO}{R_2O_3}$ от 1,55 до 2,38, $\frac{R_2O}{R_2O_3}$ от 0,10 до 0,16, $\frac{-H_2O}{R_2O_3}$ от 2,33 до 4,00. Судя по молекулярным отношениям, глины первой группы должны быть отнесены к гидрослюдистым, глины второй группы — к монтмориллонитовым.

Морфологические особенности котуйских глин. Как показывают наблюдения, проведенные с помощью электронного микроскопа, по морфологическим особенностям среди котуйских глин можно выделить те же самые минералогические группы, которые ранее были выделены на основе химического анализа. Глины первой группы (113a₁ и 18a₈ — рис. 31) сложены главным образом полупрозрачными, реже непрозрачными с неясными контурами частицами гидрослюда. В подчиненном количестве

встречаются непрозрачные, большей частью правильной формы резко очерченные частички каолинита.

В качестве примеси присутствуют кварц, нонтронит и, возможно, пирит.

Глины второй группы (72в₅ и 9а₆ — рис. 32) состоят в основном из полупрозрачных расплывчатых частиц, характерных для разбухающего монтмориллонита. Среди них наблюдаются непрозрачные частицы с шиповидными выступами, относящиеся также к монтмориллониту. В небольших количествах встречаются также бейделлит (полупрозрачные частицы с размытыми контурами) и магнезит (мелкие непрозрачные резко очерченные частицы).

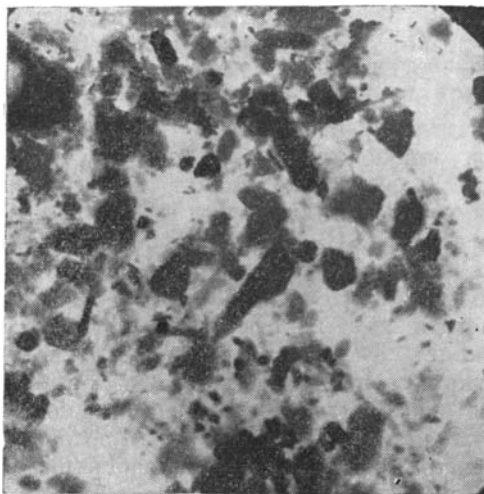


Рис. 31. Снимок под электронным микроскопом — гидрослюда.

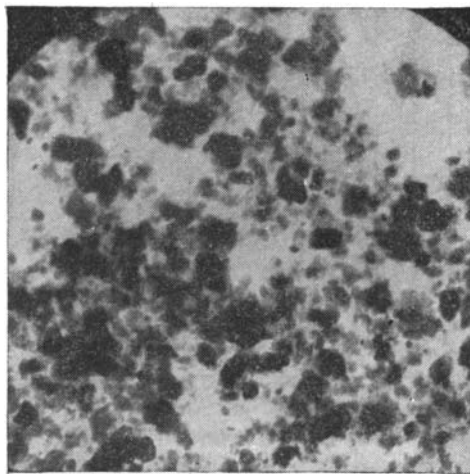


Рис. 32. Снимок под электронным микроскопом — монтмориллонит.

Оптические свойства. Оптические константы, свойственные глинам первой группы, также указывают на принадлежность их к гидрослюдам. Следует отметить, однако, сравнительно низкое для гидрослюд значение N_g (1,545—1,561) и N_p (1,536—1,543), что может указывать на присутствие некоторой примеси каолинита.

Весьма показательно закономерное изменение оптических констант глин первой группы по разрезу, которое сводится к тому, что от низов разреза угленосной свиты к верхам значение N_g и N_p постепенно возрастает. Такое изменение оптических констант, в свою очередь, указывает на закономерный характер изменения глинистых минералов по разрезу.

Оптические свойства минералов второй группы не оставляют сомнения в их принадлежности к монтмориллонитовым глинам. Это подтверждают величины N_g (1,508—1,519) и N_p (1,495—1,510), а также и величина двупреломления, колеблющаяся в пределах от 0,008 до 0,013.

Термические свойства. Кривые нагревания были получены для четырех образцов котуйских глин (рис. 33). Два из них — 113а₁ и 18а₆ — характеризуются сравнительно небольшой первой эндотермической остановкой при 160—180°, второй (каолинитовой) эндотермической остановкой при 580—600° и третьей (слюдистой) эндотермической остановкой при 860—

940°. Экзоэффектов два. Первый, при температуре 410—430°, по-видимому, связан с присутствием в образце органики. Второй, при 880—920°, типичен для каолинита. В целом кривые нагревания указывают на преобладание в составе вышеупомянутых образцов гидрослюда, но с некоторой примесью каолинита.

Кривые нагревания образцов 72в₅ и 9а₆ обнаруживают типичные для монтмориллонита (бейделлита) три эндотермические и одну экзотермическую остановки.

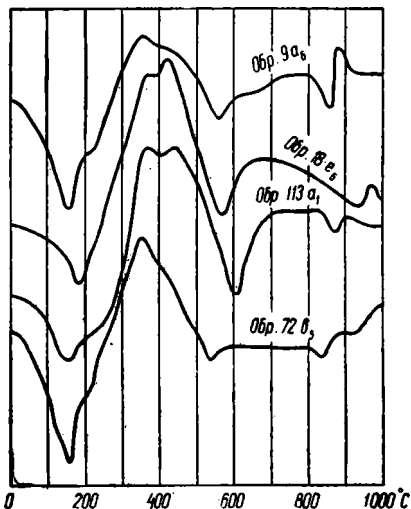


Рис. 33. Кривые нагревания коллоидных фракций пермских глин бассейна р. Котуя, в °С. Образцы 72в₅ и 9а₆ — монтмориллонит, образцы 113а₁ и 18а₆ — гидрослюда с примесью каолинита.

Вторая экзотермическая остановка (при температуре около 400°) связана с выгоранием органики. Первая эндотермическая остановка при (140—160°) выражена очень резко, две другие при 530—570° и при 830—860° — небольшие, но ясные.

Кривые обезвоживания трех образцов котуйских глин показали, что в составе их присутствуют как гидрослюдистые глины, так и монтмориллонитовые. В образцах 113а₁ и 18а₆ на долю гигроскопической и межпакетной вод приходится всего лишь 4,5—5%, в то время как конституционная вода составляет 8—10%. Такое соотношение характерно для гидрослюдов с примесью каолинита. Существенно иное соотношение наблюдается на примере образца 9а₆, где на долю гигроскопической и межпакетной вод приходится 13%, на долю конституционной — 7—8%.

Окрашивание органическими красителями показало, что образцы 113а₁,

109а₂, 29а, 18а₆, 18с₆ и 55а₅ сложены гидрослюдой, содержащей некоторую примесь каолинита. В составе образцов 72в₅, 9а₂, 9а₄ и 9а₆ основная роль принадлежит монтмориллониту. В образце 98а₂ преобладает каолинит.

Таким образом, совокупность данных о минералогическом составе котуйских глин показывает, что большая часть образцов 113а₁, 109а₂, 29а₁, 18а₆, 18с₆, 55а₅, характеризующих угленосную свиту, сложена гидрослюдой, содержащей некоторую примесь каолинита. Создается впечатление, что содержание каолинита становится несколько больше к верхам разреза угленосной свиты. Образец (72в₅), взятый из нижней части подугольной свиты, по минералогическому составу должен быть отнесен к монтмориллониту. Образцы, представляющие туфогенную часть разреза (9а₂, 9а₄, 9а₆), также сложены монтмориллонитом. Каолинитовым оказался образец (98а₂) глины из песчаниковой свиты.

Н о р д в и к с к и й р а й о н (Западное поднятие структуры «Южный Тигян»).

Основная масса исследованных образцов 76, 86, 45, 48, 51, 52а падает на первый подильинский горизонт нижнекожевниковской свиты. Выбор этого горизонта как основного объекта для исследований был продиктован тем обстоятельством, что из этого горизонта были получены макси-

малые притоки жидкой нефти. Значительно меньше образцов приходится на долю верхнекожевниковской свиты (11б, 74а, 75а). Глины мисайлапской свиты представлены двумя образцами — 114а и 153б.

Всего было изучено 11 образцов, из них 7 — детально, остальные — с применением химического анализа, оптических исследований и окрашивания органическими красителями.

Химический состав. Основная масса исследованных образцов имеет однообразный химический состав, в результате чего молекулярные отношения колеблются в весьма незначительных пределах. Так, отношение $\frac{RO_2}{R_2O_3}$ колеблется от 3,32 до 3,64, $\frac{RO}{R_2O_3}$ от 0,32 до 0,47, $\frac{R_2O}{R_2O_3}$ от 0,26 до 0,46, $\frac{-H_2O}{R_2O_3}$ от 0,26 до 0,48. Судя по величине молекулярных отношений, эта группа образцов представлена гидрослюдами.

Существенно иные молекулярные отношения находим у образцов 114а и 153б. Так, $\frac{RO}{R_2O_3}$ у этих образцов заметно выше (1,60—1,75), а $\frac{R_2O}{R_2O_3}$, наоборот, ниже (0,19—0,21). Наконец, самым показательным является отношение $\frac{-H_2O}{R_2O_3}$ (1,81—2,06), свидетельствующее о монтмориллонитовом составе вышеупомянутых образцов.

По-видимому, переходным от первой ко второй группе является образец 74а.

Морфологические особенности нордвикских глин изучались с помощью электронного микроскопа. Всего было изучено пять образцов. Три (45, 48 и 51) из отложений нижнекожевниковской свиты, два (11б и 75а) из верхнекожевниковской. Исследования показали, что все пять образцов сложены в основном полупрозрачными и непрозрачными частицами гидрослюды, имеющими в одних случаях четкие, в других расплывчатые контуры. Наблюдающиеся в некоторых случаях хорошо ограниченные чешуйки гидрослюды указывают на то, что она образовалась за счет коллоидных растворов (на месте). Кроме гидрослюды, в небольших количествах в образцах 11б и 75а присутствует каолинит (в виде непрозрачных резко выступающих, правильных пластинок). В качестве примеси встречаются хлорит, кварц и органическое вещество.

Оптические свойства. Судя по оптическим свойствам, большая часть образцов глин Нордвикского района должна быть отнесена к гидрослюдам. Это подтверждается как величиной показателей преломления (N_g в пределах от 1,55 до 1,575 и N_r в пределах 1,541 до 1,560), так и величиной двупреломления, колеблющейся от 0,011 до 0,22. Заметно отличаются от остальных образцы 153б и 114а, у которых величина показателей преломления значительно ниже (N_g — в пределах от 1,496 до 1,500 и N_r — в пределах от 1,478 до 1,485), чем у гидрослюды, а двупреломление примерно такое же. Подобное сочетание характерно для монтмориллонитовых глин. Промежуточное положение между основной массой образцов и образцами 153б и 114а занимает образец 74а, в составе которого, наряду с гидрослюдой, можно подозревать присутствие монтмориллонита.

Термические свойства. Кривые нагревания получены для шести образцов нордвикских глин. Четыре образца (8б, 45, 48 и 51 — рис. 34) имеют очень слабо выраженный первый эндотермический эффект при 120—130°, небольшой, но ясный эндотермический эффект при 580—620°, характерный для гидрослюды, и очень плохо выраженный у большей части

образцов эндотермический эффект при $890-920^{\circ}$. Экзотермический эффект один ($500-550^{\circ}$) и выражен довольно плохо. В целом кривые такого типа характерны для гидрослюдистых глин.

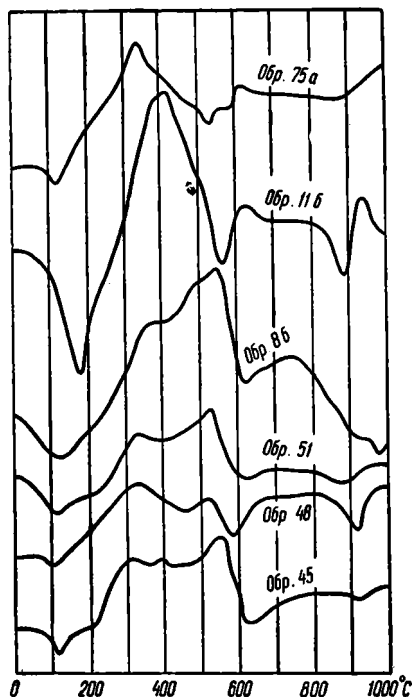
Кривые образцов 116 и 75а несколько отличаются от остальных. У образца 116 появляется дополнительный экзотермический эффект при 950° , что указывает на присутствие в его составе примеси каолинита.

Образец 75а, судя по характеру кривой нагревания, также содержит некоторую примесь каолинита, хотя, по-видимому, и в меньшем количестве, так как каолиновая остановка выражена не так четко, как в образце 116.

Кривые обезвоживания, полученные для образцов 116, 45, 48 и 75а, показывают, что в общей массе воды, входящей в состав этих образцов, на долю гигроскопической и межпакетной вод приходится не более 3%, в то время как конституционная вода содержится в количестве от 6 до 9%. Такое высокое содержание конституционной воды характерно для каолиновых и гидрослюдистых глин. Однако каолиновые глины основную массу конституционной воды теряют при температуре от 300 до 400° , в то время как нордвикские глины теряют эту воду в основном в диапазоне от 450 до 700° , что характерно для гидрослюд.

Окрашивание органическими красителями показало, что большая часть образцов нордвикских глин сложена гидрослюдой. В составе образца 116 окрашивание позволяет обнаружить примесь каолинита. Образцы 1536 и 114а, судя по данным окрашивания, имеют монтмориллонитовый состав.

Рис. 34. Кривые нагревания коллоидных фракций пермских глин Западного поднятия Южного Тигяна, в $^{\circ}\text{C}$. Образцы 45, 48, 51, 86 — гидрослюда; образцы 116, 75а — гидрослюда с примесью каолинита.



Таким образом, совокупность данных о минералогическом составе нордвикских глин позволяет утверждать, что большая часть образцов этих глин (7, 86, 45, 48, 61, 52а, 75а) сложена гидрослюдой. Исключение представляют три образца. Два из них — 1536 и 114а — имеют монтмориллонитовый состав, третий — 116, — наряду с гидрослюдой, содержит некоторую примесь каолинита.

Приведенные выше данные дают достаточно ясное представление о качественном составе коллоидных фракций глин рассматриваемой территории. Однако, как уже упоминалось ранее, количественные соотношения глинистых минералов в тех или иных минеральных ассоциациях остаются совершенно неизвестными. С тем чтобы восполнить этот пробел, приводится диаграмма химического состава коллоидных фракций глин рассматриваемой территории, позволяющая проследить не только качественные,

но и количественные изменения в составе глин и выявить на этой основе генетически близкие минеральные комплексы.

Метод построения диаграммы заимствован из работы Н. С. Спиро, И. С. Грамберга и Ц. Л. Вовк [44]. На основе предложенного графического метода указанные исследователи обработали данные по химическому составу мономинеральных глин различных районов СССР и соз-

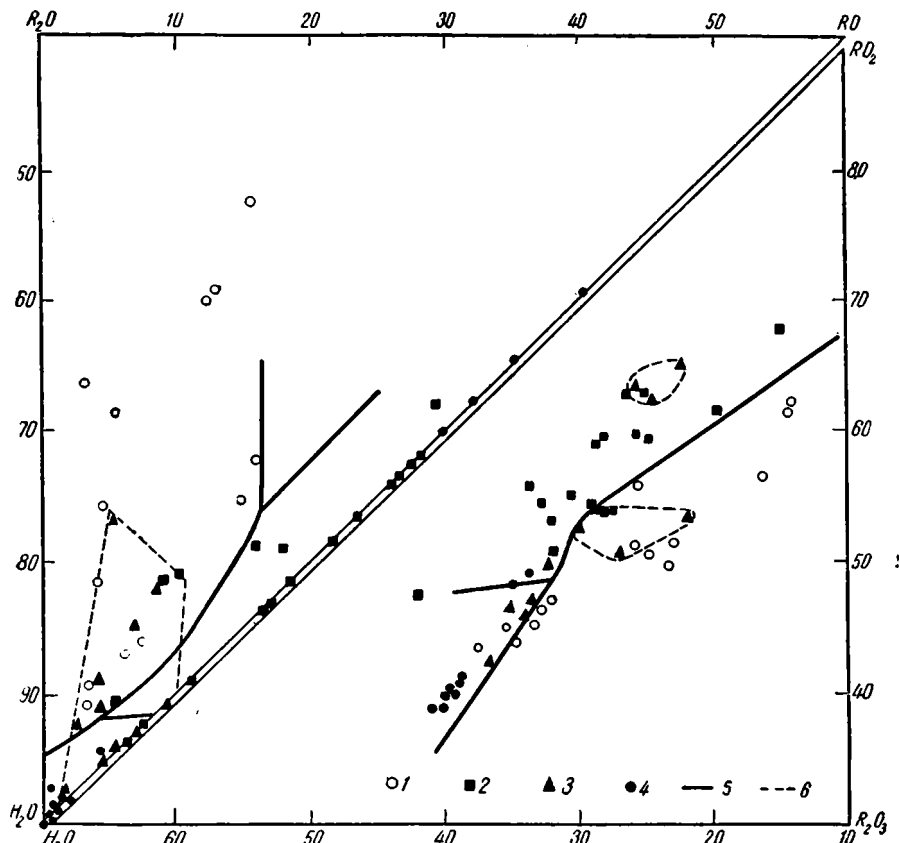


Рис. 35. Диаграмма химического состава мономинеральных глин.

1 — гидрослюды; 2 — монтмориллониты; 3 — монотермиты; 4 — каолиниты; 5 — границы изменений химического состава гидрослюды, монтмориллонитов и каолинитов; 6 — предполагаемые границы изменений химического состава монотермитов.

дали генетическую диаграмму, на которой выделили характерные поля для каждой минералогической группы (рис. 35). Пользуясь этой диаграммой, можно решать вопрос о принадлежности исследуемого образца к той или иной минералогической разновидности.

По построению диаграмма крайне проста. Она представляет собой квадрат, разделенный на два равнобедренных треугольника. Один из них отображает соотношение «основных» компонентов глин (R_2O , RO и H_2O), другой — соотношение «кислых» компонентов (R_2O_3 , RO_2 и H_2O). Вода введена в обе группы в силу ее амфотерного характера. В каждой группе сумма грамм-молекул принята за 100.

На рис. 36 изображена упоминавшаяся уже диаграмма химического состава коллоидальных фракций глин рассматриваемой территории. Нетрудно заметить, что на диаграмме каждая генетическая группа глин нашла свое строго определенное положение. Причем весьма показательно, что как сами генетические группы, так и отдельные члены этих групп расположились на диаграмме в последовательности, отражающей характер связи между этими группами и отдельными образцами. Такое расположение

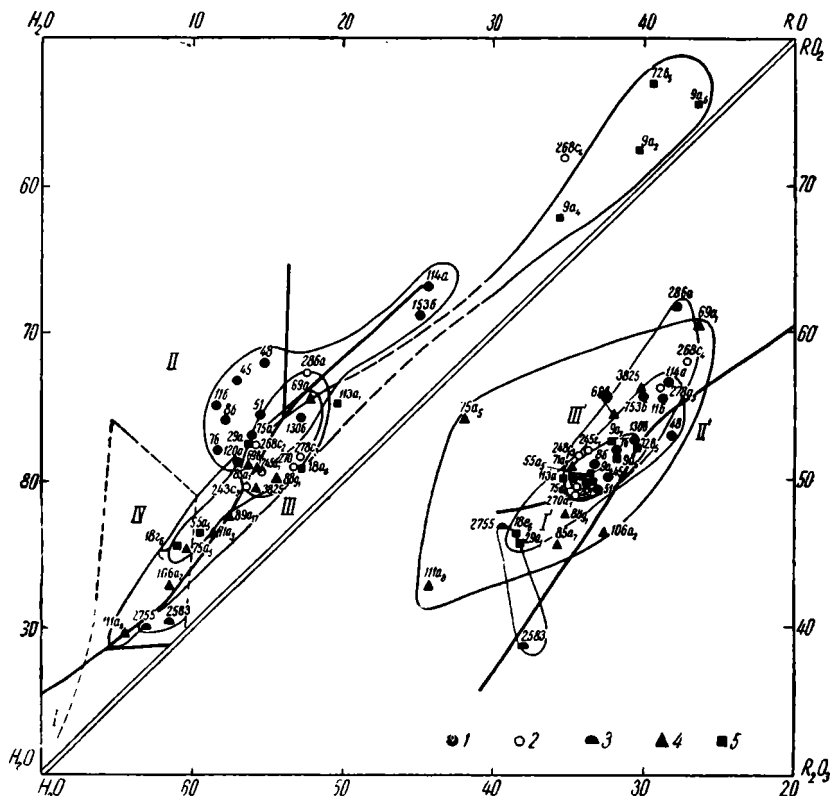


Рис. 36. Диаграмма химического состава коллоидальных фракций глин пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы.

1 — глины Нордвикского района; 2 — глины бассейна р. Попытая; 3 — глины бассейна р. Пура; 4 — глины бассейна р. Анабара; 5 — глины бассейна р. Котуй. I и I' — поле наосинита; II и II' — поле гидрослюда; III и III' — поле монтмориллонита; IV — поле монотермита.

фигуративных точек составов глин, разумеется, не является случайным, оно обусловлено стадийным характером изменения глинистых минералов, находящимся, в свою очередь, в прямой зависимости от изменения окружающей среды.

Можно выделить четыре генетические группы глин, которые на диаграмме обособились довольно четко. Первая группа, объединяющая фигуративные точки составов двух образцов из Пурского разреза (2755 и 2583), расположилась в пределах поля, которое на генетической диаграмме Н. С. Спиро и др. выделено как поле монотермитовых глин. Вторая группа включает фигуративные точки (111a, 106a, 75a, 89a,

245а, 268с₂, 113а и др.), отвечающие составу глин из угленосных отложений платформенных районов. Поле, которое образовано этими точками, вытягивается параллельно стороне $RO-H_2O$. Весьма показательно, что в пределах поля объединились все без исключения образцы глин из угленосной части разрезов, несмотря на то, что среди них есть представители различных минералогических групп. По-видимому, те изменения в минералогическом составе глин, которые удалось проследить, применяя различные методы исследования, не могут затушевывать их генетической общности, обусловленной сходством условий осадкообразования.

Довольно четко обособились на диаграмме фигуративные точки составов глин из нефтеносных пермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна (116, 45, 48, 51, 75а, 120 и др.). Они образуют третью группу, располагающуюся на генетической диаграмме в пределах поля гидрослюды.

Наконец, на значительном удалении от остальных, в пределах поля монтмориллонита, расположились фигуративные точки составов глин из туфогенной части разреза (114а, 153б, 9а₄, 9а₂, 75в₅, 9а₆). Эти точки образуют четвертую генетическую группу.

Изучая взаимное расположение точек, входящих в ту или иную генетическую группу, не трудно заметить, насколько закономерно меняется химический, а следовательно, и минералогический состав глин каждого разреза. Особенно ярко эти изменения проявились в расположении фигуративных точек составов глин из Анабарского разреза, которые по мере перехода низов разреза угленосной свиты к верхам закономерно сдвигаются вдоль стороны по направлению к полю монотермита. Такое положение фигуративных точек на диаграмме вполне согласуется со сложившимся ранее представлением о закономерном увеличении содержания гидрослюды в составе Анабарских глин по мере перехода от низов разреза к верхам.

Аналогичным образом располагаются фигуративные точки составов глин из котуйского разреза. Здесь, так же как и в Анабарском районе, по мере перехода от низов разреза угленосной свиты к верхам минералогический состав глин закономерно меняется в сторону обогащения глин монотермитом и каолинитом.

Иное расположение фигуративных точек свойственно глинам Попигайского района. Фигуративные точки составов глин из низов разреза угленосной свиты располагаются вблизи поля монотермита, в то время как фигуративные точки составов глин из более высоких горизонтов заметно сдвигаются по направлению к монтмориллонитовым глинам (четвертая генетическая группа). Такое расположение фигуративных точек, по-видимому, связано с обогащением туфогенным материалом верхней части разреза угленосной свиты Попигайского района.

Глины Западного поднятия Южного Тигяна в верхах разреза пермских отложений (мисайлапская свита) также обогащаются туфогенным материалом, о чем свидетельствует смещение фигуративных точек образцов 114а и 153б по направлению к монтмориллонитовым глинам четвертой группы.

Рассмотренный выше материал позволяет сделать следующие основные выводы, касающиеся главным образом верхнепермских отложений рассматриваемой территории.

1. Минералогический состав глин претерпевает закономерные изменения как при переходе от одного района северо-восточного края Сибирской платформы к другому, так и в пределах отдельных разрезов.

2. Наблюдающиеся изменения в минералогическом составе глин неугленосной части разреза верхнепермских отложений позволяют утверждать, что с востока на запад имеется переход от фаций континентальных, в условиях которых образуются монотермитовые глины, к фациям морским, обуславливающим формирование монтмориллонитовых и гидрослюдистых глин.

3. В том же направлении, т. е. с востока на запад, угленосные отложения становятся более типичными, в результате чего монтмориллонитовые глины начинают уступать первенствующую роль гидрослюдистым и каолинитовым глинам.

4. Появление в составе верхнепермских отложений туфогенного материала обусловило возникновение монтмориллонитовых глин типа бентонитов, которые приобретают особенно большое значение в составе глин туфогенной части разреза.

5. В пределах отдельных разрезов (бассейн рр. Анабара, Попига, Котуя) наблюдается переход от монтмориллонитовых глин, связанных с морским режимом в первой половине верхнепермского периода, к глинам гидрослюдистым и каолинитовым, возникшим в период формирования угленосных отложений. С появлением в верхах разреза туфогенного материала вновь образуются монтмориллонитовые глины.

6. Несколько особое положение по минералогическому составу глин занимает Нордвикский район (Западное поднятие Южного Тигяна). Здесь по всей терригенной части разреза (включая и нижнепермские отложения) в составе глин преобладают гидрослюды, и лишь появление в верхах разреза туфогенного материала обуславливает возникновение глин монтмориллонитового состава.

Преимущественно гидрослюдистый состав пермских глин Западного поднятия, видимо, связан с двумя обстоятельствами. Во первых, в Нордвикском районе, где мощность пермских отложений значительно больше, чем в платформенных районах, время контакта глинистых частиц с морской водой было сокращено вследствие быстрого перекрытия одного слоя другим. Контакт же этот необходим, как показывают исследования М. Ф. Видуковой [8], для перехода гидрослюды в монтмориллониты. Во-вторых, существенное влияние на минералогический состав глин Западного поднятия оказали процессы диагенеза, однако подробнее этот вопрос будет рассмотрен в следующем разделе.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ГЕОХИМИИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Совокупность приведенных выше данных по геохимии пермских отложений проливает свет на ряд вопросов, связанных с условиями образования пермских отложений, а также позволяет с большим основанием судить о направлении последующих процессов диагенеза и эпигенеза.

Несомненно, что еще в период осадконакопления были заложены некоторые отличительные черты химического состава пермских пород, которые в дальнейшем под воздействием процессов диагенеза и эпигенеза смогли проявиться еще ярче, определяя тем самым геохимический облик пород.

Одной из таких особенностей пермских пород рассматриваемой территории является богатство их органическим веществом, которое либо рассеяно по породе в виде тонкодисперсного обуглившегося растительного

материала, либо образует значительные скопления вплоть до образования пластов углей рабочей мощности. На Западном поднятии Южного Тигяна органическое вещество встречается в виде битумов и жидкой нефти.

Высокое содержание органических веществ в значительной мере определило геохимический характер процессов осадконакопления в пермское время. Оно сказалось на формах переноса ряда веществ (железа, марганца, кремнезема и др.) и на условиях их осаждения и накопления.

Второй существенной особенностью химического состава пермских пород является повышенное содержание в них соединений железа. Характер распределения железа и формы его нахождения показывают, что обогащение пермских пород соединениями железа происходило еще в период осадконакопления.

Как известно, трехвалентное железо весьма чувствительно к реакции среды, а также к наличию в растворе электролитов. Лишь при сравнительно низких значениях pH (2—3), а также при отсутствии солей Са, Mg и щелочных металлов железо продолжительное время удерживается в растворе. Значительно устойчивее становится трехвалентное железо в присутствии коллоидальных растворов SiO_2 и гумусовых веществ.

Двухвалентное железо менее чувствительно к реакции среды, но зато легко окисляется и вследствие этого быстро выпадает в осадок. В таких случаях гумусовые вещества являются стабилизаторами, так как они потребляют присутствующий в растворе свободный кислород и переводят окислительную среду в нейтральную или даже восстановительную. Кроме того, они, как и в случае с трехвалентным железом, могут давать устойчивые в растворе железоорганические соединения.

Пермские отложения рассматриваемой территории весьма богаты органическим веществом, что со всей очевидностью указывает на обилие органических соединений в водах тех рек и временных потоков, которые, наряду с обломочным и коллоидальным материалом, несли растворенное железо. Судя по широкому распространению в пермских отложениях кремнистого цемента, эти воды были богаты также и коллоидальным кремнеземом. Таким образом, в период образования пермских отложений была обстановка, весьма благоприятная для миграции и накопления значительных количеств железа.

Как показывают исследования Н. М. Страхова, накопление соединений железа может быть интенсивным лишь в двух климатических зонах — в зоне умеренно влажного климата и в зоне тропического и субтропического климата. И та и другая зоны в силу обилия влаги и растительности создают условия, благоприятные для растворения железа и дальнейшего его переноса в виде растворов или коллоидов к месту осадконакопления. В этих зонах происходит сравнительно быстрый вынос легкорастворимых солей, а также карбонатов, присутствие которых в растворе понижает растворимость соединений железа и тем самым затрудняет их миграцию.

Однако, наряду с общими чертами, эти зоны имеют и существенные отличия, из которых прежде всего обращает на себя внимание различие в поведении алюминия. В зоне тропического и субтропического климата весьма широко развито аллитное выветривание, в результате чего количество гидратной Al_2O_3 в растворе резко возрастает. Появившийся в избытке глинозем частью захватывается глинистыми минералами, частью идет на образование железо-алюминиевых и алюминиевых минералов.

В зоне умеренно влажного климата аллитное выветривание мало интенсивно, и образующийся глинозем полностью захватывается глини-

стыми минералами, достраивающими свою решетку. Отсюда возникает известная бедность минеральными видами, в частности отсутствие бокситов, малое количество гидратной Al_2O_3 в железных рудах, весьма слабое развитие или полное отсутствие силикатных железных руд. В итоге в зоне умеренно влажного климата соединения железа ассоциируют с соединениями марганца, в то время как железо-алюминиевые и чисто алюминиевые минералы отсутствуют.

Рассматриваемые нами пермские отложения характеризуются повышенным содержанием железа и марганца. Гидратная Al_2O_3 в них отсутствует, так же как отсутствуют силикатные соединения железа типа лептохлорита. Таким образом, есть все основания полагать, что формирование пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы происходило в условиях влажного умеренного климата.

Третья особенность химического состава пермских отложений — повышенное содержание кремния, который фиксируется не только различными видами химического анализа, но и петрографическими исследованиями пород. Как уже упоминалось ранее, особенно высоко содержание кремния в Нордвикском районе, где кремнистый цемент является наиболее распространенным видом цемента.

В результате многочисленных исследований условий растворения, переноса и отложения кремнистых соединений [33, 52, 64] установлено, что кремнезем переносится главным образом в коллоидальном состоянии, хотя и осталось не совсем ясным, в виде каких соединений. Несмотря на то, что кремнезем легче всего растворяется щелочными водами, почти все воды рек и озер континента содержат кремнезем. Последнее обстоятельство связано с тем, что большая часть коллоидального кремнезема, переносимого речными водами, является гидрофильным коллоидом, мало чувствительным к электролитам, выступающим в качестве осадителей. Не менее существенна роль органических веществ, которые по отношению к кремнезему выступают в качестве «защитных коллоидов», предохраняющих кремнезем от коагуляции.

Экспериментальные работы по осаждению кремнезема из раствора показали, что сильным коагулирующим средством являются электролиты, среди которых хлористый натрий и бикарбонат кальция являются наиболее эффективными. В свете этих исследований становится понятным исключительно низкое содержание кремнезема в морской воде, содержащей хлористый натрий в значительном количестве. По мере того как коллоидальный кремнезем попадает в морские воды, он коагулирует, образуя скопления в устьевой части рек и в прибрежной части моря.

В пределах рассматриваемой территории характер распределения кремнезема вполне укладывается в намеченную выше схему, так как по мере перехода от района с преобладающим континентальным режимом, к району, в котором морским отложениям принадлежит уже значительная роль, наблюдается увеличение содержания кремнезема.

Таким образом, в характере распределения железа и кремния имеется определенная зональность: ближе к континенту располагается область преимущественного накопления железа, несколько дальше к морю — область преимущественного накопления кремния. Эта зональность связана с различием в скорости коагуляции рассматриваемых элементов — железо коагулирует несколько быстрее, чем кремний.

Наконец, с процессами осадконакопления связана и четвертая особенность химического состава пермских отложений рассматриваемой терри-

тории — повышенное содержание магния в породах Нордвикского района.

Проведенные исследования показывают, что магний присутствует в пермских породах Западного поднятия Южного Тигяна в виде доломита и анкерита, т. е. минералов, появление которых в осадке вряд ли можно объяснить привнесом со стороны. Автором уже неоднократно подчеркивалось, что возможность для широкой миграции каких-либо элементов или соединений в породах Западного поднятия Южного Тигяна весьма сомнительна в силу их слабой проницаемости. Оба эти обстоятельства — обычный сингенетический или диагенетический характер доломита и анкерита и слабая проницаемость пород Западного поднятия — приводят к выводу, что источник обогащения пермских пород Са, и особенно Mg, надо искать в характере вод того бассейна, в котором происходило осадкообразование.

На основании анализа распределения железа и кремния в пределах рассматриваемой территории Западное поднятие представляется участком, воды которого в период осадкообразования отличались более высокой соленостью, чем воды платформенных районов. Такое представление вполне согласуется с тем фактом, что доломит появляется лишь в отложениях Западного поднятия, т. е. в условиях большей солености, в то время как в платформенных районах доломит и анкерит не встречаются или встречаются очень редко.

Возможно ли, однако, образование доломита и анкерита за счет выпадения соответствующих углекислых солей непосредственно из раствора?

На этот вопрос ответить довольно трудно, так как нет достаточно четких представлений об условиях образования доломита в древние эпохи. Наблюдения над современным карбонатакоплением показывают, что в условиях умеренно влажного климата (характерного, по-видимому, в пермское время для рассматриваемой территории) водоемы влажных зон в течение года получают больше воды, чем они испаряют за то же время. Этот процесс вызывает заметное опреснение внутриконтинентальных морей, заливов и озер, в результате чего химическая садка карбонатов в них становится практически невозможной. В этих условиях весьма ограничен и перенос карбонатов в обломочном состоянии, так как в большинстве случаев они будут растворяться.

Таким образом, преимущественным видом карбонатообразования становится биологическое выделение карбонатов организмами в виде их скелетов. Однако и этот тип карбонатакопления не может быть очень интенсивным: воды, недосыщенные карбонатом кальция, будут растворять его, и лишь благодаря тому, что этот процесс идет очень медленно, некоторая часть карбонатов может сохраниться в осадке.

Трудно сказать, насколько справедлива нарисованная выше картина для пермского времени, так как совершенно очевидно, что процесс карбонатакопления в течение геологических эпох претерпел ряд изменений. В частности Н. М. Страхов считает, что в палеозое процесс карбонатакопления шел несколько иначе в связи с большим содержанием CO_2 в атмосфере. Не имея возможности судить о том, насколько справедливо это предположение, отметим лишь, что и в случае повышенного содержания в атмосфере CO_2 доломит мог осаждаться лишь в условиях теплого климата при достаточной концентрации растворов.

В условиях умеренно влажного климата, даже при повышенном содержании CO_2 , весьма мало шансов на выпадение карбонатов непосредственно

из раствора. Подтверждение этому мы находим в том, что доломит в пермских отложениях Нордвикского района не образует сколько-нибудь значительных скоплений (пластов, линз, пропластков), а рассеян по всей породе в виде незначительной примеси или в виде конкреций.

Следовательно, общий вывод может быть сделан такой: несмотря на то, что воды пермского бассейна на Западном поднятии отличались несколько повышенным содержанием карбонатов (в частности карбонатов Mg) по сравнению с водами платформенных районов, непосредственного осаждения карбонатов из этих вод не происходило.

Этот вывод заставляет нас связывать образование карбонатов на Западном поднятии главным образом с процессами диагенеза.

В тесной связи с климатическими условиями и с гидрохимическим режимом бассейна осадконакопления находится минералогический состав коллоидальных фракций глин. Так известно, что каолининовые глины образуются в условиях влажно-тропического или субтропического климата, в кислой среде, и характерны для континентальных отложений.

М. Ф. Викулова считает, что в более холодном климате каолинит может быть лишь спутником гидрослюдистых глин. Весьма способствует образованию каолинита избыток углекислоты (за счет разложения органики) или серной кислоты (за счет разложения пирита). Благодаря этой особенности каолинит является минералом, довольно широко распространенным среди угленосных отложений.

Климатический диапазон образования гидрослюд значительно шире. По данным М. В. Викуловой, гидрослюдистые глины могут образовываться как во влажном теплом, так и в умеренно теплом и холодном климатах. Среда образования гидрослюд также может меняться весьма значительно, так как установлено, что гидрослюды образуются и в кислой и в щелочной среде.

И. И. Гинзбург и И. А. Рукавишникова, в отличие от М. Ф. Викуловой, считают, что гидрослюды «образуются и сохраняются в условиях влажного холодного или умеренного климата в высоких и средних широтах». В случае более теплого климата (также влажного) они легко переходят в каолинит.

Минералы группы монтмориллонита легко образуются в почвах сухих и полусухих областей при наличии основных пород, а также на дне пресных и солевых водоемов при различных климатических условиях. Среди глин монтмориллонитовой группы наиболее развиты бейделлиты, образующиеся за счет изменения гидрослюд и тонкообломочного материала под влиянием морской воды.

Несколько реже встречаются монтмориллонитовые глины, являющиеся продуктом подводного разложения пеплового материала (бентониты). Во всех случаях необходимым условием образования монтмориллонитовых глин является наличие щелочной среды.

Наиболее характерной особенностью минералогического состава глин рассматриваемой территории является исключительно слабое развитие глин каолининовой группы, встречающихся лишь в виде незначительной примеси к гидрослюде. При довольно широком развитии в пределах разрезов пермских отложений континентальных фаций этот признак, в представлении М. Ф. Викуловой, прямо указывает на умеренный или холодный климат в период осадкообразования.

К аналогичному выводу приводит факт широкого распространения среди пермских отложений гидрослюдистых глин, которые, согласно

И. И. Гинзбургу и И. А. Рукавишниковой, характерны для влажного холодного или умеренного климата. Весьма показательно, что даже наиболее типичные континентальные отложения, такие как в Пурском разрезе, содержат в своем составе не каолинит, а монотермит — минерал из группы гидрослюд.

Весьма любопытным фактом, указывающим на своеобразие пермского осадконакопления, является присутствие в составе угленосной части разреза пермских отложений монтмориллонитовых глин. Последние появляются впервые в самых низах разреза верхней перми, почти одновременно с морской фауной пелеципод. Постепенно к верхам разреза, по мере того как отложения приобретают более континентальный характер и обогащаются углями, монтмориллонитовые глины замещаются гидрослюдами, содержащими в самых верхах разреза примесь каолинита.

Такое распределение глин по разрезу пермских отложений может быть понято при учете климатических и гидрохимических особенностей пермского осадконакопления.

В нижней перми, в условиях влажного умеренного климата, процессы выветривания приводили к образованию гидрослюд типа монотермита, содержащих в той или иной мере примесь каолинитового материала.

В низах верхней перми, в период трансгрессии пермского моря в сторону платформы, тонкообломочный материал, в состав которого входили гидрослюды, стал подвергаться воздействию морских вод, способствовавших переходу гидрослюд в монтмориллониты. Этот процесс, видимо, весьма интенсивный в первый период после трансгрессии, постепенно затухал, и, по мере опреснения бассейна осадкообразования, глины становились смешанными — монтмориллонито-гидрослюдистыми, а затем и чисто гидрослюдистыми.

Несколько иной была обстановка на Западном поднятии Южного Тигяна, где пермские отложения образовывались в условиях более устойчивого режима. Здесь скорость осадконакопления, судя по характеру мощностей, была значительно большей, чем в платформенных районах, в результате чего сократилось время контакта глинистых частиц с морской водой. Как уже упоминалось, М. Ф. Викулова этот контакт считает одним из важнейших условий перехода гидрослюд в монтмориллониты.

Наблюдения над кристаллографическими формами глинистых минералов показывают, что гидрослюды лишь на Западном поднятии Южного Тигяна в некоторых образцах имеют четкие контуры, указывающие на их коллоидальное происхождение. В большинстве случаев контуры гидрослюд расплывчаты и разъедены, как это бывает у большинства минералов, претерпевших перенос на значительное расстояние и измененных в процессе перемещения или в период диагенеза.

Монтмориллонитовые глины также не имеют четкой кристаллографической огранки и, по-видимому, в большинстве случаев являются продуктом изменения гидрослюд.

Происхождение монтмориллонитовых глин из туфогенной части разреза пермских отложений никаких сомнений не вызывает, так как факт образования монтмориллонитов за счет разложения пеплового или туфового материала в водной среде общеизвестен. Однако присутствие в разрезе монтмориллонитовых глин позволяет сделать вывод о подводном образовании части туфогенных отложений, который вполне согласуется с наличием в составе туфогенной толщи шаровых лав (спиллитов).

До сих пор остается неясной роль диагенеза в образовании глинистых минералов. Специальные исследования в этом направлении отсутствуют. В литературе имеются лишь отдельные указания на возможное диагенетическое происхождение некоторых глинистых минералов. Применительно к затрагиваемым районам этот вопрос удобнее рассмотреть в совокупности со всеми диагенетическими процессами, свойственными пермским отложениям.

Подводя итоги геохимическим особенностям пермского осадконакопления, можно наметить три наиболее существенных вывода.

Во-первых, довольно четко определяется вывод о том, что образование пермских отложений рассматриваемой территории шло в условиях умеренно влажного климата, который в значительной мере определил расцвет растительного мира, соответствующее обилие органических соединений в реках и различных водоемах, а также формы переноса и накопления таких элементов, как железо, марганец и кремнезем.

Во-вторых, весьма существенным является вывод о первостепенном значении для формирования глинистых минералов рассматриваемой территории таких факторов как время и скорость осадконакопления.

В-третьих, анализ форм карбонатов, присутствующих в пермских отложениях Западного поднятия, наряду с данными о современном карбонатакоплении, позволяет сделать вывод о том, что хотя предпосылки для карбонатообразования были заложены еще в период осадконакопления, основная масса карбонатных минералов на Западном подняттии формировалась в период диагенеза.

Исследования Н. М. Страхова [48] показывают, что наиболее существенное значение в формировании пород имеет период раннего диагенеза, когда осадок еще не уплотнен, насыщен влагой и является средой, благоприятной для развития бактериальной жизни. Не менее существенно также и то, что концентрация ряда элементов и их солей в иловых растворах возрастает во много раз по сравнению с концентрацией этих элементов и их солей в придонной воде. Так, например, щелочной резерв в иловой воде может быть в 5—10 раз выше, чем в придонной.

При такой повышенной концентрации многие из веществ, находящихся в придонной воде в недонасыщенном состоянии, в иловых водах могут давать насыщенные растворы.

К числу наиболее существенных факторов, определяющих направление процессов раннего диагенеза в пермских отложениях рассматриваемой территории, следует отнести высокое содержание в этих отложениях органических веществ. Под влиянием жизнедеятельности бактерий органические вещества должны были разлагаться, обогащая иловые воды такими продуктами распада, как CO_2 , H_2S и NH_3 . Появившийся избыток CO_2 вначале подкислял иловые воды, но затем благодаря растворению карбонатов биогенного или обломочного происхождения способствовал повышению их щелочного резерва. Одновременно с этим процессом происходило исчезновение свободного кислорода, который расходовался на окисление органики. Таким образом в осадке создавалась восстановительная среда.

Часть элементов, и в первую очередь железо, под влиянием восстановительной обстановки, из окисной формы, которая была им свойственна в период миграции, перешла в закисные формы, образуя соединения типа сидерита и гидротроилита.

В платформенных районах, где воды бассейна осадкообразования были опресненными, концентрация солей Са и Mg в иловых растворах была

не слишком велика. Вследствие такого недонасыщения, а также благодаря повышенному парциальному давлению CO_2 карбонаты Са и Mg, попавшие в осадок в результате биогенных процессов, растворялись. Одновременно шли обменные реакции, в результате которых Са и Mg, находящиеся в растворе, обменивались на Na, адсорбированный глинами еще в процессе осадконакопления. Так, в илах платформенных районов формировались бикарбонатнонатриевые воды, характерные для участков с повышенным содержанием органических веществ.

Углекислый газ и сероводород, образовавшиеся за счет разложения органики, связывали железо в виде сульфидов и бикарбонатов, образуя при этом либо тонкую вкрапленность пирита среди вмещающих пород, либо конкреционные стяжения. На механизме образования последних автор уже останавливался. Следует лишь указать на то, что основным фактором в этом процессе является разница в значении окислительно-восстановительного потенциала в различных частях осадка.

Бикарбонаты железа более растворимы, чем сульфиды, и поэтому более подвижны. Одним из главных факторов миграции бикарбонатов железа является изменение газового режима осадка и в первую очередь изменение содержания CO_2 . Так как концентрация CO_2 в иловых растворах значительно выше, чем в придонной воде, то CO_2 постепенно уходит из осадка в воду.

Утечка CO_2 вызывает немедленное осаждение бикарбонатов железа, в результате чего осадок постепенно обогащается сидеритом.

Так как содержание органических веществ, а следовательно, и возникшего за счет их разложения углекислого газа, в глинистых осадках обычно выше, чем в песчаных, то совершенно неизбежен уход CO_2 из глинистых прослоев в вышележащие песчаные. И здесь потеря CO_2 ведет к выпадению бикарбонатов железа из раствора, в результате чего возникают участки, обогащенные сидеритом (конкреции, линзы).

Возникшие в процессе диагенеза бикарбонатно-натриевые воды, в случае не слишком большого содержания свободного CO_2 , создавали щелочную среду, весьма благоприятную для формирования глин монтмориллонитового типа. Видимо, такая обстановка была свойственна низам разреза верхнепермских отложений в бассейнах рр. Анабара, Котуя и Попигая. По мере обогащения органикой, содержание свободного CO_2 в осадках постепенно увеличивалось, щелочная среда нейтрализовалась и возникали условия, более благоприятные для образования гидрослюд. Отражение этого процесса наблюдается как при переходе от низов разреза угленосной свиты к верхам, так и при прослеживании пермских отложений по простиранию от Анабарского района к бассейну р. Котуя.

Совокупность охарактеризованных выше процессов диагенеза была свойственна пермским отложениям всех четырех платформенных районов, но, по-видимому, не в равной степени и не всем частям разреза. Особенно выделяются в этом отношении нижнепермские отложения рассматриваемой территории и большая часть разреза пермских отложений в бассейне р. Пура, где они носят преимущественно песчаный характер и где процессы захоронения и медленного разложения органики весьма затруднены. Вероятно процессы диагенеза были здесь менее интенсивными, чем в песчано-глинистой толще верхней перми.

Таким образом, если бы песчаные отложения не представляли широкой возможность для миграции эпигенетических растворов, то мы были бы вправе ожидать в них минералогический комплекс, близкий

к первичному. Однако вторичные процессы в песчаных породах весьма интенсивны и лишь немногие, наиболее устойчивые минералы, могут сохраняться в них продолжительное время.

Особенности осадконакопления, свойственные пермским отложениям Западного поднятия Южного Тигяна, не могли не отразиться на характере последующих процессов диагенеза. Так повышенная (по сравнению с платформенными районами) соленость вод на Западном поднятии стала еще более высокой за счет концентрации ряда элементов в иловой воде. В частности, более высоким стало содержание бикарбонатов кальция, магния и железа, которые в условиях высокого содержания CO_2 переходили в раствор из осадка (карбонат биогенного и обломочного происхождения). Утечка в области с меньшим его содержанием вызывала в дальнейшем выпадение этих соединений в осадок. Воды на этих участках становились хлоридными.

Процессы миграции бикарбонатов Ca, Mg и Fe с последующим образованием рассеянных минеральных включений, конкреционных стяжений и цементов принципиально ничем не отличались от описанных ранее процессов миграции бикарбонатов железа в отложениях платформенных районов.

Можно лишь сказать, что эти процессы в силу большей мелкозернистости осадков на Южном Тигяне были весьма затруднены. По этой же причине окисление органических веществ шло медленно, зато широкое распространение получили участки с резко восстановительным режимом, где благодаря низкому значению окислительно-восстановительного потенциала легко выходили в осадок сульфиды железа.

Разложение органических веществ шло в условиях резко восстановительной обстановки и повышенной солености иловых вод. Оба эти фактора в настоящее время многие геологи рассматривают в качестве отправных при преобразовании органики в вещества нефтяного ряда [3, 54, 55]. Широкое развитие нефтепроявлений в отложениях Западного поднятия Южного Тигяна, казалось бы, подтверждает такое представление.

Процессы диагенеза, по-видимому, не изменили первоначальный гидрослюдястый состав глин Западного поднятия. Такая устойчивость может быть объяснена двумя факторами: мелкозернистым характером отложений Западного поднятия, затруднявшим процессы диагенеза, и сравнительно большой скоростью осадконакопления, обеспечивающей быстрое перекрытие одних слоев другими и соответствующее сокращение периода раннего диагенеза.

Последующие стадии диагенеза привели к уплотнению и обезвоживанию пермских осадков рассматриваемой территории. С этим периодом связана дегидратация и перекристаллизация ряда минеральных веществ, а также полное выпадение из раствора легкорастворимых солей. Одновременно происходило старение коллоидов. Так, гидротроилит, теряя воду, переходил в пирит, коллоидальный кремнезем перекристаллизовывался и образовывал кремнистый цемент. Этими процессами и заканчивался процесс преобразования осадков в осадочные горные породы.

Эпигенетические процессы особенно интенсивно проявились в платформенных районах, где осадочные породы отличаются лучшей проницаемостью. С ними же связана миграция щелочных карбонатных растворов, которые, проникая в осадочную толщу, растворяли кремнистый цемент и отлагали на его месте кальцит. Таким путем образовывался известковый цемент и многочисленные известковистые конкреции.

В дальнейшем выход пермских отложений платформенных районов на дневную поверхность определил характер наиболее поздних процессов — процессов выветривания. В результате их окислились пирит и сидерит, выветривались полевые шпаты, разрушались глинистые минералы. За счет окисления пирита происходила сульфатизация реликтовых вод в пермских отложениях Пурского и Анабарского районов. Этот же процесс обуславливал появление каолинитов, образовавшихся за счет разложения гидрослюд в среде, обогащенной сульфатами.

Г л а в а XII

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КРАЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В начале нижней перми рассматриваемая территория становится частью обширного пермского бассейна, пределы которого ограничивались на севере складчатыми сооружениями Таймыра, на западе — Приенисейской складчатой зоной, на юге — нижнепротерозойским и архейским комплексами Алданского и Витимо-Олекминского массивов. В центральной части бассейна возвышался Анабарский кристаллический массив, окруженный карбонатными породами.

Совершенно очевидно, что в пермский период площадь Анабарского кристаллического массива, доступная эрозии, была значительно меньше, чем в настоящее время.

Объектом размыва являлись горные сооружения, окаймляющие вышеупомянутый пермский бассейн, кристаллический комплекс Анабарского массива и окружающие его нижнепалеозойские карбонатные породы. По-видимому, наиболее приподнятым участком в пределах северо-восточного края платформы был Пур-Оленекский район, где на дневную поверхность выходили отложения среднего кембрия, в то время как на западе, в районе Котуя, объектом для размыва была нижнесилурийская пестроцветная толща. Размыв карбонатных толщ нижнего палеозоя не привел, однако, к образованию карбонатных осадков в перми, так как умеренный и влажный климат, установившийся в нижнепермское время, мало способствовал процессам карбонатообразования.

Основными поставщиками терригенного материала в период формирования пермских отложений были породы Анабарского кристаллического массива и протерозойский комплекс Таймыра.

Снос обломочного материала, по-видимому, шел в трех направлениях. Первое направление — северное — вытекает из характера распределения фаций на территории, прилегающей к Анабарскому массиву; второе — юго-восточное — определяется положением поля пермских отложений, окаймляющих Таймырскую складчатую зону; третье — юго-западное — подсказывается закономерным характером распределения обломочного материала в пределах северо-восточного края платформы.

Увеличение к северо-востоку крупности зерна обломочного материала и заметное увеличение содержания обломков пород и агрегатов кварцевых зерен заставляет предполагать существование на северо-востоке,

где-то в пределах моря Лаптевых, горных сооружений, позднее погружившихся на значительную глубину.

Прилагаемая к настоящему разделу схема палеогеографии нижнепермского времени дает общее представление о размещении различных фациальных областей в пределах рассматриваемой территории (рис. 37).

На схеме выделены три области: область сноса, область преимущественного развития континентальных фаций и область преимущественного развития прибрежно-континентальных фаций.

Область сноса охватывает кристаллические породы Анабарского массива и окружающие его нижнепалеозойские карбонатные породы. Область преимущественного развития континентальных отложений включает полностью изученные в естественных выходах пермские отложения Пурского района и большую часть пермских отложений Анабарского района.

Нижнепермские отложения, изученные в бассейнах рр. Попигая и Котуя, большей частью попадают в третью область — область преимущественного развития прибрежно-континентальных фаций.

Нижнепермские отложения Западного поднятия Южного Тигяна также попадают в третью область, хотя они и занимают в этой области несколько особое положение, располагаясь в непосредственной близости от береговой полосы.

Отложение осадков нижней перми началось в спокойной обстановке при очень медленном прогибании Западной части рассматриваемой территории. Только таким исключительно спокойным характером колебательных движений можно объяснить отсутствие конгломератов и повсеместное образование в основании нижней перми глинисто-алевритовых пород.

В зависимости от амплитуды колебательных движений, которая на различных участках северо-восточного края Сибирской платформы имеет различную величину, меняется и фациальный характер нижнепермских отложений.

В участке наименьшего прогиба — в бассейне р. Пура, — пермские отложения носят ярко выраженный континентальный характер. Им свойственна сравнительно небольшая мощность (120 м), крайняя неустойчивость разреза по простиранию, косая слоистость типа временных потоков и речного типа, более крупный, по сравнению с нижнепермскими отложениями других районов, размер обломочного материала.

Монотермитовый состав коллоидальных фракций и преобладание сульфатов в составе реликтовых вод также указывают на типично континентальный характер пермских отложений в бассейне р. Пура.

На запад от бассейна р. Пура, в бассейнах рр. Попигая и Котуя, типично континентальный режим осадкообразования сменяется прибрежно-континентальным режимом. Эта смена происходит постепенно и отложения Анабарского района по своим фациальным особенностям являются промежуточными, носящими черты, сходные как с отложениями Пурского района, так и с отложениями бассейна рр. Попигая и Котуя.

По-видимому, изредка в западную часть рассматриваемой территории проникали морские воды и тогда здесь возникали условия, благоприятные для появления морской микрофауны (бассейн р. Попигая), многочисленные реки несли сюда мелкозернистый песчаный материал, содержащий значительную примесь алевритовых и глинистых частиц.

Блуждание русел рек приводило к неоднократному перемишу ранее отложившегося материала и вызывало оползание у крутых берегов участков слабо диагенезированных пород.

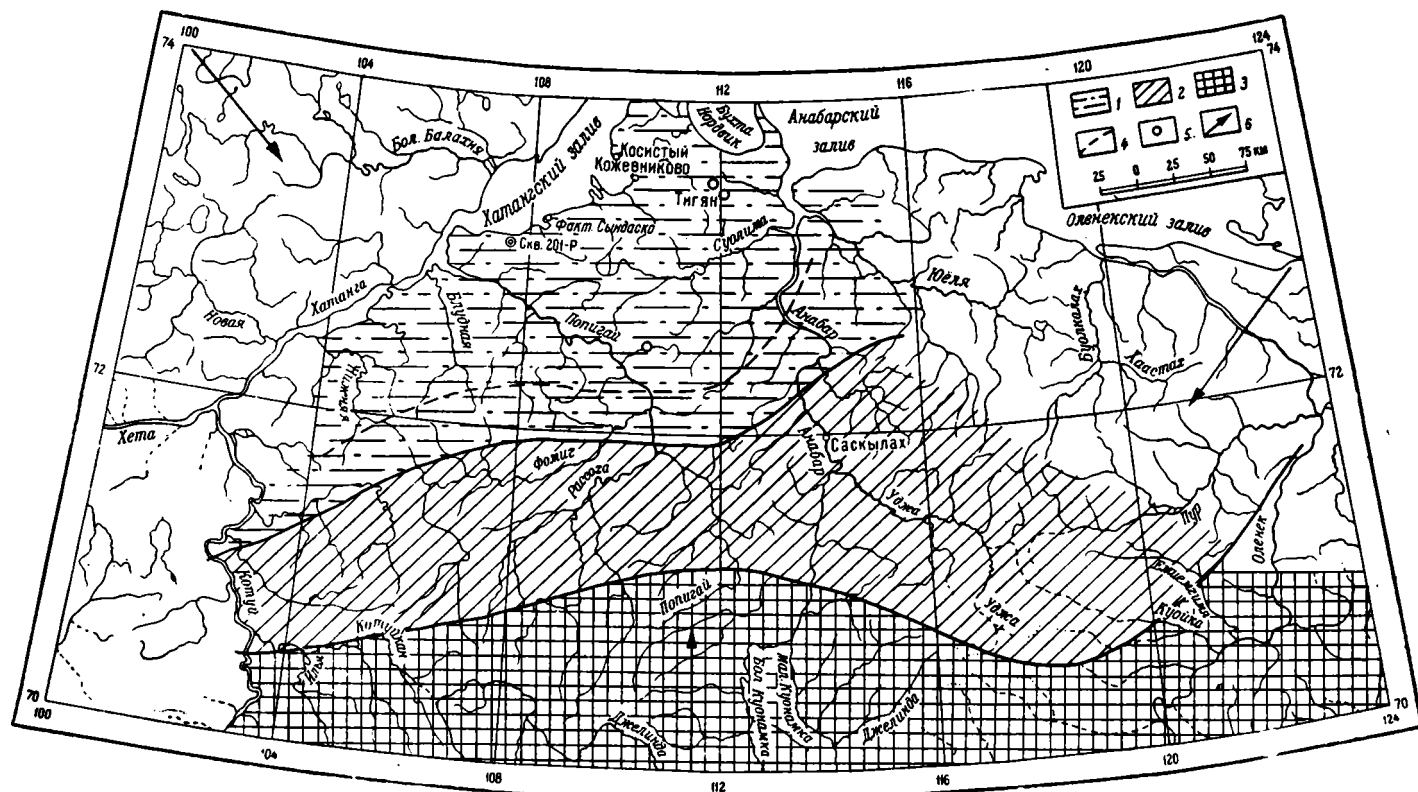


Рис. 37. Схема палеогеографии территории междуречья Попогая — Анабара — Оленека в нижнепермское время.
Составил И. С. Грамберг.

1 — область преимущественного развития прибрежно-континентальных фаций; 2 — область преимущественного развития континентальных фаций; 3 — область размыва; 4 — граница максимальной трансгрессии в нижнепермское время; 5 — места нахождения морской фауны; 6 — направление сноса.

Приуроченность большей части рассматриваемой территории к области прибрежно-континентальных фаций определила своеобразие нижнепермского осадконакопления. Формировались осадки, обладающие то горизонтальной, то косой слоистостью; либо протягивающиеся на значительное расстояние, либо выклинивающиеся на протяжении нескольких метров; осадки, несущие следы усыхания, размыва и переотложения.

Колебательные движения приводили к периодической смене режима осадконакопления, в результате чего на отдельных участках создавались условия, благоприятные для накопления и захоронения растительных остатков. Так возникали застойные прибрежные озера, в которых формировались тонкозернистые алевроито-глинистые осадки, обладающие горизонтальной слоистостью и содержащие маломощные прослои углей. Осадконакопление в этих бассейнах сопровождалось накоплением закисных соединений железа и глин монтмориллонитового состава.

Однако, в целом, для северо-восточного края Сибирской платформы в нижнепермское время характерно образование преимущественно песчаных осадков, которым свойственна значительная пестрота текстур, крайняя неустойчивость отложений по простиранию, скудость и однообразие растительных остатков.

Западное поднятие Южного Тигяна в нижнепермское время являлось участком, куда время от времени проникали морские воды. В результате образовывались довольно разнородные по своему составу осадки, в которых прослои тонкозернистых пород (алевритовых и глинистых) с горизонтальной или волнистой слоистостью, содержащие морскую микрофауну, чередуются с прослоями более грубозернистых, преимущественно песчаных осадков, часто весьма неустойчивых по простиранию, несущих следы размыва и переотложения.

В конце нижней перми до северного края Сибирской платформы доходят отзвуки саальской фазы варисской складчатости, проявившейся, согласно данным В. А. Вакара, в Таймырской геосинклинальной области. На платформе это находит свое отражение в смене нисходящего движения восходящим, в результате чего большая часть территории, которая до сих пор была областью осадконакопления, теперь становится областью размыва.

Верхнепермская эпоха начинается с резкого усиления, наметившегося в начале нижней перми, общего нисходящего движения рассматриваемой территории Сибирской платформы. Морские воды заходят далеко в глубь платформы, охватывая обширную территорию от р. Котуя на западе до р. Анабара на востоке. Погружение области осадконакопления сопровождается одновременным поднятием области размыва. Эрозионная деятельность рек и речных потоков заметно усиливается, благодаря чему начинает накапливаться более крупнозернистый, но крайне неоднородный по составу обломочный материал. Конгломераты, несмотря на незначительную мощность и линзообразный характер, получают повсеместное распространение и всюду знаменуют переход к новым, отличным от прежних, условиям осадконакопления.

Схема палеогеографии верхнепермского времени, прилагаемая к настоящему разделу, отражает расположение фациальных областей в пределах рассматриваемой территории в течение верхней перми. Нетрудно заметить, что по сравнению с нижнепермским временем границы этих областей в западной части территории смещаются к югу (рис. 38).

Трансгрессия моря в сторону платформы привела к сокращению области преимущественного развития континентальных отложений. В резуль-

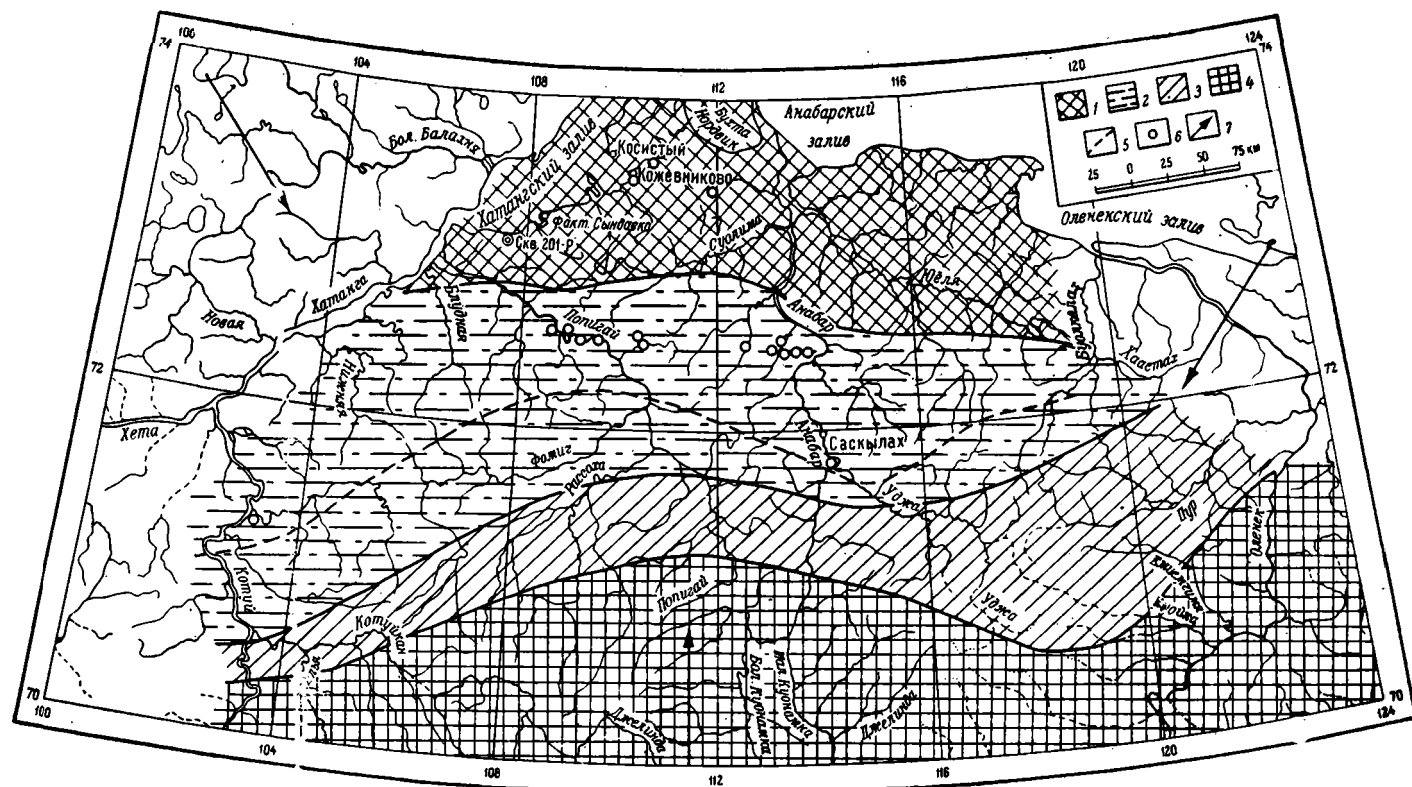


Рис. 38. Схема палеогеографии территории междуречья Попигая — Анабара — Оленека в верхнепермское время. Состав И. С. Грамберг, 1953 г.

1 — область ритмичной смены прибрежно-морских и прибрежно-континентальных фаций; 2 — область преимущественного развития прибрежно-континентальных фаций; 3 — область преимущественного развития континентальных фаций; 4 — область размыва; 5 — граница максимальной трансгрессии в начале верхней перми; 6 — место нахождения морской фауны и микрофауны; 7 — направление сноса.

тате из изученных участков в эту область попадают лишь пермские отложения бассейна р. Пура.

Пермские отложения Анабарского, Попигайского и Пурского районов, за исключением самых низов разреза, формировались в области преимущественного развития прибрежно-континентальных фаций.

В область ритмичной смены прибрежно-морских и прибрежно-континентальных фаций попадают пермские отложения Западного поднятия Южного Тигяна.

В начале верхнепермской эпохи рассматриваемая территория является прибрежной частью обширного эпиконтинентального морского бассейна, захватывающего Котуйский, Попигайский и Анабарский районы. В этом бассейне образовывались песчано-алевритовые осадки, характеризующиеся плохой сортировкой обломочного материала, наличием нескольких типов слоистости (горизонтальной, волнистой и косой морского типа), следами подводного оползания и многочисленными включениями угловатых обломков глин.

Насколько далеко морские воды проникали в сторону платформы, можно судить по границе максимальной трансгрессии, показанной на схеме палеогеографии верхнепермского времени территории междуречья Котуя — Анабара — Оленека. Эта граница довольно четко прослеживается по находкам фауны и микрофауны, характерной для пелециподового горизонта верхней перми.

Верхнепермская эпоха характеризуется исключительным расцветом растительного мира, о чем свидетельствует интенсивность процессов углеобразования. Особенно большое развитие в верхнепермское время получили кордаиты — деревья с мощными стволами, имеющими структуру хвойных, и крупными листьями. Они образовывали сплошные леса по берегам морских заливов, озер и болот. Наряду с кордаитами значительным распространением пользовались представители папоротникообразных, ка ламитов, древних хвойных, цикадофитов. Даже в самом восточном углу рассматриваемой территории (устье р. Пура), где в нижнепермское время господствовали процессы денудации, в течение верхней перми образуются осадки, содержащие многочисленные отпечатки растений, обломки окаменелых стволов деревьев, линзообразные прослои углей.

Влажный климат и обилие растительных остатков создавали условия, благоприятные для миграции и накопления таких элементов, как железо, марганец и кремний. Образуя устойчивые в присутствии органических коллоидов соединения, эти элементы могли переноситься на значительное расстояние, выпадая из раствора лишь в случае резкого изменения физико-химических свойств окружающей среды.

Трансгрессировавшие в сторону платформы морские воды были достаточно богаты электролитами, выступающими в качестве осадителей. Встречаясь с ними, соединения железа, марганца и кремния коагулировали и выпадали в осадок, связывая при этом зерна обломочного материала.

Железо выпадало из раствора довольно быстро, благодаря чему отложения, расположенные ближе к континенту (платформенные районы), оказались особенно богатыми соединениями железа. Кремнезем, коагулируя медленнее железа, осаждался на большем удалении от береговой полосы (Западное поднятие Южного Тигяна).

Относительно небольшая скорость осадконакопления, свойственная платформенным районам, наряду с щелочным характером морских вод,

обусловила возникновение среды, весьма благоприятной для образования монтмориллонитовых глин.

Таким образом, формирование низов разреза верхнепермских отложений происходило с одной стороны в условиях оживленной деятельности речной системы, с другой — в условиях кратковременной трансгрессии пермского моря в сторону платформы. Этот вывод может быть распространен на все платформенные районы за исключением Пурского, куда морские воды, по-видимому, не проникали и где литолого-геохимические особенности пород свидетельствуют лишь об их речном (возможно, дельтовом) происхождении.

В дальнейшем нисходящее движение территории северо-восточного края Сибирской платформы сменилось восходящим. Морские воды, трансгрессировавшие в начале верхней перми в сторону платформы, начали отступать. Прибрежные водоемы, теряя связь с морем, заметно опреснялись.

Эрозионная деятельность рек резко уменьшалась вместе с уменьшением скорости их течения; переносимый реками обломочный материал становился более мелкозернистым и более дифференцированным. Несмотря на то, что гранулометрический состав осадков по-прежнему оставался неоднородным, содержание отдельных фракций в них благодаря большей дифференцированности обломочного материала становилось более устойчивым. Возникали обширные прибрежные лагуны, озера и болота с режимом осадконакопления, весьма благоприятным для образования углей.

Зона интенсивного угленакопления на палеогеографической схеме верхнепермского времени (рис. 38) располагается в пределах области преимущественного распространения прибрежно-континентальных фаций, причем северные границы зоны и области совпадают.

Южной границей зоны интенсивного угленакопления можно считать границу максимальной трансгрессии в начале верхней перми, так как последняя отделяет от континента зону, подверженную воздействию как морской, так и континентальной среды и характеризующуюся поэтому частой сменой режима осадкообразования, столь необходимой для процессов угленакопления.

Умеренно влажный климат с замедленными сезонными колебаниями (о чем свидетельствуют годовые кольца на обломках древесины) обуславливал возникновение осадков с ленточной слоистостью. В значительной мере этому способствовало опреснение вод, так как пониженное содержание электролитов (солей) создавало среду, благоприятную для медленного осаждения и соответствующей дифференциации глинистого материала.

Таким образом, в этот период на обширной территории от р. Котуй на западе до бассейна р. Пура на востоке, формируются преимущественно тонкозернистые осадки с горизонтальной, часто ленточной, слоистостью.

В тесной связи с климатическими особенностями верхнепермского времени находится и минералогический состав коллоидальных фракций глин. В условиях умеренно влажного климата процессы выветривания приводили главным образом к образованию гидрослюд, которые в начале верхнепермского периода попадали в морской бассейн и в результате воздействия на них морской воды переходили в монтмориллониты. В дальнейшем по мере опреснения бассейна осадконакопления:

контакт с морской водой утрачивался, и глины сохраняли свой гидродлюстий состав.

Процессы окисления органических веществ вызывали дефицит кислорода — в осадке создавалась восстановительная среда, в которой окисные соединения начинали переходить в закисные. Так формировались бикарбонаты и сульфиды железа, перешедшие в дальнейшем в сидерит и пирит.

В пределах рассматриваемой территории наблюдается исключительно закономерное изменение фацциальных особенностей верхнепермских отложений с запада на восток, что особенно бросается в глаза при изучении угленосной части разреза. Совершенно очевидно, что основным фактором, определившим закономерность этих изменений, являлись тектонические движения. Строение угленосной части разреза пермских отложений показывает, что на фоне общего восходящего движения, которое испытывала рассматриваемая территория во второй половине верхнепермского периода, имели место колебательные движения второго порядка, обладающие меньшей амплитудой, но более интенсивные.

На крайнем востоке, в бассейне р. Пура, пермские отложения формировались в условиях устойчивого континентального режима, так что колебательные движения, которые имели здесь место, не меняли сколько-нибудь существенно процесс осадконакопления. В результате образовывались довольно однообразные песчаные и песчано-алевритовые отложения, содержащие редкие и маломощные линзы каменного угля.

Иначе обстояло дело на западе, где область осадконакопления располагалась в непосредственной близости к морю и где даже сравнительно небольшие колебательные движения существенно меняли процесс осадконакопления то усиливая его, то резко ослабляя. Так, поднятие рассматриваемой территории приводило к обмелению водоемов. В результате возникали болота и прибрежные заросли, в которых накапливался органический материал. Последующее опускание вызывало усиление процесса осадкообразования и, соответственно, захоронение накопившегося органического материала. В итоге создавались условия, крайне благоприятные для угленакопления.

Судя по литологическому составу угленосной части разреза пермских отложений, а также по количеству и мощности пластов угля бассейн р. Котуя являлся участком, где смена условий осадконакопления происходила особенно часто и где, таким образом, были условия, наиболее благоприятные для углеобразования. В бассейне р. Попига, расположенном несколько ближе к платформе, колебательные движения уже не вызывали столь резкой смены условий осадкообразования и поэтому угленакопление здесь шло менее интенсивно. Наконец, бассейн р. Анабара по условиям осадконакопления занимает промежуточное положение между бассейном р. Пура и Попигайским районом.

Западное поднятие Южного Тигяна в начале верхнепермского периода являлось участком, где формировались типично морские отложения, содержащие морскую фауну и микрофауну. В дальнейшем для территории, частью которой является Западное поднятие, характерна последовательная смена прибрежно-морского и прибрежно-континентального режимов осадконакопления.

Наличие в низах разреза верхней перми пачки относительно крупнозернистых песчаных пород, содержащих линзообразные прослои конгломератов, указывает на то, что осадконакопление на Западном поднятии

Южного Тигяна, так же как и на платформе, началось в условиях оживления эрозионной деятельности речных потоков, доставляющих обломочный материал.

По мере спада эрозионной деятельности рек, до Западного поднятия начинает доходить лишь сравнительно мелкозернистый обломочный материал с более устойчивым содержанием тех или иных гранулометрических фракций. Последнее обстоятельство обуславливало возникновение осадков с довольно выдержанной горизонтальной слоистостью, которая лишь на отдельных участках под влиянием волновых движений или подводных течений сменялась осадками с волнистой или косой слоистостью.

В значительной мере текстурные особенности пород Западного поднятия усложнялись вследствие сейсмических толчков, которые были, по-видимому, предвестниками проявившейся несколько позднее интенсивной вулканической деятельности. Эти толчки приводили к оползанию рыхлого, насыщенного водой или слабо диагенезированного осадка на сейсмически малоустойчивых участках морского дна. Возникал своеобразный комплекс текстур, включающий седиментационные брекчии, флюидалные текстуры и сингенетические микросбросы.

Располагаясь в пределах зоны, характеризующейся в определенные периоды прибрежно-морским режимом, Западное поднятие являлось участком, где особенно интенсивно накапливался кремнистый и кремнисто-глинистый материал, который в дальнейшем дал основную массу цементирующих веществ для песчаных и алевроитовых пород.

Железо попадало сюда в заметно меньших количествах и, как правило, в сопровождении марганца, что указывает на его химическое, а не на обломочное происхождение в осадках Западного поднятия.

Значительно большая, сравнительно с платформенными районами, скорость осадконакопления приводила к сокращению времени контакта глинистых минералов (главным образом гидрослюд) с морской водой как в период осадконакопления, так и в стадию диагенеза. В результате глинистые минералы на Западном поднятии сохранили свой гидрослюди-стый состав.

Во второй половине верхнепермского периода общее поднятие, которое испытывал северо-восточный край платформы, захватило и территорию Западного поднятия Южного Тигяна. Море начало отступать, и рассматриваемый участок попал в прибрежную зону, где колебательные движения второго порядка вызывали частую смену условий осадкообразования. Формировались осадки, в которых морские прослои чередовались с прослоями континентальными.

В самом конце верхней перми продолжающийся общий подъем северо-восточного края Сибирской платформы вызвал растяжение пород, слагающих рассматриваемую территорию, что в свою очередь привело к образованию крупных трещин и разломов. Указанные разломы и трещины стали в дальнейшем путями для проникновения на поверхность туфогенного материала.

Исследования последних лет вполне определенно говорят о существовании значительной по своему масштабу эффузивной деятельности в конечный период образования угленосной свиты. Свидетелем этого является тесная ассоциация типичных пирокластических образований с образованиями осадочного происхождения. С другой стороны, такая тесная ассоциация указывает на значительную роль водной транспортировки, которая, судя по пестроте и невыдержанности смешанной

эффузивно-терригенной части разреза, совершалась на небольшие расстояния.

Появление примеси туфогенного материала существенно изменило минералогический состав коллоидальных фракций глин, которые почти всюду становятся монтмориллонитовыми.

Постепенно роль материала осадочного происхождения становилась все меньше и, наконец, наступил такой период, когда началось образование чисто вулканогенных отложений.

Как заключительную стадию вулканической деятельности следует рассматривать внедрение в толщу пермских отложений, в том числе и туфогенных, мощных интрузий трапповой магмы.

В течение всего триаса, а также во время нижнего лейаса на большей части северо-восточного края Сибирской платформы господствовал континентальный режим и преобладали процессы денудации. Лишь на востоке рассматриваемой территории — в Пурском районе, да на севере — в районе Западного поднятия в нижнем триасе установился морской режим, который существовал на протяжении всего среднего триаса.

Глава XIII

ПРОГНОЗ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Освещая, главным образом, вопросы стратиграфии и литологии пермских отложений Анабарского района и смежной территории Сибирской платформы, настоящая работа не может претендовать на сколько-нибудь полную характеристику полезных ископаемых рассматриваемой территории. В связи с этим излагаемые ниже соображения о нефтеносности и угленосности пермских отложений Анабарского и смежных с ним районов не являются результатом детального изучения самих полезных ископаемых, а скорее носят характер прогноза, основанного на исследовании вмещающих эти полезные ископаемые осадочных пород.

Естественно, что основное внимание в настоящей главе будет уделено вопросам нефтеносности, ради решения которых и поставлены стратиграфические и литологические исследования в пределах северо-восточного края Сибирской платформы.

Угленосность будет освещена лишь в самых общих чертах, так как, во-первых, автор не проводил никаких специальных исследований в этом направлении, во-вторых, вопросам угленосности рассматриваемой территории Сибирской платформы посвящена недавно законченная работа И. М. Мигая (1952), в которой использованы выводы автора по стратиграфии и литологии Анабарского района и смежной с ним территории.

ПРОГНОЗ НЕФТЕНОСНОСТИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Характер нефтепроявлений и их распространение

В пределах рассматриваемой территории нефтепроявления зафиксированы лишь в двух районах: в бассейне р. Пура, где пермские и кембрийские отложения, обильно пропитанные битумами, выходят на дневную поверхность, и на Западном поднятии Южного Тигяна, где нефтеносные пермские породы вскрыты на значительной глубине.

В устьевой части р. Пура в 75-метровой толще верхнепермских отложений битумы встречаются по всему разрезу. Исследовавший этот район А. И. Гусев указывает, что «по причине слабой обнаженности и недостаточного количества наблюдений в настоящее время нельзя дать точное распределение в разрезе и количественное соотношение пропитанных и непропитанных битумами слоев». Содержание битума в породе колеблется в значительных пределах (от 0,89 и до 9,84 %) и зависит как от текстурных особенностей породы, так и от состава цементирующих веществ. Исследователь отмечает, что содержание битумов в песчаниках увеличивается около линий сбросовых нарушений.

Вниз по течению р. Пура характер битумонасыщения остается тем же самым. Битуинозные слои и линзы встречаются по всему разрезу. Битумы, как правило, пропитывают песчаные разности пород, причем нередко сами битумы выполняют роль цементирующих веществ. Д. С. Гантман, исследовавший пермские отложения, развитые в бассейне р. Пура, отрицает связь между содержанием битумов в породах и сбросовой тектоникой.

По общему характеру битумы Пурского района очень близки между собой, что, по-видимому, указывает на их генетическую общность. В элементарном составе пурских битумов наблюдается несколько пониженное содержание азота, явно несоответствующее их групповому составу. По мнению А. И. Гусева, такое содержание азота следует связывать с выветриванием битумов, которое сопровождается потерей азота в виде аммонийных солей, а также с образованием асфальтенов за счет менее богатых азотом смол и даже масел. В целом анализы химического состава пурских битумов не оставляют сомнений в том, что эти битумы имеют нефтяную природу.

Нефтепроявления на Западном поднятии Южно-Тигянской антиклинальной складки фиксируются в широком стратиграфическом диапазоне, захватывая отложения палеозоя и мезозоя. Согласно данным М. К. Калинин (1952), нефтепроявления на Западном поднятии начинаются на глубине 15 м и прослеживаются бурением до глубины 2200 м. Характер нефтепроявлений весьма разнообразен и меняется от спорадически встречающихся небольших количеств битумов, улавливаемых лишь при люминесцентном анализе, до сплошного пропитывания пород жидкой нефтью.

Наиболее интенсивные нефтепроявления встречены в пермских отложениях, которые и являются на Западном поднятии основным объектом разведки на нефть. Среди пермских отложений можно выделить три песчаных горизонта, к которым приурочено наибольшее количество жидкой нефти. Два из них располагаются в пределах верхнекожевниковской (ильинской) свиты и известны у геологов Нордвикской экспедиции под названием первого и второго ильинских горизонтов, третий — приурочен к отложениям нижнекожевниковской (подильинской) свиты и известен под названием первого подильинского горизонта.

Первый ильинский горизонт располагается в кровле свиты непосредственно под конгломератом, лежащим в основании мисайлапской свиты. Он сложен серыми мелкозернистыми песчаниками, содержащими линзовидные прослойки алевролита и аргиллита. На отдельных участках песчаники переходят в песчанистые алевролиты. Мощность горизонта меняется по простиранию от 10 до 20 м.

Наиболее интенсивные нефтепроявления в первом ильинском горизонте фиксируются скв. Р-105, которая вскрывает тонкие прослои с жид-

кой нефтью. В скв. Р-103 песчаники этого горизонта весьма слабо пропитаны нефтью; загустевшая нефть встречается здесь в виде примазок по трещинам. В скв. Р-104, при вскрытии данного горизонта, на поверхности раствора наблюдалась пленка нефти.

Второй ильинский горизонт, расположенный на расстоянии 110,0 м, от подошвы первого ильинского горизонта, сложен серыми или буровато-серыми мелкозернистыми песчаниками с прослоями аргиллитов и алевролитов. Второй горизонт, так же как и первый, отличается значительным непостоянством разреза, в результате чего его мощность колеблется от 10 до 20 м. Далеко не во всех скважинах второй ильинский горизонт выражен достаточно четко, так, например, в скв. Р-103 он содержит значительное количество алевроитовых прослоев, делающих его выделение весьма условным.

Наиболее интенсивные нефтепроявления во втором ильинском горизонте обнаружены скв. Р-102, при бурении которой получен керн, сплошь насыщенный жидкой нефтью. Скв. Р-103 также обнаружила песчаники со сплошным насыщением нефтью. Отложения второго ильинского горизонта, вскрытые скв. Р-104 и Р-105, макроскопических признаков нефти не содержат.

На литологических особенностях первого подильинского горизонта нет необходимости останавливаться, так как при описании разреза пермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна этот горизонт охарактеризован достаточно полно.

С отложениями первого подильинского горизонта связаны наиболее интенсивные нефтепроявления в Нордвикском районе, однако и здесь насыщение нефтью крайне непостоянно. Наибольшее насыщение нефтью фиксируется в песчаниках первого подильинского горизонта, вскрытого скв. Р-102. Несколько меньшее насыщение нефтью свойственно разрезу скв. Р-104 и, наконец, лишь пятнистое насыщение наблюдалось в разрезе скв. Р-103.

В лаборатории Нордвикской нефтеразведочной экспедиции производились количественные определения содержания битумов в породах первого подильинского горизонта методом экстрагирования (в аппарате Секслета) и люминесцентно-битуминологическим методом. Как указывает М. К. Калинин (1952), результаты этих исследований показали, что содержание битумов в пределах первого подильинского горизонта колеблется в широких пределах.

М. К. Калинин сопоставил данные о содержании битумов с данными, касающимися физико-химических свойств нефтей, и пришел к выводу, что колебания в содержании битумов в основном связаны с характером нефтей. Исследование общих свойств нефтей из первого подильинского горизонта показывает, что они представлены тяжелыми высокосернистыми нефтями. При этом наблюдается значительное утяжеление нефтей к западу и востоку от скв. Р-102. Одновременно с утяжелением нефтей фиксируется увеличение их вязкости и количества серы и смол.

Несколько иначе характеризуют нордвикские нефти результаты люминесцентно-битуминологических анализов. Они показывают, что в разрезе скв. Р-102 преобладает средний битум (тяжелые смолы) и смолисто-асфальтеновый битум. На восток от скв. Р-102, в разрезе скв. Р-104, относительное содержание смолисто-асфальтенового битума значительно увеличивается. На север от скв. Р-104 в скв. Р-107 битумы представлены тяжелыми и реже легкими смолами. В скв. Р-103 основная роль принад-

лежит легким смолам, несколько реже встречены масла и еще реже тяжелые смолы. Таковы данные о составе и физико-химических свойствах нефтей и битумов «первого подильинского горизонта».

Коллекторские свойства пермских пород

При рассмотрении коллекторских свойств пермских пород рассматриваемой территории приходится учитывать то, что большая часть разрезов пермских отложений исследовалась в естественных выходах и лишь на Западном поднятии Южного Тигяна пермские отложения изучались по керну буровых скважин.

Нет сомнений в том, что процессы выветривания в той или иной мере изменяли коллекторские свойства пород, выходящих на дневную поверхность или близких к ней, хотя и не совсем ясно, насколько существенны эти изменения. Дело в том, что в пределах платформенных районов с запада на восток резко уменьшается степень сцементированности песчаных и алевроитовых пород, в результате чего в восточных районах большая часть разреза пермских отложений сложена не песчаниками и алевролитами, а песками и алевроитами.

Если связывать слабую сцементированность песчаных пород на востоке с процессами выветривания, то тогда следует весьма скептически отнестись ко всем данным, касающимся коллекторских свойств пород районов, изученных в естественных выходах и уже во всяком случае избегать сопоставления этих данных с результатами исследований коллекторских свойств пород, взятых из буровых скважин. Однако возможно, что слабая цементация песчаных пород восточных районов является следствием особенностей процесса осадконакопления или более поздних процессов диагенеза и что, следовательно, выветривание не очень существенно изменило первоначальный облик пород.

Появившиеся в настоящее время материалы по бурению в пределах Оленекского района показывают, что вторая точка зрения менее обоснована: вскрытые бурением пермские отложения не содержат рыхлых разностей песчаных и алевроитовых пород. Правда, остается возражение, что с юга на север (скважины пробурены к северу от естественных выходов) наблюдается переход от отложений континентальных к отложениям морским, где степень сцементированности пород будет более высокой, но все это звучит не очень убедительно: буровые скважины вскрывают не только морские, но и типично-континентальные отложения.

Изложенные выше соображения послужили основанием для того, чтобы при изучении коллекторских свойств основной упор был сделан на образцы сцементированных пород, так как породы рыхлые, возникшие в процессе выветривания, не могут отражать физические свойства одно-возрастных пород, залегающих на глубине.

К сожалению, в распоряжении автора был весьма ограниченный каменный материал, отражающий литологию платформенных районов. В результате лабораторному исследованию подверглись лишь образцы из Анабарского района, который в настоящем исследовании стоит в центре внимания. Для целей сопоставления исследовались также образцы из буровых скважин Западного поднятия Южного Тигяна.

Несомненный интерес с точки зрения изучения коллекторских особенностей пород представляет Пурский район, где в пермских отложениях фиксируются многочисленные битумопроявления. Однако отсутствие

необходимого каменного материала заставило автора ограничиться теми немногочисленными данными, которые имеются по этому вопросу в отчете Д. С. Гантмана (1949).

Исследование анабарских образцов представляло особенно большой интерес в связи с тем, что в Анабарском разрезе наиболее четко выражены минералогические типы цементов песчаных и алевритовых пород. Это позволило выяснить характер взаимосвязи между составом цемента и физическими свойствами того или иного образца. К сожалению, небольшие размеры большей части образцов не позволили сделать достаточное количество анализов проницаемости, и о коллекторских свойствах пород Анабарского района приходится судить, главным образом, по данным определений пористости.

В табл. 6 приведены результаты определений пористости 35 образцов песчаных и алевритовых пород Анабарского района. Образцы расположены в таблице по группам, в зависимости от состава цементирующих веществ. Там, где это было возможно, приведены также данные о гранулометрическом составе пород.

В приведенной таблице связь между минералогическим составом цементов песчаных пород и их пористостью выступает исключительно рельефно. Так, величина пористости в песчаниках и алевролитах, сцементированных известковистым цементом, колеблется в пределах от 4,04 до 13,62 %, достигая в среднем величины 8,00 %.

Песчаники и алевролиты с кремнистым цементом обладают более высокой пористостью, значения которой колеблются от 16,00 до 27,60 % при средней величине в 23,00 %. Примерно такова же средняя пористость у песчаников и алевролитов с сидеритовым (частично лимонитовым) цементом (22,50 %), однако диапазон изменений ее значительно шире — от 8,03 до 30,71 %. Таким образом, каждому минералогическому типу цемента свойственен свой, отличный от других, диапазон пористости.

Совершенно иная картина наблюдается при сопоставлении данных определений пористости с анализами гранулометрического состава пород. Оказывается, что песчаники весьма близкого гранулометрического состава, но обладающие различными минералогическими типами цементов, резко отличаются друг от друга по величине пористости. Примером могут служить два образца алевролитов, один из которых (72в/в₁) сцементирован сидеритовым, а второй (71а/а₂) — известковистым материалом. Несмотря на то, что гранулометрический состав этих образцов характеризуется весьма близкими цифрами по значению пористости, они отличаются весьма резко (26,55 и 11,70 %).

Не менее показателен пример с образцами 68б/б₂ (известковистый цемент) и 64а/а₅ (сидеритовый цемент), которые сложены примерно одинаковым количеством песчаных частиц, но заметно отличаются по содержанию алевритовых и глинистых. Значительное преобладание глинистых частиц в составе образца 64а/а₅, казалось бы, должно было существенно понизить его коллекторские свойства, однако и в этом случае решающее значение принадлежит минералогическому типу цемента, благодаря чему образец 64а/а₅, несмотря на худший гранулометрический состав, отличается более высоким значением пористости.

Те немногочисленные данные по проницаемости анабарских образцов, которые имеются в распоряжении автора, подтверждают правильность наметившихся выводов. Так, из четырех образцов, для которых был определен коэффициент проницаемости, два образца, сцементированные крем-

Таблица 6

Сопоставление результатов определений пористости пород Анабарского района с данными о их гранулометрическом составе и составе цементирующих веществ

Номера образцов	Минералогический состав цементов песчаных и алевроитовых пород	Коэффициент пористости	Содержание частиц в породе		
			песчаных	алевритовых	глинистых
41	Известковистый . . .	11,76	45,80	37,39	16,81
35	Известковистый и немного кремнистого . .	4,04	—	—	—
68a/a ₇	Известковистый . . .	6,00	—	—	—
66a/a ₁	То же	9,76	78,32	16,32	5,36
27	» »	13,62	—	—	—
42	» »	4,46	—	—	—
72в/в ₂	» »	4,58	—	—	—
706/б ₈	» »	6,76	—	—	—
39	Известковистый и немного кремнистого . .	9,73	—	—	—
77a ₅	Известковистый . . .	5,03	—	—	—
66a ₅	То же	4,14	—	—	—
65a/a ₁	» »	7,81	—	—	—
89a/a ₂	» »	5,38	—	—	—
71a/a ₂	» »	4,21	26,66	47,01	26,33
24e	» »	11,55	—	—	—
16	» »	11,70	71,82	19,52	8,66
25a	» »	12,65	—	—	—
686/б ₂	» »	11,11	67,80	25,19	7,01
63a/a ₇	Сидеритовый	8,03	1,80	56,20	42,00
23	Сидеритовый и лимонитовый	26,55	53,58	18,00	28,42
64a/a ₆	Сидеритовый	24,79	—	—	—
64a/a ₈	Сидеритовый и лимонитовый	21,19	62,56	17,48	19,96
72в/в ₁	Кремнистый и сидеритовый	17,97	29,26	45,48	25,26
39a/a ₁₇	Сидеритовый и лимонитовый	21,88	—	—	—
64a/a ₈	Сидеритовый	21,85	55,28	23,42	21,30
64a/a ₅	Сидеритовый и лимонитовый	30,17	68,96	12,63	18,41
18	То же	30,71	51,68	20,56	27,76
49	Кремнистый	20,73	—	—	—
63a/a ₁₁	То же	23,24	47,52	35,82	16,66
66a/a ₂	» »	20,47	—	—	—
103a/a ₇	» »	26,60	16,40	67,33	16,27
72г/г ₂	» »	27,60	57,16	34,99	7,85
73a/a ₂	Кремнистый и известковистый	26,39	67,60	27,92	4,48
28	Кремнистый	16,13	—	—	—
102a/a ₂	То же	25,25	—	—	—

нистым и сидеритовым цементом (144a₂ и 144a₀), обнаружили высокую проницаемость — 489,03 и 303,30 миллиарси. В противоположность первым двум, остальные образцы, цементированные известковым материалом, показали весьма низкое значение коэффициента проницаемости — 0,450 и 0,00892 миллиарси.

Таким образом, исследование коллекторских свойств образцов Анабарского района позволяет на первом этапе исследований сделать вывод о том, что коллекторские свойства песчаных и алевроитовых пород во многом зависят от минералогического состава цемента.

К аналогичному выводу на основании макроскопического и микроскопического изучения песчаных и алевроитовых пород Оленекского района, пришли А. И. Гусев [22], К. К. Демочкидов и В. А. Первушинский (1946). В своих отчетах они единодушно отмечают исключительно низкие коллекторские свойства песчаных пород с известковым цементом и несомненно более высокие коллекторские свойства песчаных пород с кремнистым цементом.

Данные по пористости битуминозных песчаников Пурского района, заимствованные автором из отчета Д. С. Гантмана, говорят о высоких коллекторских свойствах этих пород, что, однако, не подтверждено определениями проницаемости. Косвенным показателем хорошей проницаемости пурских песчаников является их насыщенность битумами.

Как же объяснить намечающуюся для платформенных районов зависимость между минералогическим составом цемента песчаных пород и их коллекторскими свойствами? С чем связано то обстоятельство, что известковый цемент, легче поддающийся разрушению, чем кремнистый, обуславливает более низкие коллекторские свойства у цементированных им песчаных и алевроитовых пород? Чем, наконец, объяснить исключительно широкий диапазон колебаний пористости у песчаных и алевроитовых пород с сидеритовым цементом?

Проведенные исследования морфологических и генетических особенностей цемента песчаных и алевроитовых пород показывают, что низкие коллекторские свойства пород с известковым цементом следует объяснить тем, что известковый цемент в большинстве случаев является образованием вторичным — эпигенетическим, связанным с процессами миграции весьма подвижных растворов, проникающих в самые труднодоступные участки пород и заполняющих даже небольшие поры и трещины.

В отличие от известкового кремнистый цемент формировался в процессе осадкообразования. Наблюдения над морфологическими особенностями этого цемента показывают, что в большинстве случаев он давал регенерационную структуру, обрастая зерна обломочных минералов, но далеко не везде выполнял промежутки между зернами.

Совершенно очевидно, что количество кремнистого цемента зависело от интенсивности процесса осадконакопления, от того, в каком количестве поступал и насколько быстро осаждался доставляемый сюда кремнистый материал. Из предшествующих глав видно, что кремнистый материал в платформенных районах осаждался лишь в небольших количествах. Не прошли бесследно для кремнистого цемента и более поздние процессы диагенеза и эпигенеза. В результате перекристаллизации, обычной в процессе диагенеза осадка, объем кремнистого вещества значительно сокращался, в результате чего увеличивались промежутки между зернами. Активность эпигенетических растворов в свою очередь обусло-

вливала разрушение кремнистого цемента с последующим перераспределением или выносом за пределы пермской толщи.

Совокупность перечисленных факторов и определила повышенную пористость песчаников с кремнистым цементом.

Углекислые соли железа, основная масса которых образовалась в процессе диагенеза осадка, обладали значительно большей подвижностью, чем кремнистый материал. Эта особенность, наряду с высоким содержанием железа в платформенных районах, обеспечила проникновение углекислых соединений железа даже в сравнительно мелкие поры или промежутки между зернами, где они в дальнейшем и выпадали в осадок. Отсюда становится понятным, почему в ряде случаев образцы с сидеритовым цементом отличаются низкими коллекторскими свойствами.

Однако, наряду с подвижностью углекислых соединений железа, обеспечивающей высокую степень цементации пород, следует иметь в виду крайнюю неустойчивость сидеритового цемента в условиях земной поверхности или в пределах зоны окисления. Разрушение сидеритового цемента, естественно, ведет к резкому улучшению коллекторских свойств цементированных им пород.

Таковы причины, обуславливающие возникновение того широкого диапазона колебаний значений пористости, которое наблюдается в песчаниках с сидеритовым цементом в Анабарском районе.

Как уже упоминалось ранее, наметившаяся для Анабарского района зависимость значений пористости песчаных и алевроитовых пород от минералогического состава цементирующих эти породы веществ может быть распространена и на пермские отложения бассейна р. Пура.

Несколько иначе обстоит дело с песчаниками и алевроитовыми породами Западного поднятия Южного Тигяна. Несмотря на то, что здесь в минералогическом составе цементирующих веществ основная роль принадлежит кремнистому цементу, проницаемость и пористость песчаных и алевроитовых пород весьма низка. Последнее обстоятельство, по-видимому, следует связывать с особенностями формирования кремнистого цемента на Западном поднятии Южного Тигяна. Дело в том, что Западное поднятие, в отличие от рассмотренного выше Анабарского района, в пермское время являлось областью интенсивного накопления осадков, причем это был материал весьма мелкозернистый и неоднородный. Вместе с песчаным и алевроитовым материалом в большом количестве приносились глинистые частицы и коллоидальный кремнезем. В процессе диагенеза осадка коллоидальный кремнезем совместно с глинистыми частицами образовал кремнисто-глинистую массу, плотно цементирующую обломочные зерна. Видимо, этим обстоятельством и объясняется низкая пористость кремнистых песчаников и алевролитов Западного поднятия по сравнению с кремнистыми песчаниками Анабарского района.

В табл. 7 приведены сведения о коллекторских свойствах и минералогическом составе цементов песчаных и алевроитовых пород Западного поднятия Южного Тигяна.

Несмотря на то, что число определений пористости и проницаемости весьма невелико, приведенные данные достаточно типичны для рассматриваемого разреза.

Прежде всего бросается в глаза низкая пористость всех без исключения образцов, приведенных в таблице. Так, максимальное значение коэффициента пористости не превышает 14%, в то время как в некоторых образцах значение коэффициента пористости опускается до 4%. Следует

Таблица 7

Сопоставление результатов определений пористости и проницаемости пород Западного поднятия Южного Тигяна с данными об их гранулометрическом составе и составе цементирующих веществ

Номера скважин	Номера образцов	Минералогический состав цементов песчаных и алевроитовых пород	Коэффициент пористости	Коэффициент средней проницаемости (миллидарси)	Содержание частиц в породе		
					песчаных	алевритовых	глинистых
103	50а	Кремнистый .	9,73	—	45,50	42,70	11,90
103	56б	То же	8,52	—	6,70	67,30	26,00
103	58б	» »	8,22	—	11,00	62,35	26,65
103	59а	Кремнисто-глинистый	9,40	0,446	—	—	—
103	60а	Кремнистый .	10,36— 11,05	1,660	34,30	45,94	19,75
103	61а	Кремнистый и известковистый .	—	0,397	—	—	—
103	61а	Кремнистый .	9,01	—	—	—	—
103	65а	То же	9,02	0,414	44,95	38,65	15,40
103	67а	Кремнистый и известковистый .	10,81	10,400	—	—	—
103	72а	То же	8,19	0,894	37,40	36,35	25,45
103	78б	» »	5,38	—	—	—	—
104	25а	Кремнистый .	8,78	—	—	—	—
104	26б	Известковистый	6,38	0,000092	53,90	29,30	16,80
104	27в	Кремнисто-глинистый и известковистый	3,86	0,0366	—	—	—
104	32а	Кремнистый .	4,98	1,230	—	—	—
104	33а	То же	8,01	0,379	5,10	70,80	24,10
104	37а	» »	10,98	4,200	43,45	36,65	19,90
104	43б	» »	10,01	0,553	—	—	—
104	87а	Кремнистый и известковистый .	7,42	14,110	—	—	—
104	90а	То же	7,61	—	3,85	50,05	46,10
105	3а	Кремнистый .	—	0,460	—	—	—
105	3б	То же	9,84	0,523	15,80	69,95	14,25
105	5в	» »	10,75	—	38,30	42,05	19,65
105	6а	Кремнистый и известковистый .	5,70	1,030	—	—	—
105	6в	Кремнистый .	13,72	—	68,20	18,15	13,65
105	6г	Кремнистый и известковистый .	8,50	2,500	48,80	31,60	19,60
105	7а	То же	5,89	—	27,25	51,60	21,15
105	7б	Кремнистый .	9,95	—	—	—	—
105	8а	То же	—	5,740	—	—	—
105	8г	Кремнисто-глинистый и известковистый	11,76	7,510	50,80	33,45	15,75
105	11а	Кремнистый и известковистый .	11,10— 10,95	1,460	34,70	44,50	20,80
105	15а	Известковистый	4,92	0,00267	—	—	—

указать на то, что диапазон колебаний значений коэффициента пористости весьма невелик, так как образцы с пористостью в 14 и 4% представляют исключение, а основная масса образцов характеризуется пористостью в 7—9%. Последнее обстоятельство, видимо, следует связывать с известным однообразием минералогического состава цемента (преимущественно кремнистый) и довольно однородным характером цементации.

Большее, сравнительно с Анабарским материалом, число анализов (22) позволяет лучше проследить связь между значениями проницаемости и минералогическим составом цементов песчаных и алевритовых пород Западного поднятия. Правда, среди исследованных образцов только два имеют чисто известковый цемент (15а и 26б), но они настолько резко отличаются от остальных по значению проницаемости, что зависимость последней от минералогического состава цемента не вызывает никаких сомнений.

Сопоставление данных по различным районам показывает, что хотя коллекторские свойства песчаных и алевритовых пород с кремнистым цементом на Западном поднятии заметно хуже коллекторских свойств однотипных пород Анабарского района, все же и в том и в другом случае они лучше коллекторских свойств песчаников и алевритов, сцементированных известковым материалом.

Таким образом, анализ значений пористости и проницаемости пермских пород рассматриваемой территории показывает, что их коллекторские свойства в первую очередь зависят от минералогического состава цемента и его морфологических особенностей. Последние же определяются условиями образования цементирующих веществ.

Образцы песчаных и алевритовых пород Западного поднятия в силу известного однообразия минералогического состава цемента и однородности структуры позволяют проследить зависимость коллекторских свойств от гранулометрического состава. В качестве примера можно указать на образцы 6в, 6г, 8г и 37а, гранулометрическому составу которых свойственно повышенное содержание песчаной фракции и соответственно повышенное значение проницаемости, а также на образцы 3б, 33а и 72а, в составе которых основная роль принадлежит алевритовой и глинистой фракциям, обуславливающим сравнительно низкое значение проницаемости.

Несколько хуже, но все же довольно отчетливо прослеживается связь между пористостью и гранулометрическим составом песчаных и алевритовых пород Анабарского района. Так, среди песчаников с известковым цементом образцы 66а/а₁, 68б/б₁ и 16, отличающиеся сравнительно небольшим содержанием глинистой и алевритовой фракций, имеют наибольшее значение коэффициента пористости (10—11%), в то время как образец 71а/а₂, в составе которого преобладает алевритовый материал, характеризуется весьма низким значением пористости (4,2%). Среди песчаников с сидеритовым цементом также наибольшей пористостью отличаются образцы с более высоким содержанием песчаной фракции (64а/а₅, 18 и др.) и, наоборот, наименьшая пористость свойственна образцам, в составе которых значительная роль принадлежит алевритовой и глинистой фракциям (72в/в₁ и 63а/а₇).

Однако следует иметь в виду, что зависимость коллекторских свойств от гранулометрического состава можно проследить лишь в том случае, если рассматривается группа песчаных и алевритовых пород с однородным по минералогическому составу цементом.

Рассмотренный выше материал позволяет сделать два важных вывода: во-первых, коллекторские свойства пород рассматриваемой территории находятся в прямой зависимости от минералогического состава цементирующих эти породы веществ; во-вторых, при однородном составе цемента основным фактором, определяющим коллекторские свойства пород, является их гранулометрический состав.

Эти выводы особенно важны для нас потому, что результаты определений пористости и проницаемости пород дают представление о коллекторских свойствах данного конкретного участка, в то время как знание факторов, определяющих пористость и проницаемость, открывает возможность прогноза коллекторских свойств пород на значительные расстояния.

Прежде чем перейти к прогнозу участков, перспективных с точки зрения возможного обнаружения там скопления нефти, необходимо более детально остановиться на характеристике коллекторских свойств пород Анабарского района и Западного поднятия как отправных в проведенных исследованиях.

Сопоставление данных определений пористости песчаных и алевритовых пород двух платформенных районов (Анабарского и Пурского) и Западного поднятия Южного Тигяна показывает, что наиболее высоким значением пористости отличаются песчаные и алевритовые породы Пурского района, где коэффициент пористости колеблется между 18 и 30 %.

Весьма близок к Пурскому Анабарский район, но здесь несколько шире диапазон колебаний коэффициента пористости (от 4 до 30 %).

Существенно отличны от пород платформенных районов песчаные и алевритовые породы Западного поднятия Южного Тигяна, обладающие весьма низкой пористостью.

В табл. 7 приведены данные по пористости пород первого подильинского горизонта, который, как показали многочисленные определения, отличается в Нордвикском разрезе наилучшими коллекторскими свойствами. Эти данные показывают, что коэффициент пористости пород Западного поднятия колеблется в пределах от 4 до 17 % при среднем значении в 7—9 %.

Определения эффективной пористости по методу П. П. Авдусина и М. А. Цветковой, сделанные для ряда образцов из первого подильинского горизонта, обнаружили еще менее благоприятную картину. Эффективная пористость большинства образцов оказалась не выше 5,7 % при среднем значении 2,3 % (табл. 8).

Сопоставление весьма ограниченных данных по проницаемости песчаных пород Анабарского района и Западного поднятия показывает также весьма существенные отличия в коллекторских свойствах пород этих районов. Так, в Анабарском районе, наряду с образцами, характеризующимися весьма низкой проницаемостью, присутствуют образцы, проницаемость которых указывает на хорошие коллекторские качества (образцы 144а₂ и 144а₆). Иначе обстоит дело на западном поднятии, где на примере образцов песчаных и алевритовых пород из первого подильинского горизонта мы убеждаемся, что коэффициент проницаемости этих пород не выходит за пределы 17 % при среднем значении в 1,9 %.

В целом материал по пористости и проницаемости песчаных и алевритовых пород рассматриваемой территории показывает, что породы Анабарского и Пурского районов отличаются заметно лучшими коллекторскими качествами по сравнению с породами Западного поднятия.

Таблица 8

Результаты определений эффективной пористости пермских песчаных и алевритовых пород Западного поднятия Южного Тигяна ¹

Номера скважин	Глубина взятия, м	Номера образцов	Значение эффективной пористости, %
105	1667,4—1674,4	3б	1,8
105	1639,4—1646,4	6а	3,9
105	1625,3—1632,4	8а	3,3
105	1625,3—1632,4	8г	3,9
105	1604,0—1611,3	11а	1,5
104	1726,7—1731,7	33а	0,3
104	1683,0—1687,6	37а	2,2
104	1650,6—1654,9	43а	1,05
103	1667,1—1669,6	59а	1,6
103	1665,1—1667,1	60а	1,9
103	1661,2—1663,2	61а	0,8
103	1639,9—1641,4	65а	5,7
103	1619,8—1620,8	67а	1,1
103	1599,4—1604,0	72	4,0

Попутно необходимо отметить, что автор намеренно рассматривал пористость и проницаемость пермских пород всего Анабарского района в целом, избегая оценки коллекторских свойств отдельных частей разреза. Такая осторожность вызвана тем, что в Анабарском районе процессы выветривания весьма существенно изменили первоначальные физические свойства пород, в результате чего широкое распространение получили рыхлые разновидности пород — пески и алевриты. Не имея возможности восстановить первоначальную картину распространения пород с тем или иным типом цемента в пределах отдельных частей разреза, автор вынужден говорить о разрезе в целом, опираясь при этом на те соотношения, которые наблюдаются в настоящее время.

Рассматривая перспективы нефтеносности территории, примыкающей к Сибирской платформе, нельзя не затронуть, хотя бы вскользь, вопрос о влиянии траппового комплекса на коллекторские свойства пермских пород. Этот вопрос особенно важен в связи с тем обстоятельством, что трапповому комплексу в западной части рассматриваемой территории принадлежит весьма заметная роль. Так, в бассейне р. Котуя в разрезе пермских отложений встречается ряд пластовых интрузий, из которых большая часть приурочена к разрезу нижнепермских отложений. Наиболее мощная интрузия, состоящая из ряда пластовых тел, встречена в верхней части разреза нижней перми. Мощность этой интрузии колеблется от 180 до 250 м.

В разрезе верхнепермских отложений изверженные породы в основном представлены дайками, пластовые интрузии здесь встречаются довольно редко. Мощность даек колеблется от нескольких метров до 50—60 м.

В бассейне рр. Попигая и Анабара пластовые интрузии траппов также наиболее распространены в нижнепермских отложениях. Суммарную мощность пластовых интрузий траппов нижнепермских отложений р. Попигая М. К. Калинин оценивает в 200 м. По подсчетам автора к бассейну р. Анабара суммарная мощность траппов сокращается до 120 м.

¹ Определения эффективной пористости проведены Е. П. Колокольцевой.

В бассейне р. Анабара наряду с пластовыми интрузиями, но значительно реже, встречаются также и штокообразные тела. Примером может служить шток, встреченный В. Я. Кабаньковым в 1950 г. на р. Юлегир (приток р. Удзи). Этот шток имеет в плане округлые очертания с диаметром до 250 м.

Дайкообразные тела в бассейнах рр. Попигая и Анабара встречаются как в нижнепермских, так и в верхнепермских отложениях. В разрезе верхнепермских отложений им принадлежит первостепенная роль, так как пластовые интрузии здесь встречаются довольно редко и главным образом в низах разреза. Мощность даек колеблется в весьма значительных пределах (от 1 до 300—400 м). По простираению дайки прослеживаются на сотни метров и километры. Форма их в плане самая разнообразная. Встречаются дайки прямолинейные, подковообразные и кольцеобразно-замкнутые.

К востоку от р. Анабара изверженные породы в разрезе пермских отложений встречаются все реже и реже и, наконец, полностью исчезают.

На севере рассматриваемой территории, в Нордвикском районе, изверженные породы в разрезе пермских отложений встречаются редко. Исключение представляет район Сындаско, где встречен целый ряд пластовых интрузий значительной мощности, приуроченных к разрезу нижней перми. М. К. Калинин считает, что широкое развитие изверженных пород в районе Сындаско связано с локальными процессами и поэтому не является характерным для северной части рассматриваемой территории.

Кроме района Сындаско, лишь на Южно-Тигянской площади встречена одна пластовая интрузия. Она подсечена скважинами Р-103 и Р-105 на расстоянии 730 м от подошвы верхнепермских отложений. Мощность этой интрузии достигает 75 м.

Таким образом, наблюдения над характером распределения интрузивных пород показывают, что с запада на восток роль интрузивных пород в разрезе пермских отложений закономерно уменьшается. Эта закономерность подчеркивается одновременным изменением петрографического состава пород. Так, наиболее однообразны по петрографическому составу изверженные породы Анабарского района, представленные почти исключительно диабазами, имеющими различную текстуру и структуру, но более или менее постоянный минералогический состав. Близки к Анабарским по петрографическому составу изверженные породы Попигайского района.

В бассейне р. Котуя, наряду с диабазами, появляются также габбро-диабазы и габбро. Эти породы уже значительно более разнообразны по своему минералогическому составу.

Контактные зоны на границе интрузивных пород трапзового комплекса и вмещающих их пермских отложений весьма невелики. У мелких интрузий (мощностью до 10 м) мощность контактовых зон не превышает 1 м, у крупных (десять метров) — 3—4 м. Весьма значительны и контактовые изменения. Сами траппы в зоне контакта (эндоконтакт) обычно приобретают порфировидную структуру и обогащаются постмагматическим кальцитом.

Контактные изменения вмещающих пород сводятся к их ороговиканию, хлоритизации и карбонатизации. Наибольший контактовый метаморфизм испытывает глинистый материал, в то время как песчаные и алевроитовые частицы с большим трудом поддаются контактовому воздействию интрузии. В песчаных породах основная масса новообразова-

ний, возникающих в результате контактового метаморфизма, приходится на долю цемента. Если цемент глинисто-кремнистый, то обычно по нему развиваются тонкие листочки хлорита, серицит и слабоокрашенный биотит. В случае карбонатного цемента, наблюдается его перекристаллизация. Ороговикование свойственно глинистым породам, когда они приурочены к контакту с более мощными интрузиями. Как правило, ороговикование сопровождается интенсивной хлоритизацией и карбонатизацией.

Приведенные данные показывают, что диапазон контактового воздействия изверженных пород на вмещающие осадочные породы весьма невелик, а сами контактовые изменения большей частью незначительны. Отсюда вывод, что контактовый метаморфизм, связанный с внедрением интрузивных пород, не мог сколько-нибудь существенно изменить коллекторские свойства вмещающих их пермских пород.

Однако при учете этих, пусть незначительных, изменений, предпочтение при поисках пород с хорошими коллекторскими свойствами должно быть оказано восточным районам, где изверженные породы встречаются значительно реже или вовсе отсутствуют.

Некоторые исследователи высказывали предположение об ухудшении коллекторских свойств пермских пород за счет цементации их постмагматическими растворами, содержащими кальцит и кремнезем. Это предположение, довольно правдоподобное на первый взгляд, полностью опровергается проведенными нами исследованиями. Действительно, если бы оно было справедливым, то увеличение содержания кремнистого и карбонатного цемента должно было бы наблюдаться на тех участках, где более широко развиты изверженные породы. Однако в пределах рассматриваемой территории подобная взаимосвязь не наблюдается. Так, в бассейне р. Котуя, где в разрезе пермских отложений встречается наибольшее число интрузий, известковистый цемент присутствует в весьма небольшом количестве, в то время как в пермских отложениях восточных районов, которые не содержат интрузивных тел, известковистому цементу принадлежит первостепенная роль. Что касается кремнистого цемента, то его действительно много в пермских отложениях бассейна р. Котуя, т. е. там где много и интрузий. Еще большее распространение кремнистый цемент получает среди пермских отложений Западного поднятия, почти совершенно лишенных интрузивных пород.

Таким образом, нет никаких оснований связывать цементацию песчаных и алевритовых пород рассматриваемой территории с постмагматическими процессами, сопровождающими внедрение интрузивных тел.

Приведенный материал не дает основания утверждать, что внедрение интрузий сказывается весьма отрицательно на коллекторских свойствах вмещающих их пород. Однако несомненно, что в пределах небольших контактовых зон коллекторские свойства пород несколько ухудшаются.

Следует иметь в виду, что выше рассмотрены лишь некоторые стороны большого и сложного вопроса, касающегося влияния интрузивных пород на перспективы нефтеносности содержащих их отложений. Всестороннее решение этого вопроса потребовало бы специальных исследований.

Прогноз нефтеносности пермских отложений

При общем стратиграфо-литологическом характере настоящей работы оценка перспектив нефтеносности пермских отложений рассматриваемой территории может быть дана в двух направлениях.

Во-первых, в направлении, предусматривающем оценку пермских отложений с генетических позиций.

Во-вторых, в направлении литологическом, т. е. в смысле оценки коллекторских свойств пермских пород.

Первое направление определяется совокупностью стратиграфических и литолого-геохимических исследований, позволяющих в той или иной мере воссоздать обстановку осадкообразования пермского времени и наметить пути, по которым шло преобразование осадков в период диагенеза и эпигенеза. Знание процессов осадкообразования, а также правильное представление о направлении последующих процессов диагенеза и эпигенеза позволяет ответить на вопрос о том, связаны ли пермские отложения с содержащейся в них нефтью генетически или только пространственно.

Наличие многочисленных битумопроявлений в пермских отложениях на востоке рассматриваемой территории (Пурский район), выходы горючего газа в низовых р. Анабара (р. Харабыл) и, наконец, получение промышленных притоков нефти из пермских отложений на западе (Нордвикский район) говорят о том, что связь пермских отложений с нефте- и битумопроявлениями не является случайной и что к северу от платформенных районов, представленных угленосными фациями, располагается полосу пермских отложений, представленная фациями нефтеносными.

Как известно, акад. И. М. Губкин в своих работах [20, 21] указывал на связь угленосных и нефтеносных фаций, как на довольно обычную во многих нефтеносных областях. И. М. Губкин подчеркивал, что связь эта не является случайной, наоборот, она указывает на то, что условия, благоприятные для нефтеобразования, возникают довольно часто в непосредственной близости от бассейнов, в которых шло угленакопление.

В настоящее время большинство геологов-нефтяников, развивающих идеи И. М. Губкина, считает, что нефтематеринскими являются фации прибрежно-морские, характеризующиеся интенсивным осадконакоплением, благоприятствующим накоплению и быстрому захоронению органических веществ. Многие считают необходимыми условиями нефтеобразования солоноватый состав вод, наличие восстановительной обстановки и развитие бактериальной жизни в осадке. Широко распространены также взгляды, согласно которым значительное влияние, главным образом каталитическое, оказывают на процессы нефтеобразования монтмориллонитовые глины.

Анализ материала по стратиграфии и литологии пермских отложений северо-восточного края Сибирской платформы показывает, что в пределах рассматриваемой территории переход от фаций континентальных к фациям морским наблюдается в двух направлениях — с востока на запад и с юга на север. Первое направление при поисках нефтематеринских фаций интереса не представляет, так как здесь происходит переход от отложений, содержащих весьма малочисленные и маломощные пласты углей (бассейн р. Пура), к отложениям типично угленосным (бассейн р. Котуя).

Более перспективным, с точки зрения поисков нефтематеринских фаций, является второе направление, где, как уже можно было убедиться на примере пермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна, угленакопление либо совсем отсутствует, либо выражено весьма слабо, но зато широко развиты нефтепроявления. По фациальной характеристике пермские отложения Западного поднятия Южного Тигяна и территории, прилегающей к нему с востока и запада, отвечают всем требованиям, которые в настоящее время предъявляются к нефтематеринским фациям.

Эти отложения образовались в прибрежной части моря, обладавшего в отдельные периоды нормальной (или близкой к нормальной) соленостью. Осадконакопление, судя по характеру мощностей, происходило весьма интенсивно, в результате чего создавались условия, благоприятные для захоронения и консервации органических веществ. Преимущественно тонкозернистый характер обломочного материала, обилие органических веществ и благоприятные условия для развития бактериальных процессов способствовали возникновению в осадке восстановительной среды.

В отличие от платформенных районов, где накапливался материал преимущественно растительного происхождения, здесь, в условиях прибрежной части моря, накапливался материал смешанного происхождения, включающий, наряду с растительными остатками, также и остатки животного мира.

К сожалению, до настоящего времени остается неясной роль диагенеза и эпигенеза в процессах нефтеобразования и поэтому весьма трудно судить о том, насколько диагенетические и эпигенетические процессы, имевшие место в пермских отложениях Западного поднятия и прилегающей к нему территории, способствовали нефтеобразованию.

С точки зрения автора, роль процессов диагенеза в нефтеобразовании весьма велика. Это следует хотя бы из того, что в процессе диагенеза происходят очень существенные изменения в характере среды, вмещающей исходный органический материал, что не может не отразиться на путях преобразования последнего.

Исследование процессов диагенеза в пермских отложениях Западного поднятия показало, что они привели к концентрации вод, захороненных в осадке, создали дефицит кислорода, обусловили возникновение ряда новых минеральных соединений и в значительной мере усилили жизнедеятельность бактерий. Минеральный комплекс, возникший в процессе диагенеза и включающий такие минералы, как пирит и сидерит, указывает на возникновение в осадке крайне восстановительной обстановки. Анализ состава легкорастворимых солей, содержащихся в пермских отложениях Западного поднятия, позволяет утверждать, что состав реликтовых вод в процессе диагенеза претерпел весьма существенные изменения, приобретя те характерные черты, которые свойственны водам нефтяных месторождений.

Таким образом, общий характер изменений, свойственный минеральному комплексу, приводит к выводу о том, что в период диагенеза органическое вещество, содержащееся в осадочных породах Западного поднятия, начинает преобразовываться в вещество нефтяного ряда. Присутствие нефти и битумов в породах Западного поднятия, казалось бы, подтверждает этот вывод.

Ряд исследований, проведенных в пределах Нордвикского района [11, 17, 25, 44], а также за пределами его позволяет предполагать, что обстановка осадкообразования и характер последующих процессов диагенеза, свойственные пермским отложениям Западного поднятия, могут быть распространены на значительную территорию, располагающуюся к северу от рассматриваемых платформенных районов.

В свете изложенных выше данных вся эта область является весьма перспективной с точки зрения поисков нефтематеринских фаций.

Проведенные исследования позволяют осветить перспективы нефтеносности пермских отложений не только с генетических позиций, но и

с точки зрения наличия в пределах рассматриваемой территории горных пород, обладающих хорошими коллекторскими свойствами.

Изучение пористости, проницаемости и гранулометрического состава песчаных и алевритовых пород Западного поднятия Южного Тигяна показало, что они обладают довольно низкими коллекторскими свойствами. Судя по результатам нефтеразведочных работ, не лучшими коллекторскими свойствами характеризуются породы и других структур в Нордвикском районе.

В предшествующем разделе настоящей главы было показано, что основным фактором, определяющим коллекторские свойства пород рассматриваемой территории, является состав и структура цементирующих их веществ. Было доказано, также, что гранулометрический состав коллекторов имеет существенное, но второстепенное значение.

Приуроченность пермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна к области, в которой происходило накопление преимущественно тонкозернистого материала, содержащего значительную примесь глинистых частиц и коллоидального кремнезема, определили, с одной стороны, известную бедность разреза пермских отложений песчаными породами, с другой — богатство этих пород цементирующим глинисто-кремнистым веществом.

Обилие цементирующих веществ и приуроченность пермских отложений Западного поднятия к области, испытавшей значительное погружение, в совокупности привели к формированию песчаных и алевритовых пород с кремнисто-глинистым цементом, довольно плотно закупоривающим промежутки между зернами. Образовавшийся на отдельных участках известковистый цемент в силу значительной подвижности карбонатных растворов заполнял даже такие поры, которые были недоступны для менее подвижного кремнистого цемента, в результате чего породы с известковистым цементом приобретали особенно низкие коллекторские свойства.

Совокупность перечисленных факторов, которые в основном носят не местный, а региональный характер, заставляет при поисках хороших коллекторов выйти за пределы Нордвикского района, хотя последний и является перспективным с позиций генетических.

Учитывая то обстоятельство, что низкие коллекторские качества нордвикских пород в первую очередь определяются процессами диагенеза, а также своеобразием пермского осадконакопления, при поисках более перспективных территорий следует основываться главным образом на закономерностях, обуславливающих изменение процесса осадконакопления.

В этом вопросе нам на помощь приходит материал по литологии пермских отложений платформенных районов, позволяющий установить направление изменений гранулометрического состава пород и цементирующих их веществ. Так, наблюдения над характером распределения различных минералогических типов цемента песчаных и алевритовых пород позволяют утверждать, что с запада на восток в пределах исследованной территории происходит заметное увеличение содержания известковистого и сидеритового цемента. Одновременно в этом направлении заметно сокращается содержание кремнистого цемента.

В предшествующем разделе настоящей главы было показано, что песчаники с известковистым цементом обладают весьма низкими коллекторскими свойствами, и поэтому увеличение содержания пород с известковистым цементом является отрицательным фактором. Однако, наряду

с этим безусловно отрицательным фактором, наблюдается два других, которые обуславливают появление в разрезе восточных районов пород с хорошими коллекторскими свойствами. Так, в том же направлении, т. е. с запада на восток, наряду с уменьшением содержания кремнистого цемента наблюдается и изменение его структуры. Последнее становится вполне понятным, если учитывать, что удаление от области весьма интенсивного накопления тонкодисперсного материала (бассейн р. Котуя) приводит к обеднению пород кремнеземом. Формирующиеся в этих условиях осадочные породы оказываются сцементированными недостаточно плотно. Процессы старения коллоидов, вызывающие сокращение объема кремнезема, усугубляют и без того слабую цементацию. В результате возникают песчаные и алевроитовые породы с тем же кремнистым цементом (что и в западных районах), но отличающиеся значительно лучшей пористостью и проницаемостью.

Увеличение к востоку содержания сидеритового цемента также является благоприятным фактором при оценке коллекторских свойств песчаных пород. Дело в том, что хотя бикарбонаты железа и отличаются значительной подвижностью, обеспечивающей им проникновение в самые труднодоступные участки пород, общее содержание бикарбонатов железа весьма невелико, и поэтому, как правило, они не связывают очень плотно породы. Кроме того, сидерит весьма неустойчив и легко разрушается, что при оценке коллекторских свойств пород имеет весьма положительное значение.

Таким образом благодаря изменению содержания и структуры цементирующих веществ в разрезе пермских отложений восточных районов (бассейн рр. Анабара и Пура) появляются прослои песчаных и алевроитовых пород, коллекторские свойства которых значительно выше коллекторских свойств пород западных районов (Западное поднятие Южного Тигяна, бассейн р. Котуя).

Исследование гранулометрического состава пород платформенных районов показало, что гранулометрический фактор становится значительно более благоприятным в восточной части рассматриваемой территории. Во-первых, в этом направлении увеличивается содержание песчаных и алевроитовых пород и, наоборот, сокращается содержание глинистых. Во-вторых, анализ гранулометрического состава песчаных пород позволяет подметить, что к востоку в их составе уменьшается содержание алевроитовой и глинистой фракций, при соответствующем увеличении песчаной. Наконец, сама песчаная фракция в восточных районах становится более крупнозернистой.

Наблюдения над распределением цементирующих веществ и устанавливающиеся закономерности изменения гранулометрического состава пермских отложений платформенных районов приводят нас к выводу о том, что с запада на восток происходит значительное улучшение коллекторских свойств пермских пород.

Этот вывод находит подтверждение в том факте, что только на востоке в бассейне р. Пура среди пермских пород встречаются интенсивные битумопроявления, которые явно генетически не связаны с этими породами. Совершенно очевидно, что здесь имела место миграция битумов, возможная лишь при наличии хороших коллекторов.

Относительно путей миграции битумов существуют два мнения. А. И. Гусев [22], К. К. Демочкин и В. А. Первушинский (1946) считают, что битумы, содержащиеся в пермских отложениях, мигрировали из под-

стилающей их нижнекембрийской толщи, с которой они связаны генетически, по тектоническим разломам. Согласно данным В. Я. Кабанькова [34], эти битумы мигрировали из разновозрастных отложений, расположенных к северу от бассейна р. Пура. Последнее мнение полностью согласуется с высказанным выше предположением о существовании к северу от платформенных районов полосы пермских отложений, генетически связанных с фиксирующимися в пределах рассматриваемой территории нефте- и битумопроявлениями.

В совокупности приведенный материал по нефтеносности пермских отложений позволяет сделать следующие основные выводы.

1. В пределах рассматриваемой территории довольно четко наблюдается переход от фаций угленосных, которыми выражены пермские отложения платформенных районов, к фациям нефтеносным, которыми представлены пермские отложения, располагающиеся к северу от платформенных районов и скрытые под толщей мезо-кайнозоя.

2. Степень и характер распространения нефтепроявлений указывают на то, что они несут региональный характер и что с этих позиций вся территория, располагающаяся к северу от платформенных районов, является перспективной при поисках нефти.

3. Исследования коллекторских свойств пермских пород Западного поднятия Южного Тигяна, проведенные автором, а также материалы по коллекторским свойствам других структур Нордвикского района (1952 г.) показывают, что породы Нордвикского района отличаются весьма низкими коллекторскими свойствами, в значительной мере понижающими перспективность Нордвикского района.

4. Исследование литологических и геохимических особенностей пермских отложений платформенных районов и сопоставление их с литологическими особенностями пермских отложений Западного поднятия Южного Тигяна дает основание утверждать, что к юго-востоку от Нордвикского района коллекторские свойства пермских пород заметно улучшаются, так как в разрезе пермских отложений юго-восточных районов появляются прослойки песчаных пород, отличающихся хорошей пористостью и проницаемостью.

5. Региональный характер нефтепроявлений и улучшение коллекторских свойств пород к юго-востоку заставляет обратиться с поисками нефтеносных структур к территории, располагающейся на юго-восток от Нордвикского района.

6. Наблюдающееся с запада на восток сокращение числа интрузивных тел, содержащихся в пермских отложениях, по-видимому, следует рассматривать как геологический фактор, гарантирующий пермские породы от контактового воздействия, хоть и незначительно, но все же ухудшающего коллекторские свойства пород.

ПРОГНОЗ УГЛЕНОСНОСТИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Как уже упоминалось ранее, вопросу угленосности пермских отложений рассматриваемой территории посвящена сводка И. М. Мигая, законченная в 1952 г. В ней использованы выводы автора настоящей работы по стратиграфии пермских отложений Анабарского и смежных с ним районов. В связи с этим отпадает необходимость в детальной характеристике месторождений угля, встречающихся в пределах северо-

восточного края Сибирской платформы, так как введение этого раздела привело бы к повторению работы И. М. Мигая.

Однако в сводке И. М. Мигая отсутствует литолого-фациальный анализ условий углеобразования на окраине Сибирской платформы. Этот недостаток, разумеется, не может быть поставлен в вину И. М. Мигаю: в его распоряжении не было материалов по литологии угленосных отложений. Теперь же, когда такие материалы появились, необходимо дополнить проведенные им исследования.

Характер распределения углей в пределах рассматриваемой территории

Проведенные исследования позволяют утверждать, что все пермские отложения северо-восточного края Сибирской платформы являются угленосными, хотя и не в равной степени.

Наибольшее число пластов угля в пределах исследуемой площади встречено в разрезе пермских отложений бассейна р. Котуя. Здесь в общей сложности насчитывается до 18 пластов угля, из которых 5 пластов приходится на нижнюю подугольную свиту верхней перми, а 13 — на верхнюю продуктивную свиту. В нижележащей песчаниковой свите нижней перми встречаются лишь небольшие линзочки угля и тонкие прослои углистого сланца.

Из 13 пластов угля, приуроченных к продуктивной свите, только 3 имеют рабочую мощность. Нижний пласт обладает непостоянной мощностью, меняющейся от 0,08 до 0,75 м.

Мощность среднего пласта довольно выдержана, хотя также испытывает колебания от 0,90 до 1,05 м. Верхний пласт имеет весьма непостоянную мощность, меняющуюся от 0,05 до 0,85 м.

Изменения в мощности испытывают не только пласты угля, но и разделяющие их пустые породы. Так, в пределах месторождения «Каяк», расположенного на правом берегу р. Котуя при впадении в нее р. Каяк, мощность пустых пород, разделяющих нижний и средний, а также средний и верхний пласты, меняется соответственно от 2,5 до 4,0 м и от 12,0 до 16,0 м.

В зависимости от состава исходного материала угли «Каякского» месторождения могут быть разделены на гумусовые и сапропелево-гумусовые. Макроскопическое и микроскопическое изучение гумусовых углей показало, что они представлены двумя разновидностями: блестящим неяснотонкополосчатым клареновым углем и полуматовым полосчатым дюреновым или дюрено-клареновым углем. В составе сапропелево-гумусовых углей, наряду с основной гелеобразной массой, присутствуют обрывки фюзена и оболочки микроспор. По степени углефикации угли могут быть отнесены к длиннопламенным.

Кроме Каякского месторождения, которое в настоящее время разведано и находится в эксплуатации, в Котуйском районе есть второе месторождение (месторождение ручья Горного), расположенное на левом берегу р. Котуя, в 97 км от устья. По количеству рабочих пластов угля, по их мощности и петрографическому составу, а также по стратиграфическому положению углей в разрезе месторождение ручья Горного мало чем отличается от Каякского месторождения, и поэтому мы не будем останавливаться на нем отдельно.

В бассейне р. Попигая пласты угля также приурочены к верхнепермским отложениям, причем общее число их, по сравнению с бассейном р. Котуя, сокращается до 8. Из них 6 пластов тяготеет к самой верхней части разреза, которая, по-видимому, соответствует продуктивной свите в бассейне р. Котуя. Мощность пластов верхней перми в бассейне р. Попигая колеблется от 0,8 до 1,5 м. Специальные исследования углей здесь не проводились. Охарактеризованными оказались лишь случайные образцы, по которым довольно трудно судить о качестве углей.

Согласно данным А. А. Любер, проводившей петрографическое изучение попигайских углей, они по составу являются кларено-дюреновыми с переходом к клареновым и дюреновым. Степень метаморфизма углей, по мнению А. А. Любер, низка, что позволяет рассматривать их как угли бурые, переходящие в каменные (марка Б). По степени углефикации попигайские угли весьма близки к котуйским.

К бассейну р. Анабара число пластов угля, содержащихся в верхнепермских отложениях, сокращается до 5. Тонкие прослойки и линзочки угля встречаются по всему разрезу угленосной свиты и в нижних горизонтах туфогенной свиты. Выходы верхнепермских углей в бассейне р. Анабара фиксируются на двух участках: Южном — у поселка Халганнах и Северном — у поселка Доруоха. На Южном участке прослежено 5 пластов угля, на Северном — четыре. Мощность пластов угля при переходе от Южного участка к Северному несколько колеблется. Так, на Южном участке мощность угольных пластов снизу вверх равна: 1) 0,20 м, 2) 0,35 м, 3) 0,10 м, 4) 0,4—0,7 м, 5) 0,5 м; на Северном: 1) 0,07—0,14 м, 2) 0,12 м, 3) 0,4 м, 4) 0,55 м.

Петрографическое изучение анабарских углей, проведенное Е. С. Корженевской, позволило разделить их на три разновидности: 1) полублестящие, в которых преобладает прозрачная основная масса и гелефицированный стеблевой материал, 2) полуматовые, со средним содержанием прозрачной основной массы и гелефицированных тканей, и 3) матовые, с пониженным содержанием прозрачной основной массы и гелефицированных растительных тканей. В вещественном составе анабарских углей можно выделить: 1) смешанный кларено-дюрен и дюрено-кларен, 2) фюзенизированный дюрен и фюзено-ксиленовый кларено-дюрен, 3) споровокутикуловый кларено-дюрен и дюрено-кларен и 4) кларен.

По петрографической характеристике анабарские угли могут быть отнесены к длиннопламенным и, частично, к газовым.

Судя по данным химического анализа, анабарским углям свойственны: небольшая зольность и высокий выход летучих, теплотворная способность около 6500 кал и повышенная сернистость. Можно ожидать, что эти угли окажутся хорошим энергетическим сырьем.

К востоку от р. Анабара наиболее мощные пласты угля фиксировались в бассейне р. Уджи, при впадении в нее притока Чуепша-Юрях, и в среднем течении р. Кунюкалах (правый приток р. Пура). В бассейне р. Уджи встречено два угольных пласта: нижний — мощностью 0,75 м, верхний — 0,1 м. На р. Кунюкалах также обнаружено два пласта: нижний мощностью 0,25 м, верхний — 0,45 м. Исследования петрографического и химического состава этих углей не проводились.

Еще дальше на восток, в нижнем течении р. Пура, в разрезе пермских отложений встречаются только линзочки и тонкие прослоечки углистого материала.

Литолого-фациальный анализ условий углеобразования и прогноз угленосности в пределах северо-восточного края Сибирской платформы

Наблюдения над распределением углей в пределах рассматриваемой территории показывают, что угленосность здесь имеет региональный характер. Со всей очевидностью устанавливается также тот факт, что угленакопление приурочено главным образом к верхнепермскому времени. Судя по числу пластов угля, а также по их мощности, наиболее ярко процессы угленакопления выражены на западе, в бассейне р. Котуя.

К востоку от р. Котуя угленакопление постепенно затухало, в результате чего в бассейне р. Оленек (устье р. Пура) встречаются лишь тонкие прослойки и линзочки угля.

С чем же связана приуроченность угленакопления к верхнепермскому времени и закономерное изменение степени угленосности с запада на восток?

Литолого-фациальный анализ нижнепермских отложений указывает на то, что образование их происходило в условиях чрезвычайно медленного погружения территории северо-восточного края Сибирской платформы. Это привело к образованию преимущественно песчаных отложений континентального типа, являющихся по фациальной характеристике отложениями обширной низменности, по которой протекали реки с хорошо разработанными долинами, с многочисленными старицами, затонами и пойменными озерами.

Обилие растительных остатков, содержащихся в нижнепермских отложениях, со всей очевидностью указывает на то, что и в нижнепермское время в пределах рассматриваемой территории не было недостатка в исходном растительном материале. Судя по литологическим и геохимическим особенностям нижнепермских пород, основной причиной, затрудняющей процессы углеобразования, является сравнительно небольшой фациальный диапазон, в пределах которого происходило нижнепермское осадкообразование. По-видимому, колебательные движения были недостаточно интенсивными, для того чтобы обеспечить резкую смену фаций, в результате чего формировались осадки, генетически довольно близкие. Заболачивание и образование торфяников в этот период происходило на довольно ограниченных участках и было связано с местными причинами (развитие речных долин и т. д.), а не с миграцией береговой линии. Процесс осадконакопления был недостаточно интенсивным для быстрого захоронения накапливавшихся органических веществ, а преимущественно песчаный характер обломочного материала мало способствовал консервации и сохранению органики.

Значительно более интенсивное погружение, которое испытал северо-восточный край платформы в начале верхнепермского времени, вызвало резкую смену условий осадкообразования. Там, где в нижнепермское время накапливались типично континентальные отложения, теперь стали формироваться отложения прибрежно-морские, обладающие волнистой и косой слоистостью морского типа, несущие следы подводных течений и содержащие морскую фауну пелеципод.

Монтмориллонитовый состав коллоидальных фракций глин и появление доломита в аутигенном комплексе минералов также указывают на морские условия формирования осадков в начале верхнепермского времени.

Позднее общее нисходящее движение рассматриваемой территории сменяется восходящим. Море отступает к северу, оставляя за собой обширные заболоченные пространства. Миграция береговой линии, связанная с колебательными движениями второго порядка, приводит к довольно резкой смене фациальных условий осадкообразования в области, примыкающей к морю. Формируются то глинистые осадки низинного заболоченного побережья, то более крупнозернистые донные осадки прибрежной части бассейна.

В пределах рассматриваемой территории происходит довольно заметное изменение с запада на восток условий образования осадков. На западе осадконакопление происходило на низком, довольно ровном берегу, где даже сравнительно небольшое колебание уровня вод бассейна приводило к заболачиванию обширных пространств — при регрессии и к затоплению больших площадей — при трансгрессии. В этих условиях должны были формироваться пласты угля, протягивающиеся на значительное расстояние.

К востоку берег становится более крутым, и колебательные движения не всегда вызывают резкую смену фациальной обстановки осадкообразования. Условия для углеобразования становятся менее благоприятными, пласты угля образуются значительно реже.

На крайнем востоке в условиях наименьшей выравненности и наибольшей крутизны береговой полосы существенную роль в процессе углеобразования приобретают мелкие озера и заливы. Образующиеся в них, а также в старицах и поймах рек пласты угля крайне невыдержанны по простиранию и чаще всего линзообразны.

Останавливаясь на тех изменениях в характере пород, которые наблюдаются при переходе от западных районов к восточным, нет необходимости — этому вопросу посвящена большая часть настоящей работы. Следует лишь подчеркнуть, что эти изменения имеют столь же закономерный характер, как и изменения в степени угленосности, что вполне понятно, так как и те и другие, в свою очередь, зависят от изменений в условиях осадконакопления.

В свете изложенных выше данных совершенно очевидной становится бесперспективность пермских отложений восточных районов с точки зрения поисков месторождений угля, имеющих промышленное значение. Закономерный характер увеличения степени угленосности при переходе от бассейна р. Пура к бассейну р. Котуя, где встречены пласты угля рабочей мощности, заставляет сосредоточить все внимание при поисках новых угленосных площадей на территории, располагающейся к западу от Котуйского района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование стратиграфии и литологии пермских отложений Анабарского района и смежной территории Сибирской платформы имело целью выяснить основные закономерности пермского осадкообразования в пределах платформы и наметить пути для дальнейших поисков нефтеносных площадей.

Первый этап проведенных исследований — стратиграфический — позволил на основе анализа палеонтологических и литологических материалов по Анабарскому району разработать стратиграфическую схему пермских отложений. Согласно этой схеме, в разрезе этих отложений присутствуют оба отдела пермской системы.

Нижний отдел представлен отложениями песчаниковой свиты, получившей свое название в связи с преобладанием в ее составе песчаных пород. Нижнепермский возраст свиты доказывается определениями флоры и данными спорово-пыльцевого анализа.

Верхний отдел включает три свиты — угленосную, туфовую и частично саскылахскую (туфо-лавовую). Все они выделены по литологическому признаку.

Верхнепермский возраст угленосной и туфовой свит устанавливается на основании результатов определений фауны пелеципод и данных спорово-пыльцевого анализа. Возраст саскылахской свиты на основании имеющихся материалов не может быть определен однозначно. Можно лишь говорить о возрастных пределах этой свиты, которые ограничиваются, с одной стороны, нижележащими отложениями верхней перми, с другой — вышележащими отложениями верхнего триаса.

Сопоставление разреза пермских отложений Анабарского района с разрезом более изученных разновозрастных отложений Нордвикского района с одной стороны подтвердило правильность разработанной стратиграфической схемы, а с другой — позволило выявить отличительные черты, свойственные сопоставляемым разрезам. Удалось установить, что разрез пермских отложений при переходе от Анабарского района к Нордвикскому претерпевает ряд изменений, выражающихся в значительном увеличении мощностей и в довольно резкой смене фациальных условий осадкообразования (переход от преимущественно континентальных отложений в Анабарском районе к преимущественно морским в Нордвикском). Существенно, что эти изменения носят закономерный характер, благодаря чему сохраняются те общие черты, которые позволяют проводить сравнение весьма отличных по своему характеру отложений.

Сопоставление разреза пермских отложений Анабарского района с разрезами разновозрастных отложений смежной территории северо-восточного края Сибирской платформы позволило выявить ряд общих

закономерностей, свойственных стратиграфии пермских отложений рассматриваемой территории. Так, наблюдается определенная закономерность в изменении возраста отложений, подстилающих нижнюю пермь. На западе, в бассейне р. Котуя, это — отложения пестроцветной нижнесилурийской толщи, в районе р. Пошигая — верхнего кембрия, а далее на восток, в бассейнах рр. Анабара и Пура, все более древние горизонты верхнего, а затем и среднего кембрия.

Для разреза пермских отложений большей части рассматриваемой территории характерно присутствие двух толщ: терригенной и эффузивно-туфогенной. Терригенная толща, в свою очередь, делится на две свиты, отличные как по литологии, так и по возрасту: нижнепермскую — песчаниковую и верхнепермскую — угленосную.

К границе нижнепермских и верхнепермских отложений приурочены линзообразные прослои мелкогалечного конгломерата. Несмотря на линзообразный характер, эти конгломераты имеют региональное распространение и протягиваются по всему северо-восточному краю Сибирской платформы.

Эффузивно-туфогенная толща также включает две свиты: туфовую, являющуюся непосредственным продолжением угленосной и относящуюся по возрасту к верхней перми, и туфо-лавовую, имеющую пермо-триасовый возраст.

С запада на восток в пределах северо-восточного края Сибирской платформы закономерно сокращение мощностей отдельных свит, которое приводит к полному выклиниванию на крайнем востоке рассматриваемой территории отложений нижнепермской песчаниковой свиты (устье р. Пура) и всей туфо-лавовой толщи (бассейн р. Пура). Как показывает исследование фауны и флоры, наблюдаемые изменения в мощностях вполне закономерны и являются следствием изменения фациальной обстановки осадкообразования.

На большей части рассматриваемой территории туфо-лавовая свита перекрывается отложениями среднего лейаса. Лишь в районе р. Анабара на отдельных участках, сохранившихся от размыва, встречены пестроцветные глины верхнего триаса. В бассейне р. Пура, где отложения туфо-лавовой свиты отсутствуют, на размытую поверхность угленосной свиты ложатся морские осадки триаса, представленные всеми тремя делами.

На основе разработанной стратиграфической схемы пермских отложений рассматриваемой территории были изучены литологические и геохимические особенности пермских пород.

Проведенные исследования показали, что наблюдается определенная закономерность в изменении гранулометрического состава и текстурных особенностей пермских отложений как по простиранию вдоль северо-восточного края Сибирской платформы, так и по разрезу при переходе от нижнего отдела перми к верхнему. Так, нижнепермские отложения характеризуются заметным преобладанием в их составе среднезернистых или мелкозернистых песчаных пород, явно подчиненным содержанием глинистых пород и наличием комплекса текстур, включающих: косую слоистость речного типа и типа временных потоков, седиментационные брекчии, связанные с оползанием берегов, линзообразный характер отдельных прослоев, а также многочисленные глинистые обломки, указывающие на неоднократное усыхание прибрежных частей различных водоемов.

В разрезе верхнепермских отложений можно выделить две части, довольно резко отличающиеся как по гранулометрическому составу, так и по текстурным особенностям.

Нижняя часть разреза характеризуется преобладанием крайне неравномернозернистых песчаных пород, содержащих линзообразные прослои конгломератов, наличием волнистой слоистости и косой слоистости морского типа, следов подводного оползания, раковин пелеципод и многочисленных, слегка окатанных обломков глин.

Верхней угленосной части разреза свойственны резкое преобладание глинистых пород над песчаными, значительно большая устойчивость содержания отдельных фракций в гранулометрическом составе всех типов пород и текстурные особенности, характерные для большинства угленосных толщ.

О последнем свидетельствует появление тонкой и хорошо выраженной горизонтальной слоистости, частая смена различных типов пород, обильная присыпка углистого материала по плоскостям напластования, обломки окаменелой древесины и многочисленные конкреции пирита и сидерита.

По мере перехода от восточных районов рассматриваемой территории (бассейн р. Пура) к западным и северо-западным (бассейн р. Котуя и Западное поднятие Южного Тигяна) наблюдается постепенное уменьшение процентного содержания в разрезе пермских отложений песчаных пород и увеличение содержания глинистых. Одновременно меняются и текстурные особенности пород, что находит отражение в смене отложений, характеризующихся крайней невыдержанностью отдельных прослоев по простиранию и обладающих косой слоистостью типа временных потоков (бассейн р. Пура), отложениями, более выдержанными по простиранию, с горизонтальной и волнистой слоистостью, с косой слоистостью речного и морского типа, со следами подводного оползания, с многочисленными конкрециями сидерита и пирита (бассейн р. Котуя и Западное поднятие Южного Тигяна).

Минералогический состав пермских отложений весьма однообразен, что в значительной мере затрудняет как разработку стратиграфии пермских отложений, так и решение ряда палеогеографических вопросов.

Нижнепермские и верхнепермские отложения почти не отличаются друг от друга по минералогическому составу легкой фракции. Можно лишь указать на отсутствие микроклина в составе легкой фракции верхнепермских отложений, который хотя и в небольшом количестве, но присутствует почти во всех образцах нижнепермского возраста.

Более заметные отличия свойственны минералогическому составу тяжелой фракции нижнепермских и верхнепермских отложений. Особенно резко бросается в глаза уменьшение содержания граната при переходе от нижнепермских отложений к верхнепермским. Весьма показательно также распределение апатита, который в образцах нижнепермского возраста встречается сравнительно редко и в небольшом количестве, а в верхнепермских присутствует повсеместно. Аналогично поведение моноклинного пироксена, эпидота и черных рудных минералов, явно тяготеющих к отложениям верхнепермского возраста. Обратное соотношение свойственно анатазу, который минералогами Нордвикской экспедиции рассматривается как показатель нижнепермского возраста содержащих его пород.

Геохимическое изучение пермских отложений позволяет выявить ряд общих закономерностей, свойственных химическому составу пермских

пород, и проливает свет как на условия образования пермских отложений, так и на характер последующих процессов диагенеза.

Одной из наиболее ярких особенностей химического состава пермских отложений является богатство их органическими веществами. Высокое содержание органических веществ в значительной мере определило геохимический характер процессов осадконакопления в пермское время. Оно сказалось на формах переноса ряда веществ и на условиях их осаждения и накопления.

Изучение содержания, характера распределения и форм нахождения железа, марганца, кремния и магния показало, что накопление этих элементов имело место в период осадкообразования. В последующие этапы жизни породы происходило главным образом их перераспределение.

Этот вывод проливает свет на климат пермского времени, ибо накопление того или иного геохимического комплекса характерно для вполне определенной климатической обстановки. Повышенное содержание железа и марганца, при отсутствии продуктов аллитного выветривания указывает на то, что в пределах рассматриваемой территории климат был влажным и умеренным.

В характере распределения железа и кремния по площади имеется определенная зональность: ближе к континенту (бассейн рр. Пура, Анабара и Попигая) располагается область преимущественного накопления железа, несколько дальше от континента (бассейн р. Котуя и Западное поднятие Южного Тигяна) — область преимущественного накопления кремния. Эта зональность связана с различием в скорости коагуляции рассматриваемых элементов.

Изучение характера распределения магния в пермских отложениях рассматриваемой территории заставляет связывать повышенное содержание этого элемента в породах Нордвикского района с более высокой соленостью вод бассейна осадкообразования.

В тесной связи с климатическими условиями и с гидрохимическим режимом бассейна осадконакопления находится минералогический состав коллоидальных фракций глин. Весьма показательным в этом отношении является исключительно слабое развитие среди пермских отложений глин каолининовой группы. При довольно широком развитии в пределах изученных разрезов отложений континентальных фаций этот признак прямо указывает на умеренный или даже холодный климат в период осадкообразования, с чем вполне согласуется широкое распространение среди глинистых минералов гидрослюд.

Появление монтмориллонитовых глин в низах разреза верхнепермских отложений в бассейнах рр. Котуя, Попигая и Анабара связано с трансгрессией верхнепермского моря в сторону платформы. Постепенно к верхам разреза верхней перми, по мере того как отложения приобретают более континентальный характер и в них появляются прослои углей, монтмориллонитовые глины сменяются гидрослюдистыми, содержащими некоторую примесь каолинита. Отсутствие в низах разреза верхней перми Пурского района монтмориллонитовых глин указывает на то, что верхнепермская трансгрессия не захватывала территорию Пурского района. Об этом же говорит широкое развитие монотермита в составе глинистых минералов, свойственных Пурскому разрезу.

Исключительно гидрослюдистый состав глин, свойственный пермским отложениям Западного поднятия Южного Тигяна, является, по-видимому, следствием значительной скорости осадконакопления, которая сокращала

время контакта глинистых частиц с морской водой (условие, которое, согласно М. Ф. Викуловой, необходимо для образования монтмориллоновой группы). Широкое развитие монтмориллонитовых глин среди туфогенных отложений может служить указанием на подводное образование части туфогенной толщи.

Исследование аутигенных минералов, конкреционных стяжений, цемента песчаных пород и воднорастворимых солей проливает свет на характер процессов диагенеза и эпигенеза, свойственных пермским отложениям рассматриваемой территории.

К числу наиболее существенных факторов, определяющих направление процессов раннего диагенеза в пермских отложениях, следует отнести высокое содержание в них органических веществ. Разложение органики приводило к обогащению иловых вод такими продуктами распада, как CO_2 , H_2S и NH_3 . Появившийся избыток CO_2 вызывал растворение карбонатов обломочного и биогенного происхождения, что в совокупности приводило к повышению щелочного резерва раствора. Возникали обменные реакции, в результате которых глины адсорбировали кальций, а иловые воды обогащались натрием. Так, в процессе диагенеза формировались бикарбонатнонатриевые воды, свойственные угленосным отложениям. Повышенная щелочность иловых вод способствовала переходу гидрослюд в монтмориллониты. Однако, по мере обогащения органикой, содержание свободного CO_2 в осадках увеличивалось, щелочная среда нейтрализовалась, и возникали условия, более благоприятные для образования гидрослюд. Отражение этого процесса наблюдается как при переходе от низов разреза угленосной свиты к верхам, так и при прослеживании пермских отложений по простиранию.

Окисление органических веществ вызывало исчезновение из осадка свободного кислорода. В создавшейся восстановительной обстановке окисные формы железа становились неустойчивыми и переходили в закисные, образуя при этом соединения типа пирита и сидерита. Неравномерность распределения железа между различными типами пород и между отдельными участками вызывала его миграцию. Наиболее подвижные бикарбонаты железа, мигрируя из глинистых пород в песчаные, образовывали сидеритовый цемент и конкреционные стяжения, менее подвижные сульфиды железа — только конкреции.

Особенности осадконакопления, свойственные пермским отложениям Западного поднятия Южного Тигяна, определили и своеобразие последующих процессов диагенеза. Так, повышенная соленость (по сравнению с платформенными районами) вод, свойственная бассейну осадкообразования на Западном поднятии, стала еще более высокой за счет концентрации ряда элементов в иловой воде. В частности, более высокой стала концентрация бикарбонатов кальция, магния и железа. Мелкозернистый характер осадков, широкое развитие глинистых пород определили сравнительно надежную консервацию органических веществ и их разложение при весьма ограниченном доступе кислорода. Последнее обстоятельство, наряду с повышенной соленостью иловых вод, свидетельствует о наличии в пермских отложениях Западного поднятия обстановки, весьма благоприятной для нефтеобразования.

Последующие стадии диагенеза привели к уплотнению и обезвоживанию пермских осадков. С этим периодом связана дегидратация и перекристаллизация ряда минеральных веществ, а также полное выпадение из раствора легкорастворимых солей.

Эпигенетические процессы особенно интенсивно проявились в платформенных районах, где осадочные породы отличаются лучшей проницаемостью. С этими процессами связана миграция щелочных карбонатных растворов, которые, проникая в осадочную толщу, растворяли кремнистый цемент и отлагали на его место кальцит. Таким путем образовывался известковый цемент.

В дальнейшем выход пермских отложений платформенных районов на поверхность определил характер наиболее поздних процессов выветривания. Окислялись пирит и сидерит, выветривались полевые шпаты, разрушались глинистые минералы. За счет окисления пирита происходила сульфатизация реликтовых вод в пермских отложениях Пурского и Анабарского районов. Породы приобретали современный облик.

Результаты исследования стратиграфии, литологии и геохимических особенностей пермских отложений рассматриваемой территории проливают свет на палеогеографическую обстановку их образования.

Устанавливается, что к началу пермского периода северо-восточный край Сибирской платформы представлял собой сильно пенепленизированную поверхность, подвергавшуюся на протяжении длительного промежутка времени интенсивной денудации. По-видимому, наиболее приподнятым участком в это время был Пур-Оленекский район, где на дневную поверхность выходили отложения среднего кембрия, в то время как на западе, в районе Котуга, объектом для размыва была нижнесилурийская пестроцветная толща.

Отложение осадков нижней перми началось в спокойной обстановке, при очень медленном погружении западной части рассматриваемой территории. В этот период северо-восточный край Сибирской платформы становится частью обширного пермского бассейна, пределы которого ограничиваются на севере складчатыми сооружениями Таймыра, на западе — породами Приенисейской складчатой зоны, на юге — протерозойским и архейским комплексами Алданского и Витимо-Олекминского массивов. В центральной части этого бассейна возвышался Анабарский кристаллический массив, окруженный карбонатными породами.

Основными поставщиками терригенного материала для пермских отложений являлись кристаллические породы Анабарского массива и протерозойский комплекс Таймыра.

Снос обломочного материала шел в трех направлениях. Первое направление — северное — вытекает из характера распределения фаций на территории, прилегающей к Анабарскому массиву, второе — юго-восточное — определяется положением поля пермских отложений, окаймляющих Таймырскую складчатую зону, третье — юго-западное — поддается закономерным характером распределения обломочного материала в пределах северо-восточного края платформы.

Формирование нижнепермских отложений рассматриваемой территории происходило в пределах двух фациальных областей. Пермские отложения Пурского района и большая часть отложений, исследованных автором в Анабарском районе, формировалась в пределах области преимущественного развития континентальных отложений. Часть нижнепермских отложений Анабарского района, а также нижнепермские отложения, исследованные в Попигайском и Котуйском районах, попадают в область преимущественного развития прибрежно-континентальных фаций.

Пермские отложения Западного поднятия формировались также в прибрежно-континентальной области, но значительно ближе к береговой полосе, чем отложения платформенных районов.

Верхнепермская эпоха начинается с резкого усиления общего нисходящего движения рассматриваемой территории Сибирской платформы, наметившегося в начале нижней перми. Морские воды заходят далеко в глубь платформы, охватывая обширную территорию от р. Котуя на западе до р. Анабара на востоке.

Происходит значительное смещение границ фациальных областей, установленных ранее для нижней перми. Изученные участки развития пермских отложений Анабарского, Попигайского и Котуйского районов теперь уже целиком попадают в пределы области преимущественного развития прибрежно-континентальных фаций. В области развития континентальных фаций формируются лишь верхнепермские отложения Пурского района.

Появляется новая фациальная область, отсутствовавшая в нижней перми, — область ритмичной смены прибрежно-морских и прибрежно-континентальных фаций. Формирование верхнепермских отложений Западного поднятия приурочено к этой фациальной области.

В конце верхней перми общий подъем северо-восточного края Сибирской платформы вызвал растяжение пород, слагающих рассматриваемую территорию, что, в свою очередь, привело к образованию крупных трещин и разломов. Эти разломы и трещины становятся в дальнейшем путями для проникновения на поверхность туфогенного материала. Судя по тесной ассоциации типичных пирокластических образований с образованиями осадочного происхождения, эффузивная деятельность началась еще в конечный период образования угленосной свиты.

Как заключительную стадию вулканической деятельности следует рассматривать внедрение в толщу пермских отложений, включая и туфогенные образования, интрузий трапповой магмы.

Фациальная обстановка осадкообразования и последующие процессы диагенеза и эпигенеза определили характер полезных ископаемых, приуроченных к пермским отложениям. Поэтому вполне естественно, что распределение полезных ископаемых находится в тесной связи с выделенными фациальными областями. Так, основная масса нефтепроявлений встречена в пределах области ритмичного чередования прибрежно-морских и прибрежно-континентальных фаций, где обстановка осадкообразования и последующие процессы диагенеза и эпигенеза были весьма благоприятными для образования нефти. Таким образом, с генетических позиций вся эта фациальная область является перспективной при поисках нефти.

Исследование литологических особенностей пермских отложений платформенных районов и сопоставление их с литологическими особенностями пермских отложений Нордвикского района дает основание утверждать, что к юго-востоку от Нордвикского района коллекторские свойства пермских пород заметно улучшаются, так как в разрезе пермских отложений появляются прослойки песчаных пород, отличающихся хорошей пористостью и проницаемостью.

Региональный характер нефтепроявлений и улучшение коллекторских свойств пород к юго-востоку, заставляет обратиться с поисками нефтеносных структур к территории, располагающейся на юго-восток от Нордвикского района.

Наблюдающееся с запада на восток сокращение числа интрузивных тел, содержащихся в пермских отложениях, следует рассматривать как положительный фактор, гарантирующий пермские породы от контактового воздействия, хотя и незначительно, но все же ухудшающего коллекторские свойства пород.

Наиболее интенсивное угленакопление приурочено к области развития прибрежно-континентальных фаций, характеризующейся частой сменой условий осадкообразования, столь необходимой для накопления и захоронения органических веществ.

Закономерный характер увеличения степени угленосности при переходе от бассейна р. Пура к бассейну р. Котуя, где встречены пласты угля рабочей мощности, заставляет сосредоточить все внимание при поисках новых угленосных площадей на территории, располагающейся к западу от Котуйского района.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б а т у р и н В. П. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. Изд. АН СССР, М.—Л., 1947.
2. Б о т в и н к и н а Л. Н. О классификации различных типов слоистости. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, М., 1950.
3. Б р о д И. О. и Е р е м е н к о Н. А. Основы геологии нефти и газа. Изд. МГУ, М., 1950.
4. Б р у е в и ч С. В., В и н о г р а д о в а Е. Т. Химический состав грунто-вых растворов Каспийского моря. Гидрохим. матер., т. XIII, М., 1947.
5. В а к а р В. А., В о р о н о в П. С. К вопросу о тектонике Таймырского полуострова. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 43, М.—Л., 1954.
6. В а с с о в и ч Н. Б. и К о р о т к о в С. Г. К познанию оползневых явлений крупных подводных оползней в олигоценовую эпоху на Северном Кавказе (в Майкопском округе). Труды Нефт. геол.-разв. ин-та, сер. А, вып. 52, 1935.
7. В е б е р В. В. Нефтеносные фации и их роль в образовании нефтяных месторождений. Ленгостоптехиздат, 1947.
8. В и к у л о в а М. Ф. Исследование минералогического состава глиен электронным микроскопом. «Сов. геол.» № 39, М., 1949.
9. В о р о н о в П. С. К вопросу о границе между нижним и верхним отделами пермской системы в пределах Нордвик-Попигаевского района. Труды Института геол. Арктики, т. 72, М.—Л., 1953.
10. В о р о н о в П. С. К вопросу о пермских подводных оползнях у северного края Сибирской платформы. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 37, М.—Л., 1953.
11. Г е д р о й ц Н. А. Таймырская низменность. Труды Ин-та геол. Арктики, т. XIII, Л.—М., 1951.
12. Г е р к е А. А. Микрофауна пермских отложений Нордвикского района и ее стратиграфическое значение. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 28, Л.—М., 1952.
13. Г и н з б у р г И. И. Монтмориллонитовый и галлаузитовый типы выветривания. Труды Ин-та геол. наук АН СССР, сер. геол., № 41, М., 1941.
14. Г и н з б у р г И. И. Стадийное выветривание минералов. Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. Изд. АН СССР, М., 1946.
15. Г и н з б у р г И. И., Р у к а в и ш н и к о в а И. А. Минералы древней коры выветривания Урала. Изд. АН СССР, М., 1951.
16. Г р а м б е р г И. С. Стратиграфия пермских отложений Анабарского района и смежной территории северного края Сибирской платформы. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 37, Л.—М., 1953.
17. Г р а м б е р г И. С. Цементы верхнепермских песчаников в бассейне р. Анабара, их состав и происхождение. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 37, Л.—М., 1953.
18. Г р а м б е р г И. С. К вопросу о границе между верхним и нижним отделами пермской системы в пределах северо-восточного края платформы. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 72, Л.—М., 1953.
19. Г р а ч е в а О. и Т е б е н ь к о в В. Об одном выходе угля на р. Анабаре. «Проблемы Арктики» № 4, Л., 1938.
20. Г у б к и н И. М. Учение о нефти. М.—Л., 1932.
21. Г у б к и н И. М. Избр. соч., т. 1, Изд. АН СССР, М.—Л., 1950.
22. Г у с е в А. И. Геология, угленосность и нефтеносность низовьев р. Оленек. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 1, Л.—М., 1950.
23. Е м е л ь я н ц е в Т. М. Геологические исследования в районе Нордвика и острова Бегичева в 1933 г. Сб. «Геологические исследования Нордвик-Хатангского района и Таймырского полуострова по работам 1933—1936 гг. «Изд. ГГУ ГУСМП, М., 1933.

24. Жемчужников Ю. А. Общая геология ископаемых углей. Углетехиздат, М., 1948.
25. Калинин М. К. Гранулометрический состав постплиоценовых отложений юго-западной части Таймырской депрессии. «Проблемы Арктики», № 10, Л., 1940.
26. Кордилов А. А. Осадки моря Лаптевых. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 40, Л.—М., 1952.
27. Корнилюк Ю. И., Кочетков Т. П. и Емельянец Т. М. Нордвик-Хатангский нефтеносный район (краткий очерк геологии и нефтеносности). «Недра Арктики» № 1, М., 1946.
28. Кротов Б. П. Об источнике железа для образования осадочных месторождений железных руд. ДАН СССР, XXXI, М., 1951.
29. Люткевич Е. М. О границах и распространении верхнего отдела пермской системы в северных широтах СССР. Труды Ин-та геол. Арктики, т. XIX, Л.—М., 1951.
30. Моор Г. Г. О траппах Лено-Анабарского междуречья. «Проблемы сов. геол.» № 4, М., 1938.
31. Моор Г. Г. О нижнем кембрии Анабарского района. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, М.—Л., 1936.
32. Моор Г. Г., Ткаченко Б. В. и др. Материалы по геологии и петрографии Анабарского массива. Труды Аркт. ин-та, т. XVI, Л., 1936.
33. Наливкин Д. В. Учение о фациях. Гос. научно-техн. геол.-разв. изд., Л.—М., 1933.
34. Объяснительная записка к географической и геологической карте 100-верстного масштаба района Хатангской экспедиции 1905 г. Изв. Русск. геогр. общ., X—XIII, вып. 2, СПб., 1912.
35. Пустовалов Л. В. Геохимические фации и их значение в общей и прикладной геологии. «Проблемы сов. геол.», № 1, М., 1933.
36. Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. Ч. I и II. Гос. научно-техн. изд. нефт. и горно-топл. лит., М.—Л., 1940.
37. Романов А. А. Геоморфологический очерк северо-западного района Якутской АССР. Труды СОПС. АН СССР, вып. 1, Л., 1932.
38. Рухин Л. Б. Гранулометрический метод изучения песков. Изд. ЛГУ, 1947.
39. Седлецкий И. Д. Коллоидно-дисперсная минералогия. Изд. АН СССР, М.—Л., 1945.
40. Седлецкий И. Д. Минералогический состав глин и их генезис. «Сов. геол.», № 8, М., 1940.
41. Сочава В. Б. Тундра бассейна р. Анабар. Изв. Гос. геогр. общ., т. 65, вып. 4, М.—Л., 1933.
42. Сочава В. Б. Анабарская экспедиция Наркомзема и Института оленеводства. Бюлл. Аркт. ин-та № 3, Л., 1933.
43. Спиро Н. С., Грамберг И. С., Вовк Ц. Л. О генетической классификации природных вод. ДАН СССР, т. XCIII, № 3, М., 1953.
44. Спиро Н. С., Грамберг И. С., Вовк Ц. Л. Методика сравнительного изучения химического состава терригенных осадочных пород. Труды Ин-та геол. Арктики, т. 86, М., 1956.
45. Страхов Н. М. Железорудные фации и их аналоги в истории Земли. Труды Ин-та геол. наук АН СССР, М., 1947.
46. Страхов Н. М. Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов. (Опыт сравнительно-литологического исследования.) Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 124, сер. геол., № 35, 1949.
47. Страхов Н. М. К вопросу об общей теории осадочного процесса. Изв. АН СССР, сер. геол., М., 1950.
48. Страхов Н. М. Диагенез осадков и его значение для осадочного рудообразования. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, М., 1953.
49. Сулин В. А. Геология нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, М.—Л., 1948.
50. Тагеева Н. В. К вопросу о геохимических условиях образования некоторых осадочных пород. ДАН СССР, т. 78, № 3, М., 1951.
51. Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков. ОНТИ НКТП СССР, М., 1936.
52. Теодорович Г. И. Минералы осадочных пород как показатели физико-химической обстановки. Сб. «Вопросы минералогии, геохимии и петрографии», памяти акад. А. Е. Ферсмана. Изд. АН СССР, М.—Л., 1946.

53. Теодорович Г. И. О генезисе доломита осадочных образований. ДАН СССР, 53, № 9, М., 1946.
54. Теодорович Г. И. Осадочные геохимические фации. БМОИП, отд. геол., 22, вып. 1, М., 1947.
55. Теодорович Г. И. Сидеритовая геохимическая фация морей и вообще соленых вод как нефтепроизводящая. ДАН СССР, т. 69, № 2, М., 1949.
56. Толль Э. В. О распространении нижнесилурийских и кембрийских отложений в Сибири. Зап. Минерал. общ., ч. 33, вып. 1, СПб., 1895.
57. Урванцев Н. Н. Таймырская геологическая экспедиция 1929 г. Труды Горно-геол. упр., вып. 65, М., 1931.
58. Фришенфельд Г. Э. Новые данные по геологии Анабарского и Хатангского районов. «Академику В. А. Обручеву к 50-летию научной и педагогической деятельности». Изд. АН СССР, М., 1938.
59. Хабаров А. В. Косая слоистость осадочных толщ как показатель условий их образования. «Природа» № 4, М., 1951.
60. Чекановский Л. А. Дневник экспедиции по рекам Нижней Тунгуске, Оленеку и Лене 1873—1875 гг. Зап. Русск. геогр. общ. по общей геогр., т. XX, № 1, СПб., 1896.
61. Швецов М. С. Петрография осадочных пород. Госгеолиздат, М.—Л., 1948.
62. Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых пород. Изд. ИЛ, М., 1950.
63. Gruner J. W. The structural relationship of nontronites and montmorillonites. Amer. Min., 20, № 7, 1935.
64. Moore E. and Maynard. Solution, transportation and precipitation of iron and silica. Econ. Geol., № 3—6, 1929.
65. Noll W. Synthese von Montmorilloniten Chemie der Erde, Bd. 10, H. 2, 1936.
66. Savage W. Solution, transportation and precipitation of manganese. Econ. Geol., 1936.
67. Twenhofel W. H. Principles of Sedimentation. New York, 1939.
68. Twenhofel W. H., Tyler S. A. Methodes of study of sediments. New York, 1941.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Часть первая. Общие сведения	
Г л а в а I. Краткие географические сведения	5
Г л а в а II. Краткий очерк геологического строения северо-восточного края Сибирской платформы	8
Г л а в а III. Обзор предшествующих исследований пермских отложений . .	16
Часть вторая. Стратиграфия	
Г л а в а IV. Описание разреза пермских отложений в бассейне р. Анабара . .	25
Г л а в а V. Анализ имеющихся материалов и выводы по стратиграфии перм- ских отложений Анабарского района	33
Г л а в а VI. Сопоставление разрезов пермских отложений Анабарского района и Западного поднятия структуры «Южный Тиган»	45
Г л а в а VII. Сопоставление разреза пермских отложений бассейна р. Анабара с разрезами разновозрастных отложений смежной территории северо-вос- точного края Сибирской платформы	58
Часть третья. Литология	
Г л а в а VIII. Тектурные особенности пермских отложений Анабарского района и смежной территории северо-восточного края Сибирской плат- формы	82
Г л а в а IX. Гранулометрический состав пермских отложений Анабарского района и смежной территории северо-восточного края Сибирской плат- формы	97
Г л а в а X. Минералогический состав пермских отложений Анабарского района и смежной территории северо-восточного края Сибирской плат- формы	116
Г л а в а XI. Некоторые данные по геохимии пермских отложений рассматри- ваемой территории	124
Г л а в а XII. Палеогеографическая обстановка образования пермских отло- жений северо-восточного края Сибирской платформы	173
Г л а в а XIII. Прогноз полезных ископаемых	182
Заключение	205
Литература	213