

Из фондов Российской государственной библиотеки

Малышева, Елена Олеговна

Условия формирования пермских терригенных коллекторов
севера Печорского нефтегазоносного бассейна

Москва
Российская государственная библиотека
diss.rsl.ru
2007

Малышева, Елена Олеговна

Условия формирования пермских терригенных коллекторов севера Печорского нефтегазоносного бассейна [Электронный ресурс] : Дис. ... канд. геолого-минералогические науки : 04.00.17. - М.: РГБ, 2007. - (Из фондов Российской государственной библиотеки)

Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Текст воспроизводится по экземпляру, находящемуся в фонде РГБ:

Малышева, Елена Олеговна

Условия формирования пермских терригенных коллекторов
севера Печорского нефтегазоносного бассейна

Сыктывкар, 1985

Государственная
Библиотека
С. Р.
им. В. И. Ленина

Д 18834-85

2. 10. 88

400/61

100 мкм.

/

A stylized handwritten signature or mark consisting of a horizontal line that curves upwards and then downwards, resembling a checkmark or a specific symbol.

61.85.4/353 - 1
Академия наук СССР
Коми филиал
Институт геологии

На правах рукописи

МАЛЫШЕВА Елена Олеговна

УДК 553.98:551.24 (470.1)

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРМСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ
СЕВЕРА ПЕЧОРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА

Специальность 04.00.17 – геология, поиски и
разведка нефтяных и газовых месторождений

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Малышева

Научный руководитель
доктор геолого-минералогических
наук, профессор Ю.К.Бурлин

Сыктывкар, 1985

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ..	9
I.1. Современный структурный план.....	9
I.2. Стратиграфия.....	13
I.3. История геологического развития.....	18
I.4. Нефтегазоносность.....	20
ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕРМСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.....	23
ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	33
3.1. Строение разрезов.....	33
3.1.1. Печорская синеклиза.....	33
3.1.2. Предуральский прогиб.....	46
3.2. Типы пород.....	53
3.3. Петрографический состав песчаников.....	58
3.4. Минералы цементов песчаников.....	72
3.4.1. Карбонатные минералы.....	72
3.4.2. Глинистые минералы.....	76
3.4.3. Кварц.....	93
3.5. Выводы.....	94
ГЛАВА 4. ЛИТОГЕНЕЗ.....	96
4.1. Условия осадконакопления.....	96
4.1.1. Фации.....	96
4.1.2. Цикличность.....	106
4.1.3. Генезис песчаных пластов.....	113
4.2. Постседиментационные преобразования пород.....	133
4.2.1. Характеристика зон катагенеза.....	133
4.2.2. Особенности постседиментационных про- цессов в песчаниках.....	150
4.3. Выводы.....	161

ГЛАВА 5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ.....	163
5.1. Природные резервуары.....	163
5.2. Формирование порового пространства коллекторов.....	179
5.2.1. Морфо-генетические типы пористости....	179
5.2.2. Классы коллекторов и закономерности их распространения.....	186
5.3. Выводы.....	203
ГЛАВА 6. ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ.....	205
6.1. Общие сведения о нефтегазоносности пермских терригенных отложений.....	205
6.2. Прогнозная оценка нефтегазоносности.....	212
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	231
ЛИТЕРАТУРА.....	234
Фототаблицы.....	250
Список рисунков.....	262
Список таблиц и фототаблиц.....	264

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Тимано-Печорский регион является одним из важнейших центров нефтегазодобывающей промышленности в Европейской части СССР. Дальнейший прирост запасов нефти и газа здесь требует вовлечения в сферу поисковых работ новых перспективных объектов. К числу последних относятся пермские терригенные отложения, промышленная нефтегазоносность которых уже доказана открытием ряда месторождений на Возейской, Харьягинской, Хыльчужской, Василковской, Кумжинской и некоторых других площадях. При этом, на отдельных месторождениях, например Харьягинском, на долю пермских терригенных отложений приходится около половины геологических запасов нефти всего месторождения. Однако, сложное строение коллекторских толщ, обусловленное разнообразным фациальным составом отложений, и значительные изменения емкостно-фильтрационных свойств пород предопределили необходимость проведения региональных исследований по прогнозированию зон развития коллекторов и ловушек неантиклинального типа. Настоящая работа выполнена в рамках госбюджетной темы "Нефтегазоносные комплексы Тимано-Печорской провинции" (№ госрегистрации 7601777).

Цель и задачи работы. Целью настоящей работы было выявление закономерностей распространения коллекторских толщ и изменения емкостно-фильтрационных свойств слагающих их пород. Исходя из этого в задачи исследования входило: 1) выяснение генезиса песчаных пластов; 2) определение петрографо-минералогического состава песчаников; 3) выявление факторов формирования емкостного пространства пород; 4) выяснение закономерностей пространственного размещения коллекторов; 5) выделение зон, наиболее благоприятных для нефте- и газонакопления в пермских терригенных отложениях.

Научная новизна исследований. Впервые для пермских отложений Печорской синеклизы на основе детального литолого-фациального анализа разработана модель развития дельтовой системы, выделены генетические типы природных резервуаров и составлена карта их распространения. В результате всестороннего исследования породообразующих терригенных компонентов и минералов цементов песчаников установлено широкое развитие в породах-коллекторах вторичной пористости и обоснована ее генетическая связь с процессами инфильтрационного катагенеза. Выявлены закономерности изменения по площади и по разрезу коллекторских свойств пород и составлена карта распространения пород с различными емкостно-фильтрационными свойствами.

Практическая значимость работы и реализация. Установленные закономерности формирования пород-коллекторов позволили дать прогноз их размещения и выделить участки, наиболее благоприятные для нефтегазонакопления и поисков залежей нефти и газа. На основе выполненных исследований представляется возможным обеспечить более точный и обоснованный подсчет запасов углеводородов (УВ). Результаты исследований, изложенные в четырех научных отчетах, переданы в производственные объединения "Ухтанефтегазгеология" и "Архангельскгеология", а также вошли составной частью в отчет по заданию 05.04 научно-технической проблемы 0.50.01 "Количественная оценка перспектив нефтегазоносности Тимано-Печорской провинции" (по состоянию на I.I.1984 г.), подготовленный ВНИГРИ.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на двух научных конференциях молодых ученых и аспирантов МГУ в 1982 и 1983 гг., на X геологической конференции Коми АССР в 1984 г., на V Всесоюзном семинаре "Формации осадочных бассейнов" в 1985 г. и отражены в 8 опубликованных работах.

Фактический материал. В основу диссертации положены резуль-

таты полевых и лабораторных исследований автора, проводимых с 1980 года в составе отдела геологии горючих ископаемых, геофизические и керновые материалы по скважинам двадцати разведочных площадей, любезно представленные руководством производственных объединений "Ухтанефтегазгеология" и "Архангельскгеология".

Для решения поставленных задач применялся комплекс методов разностороннего исследования пород, включающий макроскопическое, микроскопическое, электронно-микроскопическое, рентгено-структурное, минералогическое, химическое и петрографическое изучение пород.

Микроскопическое исследование проводилось в шлифах стандартного размера (1500 шлифов). Рентгено-структурный анализ глинистых (200) и карбонатных (50) минералов выполнялся в лаборатории физических методов Института геологии В.В.Хлыбовым на аппаратах ДРОН-1.5, ДРОН-2 при скорости съемки 2°/мин. Состав тяжелой фракции песчаников изучался И.П.Никитенко в лаборатории петрографии Института геологии.

Полный силикатный (63) и карбонатный (100) анализы пород выполнялись в химической лаборатории Коми филиала АН СССР.

Электронно-микроскопическое исследование пород (40 обр.) проводилось в лаборатории экспериментальной минералогии Института геологии совместно с В.И.Филипповым.

Общая и открытая пористости и проницаемости пород (100 анал.) определялись в лаборатории физики пласта Института "ПечорНИПИнефть". Кроме этого использовались данные производственных объединений "Ухтанефтегазгеология" и "Архангельскгеология".

Определения отражательной способности витринита углистых пород и включений (40) выполнялось в ревизионной угольной партии опытно-методической экспедиции ПГО "Полярноуралгеология".

В диссертации использовались опубликованные и фондовые ма-

териалы по литологии, стратиграфии, тектонике, гидрогеологии и нефтегазонасности пермских отложений региона большого числа геологов: Л.З.Аминова, В.И.Богацкого, Г.В.Важенина, Л.М.Варюхиной, Л.В.Галкиной, В.А.Дедеева, Ф.И.Енцовой, Г.А.Иванова, А.В.Иванова, Н.В.Коноваловой, Г.П.Канева, Н.С.Колоды, А.В.Македонова, В.А.Молина, И.С.Муравьева, Б.А.Соколова, Л.А.Хайцера, В.И.Чалышева, Г.А.Яковлева и др.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, шести глав и заключения, изложенных на 150 страницах, включает 50 рисунков, 2 таблицы и 10 фототаблиц. Список литературы содержит 141 наименование.

Работа выполнена под научным руководством доктора геолого-минералогических наук, профессора Ю.К.Бурлина, которому автор искренне благодарен за всестороннюю помощь и внимание. Автор выражает большую признательность за советы и рекомендации сотрудникам Института геологии Коми филиала АН СССР докторам геолого-минералогических наук В.А.Дедееву, А.И.Елисееву, профессору В.П.Якуцени, кандидатам геолого-минералогических наук Л.З.Аминову, В.А.Молину, Я.Э.Юдовичу, В.В.Хлыбову, В.И.Мизину и Ю.А.Ткачеву, сотрудникам кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых МГУ: профессору Б.А.Соколову, кандидатам геолого-минералогических наук Е.Е.Карнюшиной и М.М.Файер, сотрудникам Геологического института (г.Москва): члену-корреспонденту П.П.Тимофееву, кандидатам геолого-минералогических наук И.И.Бибешеву, А.И.Вознесенскому, В.И.Копорулину, Б.В.Полянскому, Ю.Г.Цеховскому, Б.А.Сахарову и Р.М.Юрковой. Большую помощь в оформлении работы оказали В.А.Носков, В.Н.Устиненко, О.Г.Безносова, В.В.Вытегорова, Б.В.Горев, которым автор выражает благодарность.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Формирование песчаных пластов в пермских терригенных отложениях обусловлено развитием и миграцией дельтовой системы.
2. Постседиментационные процессы в песчаниках связаны со стадийными катагенетическими и наложенными (инфильтрационными) процессами. В первом случае происходит закономерное ухудшение коллекторских свойств пород вплоть до их полной потери. Во втором случае емкостное пространство пород возрастает за счет развития вторичной пористости.
3. Характер изменения коллекторских свойств пород по разрезу и площади определяется условиями осадконакопления и зональностью постседиментационных процессов.
4. Положение зон, наиболее благоприятных для нефтегазонакопления контролируется развитием резервуаров дельтового и аллювиального типов, сложенных высоко- и среднеемкими породами.

ГЛАВА I. ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

I.I. Современный структурный план

Печорский НГБ занимает крайнюю северо-восточную часть Европейской платформы и расположен в пределах одноименной эпибайкальской плиты. На западе бассейн ограничен выступами Тиманской гряды, на востоке - варисцийскими складчатыми образованиями Уральского края.

Крупнейшими (надпорядковыми) тектоническими элементами являются Печорская синеклиза и Предуральский краевой прогиб (рис. I). Печорская синеклиза представляет собой плоскую платформенную впадину, в составе которой выделяются структуры более мелкого (I) порядка: Ижма-Печорская впадина, Печоро-Кожвинский мегавал, Малоземельско-Колгуевская моноклираль, Денисовский прогиб, Колвинский мегавал, Хорейверская впадина и Варандей-Адзэвинская структурная зона (Структура..., 1982).

Ижма-Печорская впадина имеет террасовидное строение: поверхность фундамента ступенчато погружается в восточном и северном направлениях на глубинах от 0,5-1,0 до 3,5-4,0 км. Структуры, осложняющие впадину, пологи и малоамплитудны. Среди них развиты незамкнутые и, реже, замкнутые формы. Локальные структуры Ижма-Печорской впадины сравнительно пологие.

Печоро-Кожвинский мегавал ограничен с юго-запада Припечорской зоной разломов, участками выходящими на земную поверхность, и простирается в северо-западном направлении. По поверхности фундамента, залегающего здесь на глубинах от 3 км до 7 км и более, мегавалу отвечает система узких линейных горстов и грабенов. Особенностью строения осложняющих мегавал валов и локальных поднятий является единство простираций, удлиненность, асимметрич-

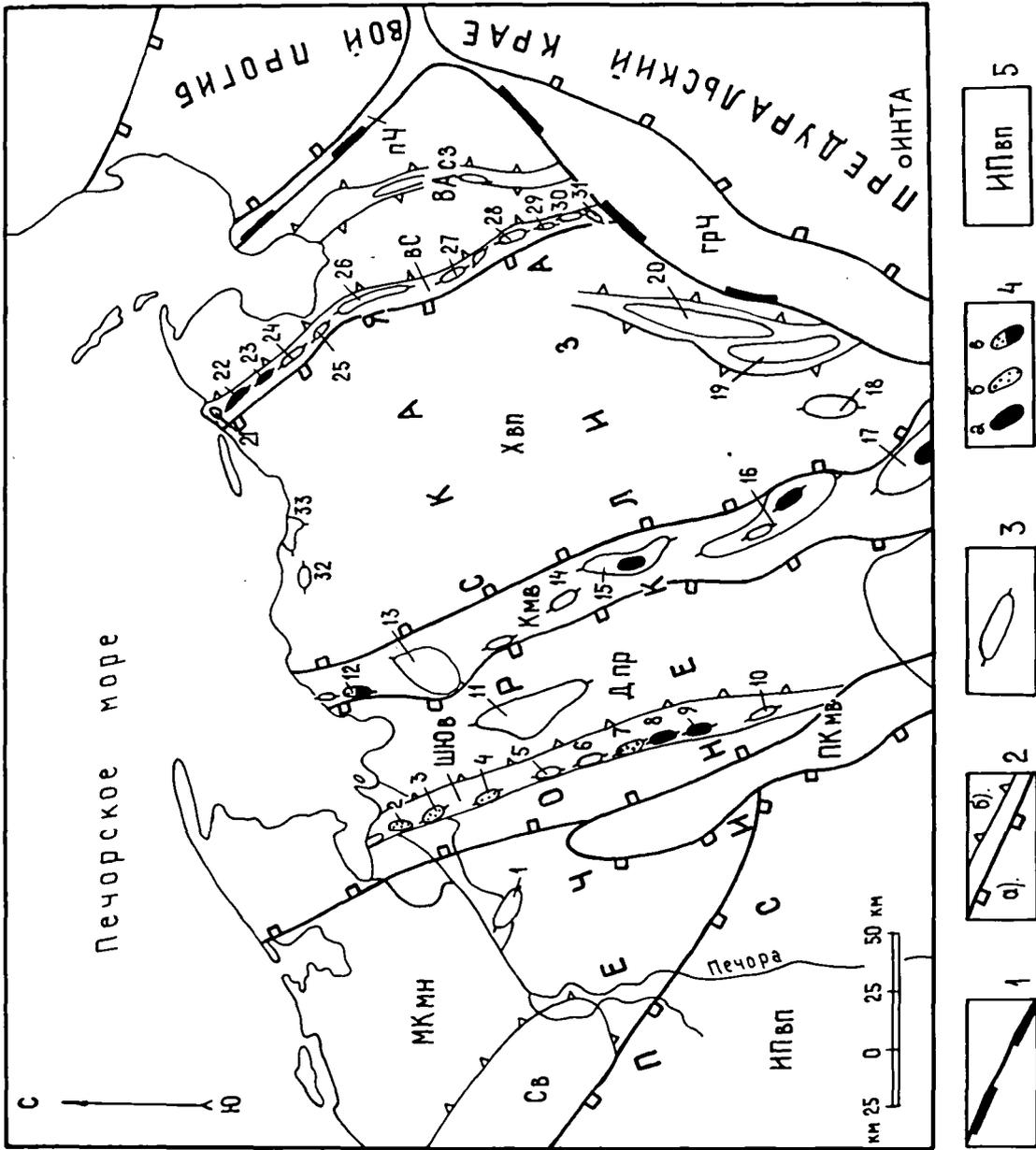


РИС.1. ОБЗОРНАЯ КАРТА

Рис. I. Обзорная схема севера Тимано-Печорского нефтегазосносного бассейна. Составила Е.О.Малышева по материалам Института геологии Коми филиала АН СССР (Структура..., 1982). Условные обозначения: 1-2 - границы тектонических структур: 1 - крупнейших (надпорядковых), 2 - крупных (а-I порядка, б - II порядка 3 - площади; 4 - площади, на которых выявлены залежи: а - нефтяные, б - газовые и газоконденсатные, в - газонефтяные; 5 - наименования крупных тектонических структур I и II порядков. ИПвп - Ижма-Печорская впадина, Св - Седуяхинский вал, Ш в - Шапкина-Юрьяхинский вал, ПКмв - Печоро-Кожвинский мегавал, МКмн - Мало-земельско-Колгуевская моноклираль, Дпр - Денисовский прогиб, Кмв - Колвинский мегавал, Хвп - Хорейверская впадина, вС - вал Сорокина, ВАСз - Варандей-Адзъвинская структурная зона, гЧ - гряда -Чернышева, пЧ - поднятие Чернова. Наименования площадей: 1 - Нарьянмарская, 2 - Кумжинская, 3 - Василковская, 4 - Ванейвическая, 5 - Северо-Шапкинская, 6 - Шапкинская, 7 - Южно-Шапкинская, 8 - Средне-Серчейюская, 9 - Пашшорская, 10 - Юрьяхинская, 11 - Лаявожская, 12 - Хыльчюская, 13 - Ярейюская, 14 - Северо-Харьягинская, 15 - Харьягинская, 16 - Возейская, 17 - Усинская, 18 - Баганская, 19 - Макарихинская, 20 - Салюкинская, 21 - Варандейская, 22 - Торавейская, 23 - Южно-Торавейская, 24 - Наульская, 25 - Лабоганская, 26 - Седьягинская, 27 - Ярейягинская, 28 - Осовейская, 29 - Нерчейюская, 30 - Хосолтинская, 31 - Подверьюская, 32 - Намюрхитская, 33 - Мядловаяхская.

ность и инверсионный характер развития.

Малоземельско-Колгуевская моноклираль характеризуется относительно пологим залеганием пород платформенного чехла, мощность которого здесь составляет 1,5-6,0 км.

Денисовский прогиб наиболее четко выражен по верхнепалеозойским и мезозойским отложениям. По поверхности фундамента прогибу отвечает система кулисообразных ступеней, погружающихся на восток по серии тектонических нарушений. Среди осложняющих структур наиболее резко выделяются Шапкино-Юрьяхинский и Лайский валы.

Колвинский мегавал представляет собой крупную сложно построенную линейную инверсионную структуру северо-западного простирания, развитую в зоне одноименного глубинного разлома. По фундаменту мегавалу отвечает грабенообразный прогиб, осложненный системой приподнятых и опущенных блоков. Мегавал объединяет четыре вала: Усинский, Возейский, Харьягинский, Ярейюский.

Хорейверская впадина имеет асимметричное строение и наиболее прогнута в зоне сочленения с Колвинским мегавалом. Локальные структуры, осложняющие впадину, имеют округлую изометричную форму и небольшие амплитуды. По поверхности фундамента Хорейверской впадине соответствует погребенный Большеземельский свод, осложненный немногочисленными разрывными нарушениями северо-западной и северо-восточной ориентировки.

Варандей-Адзъвинская структурная зона выделяется в крайней северо-восточной части Печорской синеклизы и объединяет структуры более мелкого порядка: вал Сорокина, Морейскую депрессию, вал Гамбурцева, Верхнеадзъвинскую котловину и ступень Зенченко. Особенностью этих структур является их ярко выраженный приразломный характер.

Предуральский краевой прогиб занимает восточную наиболее прогнутую часть Печорского нефтегазоносного бассейна. В его пределах по простиранию выделяется система прогибов, разделенных поперечными поднятиями. Фундамент в Предуральском прогибе опущен на глубину 12-15 км. Границы прогиба достаточно условны. На западе они проводятся по резкому увеличению мощности орогенного комплекса пород, совпадая часто с флексуобразными перегибами в верхнепалеозойских отложениях. Восточная граница фиксируется изменением характера складчатости и совпадает в ряде мест с крупными системами надвигов. В пределах Предуральского прогиба с юга на север выделяются: Верхнепечорский прогиб, Среднепечорское поднятие, Большесынинский прогиб, поднятие Чернышева, Косью-Роговской прогиб, поднятие Чернова, Коротайхинский прогиб. В составе отдельных прогибов выделяются внешняя и внутренняя тектонические зоны. Для каждой из них характерно развитие структур определенной формы, амплитуды и различной степени нарушенности.

1.2. Стратиграфия

В геологическом строении Печорского НГБ принимают участие породы верхнепротерозойского (рифейского) фундамента и палеозойско-кайнозойского осадочного чехла.

Фундамент сложен регионально метаморфизованными и интенсивно дислоцированными сланцами, кварцито-песчаниками, кварцитами, доломитами и известняками рифейского возраста. В ряде мест они прорваны интрузиями кислого, среднего и основного составов. В пределах Тиманской гряды и Уральского кряжа породы фундамента выходят на поверхность, а в платформенной части погружены на значительную глубину.

В строении осадочного чехла рассматриваемой территории принимают участие отложения венд-нижнекембрийского (?), ордовикско-

го, силурийского, девонского, каменноугольного, пермского, триасового, юрского, мелового и кайнозойского возрастов.

Вендско-нижнекембрийские (?) отложения развиты неповсеместно и представлены красноцветными и сероцветными терригенными моласоидными образованиями, залегающими несогласно на рифейском фундаменте. Максимальные мощности этих отложений (по геофизическим данным) предполагаются во впадинах Предуральского краевого прогиба и грабенообразных прогибах Печорской синеклизы, где достигают 1,5-2,0 км.

Отложения ордовика, залегающие с несогласием на подстилающих породах, представлены в нижней части (нижний и низы среднего ордовика) песчано-глинистыми, выше (верхи-среднего и верхний ордовик) - карбонатными и карбонатно-глинистыми образованиями с прослоями эвапоритов. Мощность терригенно-карбонатных отложений ордовика составляет 150-200 м в Хорейверской впадине и возрастает в восточном направлении.

Силурийские отложения широко развиты на территории Печорского бассейна. В южной части бассейна они представлены доломитами, мергелями, известняками мощностью до 600 м. В северной части бассейна наиболее полный разрез силура вскрыт на Колвинском мегавалу и представлен в южной части доломитами, ангидритами, органогенными известняками с прослоями доломитов, в верхней части - известняками и мергелями с прослоями глин. Общая мощность разреза 1100-1200 м.

Девонские отложения, представленные всеми тремя отделами, залегают на породах рифейского фундамента или различных горизонтах ордовикских и и силурийских отложений. Нижнедевонские отложения установлены в пределах Печоро-Кожвинского и Колвинского мегавалов и Варандей-Адзвинской структурной зоны. Представлены они глинисто-карбонатными породами мощностью около

600 м. Среднедевонские глинисто-песчаные отложения развиты по территории неравномерно: максимальные мощности отмечаются в пределах Печоро-Кожвинского мегавала, минимальные (вплоть до полного отсутствия) - на древних поднятиях. Верхнедевонские отложения представлены глинистыми породами пашийского и кыновско-саргаевского горизонтов, глинисто-карбонатными битуминозными породами семилукского горизонта франского яруса и карбонатными породами (известняки, доломиты, мергели с прослоями глин) фаменского яруса. Верхнедевонские отложения развиты по всей территории Печорского НГБ.

Каменноугольные образования представлены в нижней части терригенно-карбонатными породами (глины, алевролиты, песчаники, известняки с прослоями ангидритов) мощностью от 0 до 800 м, в верхней части (средний и верхний отделы) - преимущественно карбонатными породами. Мощности среднего и верхнего отделов значительно изменяются: среднего от нескольких метров до 400 м, верхнего от 0 до 185 м. При этом, верхнекаменноугольные отложения отсутствуют на отдельных структурах Кожвинского и Печоро-Кожвинского мегавалов, Мичаю-Пашнинской структурной зоны, но широко развиты во впадинах и прогибах.

Пермские отложения получили широкое развитие в пределах всей территории Печорского НГБ. Они отличаются разнообразием литологического и формационного составов. В их разрезе выделяются флишевая и молассовая формации краевого прогиба, карбонатная и молассоидная формации платформы. В целом, формации пермских отложений характеризуют историю развития Урала и сопряженного с ним прогиба, а также изменение границ Уральской складчатости и Предуральского прогиба при их продвижении с востока на запад.

Отложения пермской системы представлены нижним и верхним отделами. В составе нижнего отдела установлены отложения ассель-

ского, сакмарского, артинского и кунгурского ярусов. Ассельско-сакмарские отложения имеют повсеместное распространение и представлены карбонатным и терригенно-карбонатным типами разрезов. Карбонатный тип разреза развит в пределах Колвинского мегавала, Лайского вала, юга - Шапкино-Юрбяхинского вала и востока Мало-земельско-Колгуевской моноклинали и Предуральского прогиба.

Терригенно-карбонатный тип разреза представлен в нижней части известняками детритовыми, в верхней - терригенно-карбонатными породами. Разрезы этого типа развиты в северной и северо-восточной частях бассейна. Максимальная мощность отложений (300 м) отмечается в Предуральском прогибе и на западном склоне Урала. Отложения артинского яруса развиты не повсеместно. Они отсутствуют на ряде структур, расположенных в южной части Колвинского мегавала, Хорейверской впадины и на Варандейском валу. Артинские отложения представлены карбонатно-терригенными породами, объединенными в две толщи: нижнюю - более глинистую и верхнюю - более карбонатную. В Предуральском прогибе они существенно обогащаются терригенным материалом. Мощности артинских отложений увеличиваются с запада на восток, достигая 2000 м на западном склоне Урала. Отложения кунгурского яруса развиты на значительной части территории и представлены несколькими типами разрезов. На северном Тимане к кунгуру отнесена десятиметровая пачка доломитов и доломитизированных известняков. На Среднем Тимане мощность кунгурских отложений, представленных доломитами и мергелями с прослоями ангидритов, глин и песчаников составляет 70 м. На Южном Тимане резко возрастает доля гипсов и ангидритов. В Западной части Ижма-Печорской впадины кунгурский ярус представлен красноцветными терригенными образованиями, в верхней части загипсованными. На остальной части Печорской синеклизы кунгурские отложения представлены глинисто-алевритовой толщей с прослоями песчаников и известняков. В основании разреза кунгурского яруса часто

выделяется глинисто-карбонатная пачка, связанная постепенным переходом с артинскими отложениями. Мощность кунгурского яруса в пределах Печорской синеклизы изменяется от 0 до 300 м.

В Верхнепечорском прогибе кунгурские отложения представлены чередованием ангидритовых и глинисто-карбонатных пачек. Их мощность составляет 400-600 м. На границе с Большесынинским прогибом сульфатный тип разреза замещается терригенным. Мощность яруса здесь не превышает 130 м. К северу и востоку от Большесынинского прогиба (гряда Чернышева, Косью-Роговская и Коротаихинская впадины) в составе кунгурского яруса появляются прослои и мощные пласты угля. Мощность кунгурского яруса в северо-восточных районах достигает 2000 м.

В составе верхнего отдела пермской системы выделяются уфимский, казанский и татарский ярусы, характеризующиеся сходным литологическим составом пород. В целом, верхнепермские отложения представлены сероцветно-красноцветными песчано-глинистыми породами с прослоями углей. По направлению с севера на юг сероцветные породы замещаются красноцветными. Угленосность возрастает в восточном направлении. В Коротаихинской и Косью-Роговской впадинах Предуральяского прогиба на отдельных участках насчитывается до 50 пропластков и пластов углей мощностью от нескольких сантиметров до 1 м. Общая мощность верхнепермских отложений изменяется от 300 м в пределах Печорской синеклизы до 3000 м в Предуральском прогибе.

Отложения мезозойской группы (триасовая, юрская и меловая системы) представлены терригенными породами, наибольшие мощности которых фиксируются на севере Печорского НГБ (до 2 км и более). В составе триасовых отложений выделяются алевролиты, глины и песчаники. На них с угловым несогласием залегают юрские

отложения, представленные глинами, алевролитами и песчаниками среднего и верхнего отделов. Отложения меловой системы развиты лишь в северной части бассейна и представлены терригенными породами нижнего отдела.

Четвертичные образования широко развиты на территории бассейна и сложены песчано-глинистыми породами с включениями галек и валунов.

1.3. История геологического развития

В вендско-нижнекембрийское время, соответствующее этапу посторогенного развития байкалид, осадконакопление, по-видимому, происходило в остаточных межгорных впадинах.

В позднем кембрии (?) – ордовике в пределах рассматриваемой территории в тесной связи с заложением Уральской геосинклинали и в результате резкой активизации процессов рифтогенеза происходило образование крупных грабенообразных прогибов. С востока из Уральской геосинклинали развивалась трансгрессия моря и в раннем-среднем ордовике накапливались песчано-глинистые и карбонатные отложения мелководного шельфа, прибрежных равнин, лагун и заливов (Циклы седиментогенеза..., 1981). В позднем ордовике появились внутренние моря, заливы и лагуны с повышенной соленостью, что привело к развитию эвапоритов. В начале силурийского периода площадь морского бассейна резко расширилась, и вся территория современной Печорской синеклизы покрылась морем. В раннедевонское время началась регрессия моря. С позднейфельского века новая трансгрессия моря окватила территорию бассейна. Максимальные мощности глинисто-песчаных пород отмечаются в пределах грабенообразных прогибов, контролируемых разломами (Печоро-Кожвинский и Колвинский). В течение франского века трансгрессия усилилась, и в это время накапливались сначала

глинисто-песчаные отложения пашийско-кыновского горизонтов, а затем глинисто-карбонатные и карбонатные породы семилукского горизонта и верхнефранского подъяруса. Фаменское время характеризуется образованием мощной толщи карбонатных осадков. В позднедевонско-турнейское время осадконакопление определялась наличием некомпенсированной впадины (Соломатин и др., 1976), в которой накапливались карбонатно-глинистые отложения, а по бортам формировались рифы. Каменноугольный период и раннепермская эпоха (ассельско-сакмарское время) характеризовались сохранением морского режима и накоплением карбонатных осадков. В позднем карбоне и в ранней перми произошла инверсия Уральской геосинклинали. С этого времени началась интенсивная регрессия, закончившаяся лишь в среднем триасе. Кунгурско-позднепермское время характеризуется сменой морских условий осадконакопления на континентальные, в результате чего эти отложения отличаются сильной фациальной пестротой. В кунгурском бассейне обособилось ряд лагун, в которых накапливались соленосные отложения. Максимальные объемы пермских терригенных пород фиксируются в Предуральском прогибе. В позднеtriasовую и раннеюрскую эпохи территория Печорского бассейна представляла сушу.

Таким образом, развитие бассейна в ордовикско-триасовое время происходило в тесной связи со становлением и замыканием Уральской геосинклинали. В центральной части бассейна заложились и развивались грабенообразные прогибы, претерпевшие инверсию. В восточной части в пределах перикратонного прогиба сформировался Предуральский краевой прогиб.

В среднем мезозое произошло резкое изменение в развитии бассейна. В средней юре с севера началась новая трансгрессия, достигавшая максимума в поздней юре. В это время накапливались глинисто-песчаные и глинистые отложения. В раннемеловое время

интенсивность прогибания уменьшилась, и с конца мелового времени развивалась регрессия моря, завершившаяся полным осушением территории Печорского бассейна в позднем мелу - раннем палеогене (?). С позднеогенового времени происходило накопление морских, ледниково-морских, покровно-ледниковых и озерно-аллювиальных отложений верхнего плиоцена-антропогена.

1.4. Нефтегазоносность

Печорский нефтегазоносный бассейн относится к классу складчато-платформенных бассейнов (Соколов, 1980) палеозойского заложения и развития. Здесь открыто около 100 месторождений нефти, газа и конденсата, 18 из которых находятся в разработке. На основании общности условий формирования они группируются в зоны нефте- и (или) газонакопления.

В платформенной части бассейна установлены зоны нефтегазонакопления, связанные с крупными положительными структурами типа мегавалов и валов (Печоро-Кожвинская, Мичаюская, Пашнинская, Шапкино-Юрьяхинская, Колвинская, Салюкинская, Варандейская и др.) или пологими структурами II порядка типа ступеней (Омра-Сойвинская, Велью-Тэбукская, Лемью-Ираельская и др.). Здесь открыты такие значительные по запасам месторождения как Усинское, Возейское, Харьягинское, Пашнинское и др. В пределах складчатого борта бассейна месторождения выявлены в Верхнепечорском, Большесынинском и Косью-Роговском прогибах (Вуктыльское, Курьинское, Рассохинское, Интинское, Лемвинское). Характерной особенностью этих месторождений является приуроченность к линейно вытянутым антиклинальным высокоамплитудным ловушкам, часто осложненными нарушениями.

Согласно схеме В.А.Дедеева и Л.З.Аминова (1980, 1983 г.), в разрезе Печорского НГБ выделено шесть нефтегазоносных мегакомп-

лексов: кембрийско-ордовикский терригенный, ордовикско-нижнедевонский карбонатный, ниже-среднедевонский терригенный, верхнедевонско-нижнепермский карбонатный, пермско-юрский терригенный и юрско-меловой терригенный. В мегакомплекс объединены отложения, характеризующиеся единством процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Нижняя часть мегакомплексов представлена преимущественно нефтегазопроизводящими отложениями, верхняя - нефтегазосборными. Границы между комплексами целесообразно проводить в подошве покрышек, которыми являются сульфатно-карбонатные верхнедевонские и нижнедевонские, глинистые нижефранские, кунгурские, верхнеюрские и, возможно, плейстоценовые отложения. Внутри мегакомплексов выделяются региональные, зональные и локальные нефтегазоносные комплексы (НГК). Региональные НГК характеризуются близкими условиями нефтегазонакопления: единой региональной покрышкой, литологическим типом коллекторов и преобладающим типом ловушек. К зонально и локально нефтегазоносным комплексам отнесены отложения, отличающиеся единством в строении залежей нефти и газа.

Основная доля подготовленных геологических запасов категорий А+В+С_I приходится на ниже-среднедевонский (30,5%) и верхнедевонско-нижнепермский (37,6%) мегакомплексы. Потенциальные ресурсы по оценке ВНИГРИ на I.I.1984 распределены следующим образом. Максимальные ресурсы приурочены к ниже-среднедевонскому (24%) и верхнедевонско-нижнепермскому (46%) мегакомплексам. Суммарные потенциальные ресурсы кембрийско-ордовикского и ордовикско-нижнедевонского мегакомплексов составляют около 13%, на долю пермско-юрского мегакомплекса также приходится около 17%.

В последние годы значительно расширен стратиграфический диапазон нефтегазоносности. Промышленные залежи нефти и газа открыты в ордовикских карбонатно-терригенных отложениях, в си-

лурийско-нижнедевонских и верхнедевонских карбонатных и пермско-триасовых терригенных отложениях. Важное значение в указанных комплексах имеют ловушки неантиклинального типа, роль запасов углеводородов в которых будет существенно возрастать.

В целом, имеющиеся к настоящему времени геологические данные, позволяют считать Печорский нефтегазоносный бассейн (особенно его северную часть) одним из высокоперспективных на Европейской части СССР. Основные направления геолого-разведочных работ связываются с карбонатными ордовикско-нижнедевонскими, терригенными среднедевонско-нижефранскими карбонатными верхнедевонскими и терригенными верхнепермско-триасовыми отложениями. Учитывая то, что (по данным ПГО "Печорагеофизика" и ВНИГРИ) к концу XI пятилетки фонд антиклинальных структур будет практически исчерпан, предполагается увеличение объема поисково-разведочных работ по выявлению неантиклинальных ловушек. По существу Печорский НГБ вступает в новый этап исследования, когда все большую роль в приросте разведываемых запасов нефти и газа будут играть новые перспективные комплексы и ловушки неантиклинального типа.

ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕРМСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Изучение пермских отложений Тимано-Печорского региона с самого начала было тесно связано и даже обусловлено необходимостью оценки характера и масштабов угленосности этих отложений. Еще в середине прошлого века в пределах северного Урала, Пай-Хоя и на реке Печоре работали экспедиции, снаряженные русским географическим обществом и Морским ведомством, с целью обследования известных выходов угля.

В начале XX века А.В.Журавским, И.А.Куликом и другими проводились исследования кряжа Чернышева. Возраст флоры, собранной на р.Адзъва, был определен М.Д.Залесским как позднепермский. Этими исследованиями были заложены основы стратиграфии пермских отложений Печорского края.

Систематическое и планомерное изучение пермских отложений началось в послереволюционный период в связи с развертыванием геолого-поисковых и геолого-разведочных работ на уголь. В 1924-1927 гг. под руководством А.А.Чернова проводились поисково-съёмочные работы в бассейнах рек Косью, Большой Сыни и нижнего течения р.Усы, а в 1929 г. в бассейне р.Адзъвы. В результате этих исследований А.А.Черновым установлено широкое развитие на северо-востоке Европейской части СССР (в пределах Косью-Роговского и Коротайхинского прогибов) пермских угленосных отложений, открыты выходы углей на поверхность и обосновано выделение крупного угольного бассейна, который был назван Печорским.

В 1936 г. на территории Печорского угольного бассейна под руководством К.Г.Войновского-Кригера начались научно-исследовательские работы с целью детального изучения стратиграфии пермских отложений (Войновский-Кригер и др., 1948).

В дальнейшем научно-исследовательские работы стали прово-

даться в трех основных направлениях: литолого-стратиграфическом, литолого-фациальном и петрографо-минералогическом.

Литолого-стратиграфические исследования пермских терригенных отложений получают широкое развитие в работах Г.А.Иванова (1942, 1977), А.В.Македонова (1963), Ф.И.Енцовой (1966 г., 1969), Г.М.Ярославцева (1962), Л.Л.Хайцера (1962, 1964, 1966), И.С.Муравьева (1972), В.И.Чалышева (1968, 1974, 1976), Л.М.Варюхиной, В.А.Молина, Г.П.Канева, Н.А.Колоды, Л.А.Фефиловой (Корреляция..., 1981) и др. Наиболее детально была разработана схема расчленения пермских отложений по сериям и свитам. В составе рассматриваемого комплекса пород выделены юньягинская, воркутская и печорская серии. Юньягинская серия ассельско-артинского возраста подразделяется на сезымскую, гусиную, бельковскую и талатинскую свиты (Геология..., 1965). Отложения этих свит характеризуются преимущественно алевро-глинистым составом и связаны с морскими условиями осадконакопления.

Воркутская серия подразделяется на лекворкутскую и интинскую свиты. Возраст этих свит вызывает наиболее спорные толкования. Первоначально (по ярусному делению до 1961 г.) вся воркутская серия рассматривалась как нижнепермская (кунгурская). Позднее, возраст нижней, лекворкутской, свиты определялся как кунгурский, а верхней, интинской, как уфимский. В последнее время появились данные (Молин и др. 1984 г.) свидетельствующие об уфимском возрасте и лекворкутской свиты. Лекворкутская свита сложена переслаивающимися пачками мелко- и среднезернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов с прослоями углей. Она характеризуется присутствием горизонтов с морской, соленатоводной и пресноводной фауной. Интинская свита - высокоугленосная толща, представленная переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов и углей. Для нее характерно почти полное исчезновение морской и солоно-

ватой фауны и появление обильных остатков пресноводной фауны антракозид, филопод, чешуй рыб, а также многочисленных флористических остатков кордаитов, хвощей и папоротников. В разрезе свиты отмечаются пакки крупнозернистых косослоистых песчаников.

Печорская серия казанского-татарского возраста представляет верхнюю угленосную толщу Печорского бассейна. Она отличается от воркутской серии существенным обновлением флористического комплекса и более широким распространением грубозернистых песчаников и конгломератов с текстурами, характерными для аллювиальных отложений. В составе печорской серии выделяются сейдинская и тальбейская свиты.

Схема расчленения пермских отложений по ярусам разрабатывалась, главным образом, сотрудниками Коми филиала АН СССР. В.И. Чалышевым детально изучены разрез пермских отложений р. Косью, Хей-Яга, Адзъва, Шарью и др. В составе нижнего отдела им выделяются кунгурский и уфимский ярусы. К кунгурскому ярусу отнесены терригенные морские отложения с богатой фауной брахиопод, мшанок и пеллеципод. Уфимские отложения представлены двумя резко отличными литологическими комплексами отложений: красноцветным и сероцветным (угленосным). В направлении юга на север Предуралья прогиб происходит замещение красноцветного комплекса сероцветным. В Коротайхинской впадине, средней части гряды Чернышева и северной части Косью-Роговской впадины уфимский ярус представлен исключительно сероцветными угленосными отложениями: песчаниками (иногда с прослоями конгломератов), алевролитами и аргиллитами с прослоями углей. Переход между кунгурскими и уфимскими отложениями постепенный. В составе верхней перми В.И. Чалышев выделяет казанский и татарский ярусы. Казанские отложения отличаются от уфимских исчезновением красноцветных пород, появлением конгломератов и сидеритовых конкреций, существенными изменениями в

составе листовой флоры и появлением в некоторых районах большого количества неморских пеллеципод. Татарский ярус в Коротайхинском и Косью-Роговском прогибах, а также на гряде Чернышева представлен сероцветной толщей конгломератов, песчаников и алевроглинистых пород с прослоями углей и карбонатных конкреций. Среди палеонтологических остатков в татарских отложениях отмечаются пеллециподы, обильная флора и почти повсюду определены споро-пыльцевые комплексы.

Анализ результатов литолого-стратиграфических работ показал, что несмотря на наиболее длительную историю этих исследований, в вопросах стратиграфии пермских терригенных отложений не все остается ясным. Это касается границ между ярусами и объема уфимского яруса. Сложность стратиграфического расчленения пермских отложений, вероятно, объясняется отсутствием руководящих форм палеонтологических остатков для каждого из ярусов и значительными изменениями в разрезе и по площади фациального облика пород. Например, брахиоподовый комплекс уфимского яруса смешан с большим количеством форм, встречающихся как в сакмарско-артинских, так и казанских отложениях.

Основы анализа фаций и цикличности пермских терригенных отложений Печорского угольного бассейна были заложены работами Г.А.Иванова (1942 г., 1977) и А.В.Македонова (1958, 1965). Ими выявлено строение типичного цикла угленакопления, проанализированы причины цикличности, дана фациальная характеристика циклов и составляющих их элементов. Методика разрабатываемого ими фациально-геотектонического направления литолого-фациального анализа заключается в следующем. Сначала проводится детальное литологическое изучение разреза с выделением гранулометрических типов и построением гранулометрической кривой. Затем справа от разреза с гранулометрической кривой проводятся линии, соответ-

ствующие 1) уровню бассейна, 2) баровому полю и 3) наиболее удаленной от берега фации бассейна. В разрезе выбираются реперные фации - слои, фациальная природа которых не вызывает сомнений (угли, известняки, слои с морской фауной), наносятся в виде точек на соответствующие линии и соединяются. Затем по комплексу признаков проверяется принадлежность остальных слоев к тем или иным фациальным группам и частям циклов. Подавляющее большинство циклов угленосной толщи, по мнению Г.А.Иванова и А.В.Македонова, сложено прибрежно-бассейновыми фациями, изменяющимися, главным образом в зависимости от степени опреснения бассейна, увлажнения климата и геотектонического режима. Формирование угольного пласта связано, в основном, с концом регрессии и началом медленного трансгрессивного погружения. При всей детальности выполненных этими авторами исследований фациальная диагностика песчаников осталась наименее разработанной. При этом особый акцент делался на баровые фации песчаников.

Наиболее детальный литолого-фациальный анализ пермских отложений Предуральяского прогиба был проведен Л.Л.Хайцером (1962, 1964, 1966 г.). Им выделены литогенетические типы пород, фации (наземные, лагунно-морские и собственно морские) и разработаны некоторые методические приемы фациальной диагностики. Л.Л.Хайцером сделан вывод о том, что накопление пермских отложений происходило на предгорной равнине и затоплявшейся морем низменности, на расстоянии не менее 150-200 км от предгорий. Поднятие Палеоурала сопровождалось регрессией пермского моря и расширением области сноса в сторону краевого прогиба, части которого также вовлекались в поднятие. Формирование песчаных толщ связывалось этим автором с аллювиальной, прибрежно-морской, подводно-дельтовой, озерной и баровой обстановками осадконакопления.

Важное значение в выяснении условий осадконакопления сыграли

исследования В.И. Чалышева (Чалышев, 1974), установившего широкое развитие ископаемых почв и назвавшего их основные диагностические признаки. Результаты изучения палеопочв показали, что в разрезах пермских отложений они встречаются довольно часто, иногда через каждые 2-3 м. В отличие от вмещающих пород для них характерно отсутствие слоистости и присутствие почвенных агрегатов, корней растений в прижизненном состоянии, почвенных новообразований в виде окислов железа, известковых или сидеритовых конкреций. В почвенном профиле выделены генетические горизонты, схожие с горизонтами современных почв.

В целом, следует отметить, что пермские отложения территории Предуральяского прогиба достаточно хорошо охарактеризованы с фациальной точки зрения.

Детальные петрографо-минералогические исследования пород проводились А.Г. Коссовской (Граувакки..., 1972). Ею установлено, что песчаные породы Печорского угольного бассейна представлены группами фтанитовых, фельзит-альбитофиртовых и диабазо-спилитовых граувакк. При этом, породы паралической подформации (лекворкутской свиты и низов интинской свиты) отличаются от пород континентальной подформации (интинская свита и печорская серия) появлением в их составе обломков порфиритов, туфов и серпентинитов, существенным возрастанием содержания диабазов и изменением ассоциации акцессорных минералов. А.Г. Коссовской делается вывод о том, что три петрохимические группы граувакк Печорской угленосной формации довольно четко сопоставляются с основными петрохимическими семействами пород диабазо-спилитовой формации Урала.

Таким образом, на основании проведенных исследований была относительно детально разработана стратиграфия пермских отложений Предуральяского краевого прогиба и выявлены петрографо-минералогические и фациальные особенности пород. Наименее изученным

вопросом остается катагенез отложений.

Исследования пермских отложений платформенной части бассейна (Печорской синеклизы) начали проводиться значительно позже и в гораздо меньшем объеме. Основная заслуга в их изучении принадлежит геологам Ухтинской тематической экспедиции, ныне Тимано-Печорского отделения ВНИГРИ, Ф.И.Енцовой, Н.В.Коноваловой, В.П.Сливковой, А.В.Иванову, В.Д.Тельновой, Т.Н.Козулиной, Г.В.Важенину и др. (Енцова и др., 1980, Енцова, 1966 г., Коновалова, Иванова, 1976 г., Белякова и др. 1980 г.). На основании комплекса литолого-стратиграфических и фациальных исследований ими было проведено стратиграфическое расчленение разреза, построены литолого-фациальные карты для кунгурского, уфимского, казанского и татарского веков и оценены перспективы нефтегазоносности комплекса. Этими исследователями установлено, что отложения кунгурского яруса нижней перми развиты повсеместно за исключением Усинской и южной части Возейской площадей. В неполном объеме они присутствуют на севере Возейской, Веякской, Макарихинской, Салюкинской и Варандейской площадях. Ярус представлен одним типом разреза, в строении которого преобладают морские терригенные осадки. Нижняя граница проводится условно, так как наблюдается постепенный переход между карбонатно-терригенными породами артинского яруса и более глинистыми породами кунгурского яруса. По литологическим признакам в составе кунгурских отложений выделяют две толщи: нижнюю - карбонатно-глинисто-алевритовую с остатками брахиопод, мшанок, мелких фораминифер и верхнюю - глинисто-алевритовую с прослоями известковистых песчаников с брахиоподами и остракодами.

В составе верхнего отдела выделены уфимский, казанский и татарский ярусы, представленные двумя типами разрезов: северным и южным. Разрез уфимского яруса северного типа сложен сероцветны-

ми песчаными, глинистыми и алевритовыми породами с отдельными прослоями известняков. Южный тип разреза характеризуется появлением красноцветно-пестроцветных пород. Нижняя и верхняя границы проводятся по смене комплексов фораминифер, остракод, пелеципод, споро-пыльцы и растительных остатков. Однако, на многих разведочных площадях эти границы проведены условно на основании литологических признаков. Казанский и татарский ярусы как правило не расчленяются, так как весьма неравномерно охарактеризованы органическими остатками и имеют общий литологический состав. В южных разрезах преобладают почти не содержащие органических остатков красноцветно-пестроцветные алевро-глинистые породы с отдельными пачками песчаников. В северных разрезах развиты сероцветные терригенные отложения с разнообразной фауной пелеципод, остракод, реже брахиопод. В целом, стратиграфическое расчленение пермских терригенных отложений Печорской синеклизы представляет еще более серьезные трудности, чем таковое Предуральяского прогиба. Результаты литолого-фациальных исследований, выполненных этими авторами представлены в виде серий литолого-фациальных карт: кунгурского, уфимского и казанско-татарского веков. На этих картах выделены основные фациальные зоны, осадконакопление в которых происходило в различных физико-географических условиях. Например, на литолого-фациальной карте уфимского века показаны четыре зоны: I) пресноводно-лагунных и континентальных с подчиненной ролью лагунно-морских осадков, II) морских, лагунно-морских, пресноводно-лагунных и континентальных осадков, III) лагунно-морских, пресноводно-лагунных и континентальных (сероцветных) осадков, IV) пресноводно-лагунных и континентальных (красноцветных) с подчиненной ролью лагунно-морских осадков. Подобные карты, отражая общую тенденцию смены условий осадконакопления не дают представлений о генезисе и характере фациальных переходов

отдельных литологических толщ, в частности песчаных.

В последние годы литолого-фациальные и палеогеоморфологические исследования начали развиваться в Печорской комплексной тематической партии Ухтинской комплексной методической экспедиции Н.И.Никоновым и во ВНИГРИ под руководством В.А.Гроссгейма.

Н.И.Никоновым (1982г) на основании комплекса геолого-геофизических исследований на Харьягинской и Возейской площадях Колвинского мегавала и ряда площадей юга Печорского бассейна в верхнепермских отложениях выделены песчаные тела аллювиально-дельтового генезиса и предложен комплекс поисково-разведочных работ по выявлению в них залежей УВ.

В результате палеогеоморфологических исследований Ю.Н.Любиной (1984) установлено, что к концу верхнепермской эпохи на севере Печорского НГБ существовала обширная аккумулятивная равнина с двумя типами рельефа: пологие возвышенные и низкие слабо расчлененные равнины.

На основании минералогического анализа тяжелой фракции Н.С. Окновой и Т.Л.Козулиной (1984) сделаны выводы о том, что для верхнепермских отложений наблюдается резкая смена минералогического состава пород, связанная с активным воздыманием Урала, и что в пределах Колвинской терригенно-минералогической провинции основными источниками сноса были Урал и Печоро-Кожвинский вал, а разнос терригенного материала осуществлялся речными потоками северо-западного простирания.

Анализ состояния изученности пермских терригенных отложений Печорского НГБ показал, что основными направлениями их исследований были стратиграфическое и литолого-фациальное. Несмотря на отдельные спорные и неясные вопросы, была разработана схема расчленения пермских отложений и реконструированы условия осадконакопления в пермское время. Однако на территории Печор-

ской синеклизы фациальные исследования носили региональный характер, не позволяющий проводить генетическую интерпретацию песчаных пластов и прогнозирование их распространения по площади. Изучение петрографо-минералогического состава песчаных пород с целью выявления закономерностей формирования коллекторских свойств пород практически не проводилось. В заключение следует отметить, что к числу наиболее актуальных вопросов, связанных с прогнозом нефтегазоносности пермских отложений, следует отнести выяснение условий образования песчаных тел и факторов, обуславливающих формирование высоких коллекторских свойств этих пород.

ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

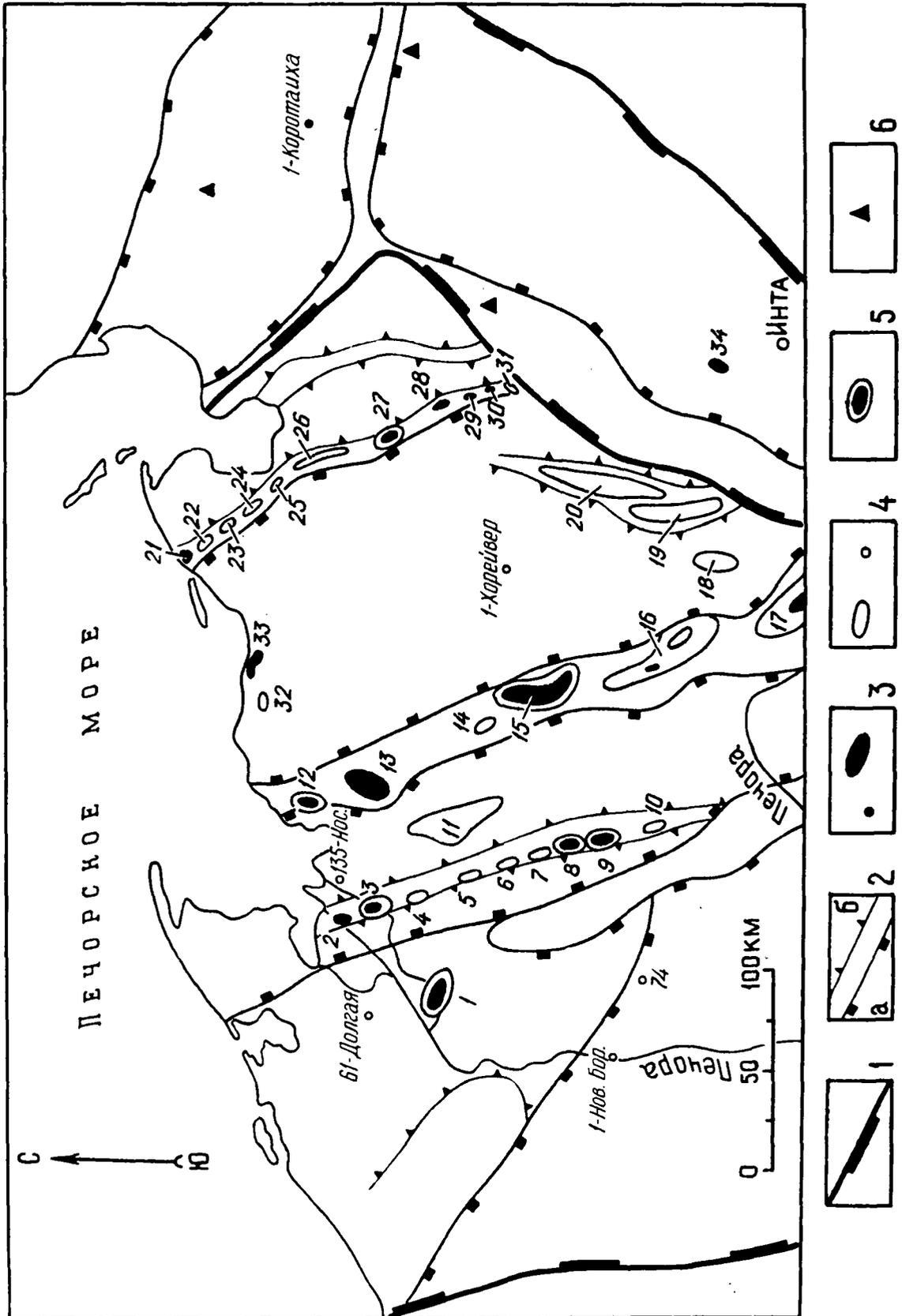
3.1. Строение разрезов

Как установлено предыдущими исследователями, пермские терригенные отложения севера Печорского НГБ представлены двумя типами разрезов: Печорской синеклизы и Предуральского прогиба.

3.1.1. Печорская синеклиза

Кунгурско-верхнепермские отложения имеют широкое развитие в пределах Печорской синеклизы. Они отсутствуют лишь на отдельных участках Тиманской гряды, Печоро-Кожвинского мегавала и Седунхинском поднятии. На севере вала Сорокина из разреза выпадают отложения казанского и татарского ярусов, а на юге Колвинского мегавала резко сокращаются мощности кунгурского яруса. Нами были изучены наиболее представительные разрезы в пределах Малоземельско-Колгуевской моноклинали (Нарьянмарская площадь), Денисовского прогиба (Кумжинская, Василковская, Средне-Серчевская, Пашшорская, Лаявожская площади), Колвинского мегавала (Хыльчюуская, Ярейюская, Харьягинская, Возейская площади), Хорейверской впадины (Салюкинская площадь), вала Сорокина (Варандейская, Осовейская, Хосолтинская площади (рис.2)). Как было показано выше, расчленение пермских терригенных отложений представляет большие трудности. Многие границы проводятся условно. Поэтому характеристика разрезов дается нами не по ярусам, а по литологическим пачкам с указанием стратиграфических привязок. Последние составлены с учетом данных Г.В.Важенина и Л.В.Галкиной (Белякова и др. 1980 г., 1983 г.), Л.М.Варюхиной, В.А.Молина и Г.П.Канева (Корреляция..., 1980).

Наиболее типичным для Печорской синеклизы можно считать разрез Харьягинской площади (рис.3). Нами он изучен по семи скважинам. Нижняя граница кунгурского яруса здесь проведена ус-



Дис. 2. Карта фактического материала

Рис.2. Карта фактического материала.

Условные обозначения: I-2 - границы тектонических структур: 1 - крупнейших (надпорядковых), 2 - крупных (а - 1 порядка, о - II порядка), 3 - площади, по которым использовался керновый и геофизический материал, 4 - площади, по которым использовался только геофизический материал, 5-6 - опорные разрезы: 5 - скважин, 6 - обнажений.

Наименования площадей (1-34) см.рис.1.

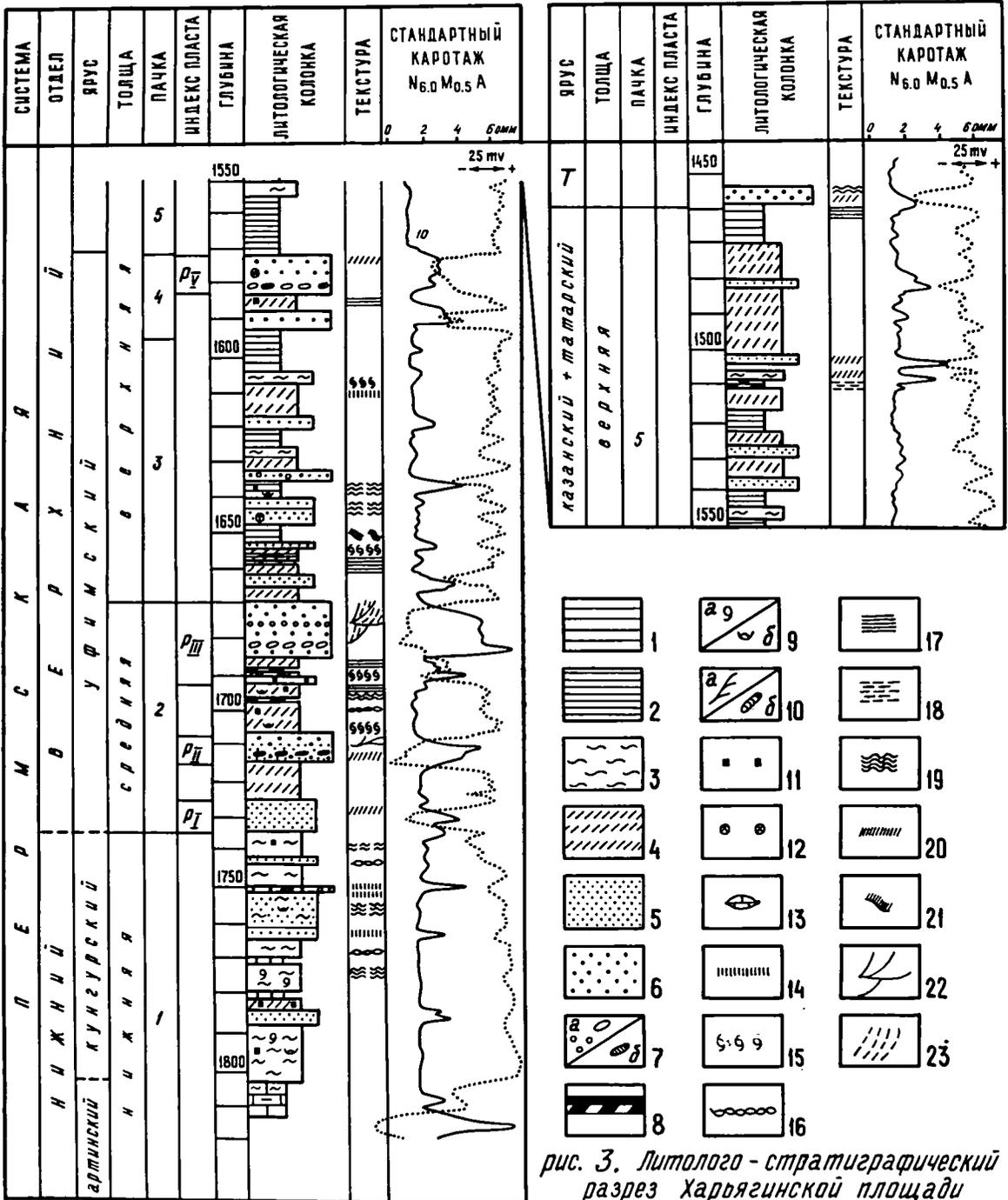


рис. 3. Литолого-стратиграфический разрез Харьягинской площади

Рис.5. Литолого-стратиграфический разрез Харьягинской площади.

Условные обозначения к рис.3-7. 1-12 - типы пород и включения: 1 - известняки, 2 - аргиллиты, 3 - алевролиты, 4 - тонкое горизонтальное переслаивание алевролитов и аргиллитов, 5 - песчаники мелкозернистые, 6 - песчаники средне- и крупнозернистые, 7 - конгломераты и гравелиты, включения гальки и гравия: а) осадочных, б) магматических и кремнистых пород; 8 - уголь и углистые породы, 9 - остатки фауны: а) брахиопод, б) пелеципод, II - пирит, I2 - сидерит, I3 - известковые конкреции и конкреционные линзы; I4-23 - типы текстур: I4 - массивная, I5 - комковатая, I6 - линзовидно-слоистая, I7 - горизонтально-слоистая, I8 - прерывисто-горизонтально-слоистая, I9 - волнисто-слоистая, 20 - тонкая однонаправленная косослоистая, 2I - взаимосрезающаяся косослоистая, 22 - крупная косослоистая, 23 - крупная слабо выраженная косослоистая.

ловно в толще карбонатно-терригенных пород по уменьшению значений кажущихся сопротивлений (КС). Ниже этой границы из глинисто-карбонатных отложений определены брахиоподы артинского возраста. Выше встречены брахиоподы, пелециподы, мелкие фораминиферы кунгурского возраста. На глинистых известняках и алевро-глинисто-карбонатных породах артинского возраста залегают:

I. Алевролиты с тонкими прослоями известняков.

Алевролиты серые и темно-серые известковистые с волнистой слоистостью и текстурами типа взмучивания, с остатками пелеципод, остракод, гастропод и брахиопод, со следами илоедов и мелкими конкрециями пирита. Известняки мощностью до 0,2 м темно-серые, глинистые, с обилием трещин, выполненных кальцитом. Возраст пачки определяется как кунгурский. Мощность..... 68 м.

2. Переслаивание песчаников (мощностью 7-18 м) с алевролитами глинистыми и углистыми породами. В верхней части отмечаются прослой конгломератов. В нижних пластах песчаники серые мелкозернистые известковистые с волнисто-слоистой и массивной текстурами и остатками раковин брахиопод и пелеципод плохой сохранности. Вверх по разрезу мелкозернистые разности переходят в среднезернистые с неясной слоистостью и плоскими глиняными окатышами по наслоению. Верхний пласт представлен песчаниками средне- и крупнозернистыми со слабо выраженной косой слоистостью с прослоями до 0,3 м конгломератов, состоящих из гравия и галек эффузивных, кремнистых пород и кварца.

Алевролиты (мощностью 0,3-2,5 м) серые, темно-серые, с линзовидной и слабо выраженной горизонтальной слоистостью. Аргиллиты, мощностью 0,3-1,5 м, темно-серые до черных, линзовидно- и (или) горизонтально-слоистые, реже комковатые с обилием остатков корневой системы. В слоистых разностях иногда отмечаются пелециподы плохой сохранности.

Возраст пачки по комплексам мелких фораминифер, пелеципод и споро-пыльцы определяется как уфимский. Мощность..... 64 м.

3. Переслаивание аргиллитов, алевролитов и песчаников.

Присутствуют маломощные прослои углистых пород и известняков. Аргиллиты, мощностью 0,3-2 м, зеленовато-серые, темно-серые до черных и, реже, бурые со слабо выраженной волнисто-слоистой, четкой горизонтально-слоистой и, иногда, комковатой текстурами. Отмечаются редкие раковины пелеципод плохой сохранности и стяжения водорослевого известняка.

Алевролиты, мощностью 0,2-1,5 м, серые с неясной, волнистой, реже горизонтальной слоистостями.

Песчаники (0,2-1,6 м) серые, мелкозернистые, массивные, горизонтально-слоистые и косослоистые (со слабым наклоном слоев). Иногда отмечаются стяжения водорослевого известняка.

Известняки серые водорослевые с гнездами, выполненными глинистым материалом.

Возраст пачки определен как уфимский. Мощность..... 76 м.

4. Песчаники, серые средне-крупнозернистые с гальками и гравием эффузивных, кремнистых и кварцевых пород в основании верхнего пласта. Текстуры пород массивные и слабо выраженные косослоистые. Данная пачка в пределах площади резко выклинивается и поэтому присутствует не во всех разрезах. Ее возраст определяется как уфимско-казанский. Нами она отнесена к уфимскому ярусу. Мощность..... 22 м

5. Тонкое переслаивание глин, алевролитов и песчаников с отдельными прослоями углистых глин. Пачка слабо охарактеризована керном. Ее возраст определяется как казанско-татарский.

Мощность..... III м

Верхняя граница с нижнетриасовыми отложениями достаточно четко фиксируется лишь в тех разрезах, где она характеризуется

сменной глинисто-алевроитовых пород крупнозернистыми песчаниками с галькой и гравием.

В целом, в рассматриваемом разрезе пермских терригенных отложений достаточно четко выделяются три литологические толщи. Нижняя характеризуется преимущественно глинисто-алевроитовым составом с отдельными прослоями известняков и песчаников, обогащенными остатками морской фауны. В средней толще преобладают песчаники с примесью галек и гравия. В верхней толще, преимущественно алевро-глинистой, появляются прослой углей и углистых сланцев, мощные, но не выдержанные песчаные пласты, обильные растительные остатки и пресноводные формы органических остатков.

Литологические особенности пород позволили все разрезы Печорской синеклизы объединить в две группы (или два подтипа).

Первая группа объединяет разрезы пермских отложений южных площадей рассматриваемой территории и отвечает южному типу, выделяемому предыдущими исследователями. Наиболее представительным является разрез Возейской площади (рис.4).

Нижняя граница кунгурского яруса, также как и на Харьягинской площади проводится условно. На карбонатных и глинисто-карбонатных отложениях артинского возраста залегают:

1. Алевро-глинистые породы кунгурского возраста.

Мощность.... 15 м

2. Песчаники серые и зеленовато-серые средне- и мелкозернистые с массивной, горизонтально-слоистой, реже слабо выраженной косослоистой и гнездовидной текстурами, с прослоями алевролитов серых тонко-горизонтально-слоистых. Мощность... 70 м

Эта пачка, вероятно, имеет кунгурско-уфимский возраст. Определения пелеципод и мелких фораминифер указывают на низы уфимского яруса. Данные спорово-пыльцевого анализа, выполненного Л.М. Варюхиной, свидетельствуют о том, что нижняя часть этой пачки

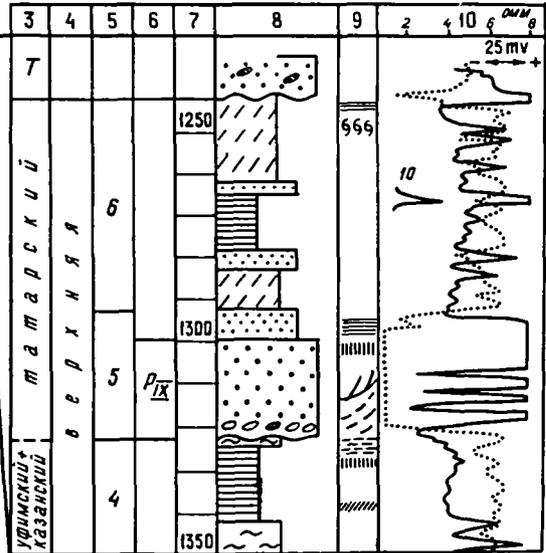
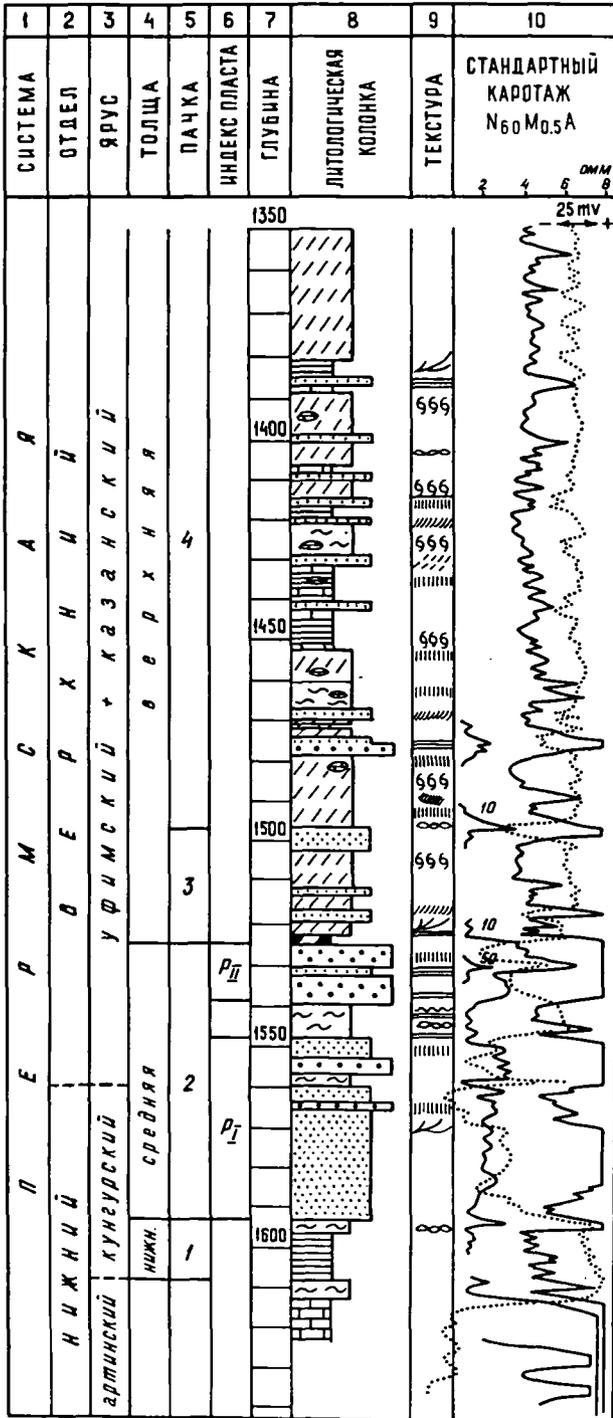


рис. 4. Литолого-стратиграфический разрез Возейской площади

Условные обозначения см. рис. 3

имеет кунгурский возраст, а верхняя уфимский.

3. Переслаивание песчаников, известняков, аргиллитов и алевролитов. В нижней части прослой глины черной углистой мощностью 1,5 м. Песчаники (мощностью 0,5-5 м) серые, мелкозернистые или мелко-среднезернистые, со слабо выраженной косою однонаправленной и взаимосрезающейся слоистостями. Алевролиты серые и зеленовато-серые, неравномерно известковистые, с неясной или горизонтальной слоистостью за счет глинистых прослоев. Мощность алевролитов 0,2-1,3 м.

Аргиллиты мощностью 0,2-1,9 м темно-серые, алевролитистые, со слабо выраженной слоистой или комковатой (в верхней части) текстурой. Возраст пачки определен как уфимский. Мощность...30 м

4. Переслаивание аргиллитов, алевролитов, известняков и песчаников.

Аргиллиты мощностью 0,4-0,6 м бурые или шоколадно-коричневые, лишь в верхней части серые и темно-серые с комковатой, неслоистой и, реже, горизонтально-слоистой текстурами. Последняя обусловлена тонким переслаиванием с алевролитом. Характерно присутствие желваков водорослевого известняка, следов трещин усыхания и светлых вкрапленников каолинита.

Алевролиты мощностью 0,3-0,8 м серые, коричневые и пестроокрашенные с комковатой, массивной, линзовидной и горизонтально-слоистой текстурами.

Песчаники, мощностью 0,6-2 м, серые и пестроокрашенные, мелкозернистые массивные со слабо выраженной косослоистой или комковатой текстурами. Известняки, мощностью 0,2-1 м серые и коричневые, глинистые, комковатые, реже неяснослоистые, с водорослевыми стяжениями. Мощность.... 168 м

Данная пачка практически не охарактеризована органическими остатками. По определению спор и пыльцы ее возраст может быть

определен как уфимско-казанский.

5. Песчаники серые мелко-, средне- и крупнозернистые с прослоями конгломерата в нижней части. Косослоистые текстуры вверх по разрезу переходят в слабо выраженную горизонтальную слоистость. Отмечается обилие крупных углефицированных растительных остатков. Пачка выделяется не во всех разрезах. Мощность 32 м.

В подошве данной пачки условно проводится граница между казанским и татарским ярусами. Данные спорово-пыльцевого анализа вышележащих пород указывают на их татарский возраст.

6. Переслаивание алевролитов, аргиллитов и песчаников. Данные отложения отнесены к татарскому ярусу. Мощность 53 м.

Общая мощность... 368 м

Вторая группа объединяет разрезы северных площадей и отвечает северному типу. Наиболее показательным в этой группе является разрез Нарьянмарской площади (рис.5).

На известняках артинского возраста снизу вверх залегают:

1. Глинисто-карбонатные отложения, представленные в нижней части известняками пелитоморфными и крупнозернистыми с остатками брахиопод, мшанок, криноидей, мелких фораминифер, глинисто-алевролитовыми и глинисто-алевро-карбонатными породами, а в верхней части, преимущественно, аргиллитами серыми и темно-серыми известковистыми с горизонтальной, линзовидной и слабо выраженной слоистостями (часто с фауной брахиопод и пелеципод).

Мощность 83 м

Комплекс фауны брахиопод, фораминифер, пелеципод, определенный из пород данной пачки свидетельствует о ее кунгурском возрасте.

2. Алевролиты с подчиненными прослоями песчаников и аргиллитов. Алевролиты серые глинистые или известковистые с гнездовидной (за счет гнезд песчаного материала), волнисто-слоистой,

мелкой перекрестной и массивной текстурами, иногда с конкрециями пирита.

Песчаники, мощностью до 0,7 м, серые мелко-, средне-зернистые с неясной слоистостью.

Аргиллиты, мощностью менее 3 м серые алевритистые со слабо выраженной горизонтальной слоистостью. Мощность.. 115 м
Возраст пачки определен как кунгурско-уфимский, о чем свидетельствуют комплексы брахиопод, пелеципод и мелких фораминифер.

Нижняя часть пачки отнесена к кунгурскому ярусу, а верхняя к уфимскому.

3. Песчаники с подчиненными прослоями алевролитов и аргиллитов. Песчаники серые и светло-серые мелко- и среднезернистые с редким гравием. Текстуры массивные горизонтально-, линзовидно- и крупнокосослоистые. Последние слабо выражены. Поверхности наслоения часто обогащены углистым детритом. Мощность 70 м

Комплекс брахиопод и пелеципод, определенный из этой пачки, указывает на уфимский возраст, но отмечаются отдельные формы, широко развитые и в казанском ярусе. Спорово-пыльцевые комплексы характерны как нижней части казанского, так и для верхней части уфимского яруса. Нами эта пачка отнесена к уфимскому ярусу, а в ее кровле проведена условная граница с казанским ярусом.

4. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов. Отмечаются прослой углистых аргиллитов. Песчаники мощностью 1-10 м, серые, мелко-, средне и крупнозернистые с линзовидно-слоистой, тонко-горизонтально-слоистой, мелкой однонаправленной косослоистой текстурами, с многочисленными углефицированными растительными остатками. Мощность... 192 м

Возраст этой пачки определен как казанско-татарский. Для проведения границы между казанским и татарским ярусами нет достаточных ни палеонтологических, ни литологических данных.

Сопоставление рассмотренных групп разрезов (рис.6) показало, что так же как и в пределах Харьягинской площади они характеризуются трехчленным строением. Наиболее существенные различия касаются соотношения этих толщ в разрезе и их возраста.

Если в южных разрезах возраст нижней толщи определяется как кунгурский и ее доля в разрезе составляет 4-20%, то в северных разрезах она имеет кунгурско-уфимский возраст и составляет 30-40%, от всей мощности разреза.

Средняя, преимущественно песчаная, толща характеризуется увеличением общей мощности и количества песчаных пластов в северном направлении. Возраст толщ изменяется от кунгурско-раннеуфимского в южных разрезах до уфимско-раннеказанского в северных. Комплекс органических остатков средней толщи включает как морские, так и пресноводные формы. Северные разрезы отличаются относительным обогащением остатками морских организмов.

Возраст верхней толщи изменяется от уфимско-татарского в южных разрезах до казанского и казанско-татарского в северных. Последние характеризуются сероцветным обликом пород. В южных разрезах широкое распространение получают построцветно-красноцветные отложения и возрастает общее содержание песчаников.

Однако, между этими двумя группами разрезов наблюдается постепенный переход. Нарьянмарская и Возейская площади являются лишь крайними членами этих групп и различия в их строении отражают лишь общую тенденцию изменения пермских терригенных отложений.

3.1.2. Предуральский прогиб

В пределах Предуральского прогиба пермские отложения достаточно хорошо изучены. Поэтому нами были рассмотрены лишь разрезы севера гряды Чернышева (обн. по р.Адзъва) и юго-западного Пай-Хоя (обн. по р.Хей-Яга), которые, как нам кажется, отражают наи-

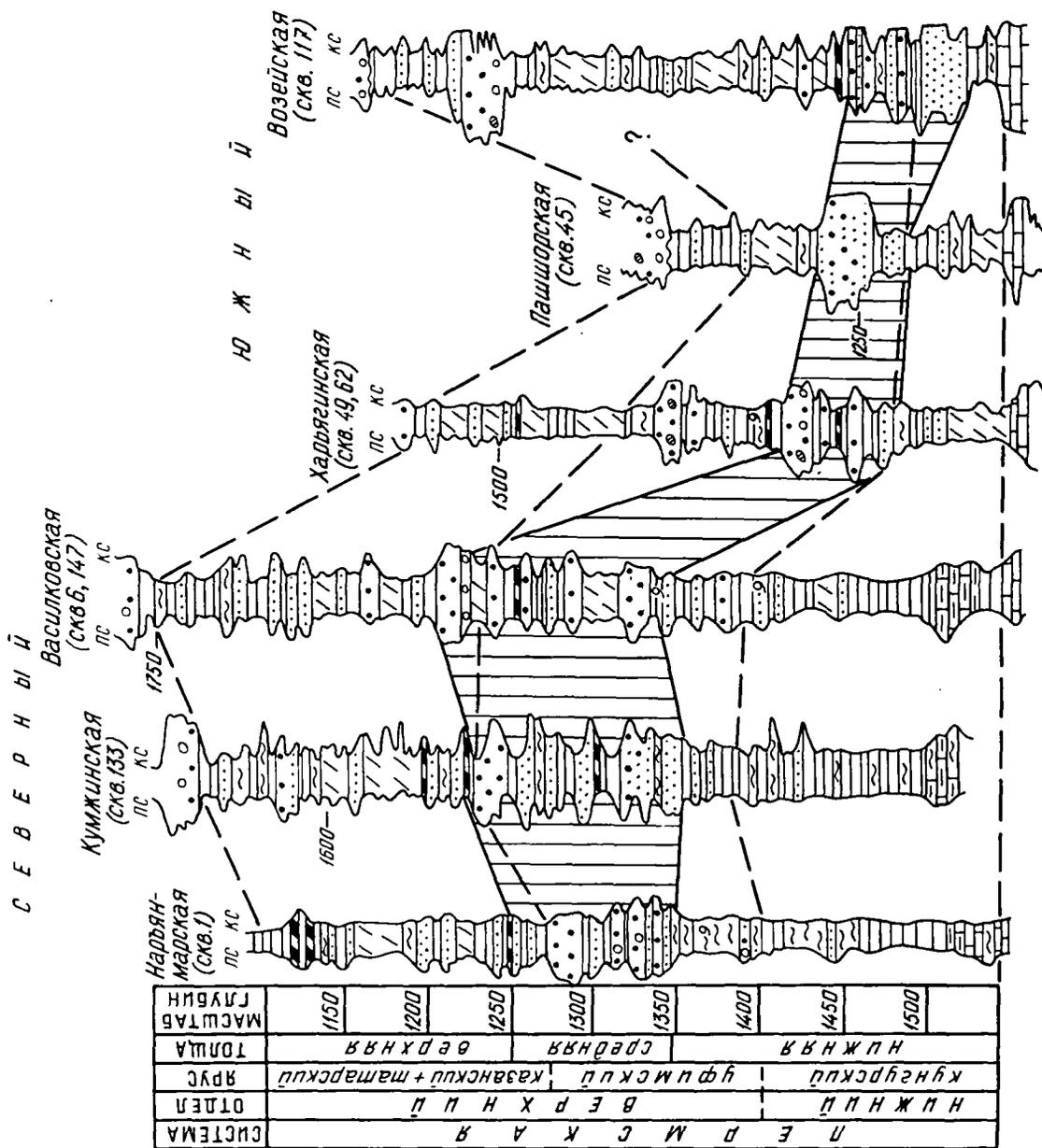


Рис. 6. Типы разрезов пермских терригенных отложений Печорской синеклизы
Составила Е.О. Малышева

более общие черты и направленность изменений пермских отложений севера Предуральяского прогиба.

В обнажении по р.Адзэва на участке от руч.Ошшор до г.Тальбей, протяженностью около 20 км отмечаются многочисленные выходы пород кунгурско-татарского возраста. Снизу вверх здесь выделяются следующие пачки (рис.7):

1. Обн.Ч-42. Переслаивание песчаников и алевролитов с подчиненным количеством аргиллитов и известняков. Песчаники серые и зеленовато-серые иногда с поверхности рыжеватые мелко- и среднезернистые, массивные и косослоистые. Характер взаимоотношений с нижележащими породами постепенный, с вышележащими - резкий. Отмечаются песчаные прослойки, залегающие со слабым размывом на подстилающих породах. Присутствуют прослойки мощностью 0,3-3 м песчаника с обильной фауной морских брахиопод, пелеципод, криноидей, чешуей рыб. Очень характерно тонкое переслаивание песчаника и алевролита. Алевролиты серые и зеленовато-серые с плитчатой или оскольчатой отдельностью с неясной слоистостью, иногда с конкреционными линзами известковистого песчаника. Мощность..120 м В.И.Чалышев и Л.М.Варюхина (Биостратиграфия...1968) главным образом по данным спорово-пыльцевого анализа эту пачку выделяют в составе уфимского яруса. В то же время Л.Л.Хайцер (Хайцер,1966 г.) относит ее к нижневоркутской свите, параллелизуемой с кунгурским ярусом. Нами она отнесена к кунгурскому ярусу.

2. Обн.Ч-42. Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов. Появляются прослойки угля. Песчаники, мощностью 3 -6 м, серые с поверхности желтые и красноватые, рыхлые, массивные с конкреционными линзами песчаника серого, известковистого плотного. Алевролиты серые, бурые с конкрециевидной отдельностью, часто с прослоями песчаника мелкозернистого. Аргиллиты темно-серые или красновато-бурые, тонко-листоватые, иногда с переходом в аргиллит

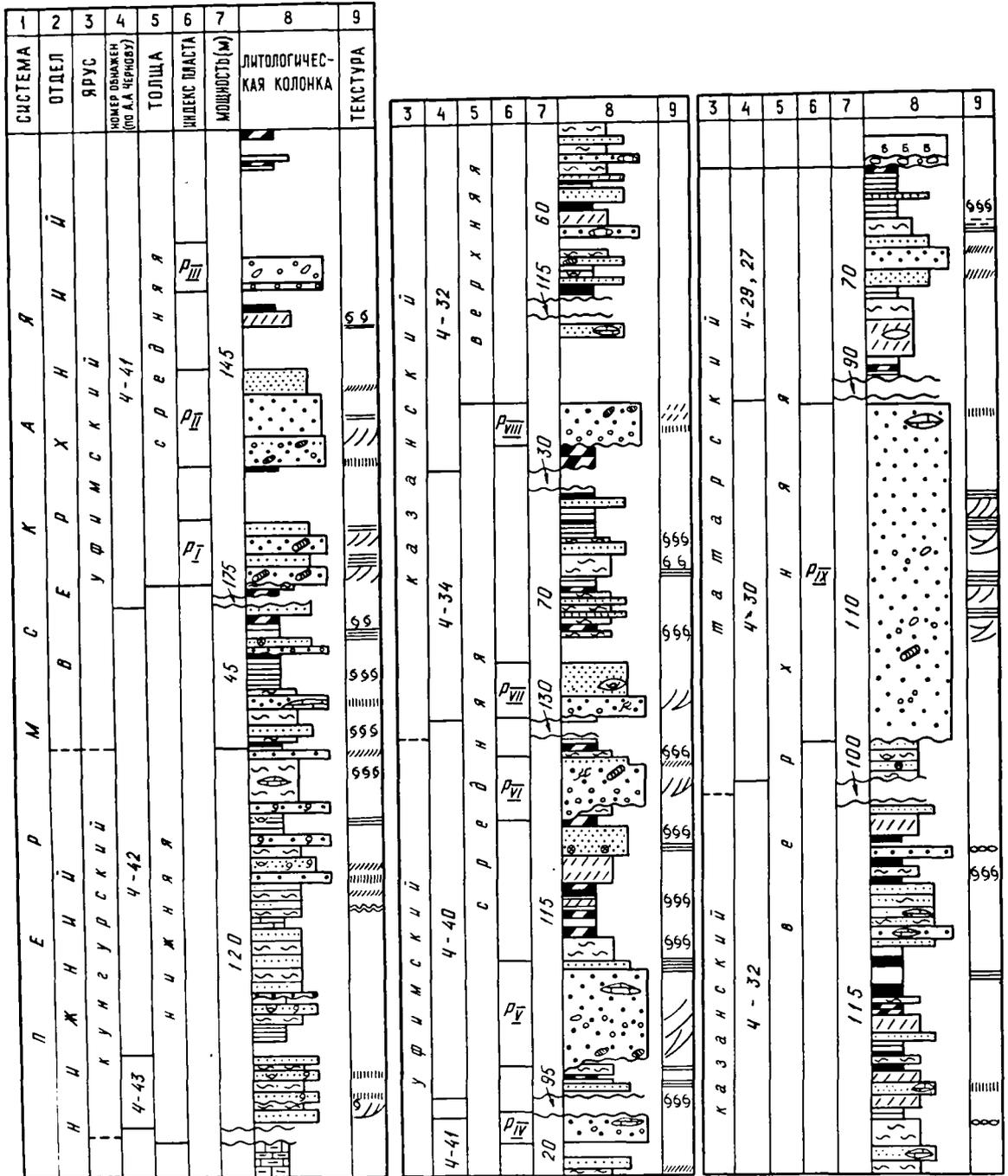


рис. 7. Литолого-стратиграфический разрез обнажений по реке Адзвье

Условные обозначения см. рис. 3

углистый, с остатками фауны пелеципод. Мощность.... 220 м.

Возраст данной пачки также не определен однозначно. По мнению ^(Л.А.) Хайцера, именно в пределах этой пачки проводится граница между нижневоркутской и верхневоркутской (интинской) свитами. Данные Л.М.Варюхиной (Корреляция..., 1981) свидетельствуют об ее уфимском возрасте. Нами эта пачка рассматривается как кунгурско-уфимская.

3. Обн. Ч-41, 40, 34, 32. Переслаивание мощных песчаных пачек с алевролитами, аргиллитами, углями и гравелито-конгломератом. Песчаники желтые, мощностью 10-35 м, от крупно- до мелкозернистых, рыхлые, горизонтально- и косослоистые, часто с включениями гравия и галек песчано-глинистых, кремнистых и эффузивных пород, с обильными углефицированными растительными остатками вплоть до стволов деревьев. Алевролиты серые, прослоями бурые и охристые тонко-горизонтально-слоистые, комковатые или с неясной слоистостью (оскольчатая отдельность), часто с обилием сидеритовых конкреций. Аргиллиты серые, бурые и пестроцветные, иногда черные углистые. Текстура выражена слабо из-за широкого развития конкрециевидной оскольчатой отдельности. В характере переслаивания пород отмечается четкая закономерность. На крупнозернистых песчаниках или гравелитах залегают более мелкие разности, затем алевролиты, аргиллиты или углистые аргиллиты, угли и, наконец, алевролиты или переслаивание алевролитов и аргиллитов. Выше с размывом залегает слой песчаника крупнозернистого. В верхней части толщи мощность глинисто-углистой части возрастает. Мощность... 630 м

Возраст этой пачки по мнению всех исследователей можно считать уфимско-казанским. Нижняя граница казанского яруса проводится в подошве песчаного пласта в основании обнажения Ч-34. Породы содержат многочисленные остатки пресноводной фауны пелеципод, филлопод, крылья насекомых, чешуйки рыб, форменные флористичес-

кие остатки кордаитов, хвощей, папоротников. Уфимский комплекс двустворок в данном разрезе по заключению Г.П.Канева (Корреляция... 1981) фиксируется лишь с обнажения Ч-41, т.е. с основания данной пачки.

4. Обн. Ч-32. Тонкое переслаивание аргиллитов, алевролитов, песчаников и углей. Аргиллиты мощностью до 4 м серые и бурые, часто тонко-горизонтально-слоистые (листоватые) или комковатые щебенчатые с остатками корневой системы, иногда с конкрециями сидерита или фауной пелеципод. Аргиллиты связаны постепенными переходами через углистые породы с углями. Алевролиты, мощностью до 5 м серые, темно-серые, зеленовато-серые, иногда охристо-желтые (чаще всего в подошве угольной пачки) тонко-горизонтально-слоистые, линзовидно-слоистые, комковатые с конкрециевидной отдельностью, с обилием углефицированных растительных остатков, иногда с фауной пелеципод. Песчаники, мощностью до 6 м, серые и светло-серые, массивные, косослоистые, линзовидно-слоистые и горизонтально-слоистые с линзами песчаника известковистого с многочисленными остатками растений. Прослой углей и углистых аргиллитов имеют мощность 1-5 м. Мощность..... 420 м

Возраст данной пачки по комплексам флористических остатков, мио-спор и двустворок определяется как казанско-татарский (Корреляция..., 1981).

5. Обн. Ч-31,30. Песчаники с линзовидными прослоями конгломератов, аргиллитов и углей. В целом, для толщи характерна крупная косая мульдобразная слоистость. Песчаники серые, зеленовато-серые, рыхлые, с поверхности желтые, крупно-, среднезернистые, часто с включениями гальки и гравия песчано-глинистых, кремнистых и эффузивных пород, с лепешкообразными железисто-карбонатными конкрециями и обилием углефицированных растительных остатков. Возраст пачки определен как татарский. Мощность..... 100 м

6. Обн. Ч-29, 23, 27.

Тонкое переслаивание алевролитов, аргиллитов и песчаников. В подчиненном количестве отмечаются угли и углистые породы. Алевролиты серые и зеленовато-серые, с поверхности рыжие, глинистые или песчанистые с конкрециевидной отдельностью или прерывистой горизонтально-слоистой и комковатой текстурами, с крупными сидеритовыми конкрециями. Аргиллиты серые, с поверхности рыжие, часто углистые, листоватые или алевролитистые, с неясной слоистостью или с комковатой текстурой, с обилием растительных остатков. Песчаники зеленовато-серые и желтые мелко-, средне- и, редко, крупнозернистые горизонтально- и косослоистые, с конкреционными линзами песчаника серого плотного, известковистого.

Мощность..160 м

Данная пачка всеми исследователями отнесена к татарскому ярусу. Верхняя граница пермских отложений проводится в подошве слоя конгломератов, подстилающих базальтовый покров.

Общая мощность...1550 м

Разрез пермских терригенных отложений центральной части Коротайхинской впадины (обн. по р. Хей-Яга), в основном, характеризуется теми же чертами строения, что и разрез севера гряды Чернышева. Однако в обнажении по р. Хей-Яга значительно возрастает доля песчаного и конгломерато-гравийного материала и увеличивается степень уплотнения пород. Глинистые разности представлены только аргиллитами, часто сланцеватыми, а песчаники очень плотные и крепкие.

Таким образом, разрезы Печорской синеклизы и Предуральского прогиба различаются по мощности, угленосности и содержанию грубообломочного материала. Мощности кунгурско-верхнепермских отложений в пределах Печорской синеклизы составляют 200-650 м, Предуральского прогиба - 1600-1800 м. Для последнего характерно воз-

растание мощности и количества песчаных, гравийно-конгломератных и угольных пластов. Если в разрезах Печорской синеклизы галька и гравий присутствуют в виде примеси в песчаниках и редко образуют маломощные прослой (до 0,2 м), то в Предуральском прогибе мощность конгломератных прослоев достигает 7-10 м. Если в пределах Печорской синеклизы отмечаются тонкие прослой угля и углистого аргиллита мощностью 0,1-0,3 м, редко достигающие 2 м, то в Предуральском прогибе средняя мощность угольных пластов составляет 1,5 м, а максимальная 29 м (Македонов, 1965).

3.2. Типы пород

Кунгурско-верхнепермские отложения представлены песчаниками, алевролитами и аргиллитами. В подчиненном количестве присутствуют гравелиты, конгломераты, известняки, угли и углистые аргиллиты. Наибольший интерес с точки зрения коллекторской характеристики представляют песчаники. Поэтому они рассмотрены наиболее подробно.

Типизация песчаников может быть проведена по их структуре, текстуре, петрографо-минералогическому составу, цементу, минеральным и органическим включениям, плотности. Цвет песчаных пород рассматриваемых отложений изменяется в пределах серых тонов. По структурным особенностям выделяются песчаники мелко-, средне-, крупно- и разнозернистые. По текстурным признакам песчаники подразделяются на массивные, горизонтально-слоистые, линзовидно-слоистые, волнисто-слоистые, косослоистые (крупно- и мелко, одно- и разнонаправленные). Кроме этого, выделяются текстуры взмучивания. По петрографическому составу все рассматриваемые песчаники отнесены к группе граувакк (по классификации В.Д.Шутова, 1972), среди которых выделяются полевошпат-кварцевые и кварц-полевошпатовые разновидности. Более подробно минеральный состав песча-

ников будет рассмотрен в следующем разделе главы. По составу цементирующего материала выделяются песчаники с преобладающим карбонатным, хлоритовым, каолиновым или полиминеральным цементом. По составу включений наиболее характерными разновидностями являются песчаники с сидеритовыми, или пиритовыми новообразованиями, песчаники с раковинами пелеципод, брахиопод и других организмов и песчаники с углефицированными растительными остатками. По степени уплотнения выделяются разновидности песчаников от очень плотных (с карбонатным базальным или кварцевым регенерационным цементом) до рыхлых. Таким образом, разнообразное сочетание перечисленных выше признаков привело к большому числу разновидностей песчаных пород. Однако среди них достаточно четко может быть выделена группа наиболее часто встречающихся и играющих важную роль в фациальной диагностике. Ниже приводятся описания этих разновидностей.

П-1. Песчаники мелкозернистые, реже среднезернистые, с массивной, полого-волнистой или горизонтально-слоистой текстурами, с карбонатным цементом, остатками морских брахиопод, мшанок и, реже, пелеципод.

П-2. Песчаники, мелко-, средне- и крупнозернистые с ко-сой сходящейся разнонаправленной или неясной слоистостями, с углефицированным детритом, с карбонатным и глинистым цементами.

П-3. Песчаники мелкозернистые, реже среднезернистые с неотчетливой горизонтальной, реже волнистой слоистостью, иногда со знаками ряби на поверхностях напластования.

П-4. Песчаники мелкозернистые со слабо выраженной горизонтально- или волнисто-слоистой текстурами, иногда с ходами илоедов и включениями пирита, остатками пелеципод, остракод, лингул.

П-5. Песчаники разномзернистые (мелко- и среднезернистые) с текстурой типа взмучивания осадка и значительной примесью глинистого материала, иногда с ходами илоедов.

П-6. Песчаники мелкозернистые с отчетливой горизонтальной слоистостью, с обильными углефицированными растительными остатками и вкрапленниками сидерита, с карбонатным или глинистым цементом.

П-7. Песчаники мелко-среднезернистые со слабо выраженной косою однонаправленной слоистостью, с углефицированными растительными остатками и скоплениями сидерита.

П-8. Песчаники средне- и крупнозернистые, часто с включениями галек и гравия, с массивной текстурой или со слабо выраженной крупной косою слоистостью, определяемой в керне по поверхностям сколов. Для этой разновидности характерно обилие углефицированных растительных остатков (иногда стволов деревьев) и выделений сидерита.

Алевролиты имеют много общего с песчаными породами, часто связаны с ними постепенными переходами через слоистые песчано-алевритовые породы. Однако в алевролитах по сравнению с песчаниками значительно уменьшается содержание обломков пород и возрастает количество кварца. Среди алевролитов могут быть выделены следующие разновидности:

А-1. Алевролиты светло-серые и серые мелко- и крупнозернистые, сильно известковистые с гнездовидной (типа взмучивания), массивной, волнисто-, линзовидно- и горизонтально-слоистыми текстурами, с остатками брахиопод и пелеципод, иногда со скоплениями пирита.

А-2. Алевролиты серые крупнозернистые с косоволнистой мульдобразной или мелкой косою сходящейся слоистостями.

А-3. Алевролиты серые и темно-серые с текстурами типа взмучивания, с глинистым цементом, иногда с ходами илоедов и мелкими включениями пирита.

А-4. Алевролиты серые мелко и крупнозернистые с пологой ко-

сой или косоволнистой, часто прерывистой, слоистостями с мелкими конкрециями пирита и редким углистым детритом.

А-5. Алевролиты серые с отчетливыми горизонтально-, линзовидно- и косоволнистослоистыми текстурами (за счет прослоев глинистого материала) с обилием углефицированного детрита по наслоению, часто со скоплениями сидерита.

А-6. Алевролиты бурые или пестроцветные с комковатой и линзовидной текстурами, иногда с многочисленными трещинами, выполненными кальцитом.

Аргиллиты, также как и алевролиты и песчаники, различаются по структурным признакам, минеральным и органическим включениям, определяющим значительные изменения цвета пород от шоколадно-коричневого и бурого до серого и темно-серого, почти черного. Выделяется пять наиболее характерных разновидностей.

Ар-1. Аргиллиты темно-серые алевропелитовые и мегапелитовые неясно линзовидно- или горизонтально-слоистые с конкрециями пирита и скоплениями раковин пелеципод, брахиопод, мшанок, иногда с ходами илоедов.

Ар-2. Аргиллиты серые однородные мега- или лептопелитовые с массивной и неяснослоистой текстурами.

Ар-3. Аргиллиты серые, темно-серые до черных, алевропелитовые или мегапелитовые с отчетливой горизонтальной или линзовидной слоистостью, подчеркнутой разнообразными углефицированными включениями и скоплениями сидерита. Данная разновидность аргиллитов тесно связана с глинисто-алевроитовыми породами с отчетливой горизонтальной слоистостью, обусловленной переслаиванием глинистых и алевроитовых прослоев (мощностью менее 1 см).

Ар-4. Аргиллиты серые с комковатой текстурой, остатками корневой системы растений.

Ар-5. Аргиллиты бурые или шоколадно-коричневые, комковатые,

брекчевидные, реже горизонтально-слоистые и массивные с желваками известняка. Для комковатых аргиллитов характерно присутствие следов трещин усыхания и светлых вкрапленников.

Известняки в разрезе кунгурско-верхнепермских отложений играют подчиненную роль. Среди них выделяется пять разновидностей:

И-1. Известняки серые органогенные с обильными остатками брахиопод, пелеципод, мшанок и других организмов.

И-2. Известняки серые массивные скрытокристаллические с остатками пелеципод и остракод.

И-3. Известняки серые неяснослоистые скрытокристаллические с водорослевыми стяжениями.

И-4. Известняки глинистые бурые и коричневые комковатые скрытокристаллические.

И-5. Известняки глинистые серые и темно-серые, массивные с остатками морских организмов.

Конгломераты и гравелиты в пределах Печорской синеклизы присутствуют в виде маломощных прослоев (0,1-0,2 м). В восточной части бассейна (Предуральский краевой прогиб, Най-Хой, Зап.склон Урала) их доля значительно возрастает. Например, в бассейне р.Хей-Яги мощность конгломератовых слоев достигает 7-10 м. В составе обломочной части преобладают обломки кремнистых пород и кислых эффузивов. Преобладающий тип цементации порово-базальный карбонатный. Более подробно петрографо-минералогический состав конгломератов и гравелитов будет рассмотрен ниже.

Угли и углистые аргиллиты наиболее широко развиты в пределах Предуральского краевого прогиба, где расположен Печорский угольный бассейн. Средняя мощность угольных пластов здесь 1,5 м, максимальная достигает 29 м (Македонов, 1965). В пределах платформенной части бассейна количество угольных пластов и их мощ-

ности уменьшаются. Максимальные значения мощностей составляют 2 м.

3.3. Петрографический состав песчаников

Состав обломочной части песчаников изучался микроскопическим методом. Содержание основных породообразующих компонентов определялся с помощью интеграционного устройства МИУ-1. В качестве дополнительных данных использовались результаты химического анализа пород. Состав тяжелых минералов из фракции 0,1-0,25 мм изучался. И. П. Никитенко.

Основные породообразующие компоненты песчаников представлены обломками пород (50-80%), кварцем (7-28%) и полевыми шпатами (8-31%) (рис. 8).

Наибольшую трудность в диагностике и неоднозначность в трактовке вызывают обломки пород. Поэтому их описание приведено наиболее подробно. В основу определения обломков пород были положены их микроструктурные особенности, минералогический состав (Лапин, 1965, Структуры..., 1966) и характер вторичных изменений. В отдельных случаях проводилось окрашивание шлифов с целью разделения калиевых полевых шпатов, плагиоклазов и кварца (Bailey, Stevens, 1960). В результате выделено 10 типов обломков пород:

I. Обломки с фельзитовой, фельзит-порфировой и микросферолитовой структурами сложены скрытокристаллическим или мелкокристаллическим агрегатом кварца и полевого шпата. Часто в основной массе отмечаются порфировые вкрапленники (фото I - I,2) или мелкие сферолитовые образования, представленные полевым шпатом и кварцем. Обломки, как правило, окатаны и полуокатаны и окрашены в светло-бурые тона или бесцветны. Из вторичных изменений наиболее развита пелитизация, реже отмечаются хлоритизация и кар-

бонатизация. Присутствуют обломки различной степени преобразованности: от почти свежих до сильно измененных вплоть до развития эпидота. Изучение галек и гравия из обн. по р. Адзъва показывает, что среди них выделяются разности с прекрасно выраженной фельзит-порфировой структурой (фототабл. I - I,2). В целом, фельзитовая и фельзит-порфировая структура характерны для кислых эффузивов.

2. Обломки с микроаплитовой, микрогранитовой и гранитовой структурами представлены полнокристаллической основной массой либо только с ксеноморфными кристаллами полевых шпатов и кварца (микроаплитовая структура), либо с идиоморфными кристаллами полевых шпатов и ксеноморфными кристаллами кварца (микрогранитовая и гранитовая структуры). Из вторичных преобразований развиты пелитизация и хлоритизация. Форма обломков изменяется от угловатой до полуокатанной, реже окатанной. Подобные структуры характерны для жильных и гипабиссальных пород кислого состава.

3. Обломки с гипидиоморфнозернистой структурой сложены, главным образом, идиоморфными кристаллами плагиоклазов, между которыми в резко подчиненном количестве присутствует кварц. Степень вторичной преобразованности различная, но, в целом, эти обломки всегда хорошо диагностируются. Характер окатанности такой же, как у обломков предыдущего типа. Данная группа обломков объединяет комплекс пород, в который наряду с кислыми разностями попадают некоторые средние и, возможно, щелочные эффузивы.

4. Обломки с интерсертальной и гиалопилитовой структурами состоят из беспорядочно расположенных мелких лейст плагиоклазов, погруженных в стекловатую массу (фототабл. I - 3). Иногда в них содержатся фенокристаллы плагиоклаза, в разной степени гидрослюдизированные и хлоритизированные. В целом, обломки этого типа в значительной мере подвержены вторичным процессам хлоритизации,

монтмориллонитизации, карбонатизации и растворения. Обычно они окатаны или имеют расплывчатые очертания, сливающиеся с цементирующей массой. Иногда отмечаются и относительно свежие разности. Данные структуры широко распространены среди эффузивных пород основного и среднего состава (андезиты, базальты и их порфириты).

5. Обломки с микродолеритовой структурой (фототабл. I-4), сложенные идиоморфными кристаллами плагиоклазов, в интерстициях которых развит хлорит, вероятно заместивший феррические минералы. Обломки этого типа также как и предыдущего, значительно преобразованы вторичными процессами и характерны, вероятно, для диабазов и долеритов.

6. Обломки с кристалловитрокластической структурой сложены интенсивно хлоритизированной или монтмориллонитизированной основной массой, в которой отмечаются осколки полевых шпатов и кварца. Обломки этого типа обычно сильно корродированы (фототабл. I-5). Данные структуры обычно наблюдаются среди пирокластических пород, в частности, туфов.

7. Полностью хлоритизированные обломки. Большая часть этих обломков "бесструктурна", хотя иногда они имеют флюидальную структуру. Изредка в них отмечаются реликты плагиоклазов. Окраска хлоритов изменяется от зелено-бурой до темно- и ярко-зеленой. Двупреломление в серых, зеленых, зеленовато-желтых до аномальных фиолетовых тонов. Данные обломки, по-видимому, характерны для метаморфизованных, в том числе и магматических пород.

8. Обломки с крипто- и мелкокристаллической структурами образованы кварцем и неравномерно раскристаллизованным халцедоном (фототабл. I-6,7). Иногда в них содержатся сферические остатки радиолярий или игольчатые спикюлы губок. Одни обломки пропитаны бурым органическим веществом, другие совершенно чистые, а третьи содержат примесь глинистого вещества в виде тонких чешуек

гидрослюды. Обломки рассматриваемого типа, как правило, угловаты и и полуокатаны. Они могут быть отнесены к группе кремнистых пород, в том числе фтанитов и кремнистых сланцев.

9. Обломки с кварцитовидной структурой, сложены кварцем, полуокатаны и угловаты и, по-видимому, представляют кварциты (фототабл. I - 8,9).

10. Обломки с псаммитовой, алевро-пелитовой и пелитовой структурами сложены зернами кварца (псаммитовая) и хлорит-гидрослюдистой основной массой (пелитовая) с кварцевой примесью (алевро-пелитовая). Они являются обломками осадочных пород: кварцевых песчаников (фототабл. I-10) алевролитов и аргиллитов.

Таким образом, обломки пород в составе изученных нами песчаников представлены кислыми (1-3), основными и средними (4-5) эффузивами, пирокластическими (6), метаморфическими (8), кремнистыми (9) и обломочными породами (10). Не исключено, что часть магматических пород (1-5) метаморфизована. Из вторичных изменений обломков наиболее широко развиты процессы хлоритизации и монтмориллонитизации основных и средних эффузивов и их туфов, образования крустификационных хлоритовых каемок, каолинитизации кислых эффузивов, карбонатизации всех типов обломков и растворения наиболее неустойчивых разностей, главным образом, основных и средних эффузивов и туфов. Растворение имеет разные масштабы: от частичного до полного, фиксируемого лишь отдельными реликтами обломков или формой пор.

Полевые шпаты в большинстве изученных образцов являются вторым ведущим компонентам обломочной части, составляя от 8 до 30%. Они представлены, главным образом, кислыми разностями плагиоклазов (альбитом и олигоклазом), среди которых может быть выделено три основные группы. В первую группу объединены плагиоклазы, равномерно замутненные без двойников. Плагиоклазы

второй группы представляют собой относительно свежие, почти не затронутые вторичными процессами, разности с полисинтетическими, реже простыми двойниками. Основным постседиментационным преобразованием этих плагиоклазов является растворение центральных частей с образованием свободных пор (фототабл. VIII-1,2). Этот процесс получил наиболее широкое развитие в средне-, крупнозернистых мощных песчаных толщах, где в отдельных случаях удается наблюдать лишь тонкую реликтовую каемку полевого шпата. Плагиоклазы, отнесенные к третьей группе, сильно изменены вторичными процессами альбитизации, гидрослюдизации, хлоритизации, карбонатизации, окварцевания и каолинитизации. Некоторые из этих преобразований являются унаследованными. Результаты микроскопических и электронно-микроскопических исследований наиболее достоверно свидетельствуют о том, что карбонатизация, гидрослюдизация и каолинитизация (фототабл. У) происходят в самом песчанике. На электронно-микроскопических снимках можно наблюдать, что по обломкам пород развиваются удлиненно-пластинчатые с четкими кристаллографическими ограничениями кристаллы (фототабл. VI). Подобная форма кристаллов, по мнению многих исследователей (Клубова, 1970, Guven e.a., 1980), характерна для аутигенной - гидрослюдистую природу. Рентгеноспектральный анализ этих кристаллов (фототабл. X-3) свидетельствует об относительно высоком содержании в них наряду с кремнием и алюминием, калия, что подтверждает их гидрослюдистую природу. Процессы каолинитизации и карбонатизации подробно рассмотрены нами в следующем разделе главы, так как они тесно связаны с формированием соответствующих цементов. Этому процессу наиболее подвержены относительно свежие плагиоклазы. Натриево-калиевые полевые шпаты распространены менее широко по сравнению с плагиоклазами и представлены микроклином и ортоклазом.

Кварц является третьим пороодообразующим компонентом. Его содержание изменяется от 7 до 28%, иногда превышая содержание полевых шпатов. Выделяются две разновидности кварца: 1) кварц полуокатанной и угловатой формы чистый, почти без включений или с редкими, линейно расположенными газовой-жидкими включениями, 2) кварц полуокатанной, угловатой и, реже, окатанной формы с обильными газовой-жидкими и минеральными включениями.

Второстепенные терригенные пороодообразующие компоненты представлены, главным образом, биотитом, мусковитом и глауконитовыми образованиями. Биотит тяготеет к мелкозернистым и алевритовым разностям и, как правило, сильно изменен хлоритизацией, гидрослюдизацией и монтмориллонитизацией. Можно наблюдать различные стадии расщепления и преобразования биотита вплоть до образования порового цемента. Мусковит присутствует в меньшем количестве и представлен, в основном, малоизмененными, гидратированными или сидеритизированными чешуйками. Глауконитоподобные образования имеют округлую форму, агрегатное строение, ярко-зеленую окраску в проходящем и темно-зеленую в отраженном свете.

Минералы тяжелой фракции представлены гранатом, цирконом, турмалином, рутилом, сфеном, апатитом, хромшпинелидом, магнетитом, эпидотом, ильменитом, анатазом, баритом, амфиболом, пироксеном, хлоритом, дистеном, лейкоксеном, лимонитом, пиритом, сидеритом. Из них амфиболы, пироксены, хлориты, дистен, анатаз присутствуют в отдельных образцах и в незначительном количестве. Соотношения отдельных минералов значительно изменяются как по площади, так и по разрезу, хотя намечаются некоторые закономерности в их распределении. Гранат присутствует в количестве от десятых процента до 8,17-13,9%. Наиболее высокие значения характерны для Василковской и Хыльчужской площадей. Ц и р к о н, т у р м а л и н, р у т и л, в количестве от десятых процента до 3% не

имеют широкого развития **С ф е н** с содержанием от десятых процента до 5,8% наблюдается в песчаниках Василковской и Хыльчужской площадей. Наиболее высокие его содержания отмечаются в разрезе Серчейюской площади. **Х р о м ш п и н е л и д ы** содержанием от единиц процента до 48% отмечается как в пределах северных площадей, так и южных. Причем наиболее высокие значения характерны для Возейской и Серчейюской площадей. Эпидот развит, главным образом в отложениях, обнажающихся по р. Адзъва, где его содержание достигает 96% (обн.30), Серчейюской (до 70%) и Возейской площадей (45%).

Наибольший интерес с точки зрения выяснения условий осадко-накопления и постседиментационных преобразований представляют аутигенные минералы тяжелой фракции лейкоксен, лимонит, пирит, сидерит. Лейкоксен развит повсеместно в количестве от 2 до 18%, в отдельных случаях достигая 40-75%. Наиболее высокие содержания, как правило, приурочены к наиболее мощным песчаным пластам. Пирит также имеет широкое развитие, его содержание изменяется от единиц до 99%. Высокие содержания обычно характерны для песчаников из нижней толщи. Сидерит в количестве от 17 до 40% отмечается в породах верхней толщи. В пределах Василковской и Хыльчужской площадей он развит практически по всему разрезу и его содержание достигает 100% от тяжелой фракции. Наиболее высокие содержания лимонита (до 96%) характерны для некоторых песчаных пластов верхней части разреза Осоевской и Возейской площадей.

Результаты подсчета количества основных породообразующих компонентов приведены на рис.8. По классификации В.Д.Шутова (Граувакки, 1972) все изученные породы отнесены к грауваккам, кварц-полевошпатовым ($10\% < Q < \text{п.ш.}$) и полевошпат-кварцевым ($10\% < \text{п.ш.} < Q$), фельзит-порфировым. Как видно из треугольной диаграммы, все образцы попадают в довольно ограниченное поле с

ДИАГРАММЫ СОСТАВА ПЕСЧАНИКОВ

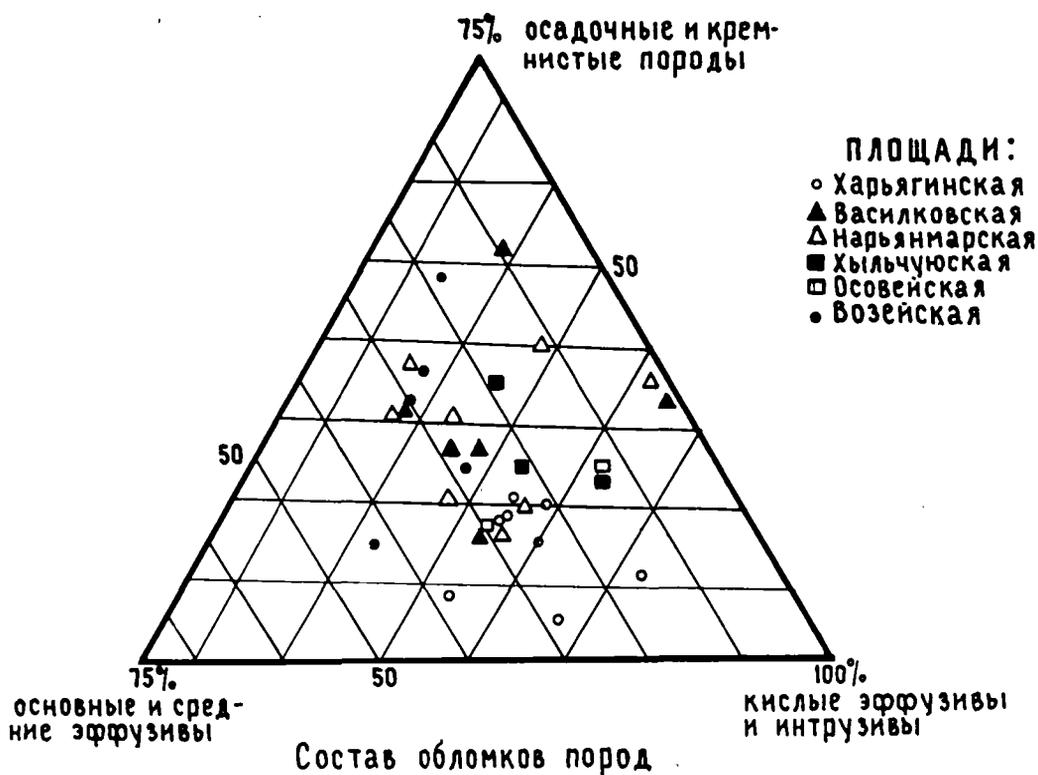


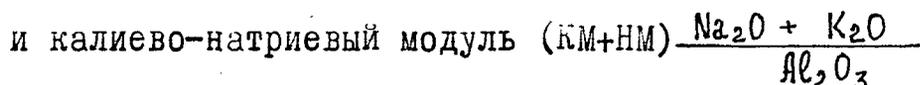
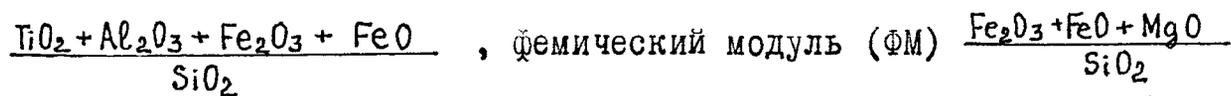
Рис. 8

Составила: Малышева Е.О.

крайними содержаниями кварца 7-28%, полевых шпатов 8-31%, обломков пород 50-80%. Некоторое возрастание доли кварца наблюдается на северных площадях (Василковская, Хыльчюская, Нарьянмарская). В крупнозернистых разностях увеличивается содержание кремнистых пород, достигая в некоторых случаях 28%. В мелкозернистых породах возрастает количество неустойчивых компонентов, в особенности хлоритизированных и монтмориллонитизированных обломков. Эти зависимости, объясняются, по-видимому, особенностями транспортировки, в частности скоростью потока, и способностью рассматриваемых обломков и дроблению. Для среднезернистых пород характерно преобладание обломков эффузивов кислого состава. Сравнение состава граувакк Печорской синеклизы с составом граувакк Предуральяского прогиба (с учетом данных А.Г.Коссовской, 1972) и граувакк западного склона среднего Урала (Мизенс, 1980) показало, что первые обладают более однообразным составом и выделение отдельных разновидностей, таких как в пределах прогиба или западного склона, здесь затруднено.

Данные химического анализа граувакк показали, что содержание кремнезема изменяется от 62 до 72% (учитывались только бескарбонатные разности), глинозема от 10,77 до 14,8% суммы окислов железа и магния от 4,54 до 11,37.

Для удобства сопоставления результатов химического анализа, и их генетической интерпретации нами использовались модули, предложенные Я.Э.Юдовичем (1981): гидролизатный модуль (ГМ)



Гидролизатный модуль предназначен для выявления одной из главных тенденций химического выветривания - отделение продуктов гидролиза от кремнезема. Фемический модуль оказался наиболее

удобным для классификации граувакк. Калиево-натриевый модуль весьма информативен для диагностики вулканогенного материала в породах. График, построенный в координатах гидролизатный модуль - фемический (рис.9), иллюстрирует положительную корреляцию между ними. По значениям гидролизатного и фемического модулей может быть выделено два поля песчаников. Наибольшее количество образцов попадает в поле, ограниченное значениями 0,2-0,3 ГМ и 0,06-0,13 ФМ. Все песчаники этой группы характеризуются средне- и крупнозернистой структурами и значительным преобладанием кислых эффузивов в составе обломков. Содержание цемента, как правило, не превышает 5%, лишь в случае каолинитового выполнения пор оно достигает 15%. Другое поле ограничено значениями 0,3-0,38 ГМ и 0,13-0,19 ФМ. Песчаники этой группы, главным образом, мелкозернистые. В составе обломочной части увеличивается количество основных и средних эффузивов и полностью хлоритизированных пород. Цемент, в количестве более 10%, представлен карбонатными и глинистыми минералами.

Таким образом, химический состав песчаников позволяет выделить две группы граувакк Мечорской синеклизы, основными различиями между которыми являются содержание цемента и вулканических обломков. Эти группы близки классам литоаренитов и собственно граувакк, выделяемым Ф.Петтиджоном, Р.Сивером, П.Поттером (1976). Литоаренитами называются песчаники, содержащие 25% и более обломков пород и минимальное количество матрикса. Преобладание химически нестабильных частиц свидетельствует об эрозии слабо выветренного материала смешанных областей питания и быстрых скоростях осадконакопления, препятствующих химическому выветриванию пород. Образование литоаренитов связывается, главным образом с аллювиальной обстановкой на флангах крупных поднятий и на платформах. Песчаники, содержащие значительное количество

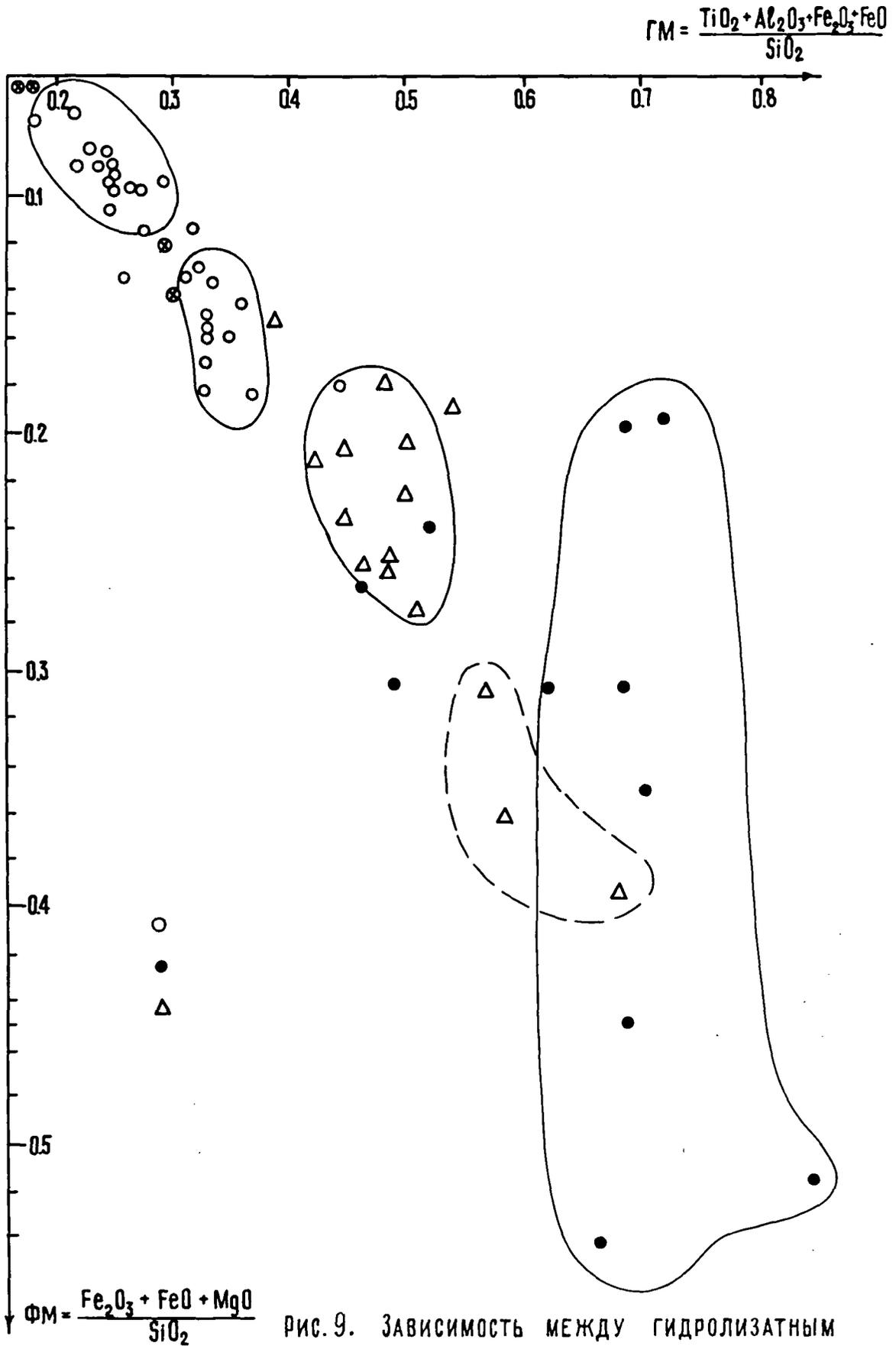


Рис.9. График зависимости между гидролизатным и физическим модулем.

1 - песчаники, 2 - цементы песчаников, 3 - глинистые породы.

матрикса (более 15%) называются граувакками. Большинство известных граувакк, в подобном понимании этого термина и по мнению названных исследователей, является турбидитами. Образование же литоаренитов и граувакк, богатых обломками вулканических пород обычно сопровождается молассовыми осадконакоплениями, которые могут распространяться и на стабильные кратоны.

График зависимости между гидролизатным и калиево-натриевым модулями (рис. 10) строился с целью возможного выявления в породах пирокластического материала. Однако, как показали результаты, $KM+NM$ характеризуется близкими значениями (0.36-0.44), отвечающими обычным обломочным породам.

Подводя итог петрографо-минералогическому и химическому изучению песчаников, можно сделать следующие выводы.

Выделение групп граувакк по классификации В.Д.Шутова, основанной на процентном соотношении обломочных компонентов отражают, главным образом характер области сноса. Явное преобладание вулканических, кремнистых и метаморфических пород в обломочной части песчаников свидетельствует о том, что основным источником терригенного материала было молодое складчатое сооружение. В непосредственной близости от него состав формирующихся осадков наименее зрелый и наиболее точно отражает состав исходного материала. По мере удаления от основного источника сноса состав пород становится более однообразным и, при прочих равных условиях, обогащается устойчивыми компонентами, в частности кварцем. Именно этим и объясняются определенные различия в составе песчаников Предуральяского прогиба и Печорской синеклизы.

Выделяющиеся на основании данных химического анализа разновидности граувакк, не имеющие четкой стратиграфической приуроченности, по-видимому, отражают и условия седиментации. Средне-крупнозернистые песчаники с низким содержанием цемента, различной

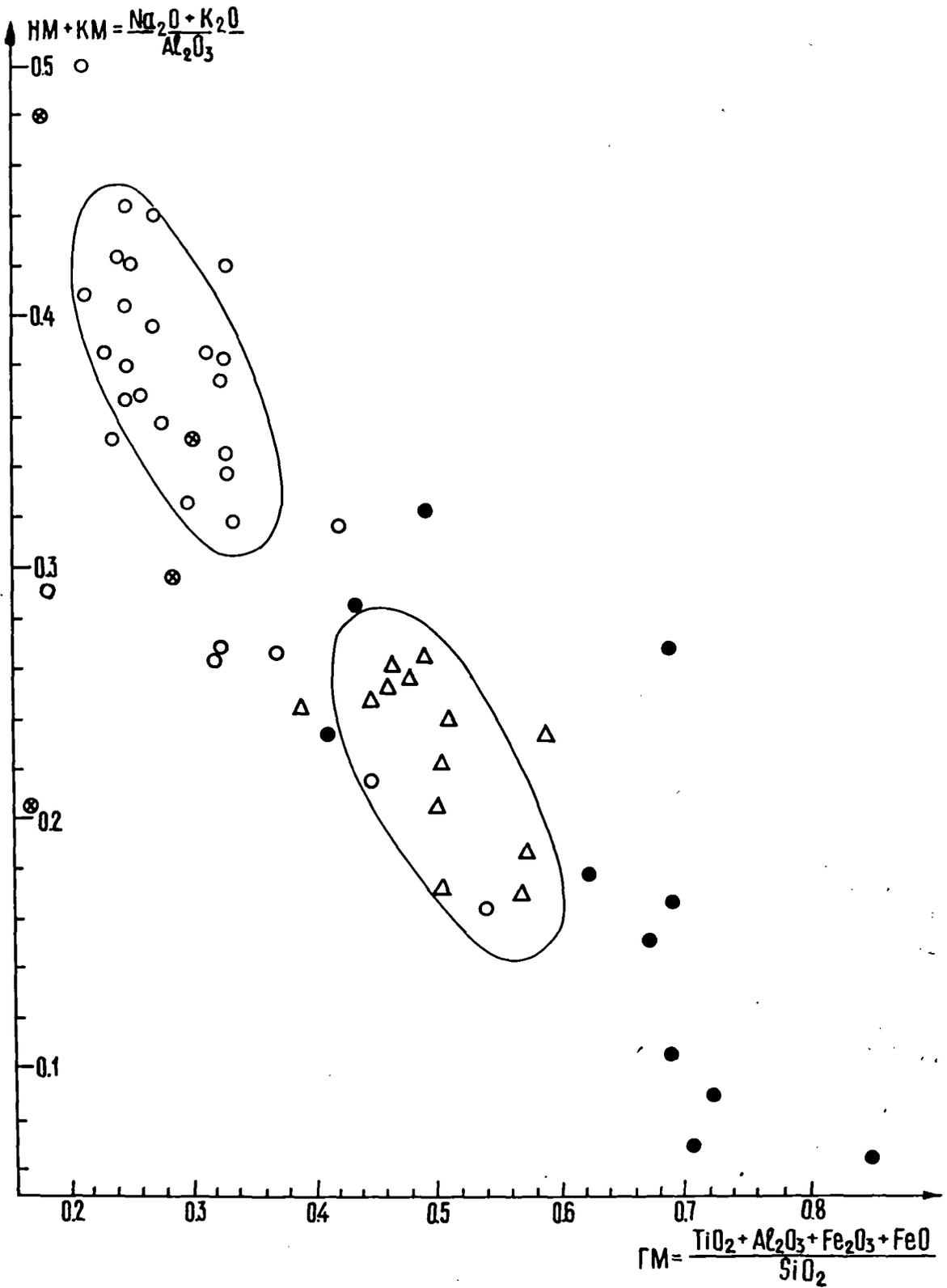


Рис. 10. Зависимость между гидролизатным и натрий-калиевым модулями

Условные обозначения см. рис. 9

степенью сортировки и преобладанием кислых эффузивов в составе обломков, вероятно, характерны для потоков (аллювий, пролювий, подводные выносы рек). Условия образования мелкозернистых песчаников с высоким содержанием глинистого цемента, по-видимому, характеризуются большим разнообразием. Однако их диагностика требует выяснения природы глинистого материала. В целом, высокое содержание в песчаниках реакционноспособных обломков предопределило широкое развитие процессов глинизации и растворения.

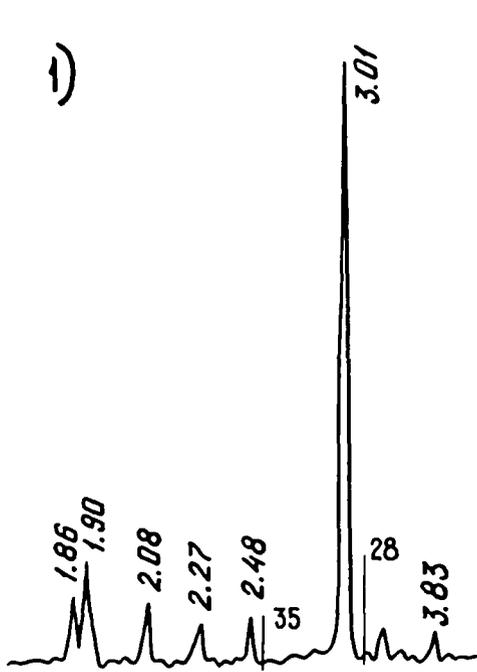
3.4. Минералы цементов песчаников

В составе цементов пермских песчаников выделяются группы карбонатных и глинистых минералов. В подчиненном количестве присутствует кварц. Структура цементов изменяется от пленочной (менее 3%) до базальной (более 30%) и зависит от их минерального состава.

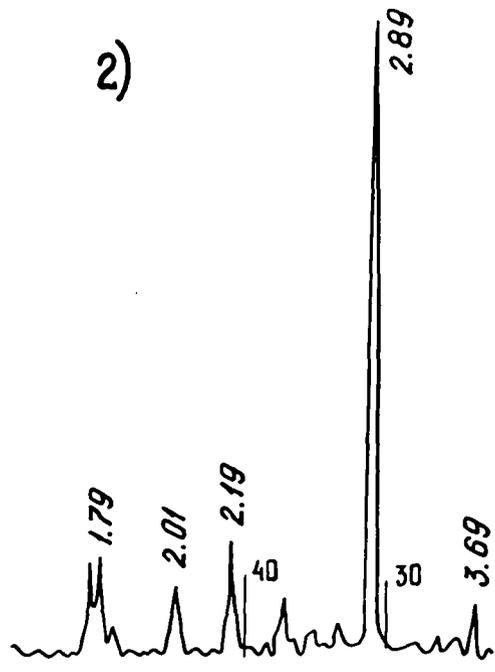
3.4.1. Карбонатные минералы

Исследование карбонатного цемента проводилось микроскопическим, электронно-микроскопическим и рентгено-структурным методами с привлечением данных карбонатного анализа пород. Рентгено-структурный анализ выполнялся как для породы в целом, так и для выделенной в тяжелых жидкостях карбонатной части пород. В результате этих исследований установлено, что основными минералами карбонатного цемента пород являются кальцит, доломит и сидерит.

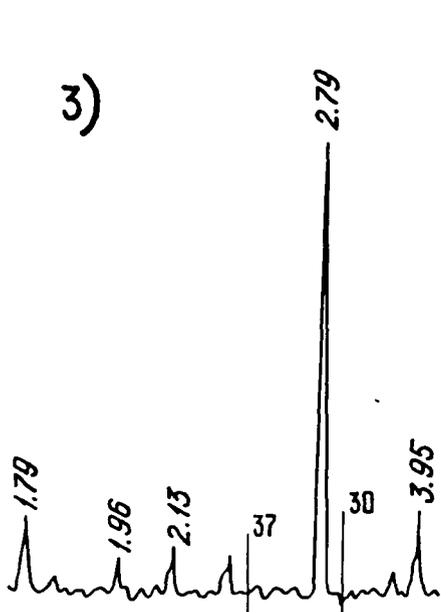
Кальцит диагностировался на основании данных рентгено-структурного анализа по серии отражений $3,83 \text{ \AA}$, $3,01 \text{ \AA}^0 - 3,03$ $2,48 \text{ \AA}^0$ (рис. II-1). Микроскопически он присутствует в двух основных морфологических разновидностях: крупнокристаллической и скрытокристаллической. Крупнокристаллический кальцит имеет пойкилитовый облик, характеризуется наличием трещин спайности по ромбоэдру и образует поровую или базальную структуры (фототабл.



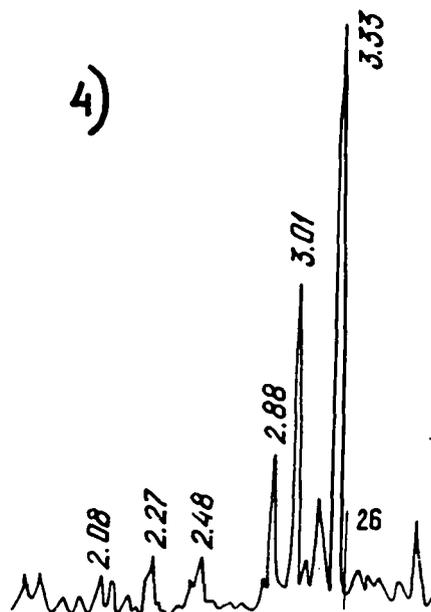
обр. 66/9808, кальцит.
Харьгинская площадь.



обр. 2/4, доломит.
Хыльчунская площадь.



обр. 64/11286, сидерит.
Харьгинская площадь.



обр. 63/11165, кальцит и доломит
Харьгинская площадь.

Рис. 11. Характерные дифрактограммы карбонатного цемента

П- I,3). Скрытокристаллический кальцит (фототабл. П- 2) в большинстве случаев образует базальную структуру и находится в тонкой смеси с глинистыми, либо иными карбонатными минералами. По данным карбонатного анализа в песчаниках со скрытокристаллическим кальцитом часто отмечается примесь доломита. Последний фиксируется на рентгенограммах карбонатной части породы (рис. II-4). Кальцит обеих разновидностей корродирует обломочную часть породы и развивается по глинистому цементу. Иногда коррозия развивается настолько сильно, что удается наблюдать лишь сохранившиеся от карбонатизации реликты обломочных зерен. В отдельных случаях не обнаруживает коррозионного характера поровый кальцитовый цемент содержанием менее 5%.

Результаты химического анализа свидетельствуют о примеси железа в большинстве изученных карбонатов, что позволяет выделить разновидность железистых кальцитов, характеризующихся крупнокристаллической структурой.

Сидерит характеризуется наличием интенсивного отражения 2.79 \AA^0 (рис. II-3). В составе карбонатной фракции содержание окислов железа возрастает до 10-12%. Макроскопически он отмечается в виде мелких бурых вкрапленников в породе. Микроскопически сидерит представляет собой конкрециевидные скопления бурого и темно-бурого тонкозернистого карбонатного минерала или развивается по слюдам, образуя своеобразные ячеистые высокодвупреломляющие агрегаты. Сидерит в большинстве случаев отмечается совместно с кальцитом или кальцитом и доломитом.

Доломит на дифрактограммах фиксируется по интенсивному рефлексу 2.89 \AA^0 (рис. II-2). В шлифах доломит, как правило, диагностируется плохо. Чаще всего он присутствует в виде тонкодисперсной смеси с кальцитом (фототабл. П- 5), лишь в редких случаях образуя мелкие ромбоэдрические кристаллы (фототабл. П- 6). Он

составляет от нескольких до 80% от всей цементирующей массы. Наиболее высокие содержания доломита отмечены в песчаниках средней толщи Хыльчужской и Василковской площадей.

Карбонатный материал различного минерального состава подвержен процессам растворения с образованием свободных пор. Интенсивность этого процесса изменяется в широких пределах. В шлифах можно наблюдать разные стадии развития выщелачивания: от зарождения пор на стыке спайности до появления крупных пор. Карбонатный цемент имеет широкое развитие на всей изучаемой территории. Наиболее высокие содержания карбонатного материала и, соответственно, базальная структура цемента характерны для мелко-среднезернистых песчаников маломощных песчаных пластов, кровли и подошвы мощных пластов. В северных разрезах Печорской плиты (Нарьянмарском, Василковском, Хыльчужском) и разрезе по р.Хей-Яга. отмечается полная карбонатизация отдельных песчаных пластов. По минеральному составу - это кальцит, часто железистый, или смесь кальцита с доломитом. Сидерит отмечается, главным образом, в породах верхней толщи, и в редких случаях является породообразующим компонентом.

В целом, широкое развитие карбонатного цемента по всему разрезу пермских терригенных отложений, его морфологические особенности и коррозионный характер, свидетельствующие, по мнению В.И.Муравьева, (1971), во вторичном генезисе карбоната, позволяют рассматривать карбонатный цемент как постседиментационное образование. Однако, наличие нескольких морфологических разновидностей минералов, их соотношение с обломочной массой, широкое развитие растворения карбонатов дают основание считать, что процесс формирования карбонатного цемента протекал на разных стадиях литогенеза. К наиболее ранним разновидностям следует отнести скрытокристаллический кальцит и доломит. Их образование, веро-

ятно, связано с достаточно быстрой поровой кристаллизацией в присутствии глинистой примеси. Наличие доломита в составе ранне-диагенетических конкреций и цементов по мнению А.В.Македонова (1959), может свидетельствовать о связи бассейна осадконакопления с морскими условиями. Процесс формирования кальцита крупнокристаллической разновидности, вероятно, носил более длительный характер и связан со стадией катагенеза. Широкое распространение среди крупнокристаллических кальцитов примеси железа и магния дает основание предполагать влияние обломочных компонентов, богатых этими элементами, на состав карбонатного цемента. Для пород Предуральяского прогиба характерно преобладание крупнокристаллического железистого кальцита, имеющего четкие контакты с обломочными зёрнами.

3.4.2. Глинистые минералы

Исследование глинистого цемента проводилось микроскопическим, рентгено-структурным, электронно-микроскопическим, рентгено-спектральным и химическим методами. В результате установлено, что основными глинистыми минералами рассматриваемых пород являются хлорит, каолинит, смектиты, смешаннослойные минералы типа хлорит-смектит и гидрослюда - смектит. Гидрослюда играет подчиненную роль.

Каолинит хорошо диагностируется на основании данных рентгеноструктурного (рис. I2-3), микроскопического и электронно-микроскопического анализов. Результаты микроскопического изучения указывают на существование двух морфологических разновидностей каолинита: мелкокристаллической (размеры отдельных агрегатов не превышают 0,006 мм) и крупнокристаллической с хорошо выраженной червеобразной и сферолитоподобной формой агрегатов размером до 0,025 мм. Мелкокристаллический каолинит (фототабл. III-I,2) выпол-

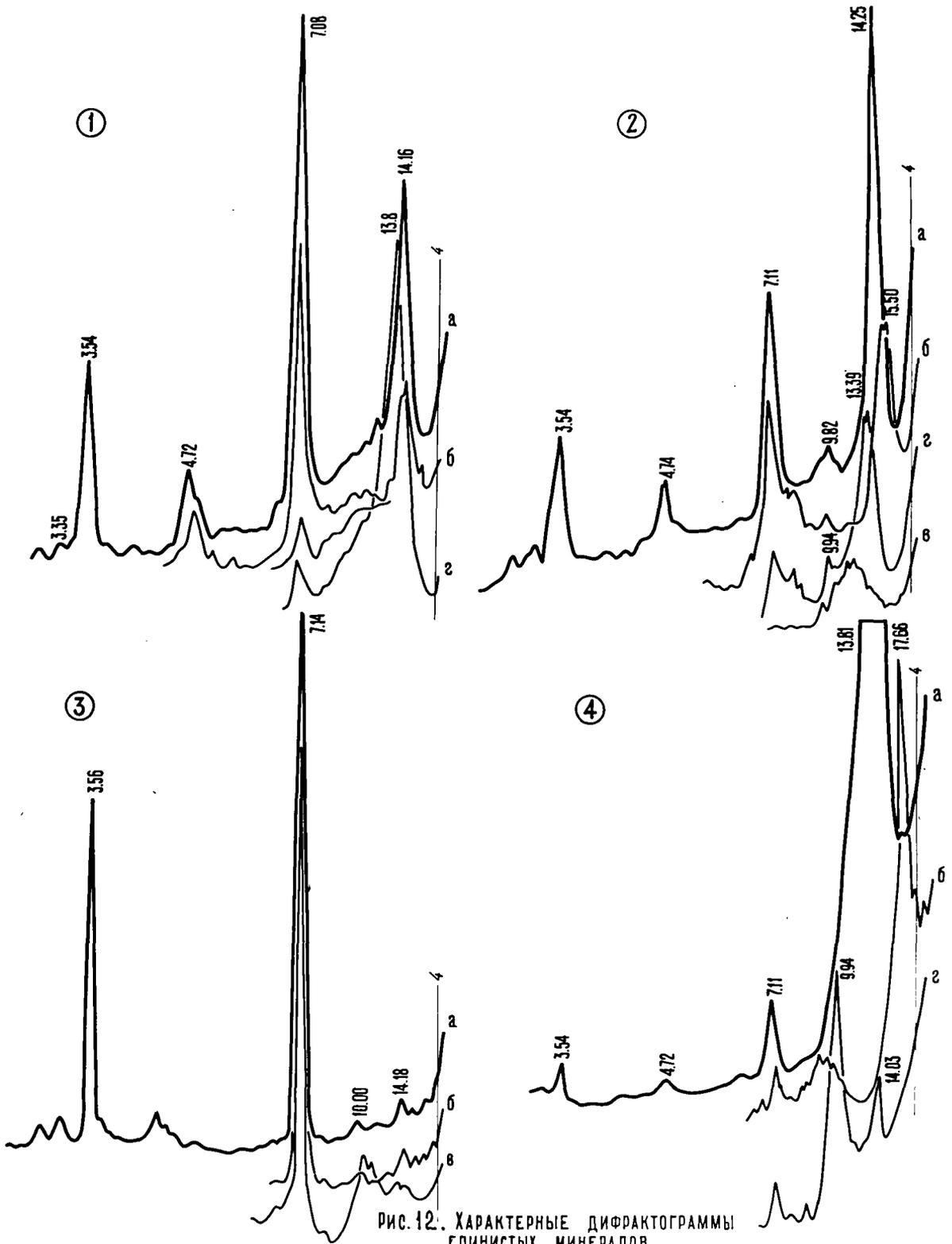


Рис. 12. ХАРАКТЕРНЫЕ ДИФРАКТОГРАММЫ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ

Рис.12. Характерные дифрактограммы глинистых минералов.

1-2 - хлорит, 3 - каолинит, 4 - смектит.

няет либо отдельные поры, либо все поровое пространство, захватывая даже обломочные компоненты. Часто в нем можно наблюдать незначительную примесь высокодвупреломляющих чешуек, вероятно, смектитового состава (фототабл.Ш-3). Крупнокристаллический каолинит присутствует в тупиковых частях крупных пор или выполняет полностью отдельные поры. Кроме того он развивается по обломочным компонентам, таким как полевые шпаты и биотит. Часто отмечается совместное нахождение в порах каолинита обеих разновидностей. Электронно-микроскопическое изучение пород показало, что каолинит представлен хорошо окристаллизованными псевдогексагональными чешуями, имеющими различную толщину (от 0,0003 мм до 0,0008 мм) и размеры в поперечнике (от 0,002 мм до 0,008 мм) и характеризуются беспорядочной или червеобразной формой агрегатов (фототабл.Ш-3,4,5,6). Размеры чешуй, а также характер их взаимного расположения определяют тот или иной морфологический тип каолинита, фиксируемый в шлифах. Крупнокристаллический каолинит представлен червеобразными, сферолитоподобными и столбчовидными агрегатами пластин, достигающими в диаметре 0,008 мм и по высоте 0,0008 мм (фототабл.Ш-4,5). Мелкокристаллический каолинит характеризуется беспорядочным расположением агрегатов и меньшими размерами пластин, в диаметре составляющими около 0,003 мм. Рентгено-спектральный анализ этих кристаллов показал, что в их составе присутствуют кремний и алюминий без существенной примеси других катионов (фототабл.Х- I). Химический анализ глинистой фракции песчаников с преобладающим каолинитовым цементом свидетельствует о повышенном содержании глинозема (до 19-25%).

Морфология и соотношение минералов в поровом пространстве свидетельствуют о двух генерациях каолинита. I (более ранней) генерации отвечает мелкокристаллический плохораскристаллизованный каолинит. II (более поздней) генерации - крупнокристалличес-

кий каолинит. Каолинитовый поровый цемент составляет от I до 15% от породы. Наиболее характерные значения 3-5%. Максимальное развитие каолинит получает в песчаниках верхней толщи.

Хлориты на дифрактограммах глинистых фракций фиксируются серией базальных рефлексов $14,0 \text{ \AA}$ - $14,28 \text{ \AA}$, $7,05 \text{ \AA}$ - $7,11 \text{ \AA}$, $4,72 \text{ \AA}$, $3,54 \text{ \AA}$. Микроскопическая и рентгеновская характеристики, химический состав глинистой фракции позволяют выделить несколько минеральных разновидностей этой группы. В шлифах хлоритовые минералы присутствуют в виде крустификационных каемок на зернах (фототабл. IV-1^{3,6}), волокнистых и сферолитоподобных высокодвупрелмляющих выделений в порах и полностью хлоритизированных обломков (фототабл. IV-2), которые часто в результате механического разрушения выполняют поровые пространства. Поскольку выделение каждой из этих разновидностей в чистом виде и без примесей других глинистых минералов чрезвычайно затруднительно, то рентгеновская характеристика и химический состав этих разновидностей хлорита приводятся по образцам, в которых они преобладают.

Типичная дифрактограмма глинистой фракции песчаника с крустификационным цементом показана на рис. I2-I. Результаты химического анализа фракции особенно в сопоставлении с данными по породе в целом свидетельствуют о высоком содержании суммы окисного и закисного железа и магния, при этом сумма окислов железа превышает количество окиси магния. Учитывая преимущественно хлоритовый состав данной фракции, все количество магния и железа можно отнести на счет хлорита. С целью выяснения содержания элементов, входящих в структуру хлорита был произведен расчет нормативного состава фракции менее $0,005 \text{ мм}$. Хлорит рассчитывался по четырем миналам: амезиту $2 \text{ MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$, шамозиту $2 \text{ FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$, серпентину $2 \text{ MgO} \cdot 2 \text{ SiO}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$, гриналиту

$3 \text{FeO} \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. В результате структурная формула рассматриваемого хлорита может быть представлена в следующем виде $(\text{Mg}_{2,44} \cdot \text{Fe}_{2,11} \cdot \text{Al}_{1,45})_6 (\text{Si}_{2,57} \cdot \text{Al}_{1,43})_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_8$. Микроскопически крустификационный хлорит представлен бледно-зеленой каемкой на обломочных зернах и имеет толщину 3-12 мкм. Электронно-микроскопические изучения показали, что эти каемки состоят из мелких псевдогексагональных чешуек, беспорядочно расположенных под разным углом к поверхности обломочного зерна (фототабл. IY-3-5).

Крупнопластинчатый, волокнисто-пластинчатый и сферолитоподобный хлорит пор (фототабл. IY-2) обычно ассоциирует с обилием хлоритизированных обломков и цементом раздавливания. На дифрактограммах необработанных фракций фиксируются интенсивные рефлексы 14,2, 7,08, 4,72 и 5,54 Å (рис. I2-2). Причем, интенсивность рефлекса 001 значительно выше чем 002. После обработки глицерином пик 001 либо смещается в сторону малых углов, либо от него обособляется серия слабых рефлексов в области от 14,2 до 17 Å⁰. После обработки соляной кислотой отражение 7,08 исчезает. После нагревания до 550⁰ появляется интенсивный рефлекс в области от 13,3 до 13,8 Å⁰. Подобная дифрактометрическая характеристика позволяет сделать вывод о том, что в рассматриваемых образцах присутствуют разбухающая и неразбухающая фазы хлорита. Химический состав глинистого цемента обр. 49/10518 свидетельствует об увеличении содержания Mg до 11% и сокращения доли суммарного железа. Состав подобного хлорита может быть выражен формулой $(\text{Mg}_{3,14} \cdot \text{Fe}_{1,72} \cdot \text{Al}_{1,14})_6 (\text{Si}_{2,87} \cdot \text{Al}_{1,13})_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_8$. Кроме рассмотренных типов хлорита существует целая гамма переходных разностей между хлоритом и смектитом. Морфологические особенности, химический состав и структурная характеристика позволяют выделить аутигенный, аллотигенный и трансформационный хлориты.

К аутигенным образованиям следует отнести в первую очередь крустификационные пленки, сложенные хрупкими чешуйками хлорита и по химическому составу относящиеся к группе магнезиально-железистых хлоритов. Процесс формирования крустификационных каемок детально рассматривался В.И.Копорулиным (1971) и представляется как результат приповерхностных явлений на границе твердое тело - раствор. Хлоритизированные обломки пород, в которых хлоритизация является унаследованным изменением и которые за счет механического уплотнения выполняют поровые пространства, рассматриваются как аллотигенные образования. По химическому составу они могут быть отнесены к группе железисто-магнезиальных хлоритов. И, наконец, наибольшую группу составляют трансформационные хлориты. Они представлены высокодвуупреломляющими крупнопластинчатыми, волокнисто-пластинчатыми агрегатами и являются результатом метасоматического замещения обломочных компонентов породы, таких как биотит, амфиболы, пироксены, туфы, хлоритизированные метаморфические породы, монтмориллонитизированные породы. Образование различных хлоритовых фаз происходит как за счет процессов деградации, так и аградации.

Хлоритовые минералы наиболее широко развиты в рассматриваемых отложениях. В том или ином количестве они присутствуют почти во всех исследованных породах. Хлоритовый поровый трансформационный цемент наиболее развит в нижней и средней толщах. Крустификационные пленки характерны для средне- и крупнозернистых свободнопоровых песчаников из разных частей разреза. Аллотигенный хлорит отмечается по всему разрезу, но наиболее высокие содержания характерны для мелкозернистых разностей.

Смектиты диагностируются на основании сопоставления дифрактограмм образцов, насыщенных глицерином и прокаленных до 550° (рис.12-4). После обработки глицерином рефлекс (001) 13,3-

14,2 Å^0 смещается до 16,9-17,8 Å^0 . При нагревании это отражение исчезает и появляется четкий интенсивный рефлекс в области 9,9-9,95 Å^0 . На дифрактограммах необработанных образцов он не фиксируется. Положение рефлекса (001) природных образцов зависит от типа обменных катионов (Браун, 1965). Отражение 14,4 Å^0 характерно для смектитов с магнием на обменных позициях. Следовательно рассматриваемые смектиты могут быть отнесены к группе магниевых. Микроскопически они представлены агрегатом высокодвупреломляющих частиц (фототабл.У-1), имеющих показатель преломления, в отличие от хлорита, ниже чем у канадского бальзама. Однако, когда смектит находится в смеси с хлоритом, их микроскопическое разделение практически невозможно. При электронно-микроскопических наблюдениях смектиты обнаруживают хлопьевидную с расплывчатыми контурами форму частиц (фототабл.У-2).

Помимо чистых разностей смектитов в пермских отложениях присутствуют неупорядоченные смешанно-слоиные образования типа хлорит-смектит и гидрослюда-смектит. В песчаниках Предуральяского прогиба А.Г.Коссовской обнаружен корренсит - упорядоченный хлорит-монтмориллонитовый минерал.

Гидрослюды идентифицируются по серии базальных рефлексов, кратных 10 Å^0 . В рассматриваемых образцах они характеризуются слабой интенсивностью, а соответствующие им пики в большинстве случаев имеют нечеткую широкую форму. Микроскопически гидрослюды представлены мелкими удлиненными чешуйками, находящими в смеси с другими глинистыми минералами или развивающимися по обломочным компонентам. Электронно-микроскопические наблюдения позволили выделить две морфологические разновидности гидрослюды.

Одна разновидность представлена тонкими изометричными чешуйками, отличающимися от хлоритовых большими размерами и неправильной формой частиц. Другая разновидность, удлиненно-

(фототабл. V-3)
пластинчатая, отмечается очень редко и только в качестве вторичного минерала по обломочным компонентам. На фототабл. У- показан характер роста удлиненно-пластинчатой гидрослюда по обломку. Рентгено-спектральный анализ этих кристаллов (фототабл. X³⁾) показал, что в их составе помимо преобладающих кремния и алюминия присутствуют калий и в незначительном количестве железо. Гидрослюда играет подчиненную роль в составе глинистой фракции песчаников Печорской плиты и является вторым ведущим компонентом в породах Предуральяского прогиба. Морфологические особенности и литературные данные позволяют считать удлиненно-пластинчатую гидрослуду аутигенным образованием. Что касается изометричной гидрослюда, то здесь однозначного ответа дать нельзя.

Рассмотренные минералы обычно присутствуют в ассоциации друг с другом. Относительные содержания глинистых минералов во фракции определялись по анализу площадей соответствующих им рефлексов. В основу полуколичественного анализа была положена методика Ч.Уивера (1968). В результате было выделено пять наиболее характерных ассоциаций глинистых минералов в песчаных породах (рис. I3). Это каолинитовая, хлоритовая, смектитовая, хлорит-гидрослюдистая и полиминеральная ассоциации. Названия первых трех даны по преобладающему минералу.

Каолинитовая ассоциация характеризуется резким преобладанием каолинита по сравнению с другими минералами. Его содержание изменяется от 95 до 50% (рис. I3, поле I). Из дополнительных минералов данной ассоциации присутствуют, главным образом, хлорит (рис. I4-2) и смектит (рис. I4-3). Как видно из диаграммы состава глинистой фракции каолинитовая ассоциация (поле I) наиболее характерна для пород верхней толщи всех рассмотренных типов разрезов (кроме разреза по р.Хей-Яга). Положение точек внутри поля определяется гранулометрией, степенью отсортирован-

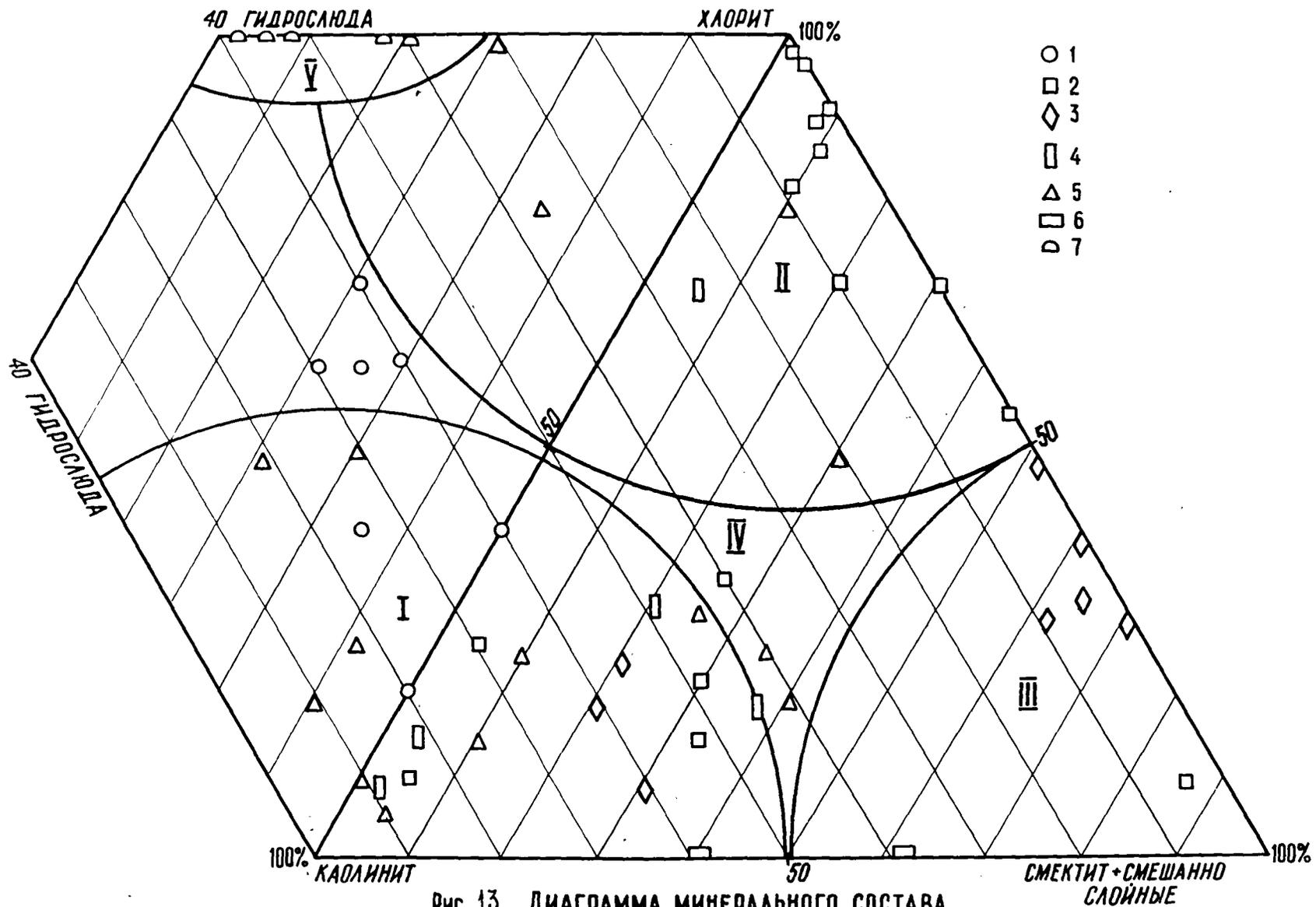


Рис. 13. ДИАГРАММА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА
ГЛИНИСТОЙ ФРАКЦИИ ПЕСЧАНИКОВ

Составила Е.О. Малышева

Рис.13. диаграмма минерального состава глинистой фракции
песчаников.

1-6 - площади: 1 - Хыльчужская, 2 - Харьягинская, 3 - Возей-
ская, 4 - Серчейюская, Пашшорская, 5 - Василковская, 6 - Осовей-
ская, 7 - обнажение по реке Хей-Яга.

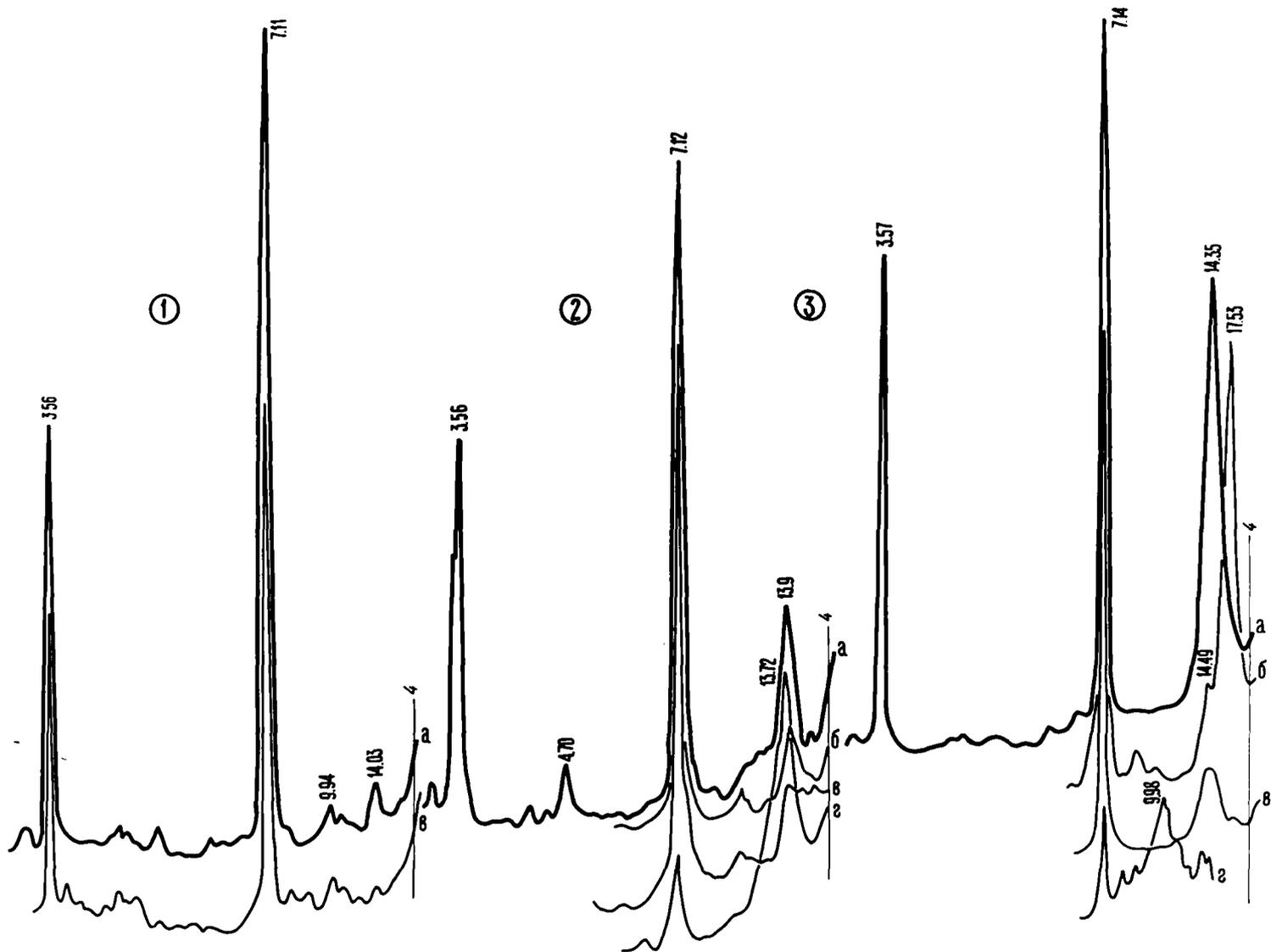


Рис. 14. Каолинистая ассоциация

ности и общим количеством цемента.

Хлоритовая ассоциация выделяется по преобладанию минералов хлоритовой группы (рис. I3, поле II). Наиболее характерными дополнительными минералами являются смектит, гидрослюда и смешанно-слоиные типа смектит-гидрослюда и смектит-хлорит (рис. I5). Хлоритовая ассоциация является второй по распространенности и отмечается в мелко-крупнозернистых песчаниках с низким (не более 10%) содержанием глинистого цемента, приуроченных к нижней и средней толщам.

Смектитовая ассоциация представлена смектитом (в количестве от 70 до 50% от фракции) с примесью либо каолинита, либо хлорита и смешаннослоиных (рис. I3, I6-1). Данная ассоциация имеет ограниченное распространение и приурочена к мелко- и среднезернистым песчаникам южных площадей (Возейской, Осовейской).

Полиминеральная ассоциация характеризуется присутствием не менее трех минералов в количестве, превышающем 40%. По составу - это хлорит-смектит-каолинит, хлорит-гидрослюда-каолинит и, в редких случаях хлорит-смектит-гидрослюда (рис. I3; I6-2). Полиминеральный глинистый цемент развит в мелкозернистых песчаных разностях с относительно высоким содержанием цемента (10-25%). Микроскопически он обычно представлен тонкодисперсной смесью минералов, сливающейся с обломочными компонентами. Полиминеральный цемент встречается по всему разрезу, но преобладает в нижней толще.

Гидрослюдисто-хлоритовая ассоциация представлена двумя минералами: гидрослюдой и хлоритом (рис. I3; I6-3). Содержание каждого из них изменяется от 30 до 70%. Данная ассоциация отмечена только в песчаниках Хейягинского подтипа разрезов. Но следует отметить, что хлорит-гидрослюдистый цемент присутствует в породах в незначительном количестве, обычно составляя не более 10%.

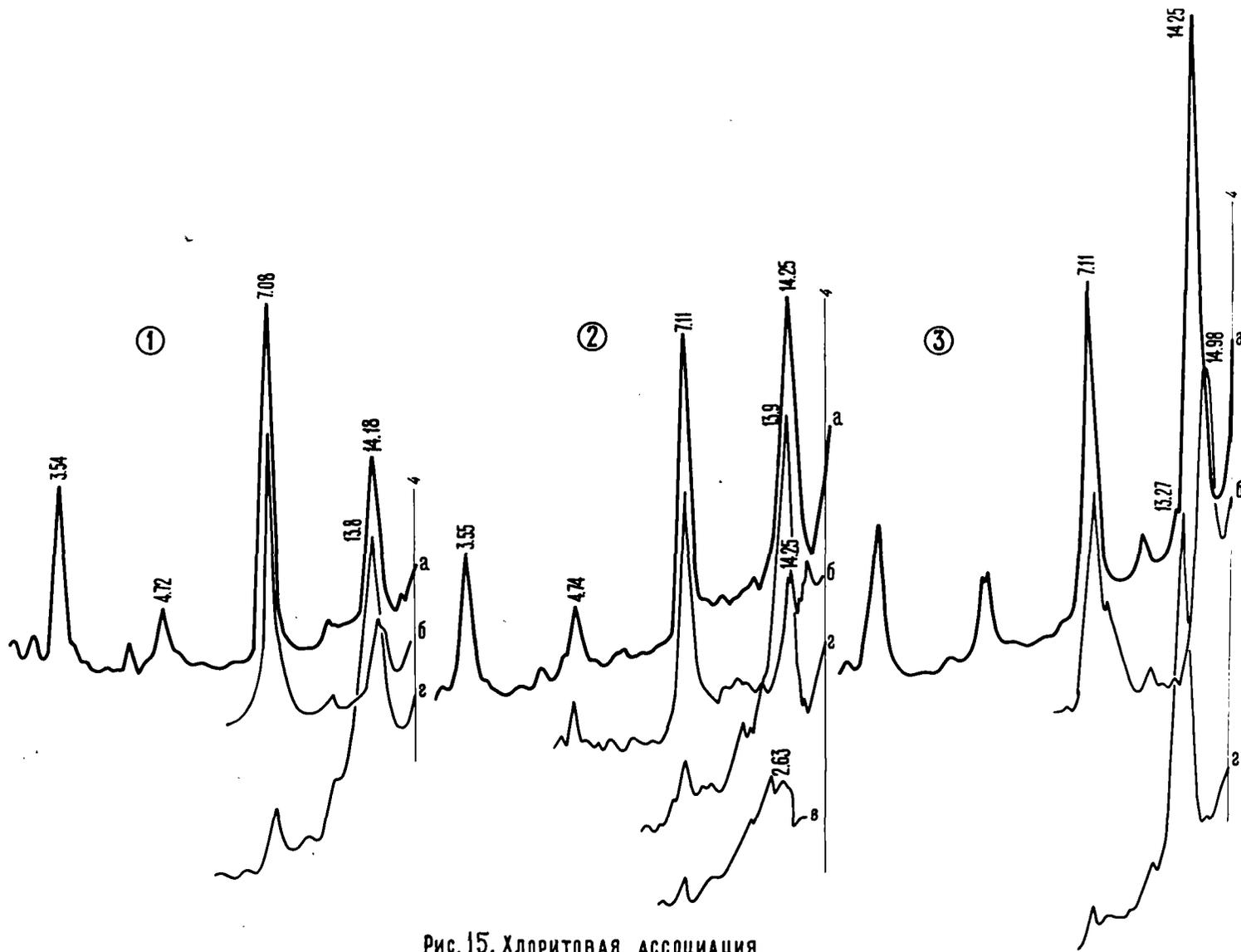


Рис. 15. Хлоритовая ассоциация

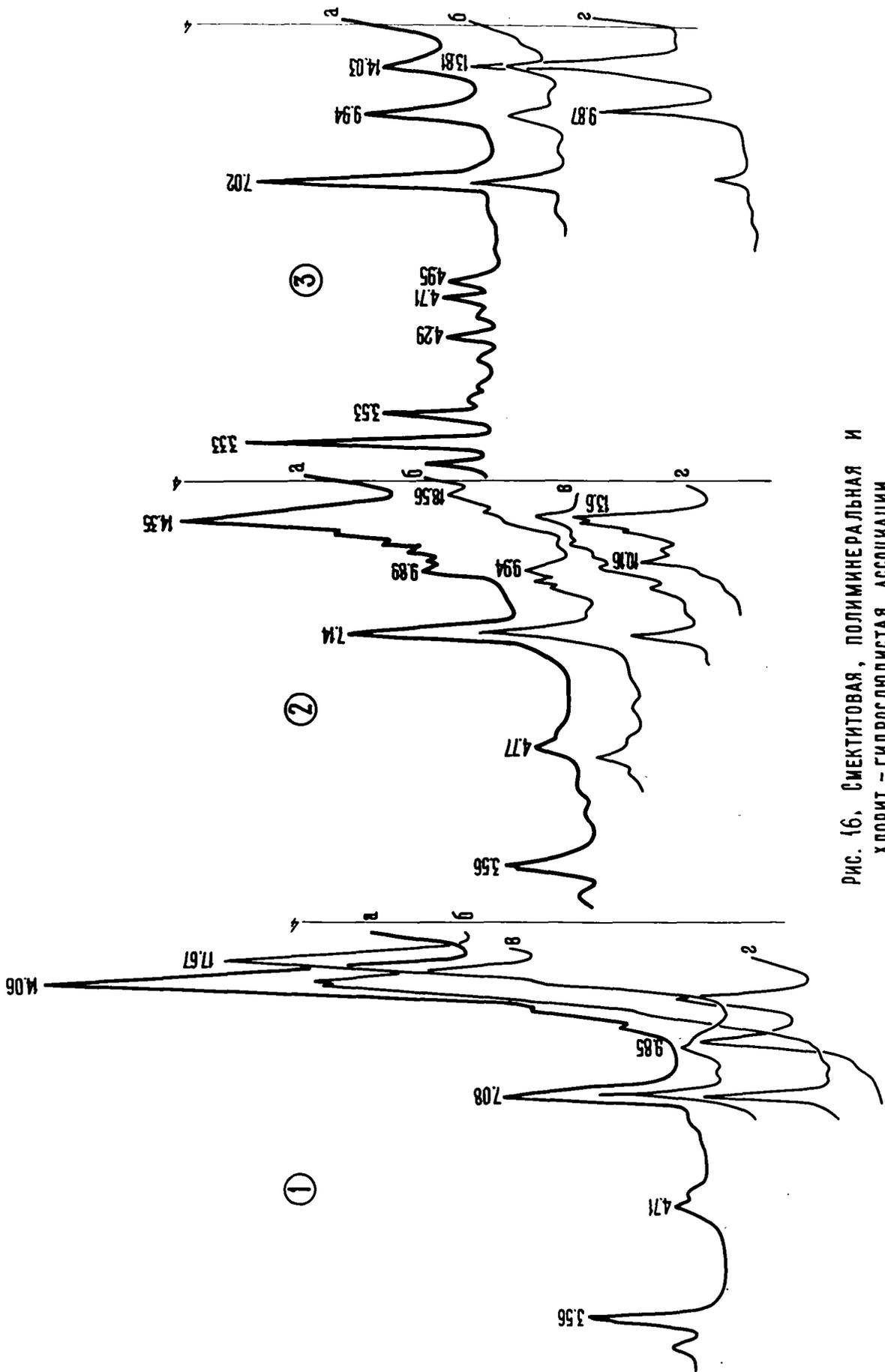


Рис. 16. СМЕКТИТОВАЯ, ПОЛИМЕРНАЯ И ХЛОРИТ - ГИДРОФИЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ

С целью дальнейшего выяснения условий формирования того или иного минерала, той или иной ассоциации нами было проведено сравнение минерального состава глинистой фракции песчаников и глинистых пород, химического состава песчаников, цементов песчаников и глинистых пород. Минеральный состав глинистых пород характеризуется большим однообразием по сравнению с песчаниками (рис. 17). Преобладающими ассоциациями являются полиминеральная и смектитовая. Смектитовая ассоциация развита только в породах южных площадей, а полиминеральная характерна и для южных и для северных разрезов. В северных разрезах существенную роль в составе глинистой фракции начинают играть каолинит и гидрослюда.

Сравнение результатов химического анализа песчаников, цементов и глинистых пород проводилось на основании графиков зависимостей между гидролизатным, фемическим и калий-натриевыми модулями (рис. 10, 9). Для глинистых пород наблюдается та же положительная корреляция между значениями ГМ и ФМ и отрицательная корреляция между ГМ и НМ+КМ, что и для песчаников. Основное поле глинистых пород, ограниченное значениями 0,42-0,52 ГМ и 0,18-0,26 ФМ является закономерным продолжением полей песчаников. Однако выделяется группа глинистых пород с аномально высокими (для глин) значениями модулей. Эти породы окрашены в бурые, красные и, реже, серые цвета, характеризуются комковатой текстурой и присутствием остатков корневой системы. Более подробно они будут рассмотрены в следующей главе при описании фации почв.

Цементы песчаников отличаются повышенными значениями гидролизатного модуля (более 0,5) и отсутствием корреляции между ГМ и ФМ. Наиболее близки к глинистым породам по значениям ГМ и ФМ полиминеральные цементы, содержанием свыше 10% от породы. А основное поле цементов песчаников и по своему положению, и по раз-

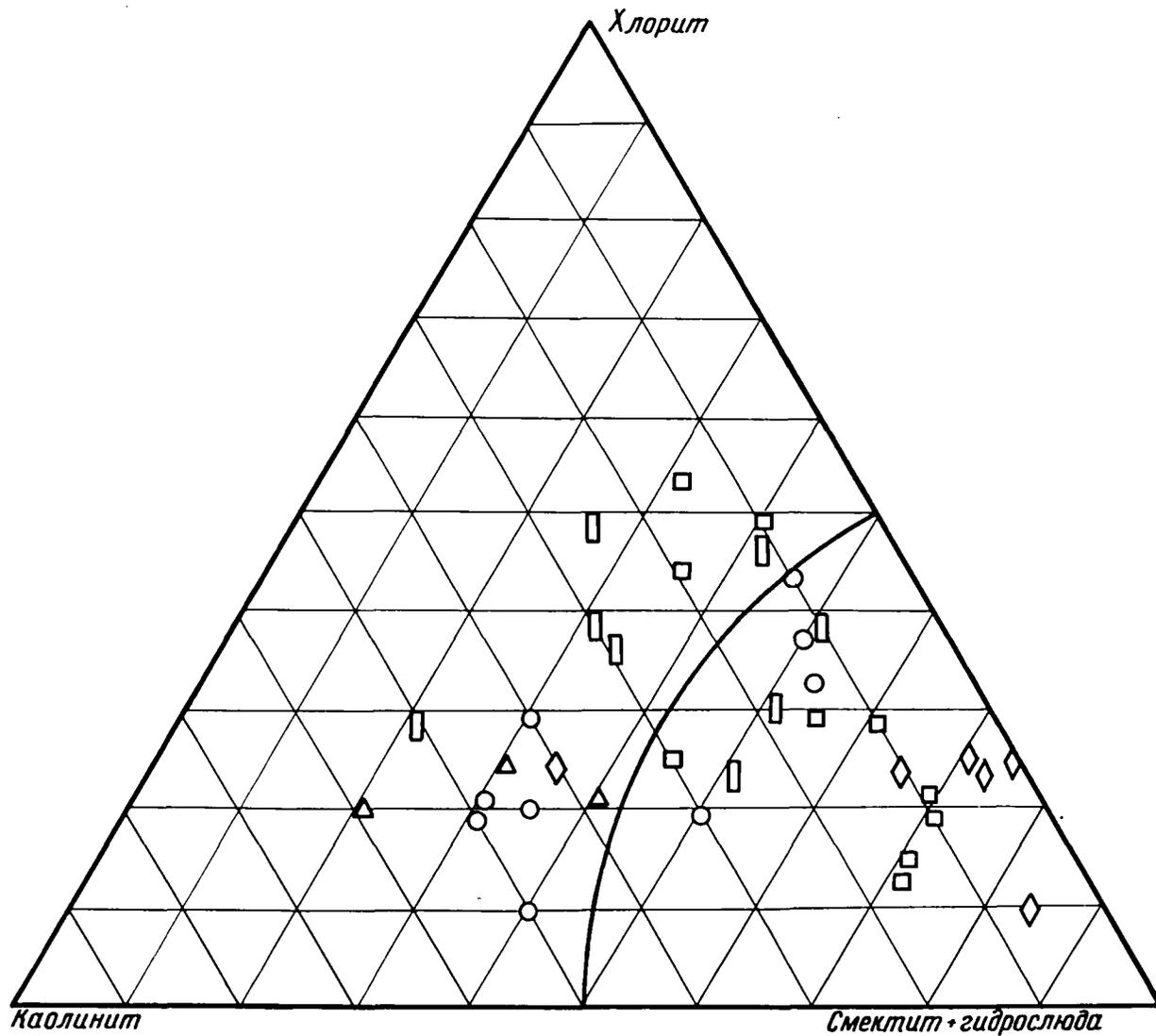


Рис. 17. Диаграмма минерального состава
глинистой фракции глинистых пород

Условные обозначения см. рис. 13.

Составила Е.О. Малышева

мерам резко отличается от полей песчаников и глинистых пород. Это может свидетельствовать об одном (аллотигенно-трансформационном) механизме образования полиминерального глинистого цемента и глинистых пород и совершенно ином происхождении (аутигенном) каолинитового, хлоритового, смектитового и хлорит-гидро-слюдистого цементов.

Возвращаясь к вопросу об условиях формирования мелкозернистых песчаников с высоким содержанием глинистого цемента (разд. 3.3), можно утверждать, что их накопление происходило в обстановках, благоприятных для одновременного осаждения материала пелитовой и псаммитовой размерности (например, мутьевые потоки, приливно-отливные и паводковые зоны).

В целом, морфология кристаллов, особенности химического состава и распространения по разрезу позволяют выделить две генетические группы глинистых минералов цементов. Первая группа объединяет минералы аутигенного генезиса. К ним могут быть отнесены каолинит, хлорит крустификационный, смектит и гидрослюда. Вторая группа объединяет минералы аллотигенно-трансформационного генезиса. Они, как правило, образуют тонкодисперсные полиминеральные или хлорит-смектитовые смеси.

3.4.3. Кварц

Кварц в цементе песчаников играет подчиненную роль по сравнению с глинистыми и карбонатными минералами. Наиболее широкое развитие он получает в песчаниках Предуральского прогиба и севера Печорской синеклизы. Содержание кварцевого цемента в породах Предуральского прогиба достигает 10-15%. Мелкокристаллический кварц полностью выполняет отдельные поры и трещины.

В породах Печорской синеклизы кварцевый цемент представлен регенерационными обрастаниями на зернах кварца

(фототабл.УІ- 1,2) и мелкими хорошо ограниченными кристаллами (фототабл.УІ- 3,4), наблюдаемыми только при электронномикроскопических исследованиях. Результаты рентгеноспектрального анализа этих кристаллов подтверждают присутствие в их составе только кремнезема. Мелкие хорошо ограниченные кристаллики кварца часто отмечаются в порах одновременно с каолинитом (фототабл.УІІ- 7). Ширина регенерационных каемок на зернах кварца изменяется от 0.01 до 0,003 мм. В целом, содержание кварцевого цемента в песчаниках Печорской синеклизы не превышает 2-3%. Кварцевый регенерационный цемент часто корродируется кальцитом.

3.5. Выводы

1. Пермские терригенные отложения представлены тремя литологическими толщами. В составе нижней толщи преобладают глинисто-алевритовые породы с маломощными прослоями известняков и песчаников, обогащенных остатками морской фауны. Средняя толща, преимущественно песчаного состава, характеризуется развитием мощных пластов песчаников с примесью гальки и гравия, появлением углистых прослоев и присутствием остатков как морской, так и неморской фауны. Верхняя толща представлена глинисто-алевритовыми породами с прослоями углей и углистых пород и песчаниками, часто образующими мощные, но резко невыдержанные пласты. В составе органических остатков здесь резко преобладают неморские формы.

2. Явное преобладание вулканических, кремнистых и метаморфических пород в составе песчаников свидетельствует о том, что основным источником терригенного материала было молодое складчатое сооружение, а накопление песков происходило при относительно высоких скоростях. При этом, петрографический и химический состав песчаников в зонах, приближенных к источникам сноса, определяется, главным образом составом материнских пород. По мере удаления от него усиливаются влияние химического выветривания и до-

полнительных источников сноса. В результате, петрографический состав песчаников становится более однообразным, а химический состав, в некоторой степени, отражает условия седиментации. В частности, выделение двух петрохимических групп песчаников можно использовать для фациальной диагностики песчаников.

3. Морфология кристаллов, особенности химического состава и распространения по разрезу и площади позволило выделить две генетические группы минералов цементов. Первая - объединяет минералы аллотигенно-трансформационного генезиса (полиминеральная и, отчасти, хлоритовая ассоциации глинистого цемента). Вторая, наиболее распространенная группа, объединяет минералы аутигенного генезиса. Это и карбонаты, и кварц, и большинство глинистых минералов. Их формирование происходило на разных этапах постседиментационной истории. Ранние новообразования (скрытокристаллические кальцит и доломит, хлорит крустификационный и каолинит мелкокристаллический), вероятно, отражают условия седиментации. Наиболее достоверными показателями этих условий можно считать доломит (Македонов, 1958) и каолинит (Зхус, 1979). Первый связан с морской обстановкой, второй - с континентальной. Минералы цементов более поздних генераций, отражают особенности катагенеза отложений.

ГЛАВА 4. ЛИТОГЕНЕЗ

4.1. Условия осадконакопления

4.1.1. Фации

Под фацией понимается "не только комплекс физико-географических условий среды осадконакопления, в результате которых сформировались осадки, но и сами осадки, обладающие определенным сочетанием первичных признаков" (Тимофеев, 1969, стр. 135). Изучение фациального состава отложений проводилось по методике литолого-фациального анализа, разрабатываемого сотрудниками Геологического института АН СССР (Жемчужников и др., 1959, Тимофеев, 1969). Этот метод основан на исследовании первичных генетических признаков пород (структуры, текстуры, органических остатков и т.д.), выделении генетических типов осадков и фаций, выявлении их взаимоотношений в разрезе и по площади (построение литолого-фациальных профилей и схем).

Нами выделялись литологические типы пород, интерпретация условий образования которых позволяла относить их к той или иной фации. Фациальная диагностика песчаников, которой уделялось особое внимание, проводилась с учетом критериев, предложенных Г.В. Вишером (1969, 1971), Н.А. Карриджи (1971), Ю.А. Бушем (1977), Ч.Б. Коннибером (1979). Важнейшими из них являются: изменения структур и текстур песчаников по разрезу и характер контактов между слоями, отражающиеся на форме каротажных диаграмм.

Кроме этого, нами были использованы методические приемы (выделение "реперных" фаций) и результаты литолого-фациального анализа пермских отложений Печорского бассейна, приводимые в работах Г.А. Иванова (1941 г.), А.В. Македонова (1958, 1965) и Л.Л. Хайцера (1962, 1964, 1966 г.), также материалы исследований пермских

отложений Печорского НГБ, имеющиеся в работах Ф.И.Енцовой (1966г., 1969), И.В.Моноваловой (1969, 1976 г.) и Р.П.Сливковой (1969).

В целом, изучение фациальных особенностей рассматриваемых отложений включало:

I. Детальное литологическое изучение состава пород, выделение основных литологических типов и анализ их взаимоотношения по разрезу и площади.

II. Выделение "реперных" фаций, т.е. таких отложений, фациальная природа которых наиболее обоснована.

III. Фациальная диагностика остальных (не "реперных") отложений на основании выявления ряда диагностических признаков и соотношения по разрезу и площади с реперными фациями.

Основные литологические типы пород рассмотрены в предыдущей главе.

К "реперным" отнесены следующие фации: карбонатных осадков наиболее удаленных от берега зон морского бассейна, торфяных болот, песчаных осадков сильноподвижного морского мелководья (аккумулятивные формы), песчаных осадков руслового аллювия.

Фация карбонатных осадков наиболее удаленных от берега зон морского бассейна отнесена к группе реперных на основании присутствия многочисленных остатков морских организмов.

Фация торфяных болот представлена углями и углистыми породами и характеризует континентальные условия осадконакопления.

Фации песчаных осадков руслового аллювия и сильноподвижного морского мелководья отнесены к группе "реперных" на основании хорошо разработанной методики их выделения и разделения (Жемчужников и др., 1959; Наливкин, 1956; Вишер, 1969; Карриджи, 1971; Коннибер, 1979).

Состав "реперных" фаций свидетельствует о том, что кунгурско-верхнепермские отложения представлены бассейновыми, озерно-

болотными и аллювиальными группами фаций.

Группа бассейновых фаций

В составе данной группы кроме вышеназванных фаций карбонатных осадков удаленных от берега зон морского бассейна, песчаных осадков сильноподвижного морского мелководья, нами выделены следующие фации: глинисто-карбонатных осадков удаленных от берега зон морского бассейна, переслаивания песчано-алевро-глинистых осадков малоподвижного открытого мелководья, песчаных выносов рек (подводная часть дельты), глинисто-алевритовых, песчано-алевритовых и карбонатных осадков заливно-лагунно прибрежного мелководья.

Фация карбонатных осадков удаленных от берега зон морского бассейна представлена известняками серыми, в основном, массивными с обильной фауной брахиопод, пелеципод, мшанок и других организмов (И-1).

К фации глинисто-карбонатных осадков удаленных от берега зон морского бассейна отнесены алевролиты и аргиллиты сильно известковистые (А-1, А-1) и известняки глинисто-алевритовые (И-5), часто с разнообразной фауной. Они приурочены к нижним частям разреза и связаны постепенными переходами с отложениями фаций карбонатных осадков морского бассейна.

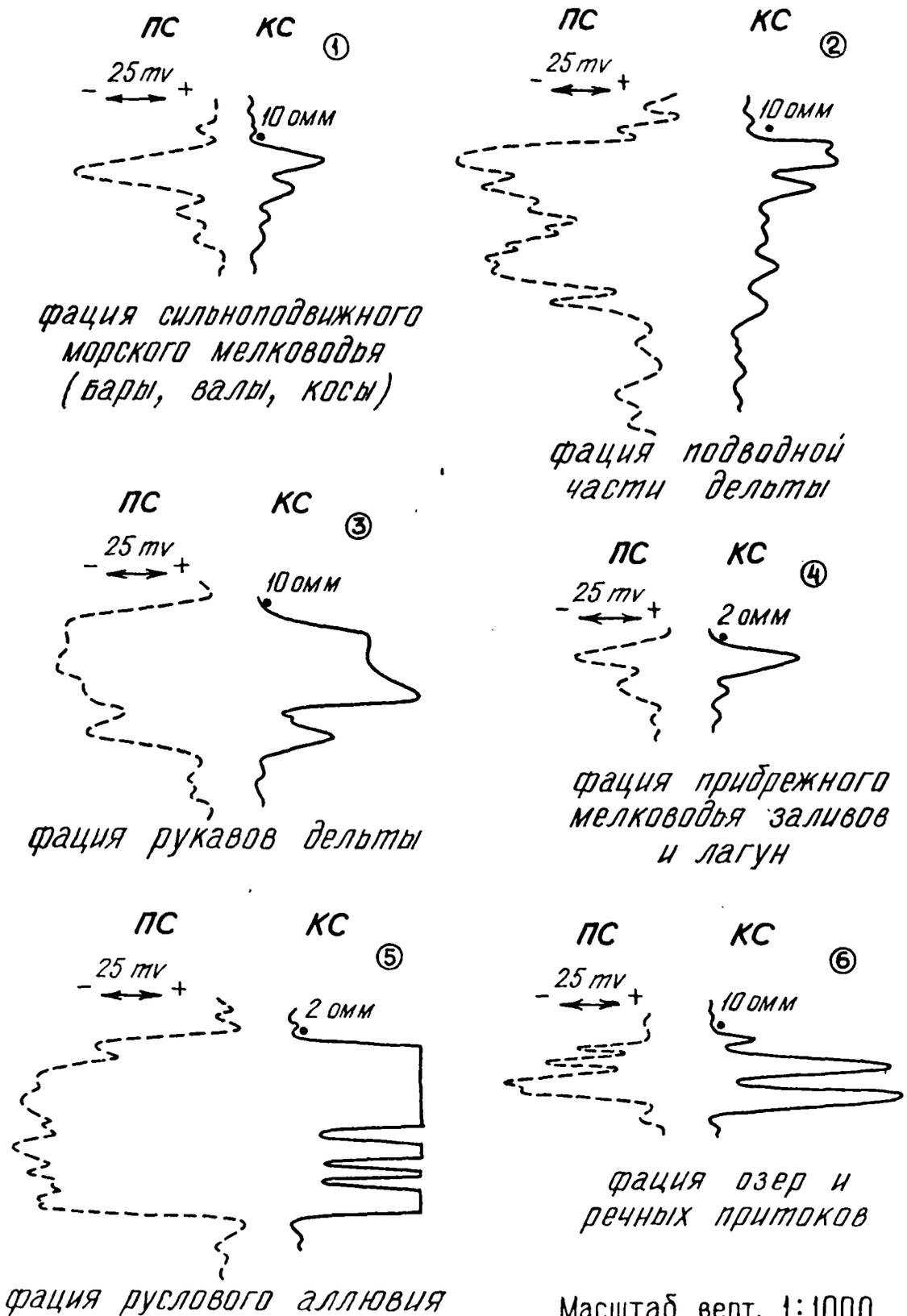
К фации переслаивания песчано-алеврито-глинистых осадков малоподвижного открытого мелководья отнесены сероцветные толщи тонкого переслаивания алевролита (А-1, А-2) и аргиллита (А-1) с подчиненным количеством песчаника (П-3, П-6) мелкозернистого, развитые в нижней части разреза и сопряженные с карбонатными и глинисто-карбонатными отложениями наиболее удаленных от берега зон морского бассейна. Свидетельством того, что рассматриваемые осадки накапливались в морских и одновременно относительно спокойных условиях, могут служить остатки морской фауны, тонкая по-

лого-волнистая и линзовидная слоистости, скопления пирита.

К фации песчаных осадков сильноподвижного морского мелководья нами отнесены песчаники слагающие, толщи мощностью 10-20 м (реже около 5 м), приуроченные к нижним частям разреза, часто содержащие остатки фауны брахиопод и морских пелеципод и на отдельных участках сопряженные с карбонатными осадками эпиконтинентального морского бассейна. Песчаники (П-1, П-2, П-6) светло-серые и серые иногда с зеленоватым оттенком. Структуры мелко-, средне- и, редко, крупнозернистые. Наиболее крупнозернистые разности в пределах слоя приурочены к его средней или верхней частям. Вниз по разрезу обычно происходит утонение материала с постепенным переходом песчаников в алевролит. Для пород характерны разнообразные текстуры: горизонтально-слоистая, тонкая полого-волнистая, однонаправленная мелко косослоистая, мелкая разнонаправленная взаимосрезающаяся косослоистая, линзовидно-слоистая и массивная. Иногда отмечаются текстуры взмучивания. Часто присутствуют мелкие выделения пирита.

Цемент песчаников представлен карбонатными и глинистыми минералами. Из карбонатных минералов преобладают кальцит и доломит. Присутствие доломита в цементе песчаников в виде тонкодисперсной смеси с кальцитом, вероятно, также может служить подтверждением морских или лагунных условий седиментогенеза. Глинистые минералы представлены, главным образом, хлоритом и смешанно-слоистыми образованиями с подчиненным количеством смектита и каолинита. Наиболее типичны хлоритовая и полиминеральная ассоциации. Кривая собственной поляризации (ПС) (рис.18) электрокаротажа песчаников рассматриваемой фации характеризуется максимумом отрицательного отклонения в верхней части пластов и постепенным уменьшением степени отклонения в нижней части. Таким образом, положение в разрезе, и присутствие морской фауны позволяет от-

ХАРАКТЕРНЫЕ ФОРМЫ ДИАГРАММ ЭЛЕКТРОКАРОТАЖА ПЕСЧАНЫХ ТЕЛ



Масштаб верт. 1:1000

0 10 20 30 м

РИС. 18

Составила Малышева Е.О.

носить рассматриваемые толщи к морским фациям. Песчаный состав и такие диагностические признаки как изменение структур по разрезу, тип текстур и форма электрокаротажных диаграмм, по мнению вышеназванных исследователей, характеризуют баровые фации. Поскольку в эту группу нами объединены различные аккумулятивные формы (бары, косы, пляжи), то при общей схожести состава в каждом конкретном случае отмечаются свои особенности.

К фации песчаных выносов рек (подводная дельта) отнесены песчаники (П-2) мелко-, средне- и крупнозернистые, слагающие мощные пласты (более 10 м) и разделяющие морские и континентальные отложения. По структурно-текстурным особенностям подводнодельтовые песчаники имеют черты сходства с баровыми, т.к. по существу они являются устьевыми барами. Однако для этих песчаников характерен более грубый состав обломочного материала, худшая сортировка, большая мощность и переход по разрезу и по площади в аллювиальные фации дельтовых рукавов.

Минеральный состав цементов песчаников имеет много общего с фацией подвижного морского мелководья. Однако здесь отмечается возрастание доли смектитовых и каолинитовых минералов. Наиболее характерными ассоциациями глинистых минералов являются хлоритовая и смектитовая.

К фации глинисто-алевритовых осадков заливно-лагунного прибрежного мелководья отнесены аргиллиты (Ар-1,2) серые, реже бурые лепто-, мега-, и алевритовые с неясно-слоистой, горизонтально-слоистой и волнистослоистой текстурами, с редкими остатками плохой сохранности солоноватоводных и пресноводных организмов, алевриты (А-2) серые и темно-серые, массивные или ^{сд}слабо выраженной слоистостью, иногда с мелкими включениями пирита. Соотношение в разрезе осадков этой фации с осадками подвижного и мало-подвижного мелководья с одной стороны и озерно-болотными осадка-

ми - с другой, текстурно-структурные особенности, аутигенные минеральные новообразования, свидетельствующие о спокойных, застойных условиях осадконакопления, и состав фаунистических остатков позволяют рассматривать данные отложения как заливно-лагунные.

К фации песчаных осадков прибрежного мелководья заливов и лагун отнесены песчаники (П-3) серые, мелко-среднезернистые, со слабо выраженной тонкой горизонтальной или волнистой слоистостями, иногда с ходами илоедов и включениями пирита, реже, сидерита.

Цемент песчаников характеризуется карбонатным (кальцит, реже сидерит), глинисто-карбонатным и глинистым составом. В разрезе песчаники этой фации тесно связаны с глинисто-алевритовыми осадками заливно-лагунного мелководья, имеют локальное площадное распространение и свидетельствуют о некоторой подвижности водной среды.

К фации карбонатных осадков заливно-лагунного прибрежного мелководья отнесены тонкие прослои или линзы известняков (И-2, И-4) глинистых серого или коричневого цвета, плотных, иногда с фауной неморских пелеципод.

Группа озерно-болотных фаций

При изучении пермских отложений основное внимание уделялось песчаным осадкам. Поэтому группа озерно-болотных фаций была охарактеризована наименее детально. Кроме названной выше фации торфяных болот, нами выделены лишь три фации: алевро-глинистых осадков озерных водоемов, песчаных осадков озер, проток и речных притоков и алевро-песчано-глинистых осадков почв.

К фации торфяных болот отнесены прослои углей и углистых аргиллитов.

К фации алевро-глинистых осадков озерных водоемов отнесены

алевролиты и аргиллиты (А-3 и Ар-3, Ар-5) серые и темно-серые до черных, коричнево-бурые и пестроцветные. Наиболее характерными текстурами пород являются отчетливая горизонтальная слоистость, подчеркнутая обилием углефицированных растительных остатков (мелкий детрит, крупные обрывки стеблей и листьев). Отмечаются также полого-волнистая и комковатая текстуры. В разрезе осадки данной фации сопряжены с фациями песчаных осадков подводной дельты, торфяных болот, глинисто-алевритовых осадков лагун. В целом, данная фация имеет много общего с алевро-глинистыми осадками заливов и лагун. И в случае чередования этих фаций в разрезе их разделение и диагностика довольно затруднительны. По данным Хайцера (1966 г.) в осадках заливно-лагунного побережья слоистость выражена менее отчетливо и отсутствуют комковатые текстуры.

К фации песчаных осадков озер, речных притоков и проток отнесены песчаники (П-А, П-5) светло-серые, зеленовато-серые, мелко- и среднезернистые, с отчетливой горизонтальной или слабо выраженной мелкой косою однонаправленной или сходящейся слоистостями, подчеркнутыми углистым детритом или слюдой, со скоплениями^{ми} сидерита. Наиболее характерными минералами цементов песчаников являются каолинит, смектит, смешаннослойные, сидерит и кальцит. Преобладающими ассоциациями глинистых минералов являются каолинитовая и полиминеральная. В разрезе осадки данной фации сопряжены с алевро-глинистыми осадками фации озерных водоемов.

Фация почв. Впервые широкое развитие почв в пермских отложениях Печорского бассейна установил В.И. Чалышев (1970). Он же указал на характерные особенности почв: 1) отсутствие слоистости; 2) песчаный, алевритовый и глинистый состав; 3) наличие большого количества почвенных агрегатов и углефицированных корней в прижизненном состоянии; 4) присутствие почвенных новообразований,

представленных либо окислами железа, либо известковыми конкрециями. По указанным признакам к фации почв нами отнесено несколько маломощных прослоев из разрезов Харьягинской и Возейской площадей. Однако специальных исследований не проводилось. Группа глинистых пород, выделенная по результатам химического анализа и характеризующаяся повышенными значениями гидролизатного и фемического модулей по своим макросвойствам отнесена к фации почв. Эти показатели, вероятно, могут быть использованы в качестве диагностических признаков определенных видов или горизонтов почв.

Группа аллювиальных фаций

В этой группе нами выделены фации песчаных осадков руслового аллювия, гравийно-песчаных осадков рукавов дельты и песчано-алевритовых осадков поймы.

К фации песчаных осадков руслового аллювия нами отнесены песчаники, мощностью около 20 м, приуроченные к средней и верхней частям разреза, часто перекрывающиеся и подстилающиеся углистыми отложениями, причем на последних они залегают с размывом. Песчаники (П-8) серые и светло-серые крупно и среднезернистые с включениями, реже прослоями гальки и гравия, массивные и однонаправленно крупнокосослоистые. Вверх по разрезу они сменяются песчаниками (П-5) с мелкой косо горизонтальной слоистостью. В породах отмечаются крупные растительные остатки, а в разрезе, обнажающемся по р. Адзъва - окаменелые стволы деревьев. Характерны выделения сидерита. Цемент песчаников представлен карбонатными и (или) глинистыми минералами. Содержание последних обычно не превышает 10%. Наиболее типичная ассоциация глинистых минералов - каолинитовая. Кривая собственной поляризации (ПС) песчаных пластов (рис. 18) имеет отрицательное отклонение с мак-

симумом в нижней, реже в средней части пласта. Таким образом, положение рассматриваемых пород в толще, связанной с континентальными условиями осадконакопления (угли, пестроцветность и красноцветность пород, пресноводная фауна) и отмеченные выше диагностические признаки (характер контакта с нижележащими отложениями, структура и текстура) позволяют относить их к аллювиальным фациям.

К фации гравийно-песчаных осадков рукавов дельты отнесены песчаники (П-7) серые, от мелко- до крупнозернистых, с примесью и прослоями гравийного материала, с массивной или слабо выраженной крупной косослоистой текстурами, аналогичными таковым осадков руслового аллювия. Основным отличием осадков этой фации является тесная связь в разрезе с осадками подводной дельты.

К фации песчано-алевритовых осадков поймы отнесены песчаники (П-5) серые мелко-, среднезернистые с тонкой горизонтальной слоистостью, сопряженные с песчаными осадками руслового аллювия.

Как показали результаты проведенных исследований, песчаники различных фациальных зон характеризуются присутствием различных ассоциаций глинистых минералов. Для морских фаций наиболее типичны хлоритовая и полиминеральная ассоциации, для континентальных русловых - каолинитовая, озерных - каолинитовая и полиминеральная, для лагунных - смектитовая и полиминеральная.

Анализ изменения фаций по площади и разрезу позволяет сделать следующие выводы:

1. Осадконакопление в кунгурское и позднепермское время имеет общую тенденцию регрессивного развития, что отражено на закономерной смене фаций открытого морского мелководья фациями заливно-лагунного прибрежного мелководья, фациями озерно-болотной прибрежно-морской равнины и, наконец, аллювиальными фациями.

2. Выделенные литологические толщи отражают смену обстано-

вок осадконакопления. Нижняя толща во всех типах разрезов представлена осадками морских и лагунных фаций. Среднюю толщу составляют осадки преимущественно аллювиальных и дельтовых фаций, верхняя толща характеризуется наибольшей пестротой фациального состава. В разрезе данной толщи чередуются озерно-болотные, лагунные и аллювиальные фации.

3. Мощность каждой толщи отражает длительность существования тех или иных условий седиментации. Возрастание доли осадков нижней толщи в направлении с юго-востока на северо-запад свидетельствует о более длительном периоде морского осадконакопления на северо-западе Печорского НГБ. Это подтверждает существующее мнение о направлении регрессии морского бассейна.

4. Среднюю толщу, расположенную между осадками морского и континентального генезиса и представленную на территории Печорской плиты дельтовыми фациями, можно рассматривать как дельтовый комплекс. Изменение возраста подошвы этой толщи от позднекунгурского до позднеуфимского свидетельствует о миграции рассматриваемой дельтовой системы во времени и пространстве. С ее развитием, вероятно связано формирование большинства песчаных пластов уфимского и раннеказанского времени.

4.1.2. Цикличность

Выделенные литологические типы и фации сменяют друг друга в закономерной последовательности, обуславливая циклический характер строения разреза. Под циклом понимается "единичный последовательный ряд чем-либо связанных между собой явлений" (Вассоевич, Гладкова, 1973, с.21). Овеществленный результат цикла называется циклотемой. Циклотемы, так же как циклы, различаются по размерности и иерархическому порядку. Элементарному циклу в разрезе отвечает циклит. В дальнейшем, говоря о строении разреза, мы будем

пользоваться терминами циклит и циклотема, говоря о процессе осадконакопления термином цикл. Рассматриваемые пермские отложения Печорского НГБ входят в состав регрессивной части нижнедевонско-триасовой циклотемы I порядка и регрессивной части артинско-триасовой циклотемы II порядка (Циклы . . . , 1981). С целью выявления цикличности более мелких порядков (начиная с III) нами было проведено детальное изучение с использованием методики Г.А. Иванова (Иванов, 1941 г., Иванов и др., 1977) наиболее охарактеризованных разрезов кунгурско-верхнепермских отложений Харьягинской, Возейской и Нарьянмарской площадей, а также севера гряды Чернышева.

По фациальной принадлежности и морфологическим особенностям выделяется четыре типа циклитов. За начало соответствующих им элементарных циклов принят момент окончания регрессии и начала трансгрессии, поскольку в пермское время трансгрессивные этапы являются наиболее кратковременным и наиболее четко фиксируются в разрезе. К I типу отнесены циклиты (рис. 19-1), характеризующиеся резкими контактами и постепенной сменой снизу вверх по разрезу более тонких разностей более грубыми. Среди циклитов этого типа преобладают баровые (I-a) и подводно-дельтовые (I-b), соответствующие циклам с сильно развитым регрессивным этапом на фоне кратковременных трансгрессий. За основание циклитов при этом принимается либо подошва глинистых пород (в случае их резкого контакта с песчаными породами), либо средняя часть песчаного пласта, отвечающие началу трансгрессивного этапа цикла. Циклиты II типа (рис. 19-2) представлены морскими или лагунными осадками, характеризующимися постепенными взаимными переходами. За основание циклитов принимается средняя часть песчаного пласта, отвечающая началу трансгрессии. III тип (рис. 19-3) объединяет озерно-болотно-лагунные (3-a), озерно-болотные и озерные циклиты (3-b).

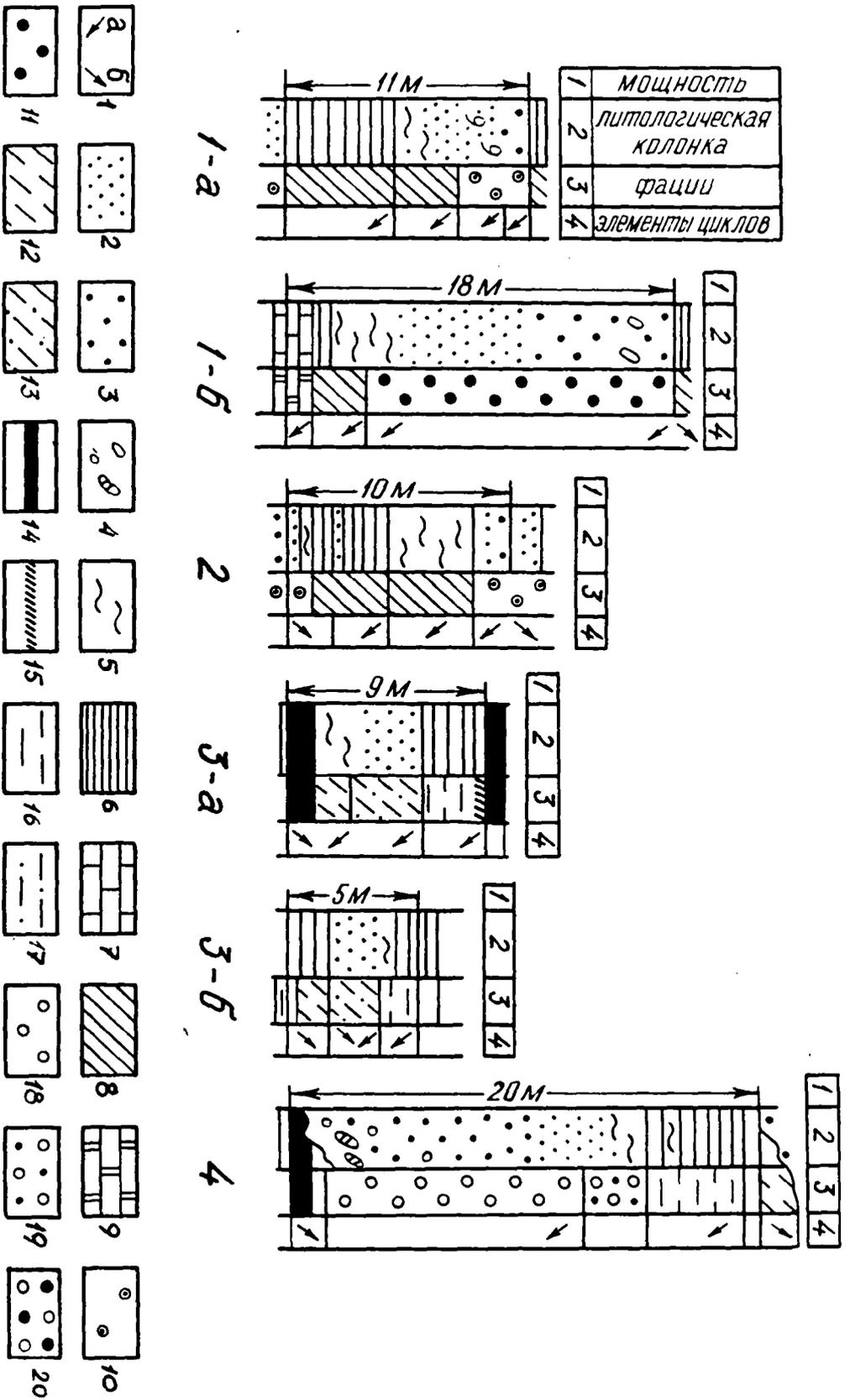


Рис. 19. Строение циклов

Составила Е. О. Малышева

Рис.19. Строение циклитов.

Условные обозначения к рис.19-22.

I - символы фаз циклов: а - регрессивной, о - трансгрессивной; 2-7 типы пород: 2 - песчаники мелкозернистые, 3 - песчаники средне-крупнозернистые, 4 - галька и гравий, 5 - алевролиты, 6 - глины, 7 - известняки; 8-20 фации: 8 - переслаивания песчано-алеврито-глинистых осадков малоподвижного морского мелководья, 9 - карбонатных осадков удаленных от берега зон морского бассейна, 10 - песчаных осадков сильноподвижного морского мелководья, II - песчаных выносов дельт, 12 - глинисто-алевритовых осадков заливно-лагунного-прибрежного мелководья, 13 - песчаных осадков прибрежного мелководья лагун, 14 - торфяных болот, 15 - почв, 16 - нерасчлененных алевро-глинистых осадков озерных водоемов и лагун, 17 - песчаных осадков озер, речных притоков и проток, 18 - песчаных осадков руслового аллювия, 19 - песчано-алевритовых осадков поймы, 20 - гравийно-песчаных осадков рукавов дельт.

для которых отмечается закономерная смена снизу вверх углистых пород глинисто-алевролитовыми, песчаными и вновь глинисто-алевролитовыми породами. Данный тип циклитов соответствует трансгрессивно-регрессивному циклу, начинающемуся с погружения и заболачивания территории. К IV типу (рис.18-4) отнесены аллювиальные и аллювиально-озерно-болотные циклиты. Накопление собственно аллювиальных осадков происходило на регрессивном этапе цикла (Ботвинкина, 1956) в относительно длительные периоды максимального развития регрессии. Поэтому, если за начало элементарных циклов мы принимаем начало трансгрессии, то за основание циклитов данного типа следует принимать основание подстилающего угольного пласта или среднюю часть наиболее тонкой разновидности терригенных пород.

Прослеживание отдельных циклитов по площади и сопоставление разнофациальных разрезов пермских терригенных отложений по ним практически невозможно ввиду невысокого выхода кернового материала, получаемого при бурении, и недостаточной густоты сетки скважин. Однако ввиду необходимости сопоставления отдельных наиболее мощных песчаных пластов, нами предпринята попытка объединения циклитов в циклотемы, их сопоставления по наиболее изученным разрезам и выделения соответствующих им циклов.

В результате нами было выделено пять циклов IV порядка, объединенных в два цикла III порядка (кунгурско-казанский и татарский) (рис.20).

Первому (кунгурско-раннеуфимскому) циклу IV порядка отвечает морское и лагунное осадконакопление, завершившееся формированием мощной аллювиальной толщи в наиболее восточных районах (обн. по р. Адзъва), дельтовой толщи в центральной части синеклизы V (Харьгагинская площадь) и маломощных песчаных пластов сильноподвижного морского мелководья в западных районах (Василковская и

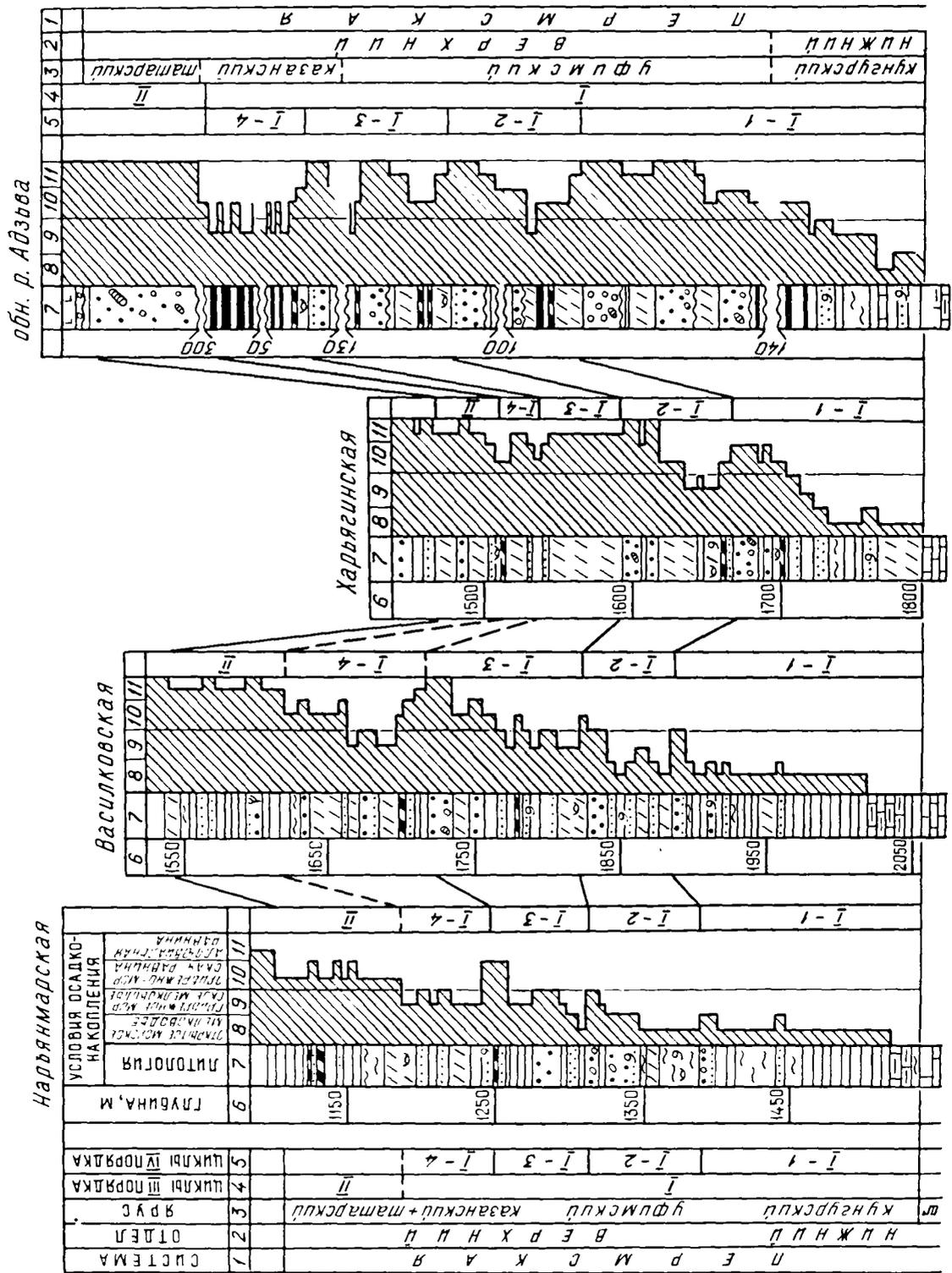


Рис. 20. Схема выделения циклов осадконакопления
Условные обозначения см. рис. 19.
Составила Е.О.Малышева

Нарьянмарская площади). Второй цикл (уфимский) характеризуется континентальными и лагунно-континентальными условиями в восточных районах и морскими - в западных. Завершается цикл формированием аллювиальных отложений в восточных районах и подводodelьтовой толщи в западных. Третий цикл (уфимско-раннеказанский) отличается континентальными и лагунно-континентальными условиями осадконакопления в восточных и дельтовыми - в западных и северо-западных районах. Среди дельтовых отложений широкое развитие получают субаэральные осадки. Четвертый цикл (казанский) характеризуется усилением роли лагунного осадконакопления. Отвечающая этому циклу циклотема отличается минимальным содержанием песчаного материала, максимальной угленосностью (обн. по р. Адзэва) и возрастанием роли (в западных районах) морских и лагунных форм органических остатков. Пятый цикл (татарский) характеризуется континентальными условиями осадконакопления и формированием аллювиальных песчаных пластов в начале своего развития. Особенности литологического и фациального составов отложений позволили циклотемы и, соответственно, циклы IV порядка объединить в две циклотемы (циклы) III порядка: кунгурско-казанскую и татарскую.

Кунгурско-казанская циклотема состоит из трех элементов.

Нижний элемент представлен переслаиванием алевролитов и аргиллитов с подчиненным количеством песчаных и известковых пород. По фациальной природе - это отложения открытого морского бассейна и заливно-лагунного прибрежного мелководья. Средний элемент циклотемы сложен песчано-алевритовыми породами баровых, дельтовых и, реже, аллювиальных фаций. В подчиненном количестве присутствуют глинистые и углистые породы лагунных, озерных и болотных фаций. Верхний элемент циклотемы представлен глинисто-алевритовыми породами с подчиненным количеством песчаников и углей. Эти отложения отнесены к озерно-болотным и лагунным фациям.

Строение данной циклотемы отвечает регрессивно-трансгрессивному циклу осадконакопления. При этом, нижний элемент циклотемы отвечает постепенному развитию регрессии, средний - максимуму регрессии и соответственно, началу трансгрессии, верхний элемент отвечает трансгрессивному этапу.

Татарская циклотема имеет как двухчленное, так и одночленное строение. В первом случае в ней выделяются два элемента: нижний-песчаный аллювиального генезиса и верхний глинисто-алевритовый с подчиненным количеством песчаников и углей озерно-болотного и лагунного генезиса. Во втором случае в циклотеме выделяется только один глинисто-алевритовый элемент. Рассматриваемая циклотема отвечает регрессивному циклу осадконакопления.

Таким образом, анализ цикличности пермских терригенных отложений позволил выявить два цикла III порядка: кунгурско-казанский и татарский. На их развитие существенное влияние, выразившееся в закономерном усилении интенсивности регрессии и ослаблении трансгрессии, оказали более крупные циклы (I и II порядков). Кунгурско-казанский цикл распадается на четыре цикла более мелкого (IV) порядка. Выделение этих циклов позволило сопоставить отдельные разрезы и построить литолого-фациальные профили "меридиональный" и "широтный" (рис. 21, 22), отражающие изменения фациального облика пород по территории.

4.1.3. Генезис песчаных тел

Выяснение условий песчаного осадконакопления являлось одной из главных задач проведенного нами литолого-фациального анализа и изучения цикличности разреза.

В составе рассматриваемых отложений выявлены песчаные осадки фаций сильноподвижного морского мелководья (бары, валы, косы); подводной части дельты; рукавов дельты, прибрежного мелководья заливов и лагун; озер, речных притоков и протоков, руслового ал-

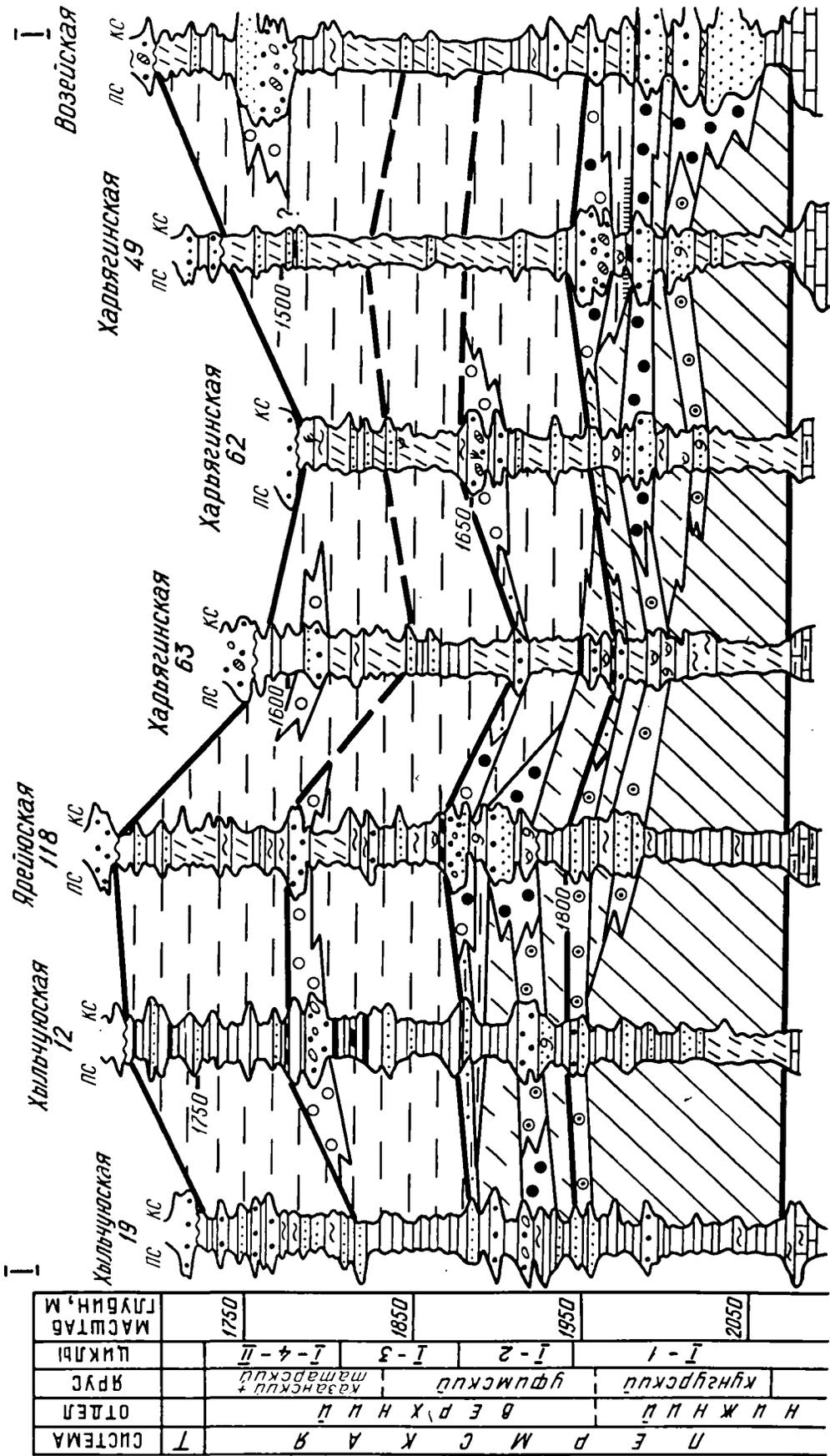


Рис. 21. Схематический литолого-фациальный профиль пермских отложений Колвинского мегавала

Составила Е.О. Малышева

Условные обозначения см. рис. 19.

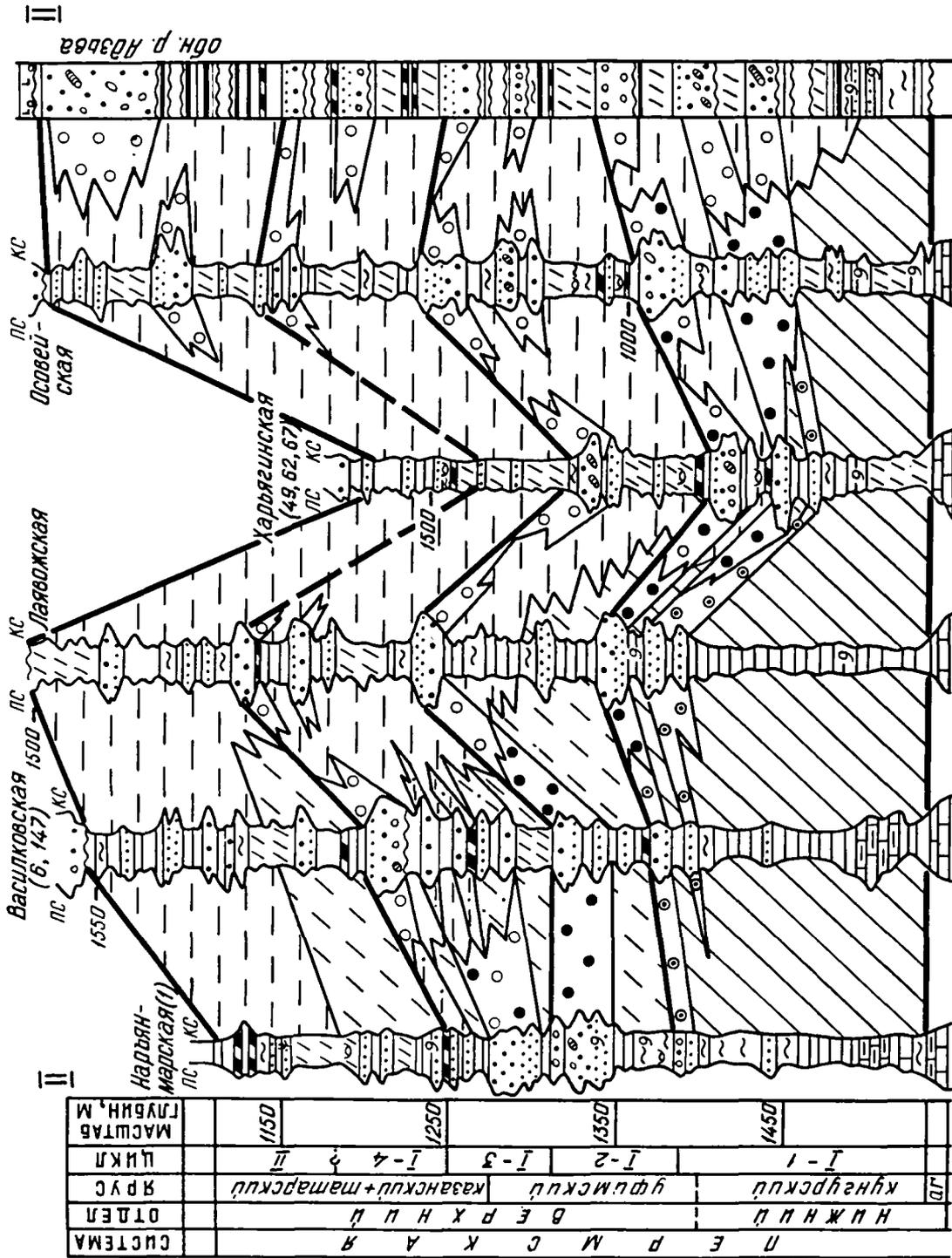


Рис. 22. Схематический литолого-фацальный профиль пермских отложений по линии Нарьянмарская площадь - гряда Чернышова

Составила Е.О. Малышева

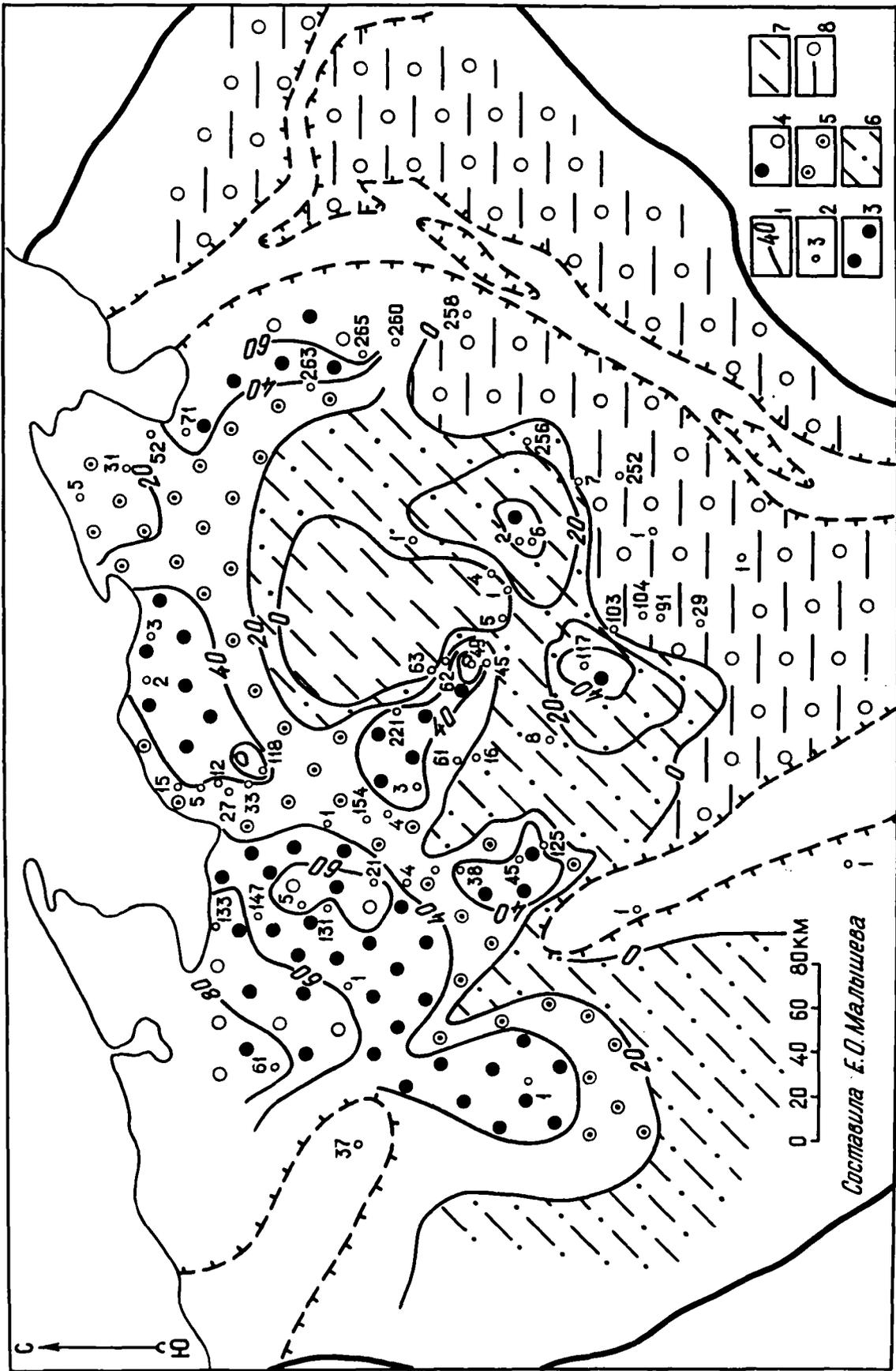
Условные обозначения см. рис. 19.

лювия, пойменного аллювия.

Их основные диагностические признаки сведены в таблице I.

Установлено, что наиболее широким развитием пользуются дельтовые фации. В большинстве изученных разрезов они связаны со средней толщей, мощностью в среднем около 60 м. Сочетание осадков данной толщи с осадками лагунно-морских фаций с одной стороны, и лагунно-континентальных с другой, позволяют в целом рассматривать эту толщу как дельтовый комплекс. Однако, далеко не во всех разрезах она представлена дельтовыми или только дельтовыми отложениями. В ее составе выделяются также песчаные пласты барового (включая различные аккумулятивные формы вдоль береговых течений), лагунного и аллювиального генезиса (рис.23), разделенные глинисто-алевритовыми породами лагунных и озерно-болотных фаций.

Наиболее типичными обстановками дельтового осадконакопления по Ч.Э.Б.Конниберу (1979) являются: 1) дельтовая равнина со свойственными ей рукавами русел и междельтовыми участками, представленными маршами, озерами, 2) фронт дельт (устьевые бары), 3) междельтовое побережье (субаэральная и подводная области). К дельтовому комплексу нами отнесены также морские бары, формирование которых связано с развитием дельты, а в разрезе эти образования перекрываются собственно подводнодельтовыми отложениями. Вертикальный ряд фаций в отдельных изученных нами разрезах (Нарьянмарская, Василковская, Ирейюская, Харьягинская и Осовейская площади) данной толщи можно интерпретировать как закономерную смену обстановок дельтового осадконакопления: удаленных от берега баров, собственно устьевых баров и дельтовой равнины. Однако доля осадков каждой из этих обстановок в разных разрезах неравноценна. Если в разрезах Нарьянмарской и Василковской площадей преобладают осадки удаленных от берега и устьевых баров, то в



Составила Е.О. Малышева

Рис. 23. Фациальная характеристика средней толщи

Рис. 23. Фациальная характеристика средней толщи.

Условные обозначения.

I - мощности песчаников средней толщи, 2 - номера скважин, 3-8 фации: 3 - подводной части дельты, 4 - подводной части и рукавов дельты, 5 - сильноподвижного морского мелководья, 6-7 - заливно-лагунного мелководья, 8 - алювиально-озерно-болотной равнины.

Название фаций	Мощность, м	Л и т о л о г и ч е с к а я х а р а к т е р и с т и к а				Характерная форма каротажной диаграммы
		Структуры	Текстуры	Органические и минеральные включения	Состав цемента песчаников	
1. Песчаных осадков сильно подвижного морского мелководья (бары, валы, косы)	5-15	Мелко-среднезернистые с постепенным увеличением размера зерен снизу вверх, вплоть до появления гравийного материала.	Внизу горизонтально- и волнисто-слоистые, вверху косослоистые и массивные. Преобладают мелкая косая взаимосрезающаяся и однонаправленная слоистости.	Остатки брахиопод, морских пелеципод и др. морских организмов. Пирит, редко глауконит.	1. Хлорит-сметитовый порово-пленочный 2. Полиминеральный поровый 3. Карбонатный поровый и базальный.	I
2. Песчаных осадков подводной части дельты	15-25	Мелко-средне-крупнозернистые с прослоями гравелитов и конгломератов (мощ. до 0,2 м). Наиболее грубые разности приносятся на среднюю или верхнюю части разрезом.	Разнообразные типы слоистых: горизонтальная, волнистая, косая мелкая одно- и разнонаправленная, косая крупная разнонаправленная.	Обилие растительных остатков. Пирит, сидерит.	1. Хлорит-сметитовый порово-пленочный 2. Хлоритовый кристаллический 3. Иногда каолиновый поровый 4. Карбонатный поровый и базальный	2
3. Песчано-алевритовых осадков прибрежного мелководья заливов и лагун	менее 10	Мелко-среднезернистые с примесью алевритового и глинистого материала.	Слабо выраженная горизонтально- и волнисто-слоистые, массивные.	Ходы илоедов, остатки пелеципод. Пирит, редко сидерит.	1. Полиминеральный поровый 2. Хлорит-сметитовый порово-пленочный. 3. Карбонатный поровый и базальный	4

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7
4. Песчаных осадков озер, речных притоков, проток	:	менее 10	:	Мелко-среднезернистые со значительной примесью алевритового и глинистого материала	:	Отчетливо горизонтально-слоистые или слабо выраженные косослоистые (однонаправленные и сходящиеся)	:	Обилие углистого детрита, часто подчеркивающего слоистость. Сидерит	:	1. Каолинитовый поровый. 2. Полимнеральный поровый 3. Карбонатный поровый и базальный	:	6
5. Песчаных осадков руслового аллювия	:	10-20	:	Средне-крупно- и мелкозернистые с включениями галек и гравия в основании. Снизу вверх по разрезу отмечается уменьшение размера зерен. Нижний контакт резкий.	:	Массивная и крупнокосослоистая однонаправленная в нижней части разреза, массивная тонкокосослоистая и горизонтально-слоистая в верхней части.	:	Обилие растительных остатков, иногда стволов деревьев. Сидерит.	:	1. Каолинитовый поровый 2. Хлоритовый крустификационный 3. Карбонатный поровый и базальный	:	5
6. Гравийно-песчаных осадков рукавов дельты	:	около 20	:	---	:	---	:	Обилие растительных остатков. Сидерит, редко пирит	:	---	:	3

разрезах Харьягинской площади широкое развитие получают осадки дельтовой равнины с рукавами дельт.

Как уже отмечалось выше (гл. III) возраст данной толщи изменяется от позднекунгурского - раннеуфимского в восточных районах до уфимско-раннеказанского в западных районах. В свете этого представляется интересным и важным рассмотреть динамику формирования этой толщи.

Э.С.Белт (1979) на основе анализа циклотем дельтовых отложений выделил три фазы развития дельт: выдвигание, аградация и трансгрессия. Фаза выдвигания отвечает периоду интенсивной аккумуляции в дельте, ее росту в сторону приемного бассейна. Отложения, образующиеся в эту фазу, представлены слоистой глиной, содержащей ископаемую фауну как неморских и прибрежно-морских, так и морских видов; песчаниками с увеличивающимся размером зерен вверх по разрезу и косослоистыми текстурами, иногда со следами биотурбации. Фаза аградации - это намыв дельты во врезках, образованных в период наметившейся регрессии. В эту фазу отлагаются глины, песчаники или алевролиты, в которых фиксируются корневые остатки растений или прослойки каменного угля, а также (но не всегда) косослоистые "русловые" песчаники. В фазу трансгрессии, или деструкции, образуются коричневатые-серые глины с прослоями глинистого известняка с остатками фауны или комбинации песчаников и глин с известняками. На основе этих представлений цикличность осадконакопления в кунгурско-казанское время может быть представлена как смена фаз выдвигания, аградации и трансгрессии. Каждый из таких наиболее крупных циклов или, как они называются, этапов развития дельтовой системы соответствует выделенному нами циклу IV порядка. Таким образом, предполагается наличие четырех основных этапов развития дельтовой системы, внутри которых возможно выделение более мелких этапов. Исходя

из этого, в соответствии со схемой формирования дельтовых систем и учетом данных об общем северо-западном направлении регрессии бассейна, нами была разработана модель развития дельтовой системы на территории Мечорского НГБ в уфимско-казанское время (рис. 24).

Кроме этого, были построены фациальные схемы (с крупномасштабными врезками для отдельных наиболее изученных площадей) основных этапов развития дельтовой системы (рис. 25-27). В результате, схему развития дельтовой системы, и соответственно, генезис песчаных пластов можно представить следующим образом.

Начавшийся в позднекунгурское-раннеуфимское время (рис. 25) интенсивный размыв питающих областей завершился формированием в восточных и юго-восточных районах гравийно-песчаных и песчаных толщ аллювиального генезиса (рис. 25а). В области выноса этих осадков в море сформировалась система дельт и накапливались дельтовые осадки (рис. 25б). На участках, удаленных от побережья и, по-видимому тяготеющих к растущим тектоническим структурам формировались баровые отложения (рис. 25в). За этим этапом выдвижения дельты последовала стадия трансгрессии.

Следующий этап выдвижения (уфимский) (рис. 26) характеризовался дальнейшим расширением области накопления континентальных отложений (рис. 26-а) и смещением системы дельт в северном-северо-западном направлении (рис. 26-б).

Позднеуфимско-раннеказанский этап (рис. 27) отличается дальнейшим выдвижением системы дельт в северо-западном направлении (рис. 27-а), однако темп этого продвижения несколько замедляется. Север Шапкино-Юрьяхинского вала и Малоземельско-Колгуевской моноклинали характеризуется сохранением дельтовых обстановок осадко-накопления (рис. 27-б). Этот этап, вероятно, означает начало вырождения дельтовой системы, завершившийся общим выравниванием

Рис. 24. Модель развития дельтовой системы

Составила Е. О. Малышева

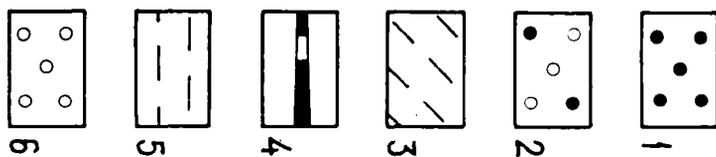
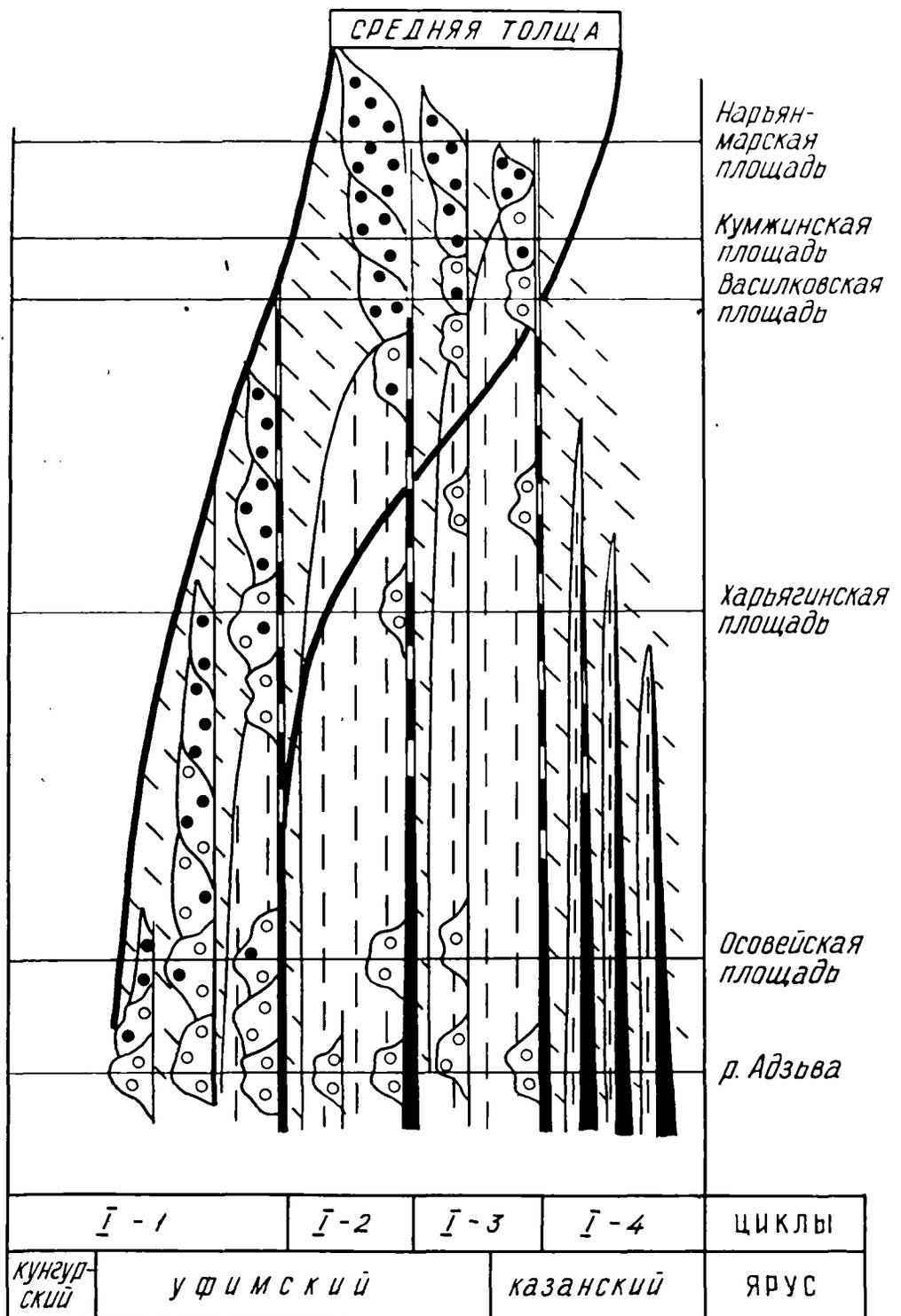


Рис.24. Модель развития дельтовой системы.

Условные обозначения: 1 - осадки подводной части дельты;
2 - осадки рукавов дельты; 3 - осадки заливно-лагунного мелководья; 4 - осадки торфяных болот; 5 - осадки озер; 6 - осадки руслового аллювия.

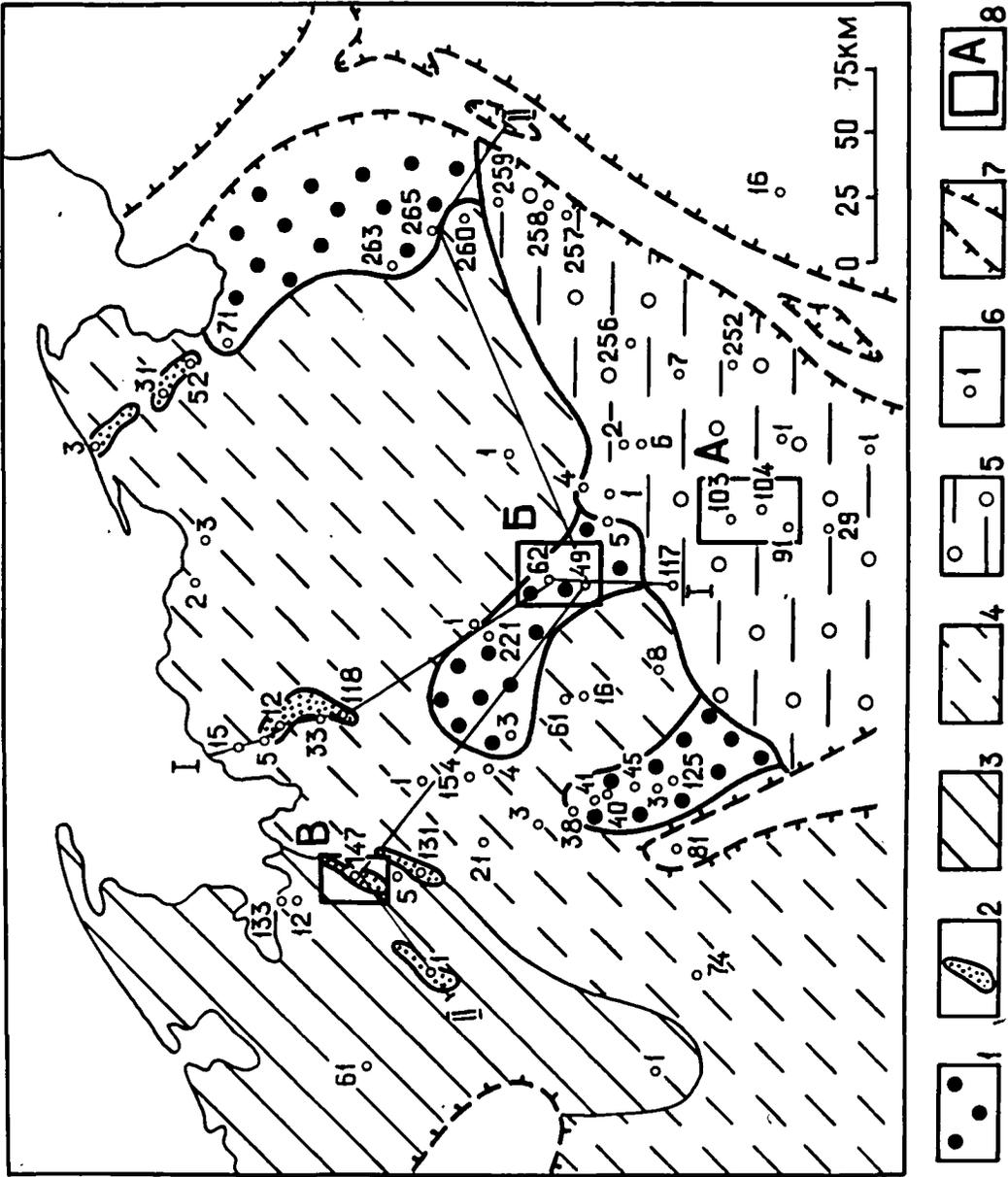


Рис. 25. Фациальная схема раннепермского времени

Составила Е.О. Малышева

Рис.25. Фациальная схема севера Печорского НГь на ранне-уфимское время (завершающая фаза цикла I-I).

Условные обозначения к рис.25-27.

I-5 фации: 1 - дельта, 2 - оаров, 3 - открытого морского мелководья, 4 - заливов и лагун, 5 - аллювиально-озерно-болотной развиты, 6 - номера скважин, 7 - зоны отсутствия пермских терригенных отложений, 8 - участки, для которых построены детальные фациальные карты.

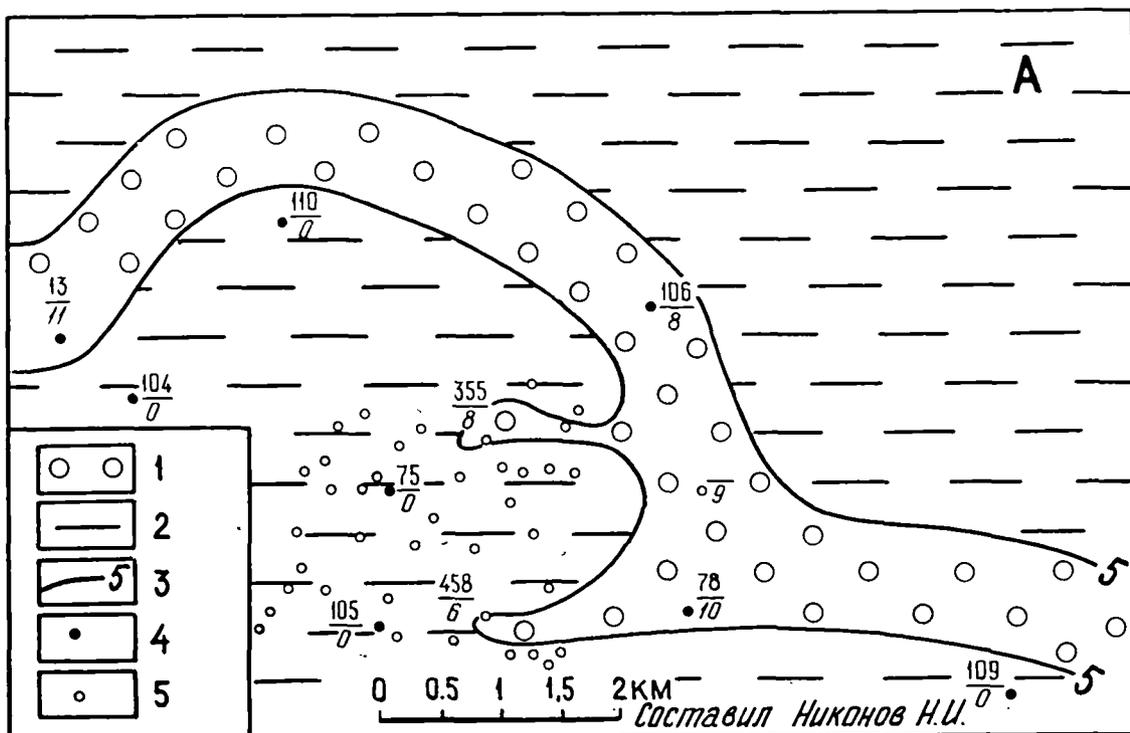


Рис.25а. Возейская площадь

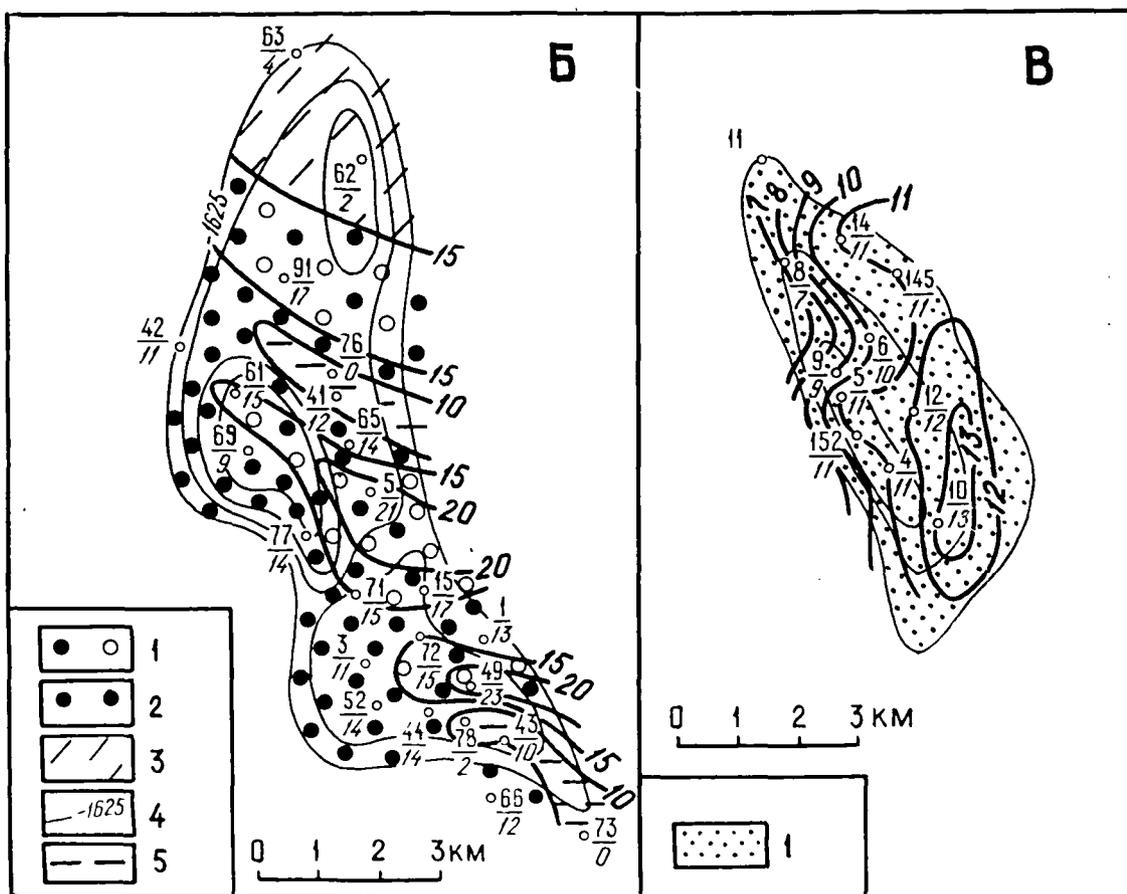


Рис.25б. Харьгинская площадь

Рис.25в. Василковская площадь

Рис.25-а. Фациальная схема Возейской площади.

Условные обозначения. 1-2 фации: 1 - руслового аллювия, 2 - озер и болот, 3 - мощность песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла (I-I), 4 - разведочные скважины, 5 - эксплуатационные скважины.

Рис.25-б. Фациальная схема ларьягинской площади.

Условные обозначения. 1-3,5 фации: 1 рукавов дельт, 2 - подводной части дельты, 3 - заливов и лагун, 5 - прибрежно-морских озер, 4 - изогипсы кровли песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла (I-I).

Рис.25-в. Фациальная схема Василковской площади.

Условные обозначения. I - фация сильноподвижного морского мелководья.

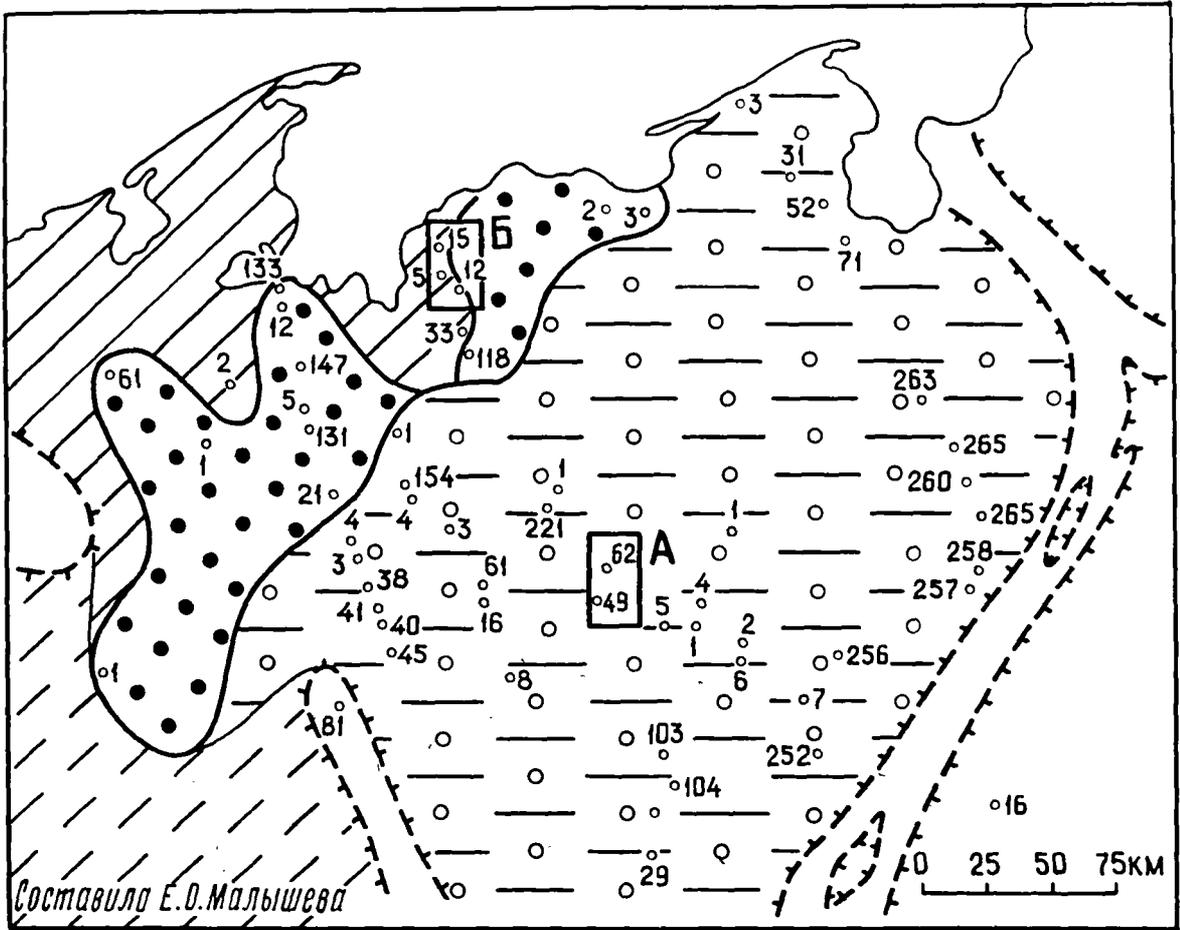


Рис. 26. Фациальная схема позднеуфимского времени

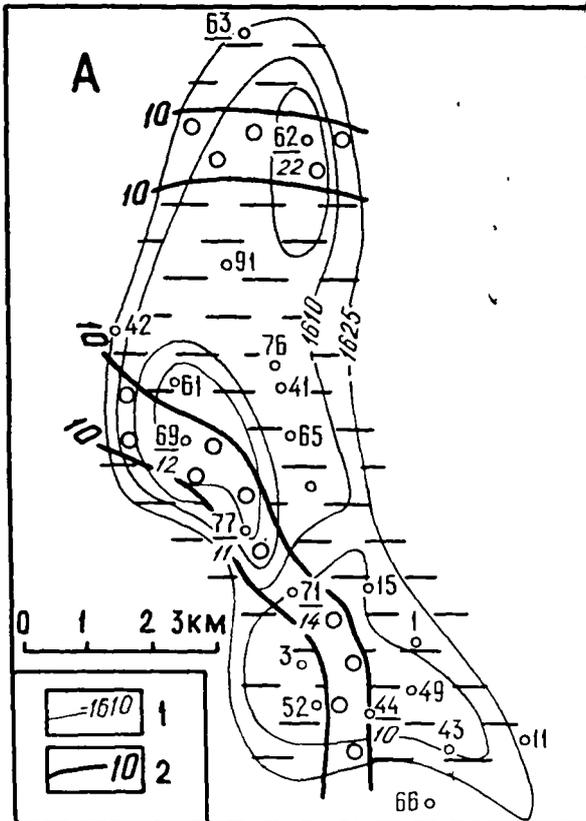


Рис. 26а. Харьягинская площадь

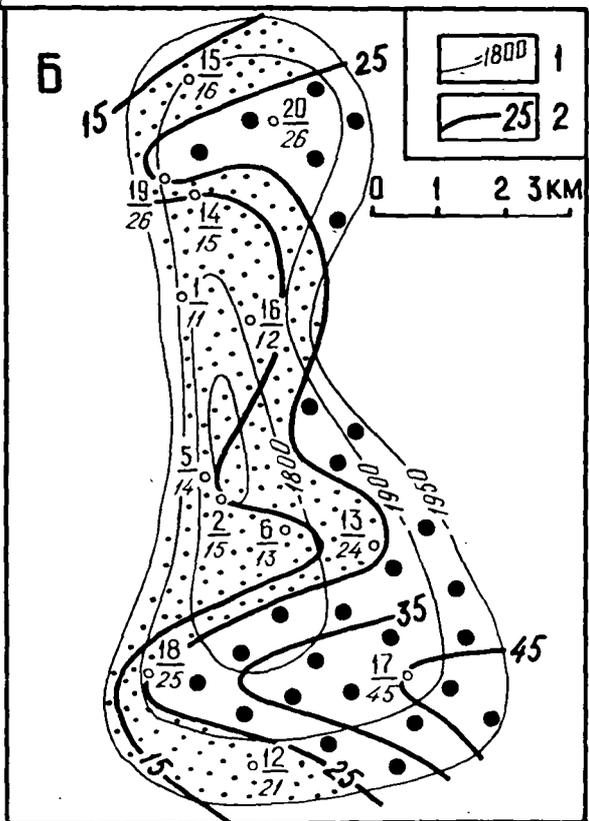


Рис. 26б. Хыльчунская площадь

Рис.26. Фациальная схема севера Печорского НГБ на поздне-уфимское время (завершающая фаза цикла I-2).

Рис.26-а. Фациальная схема Харьягинской площади.

Условные обозначения см.рис.25-а, 1 - изогипсы кровли песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла I-I, 2 - мощность песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла I-2.

Рис.26-б. Фациальная схема Хыльчужской площади.

Условные обозначения см.рис.25-б, 25-в, 1 - изогипсы кровли песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла I-2, 2 - мощность песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла I-2.

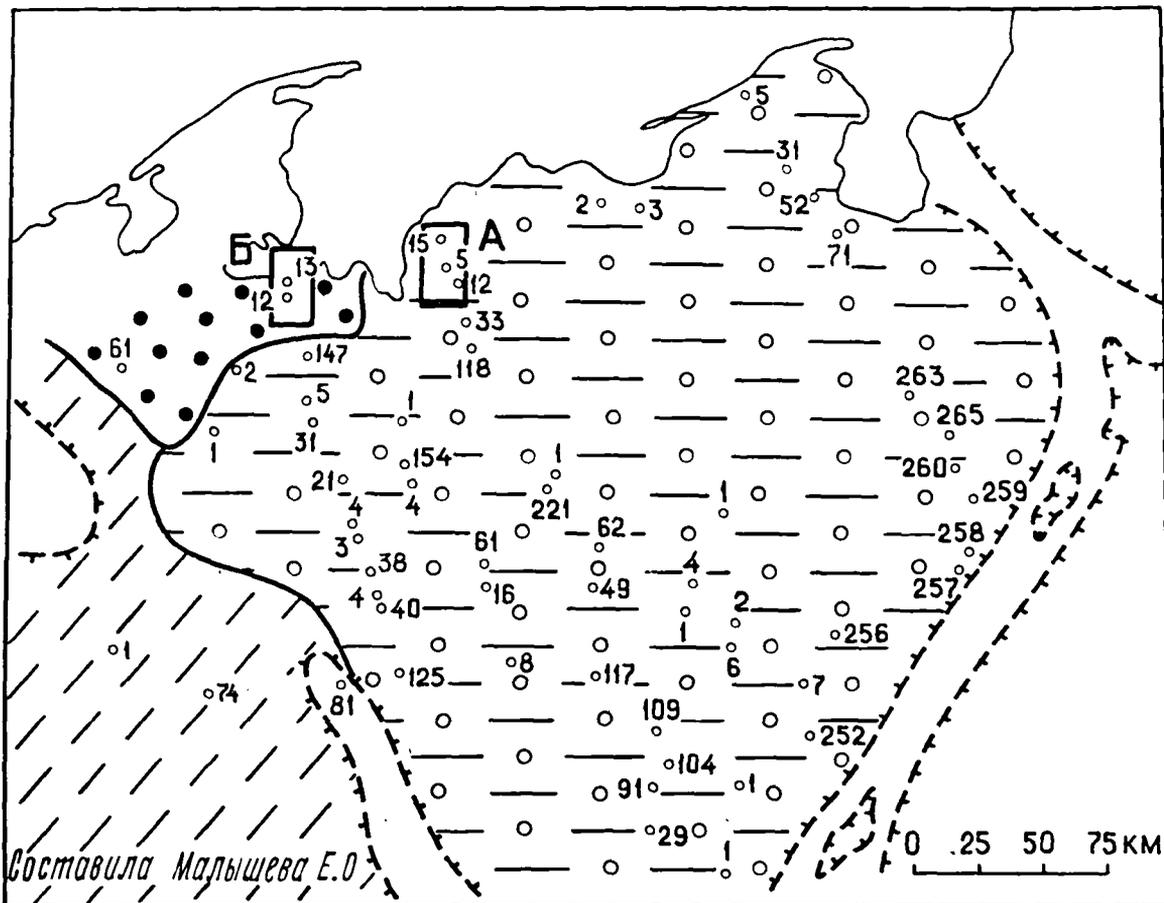


Рис. 27. Фациальная схема раннеказанского времени

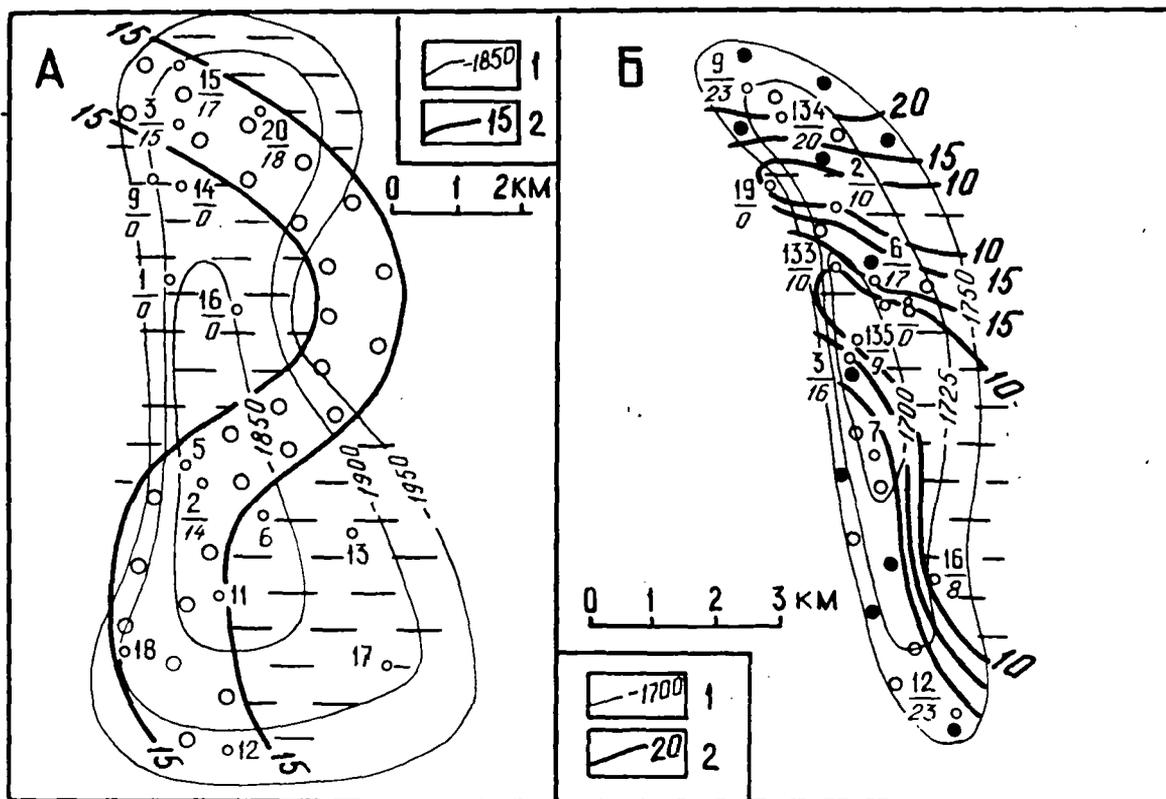


Рис. 27а. Хыльчунская площадь

Рис. 27б. Кумжинская площадь

Рис.27. Фациальная схема севера Печорского НГБ на ранне-казанское время. (Завершающая фаза цикла 1-3).

Условные обозначения см.рис.25

Рис.27-а. Фациальная схема Хыльчужской площади.

Условные обозначения см.рис.25-а, 1 - изогипсы кровли песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла 1-2, 2 - мощность песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла 1-3.

Рис.27-б. Фациальная схема Кумжинской площади.

Условные обозначения см.рис.25-б, 1 - изогипсы кровли песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла 1-3, 2 - мощность песчаного пласта, сформированного в завершающую фазу цикла 1-3.

Рельефа и накоплением осадков на уровне, близком к уровню моря. В конечном итоге это привело к частой смене континентальных и лагунных осадков и формированию мощных угольных пластов в зонах относительно устойчивого прогибания.

В татарском веке формирование мощной песчаной толщи связано с аллювиальными условиями осадконакопления. Однако малочисленность и разрозненность данных о строении этой толщи по разрезу и площади не позволяют в настоящее время более детально охарактеризовать условия формирования и развития этой аллювиальной системы и ее связи с дельтовой системой татарского возраста.

Таким образом, генезис наиболее мощных песчаных пластов пермских отложений связан с развитием и миграцией на территории бассейна дельтовой системы. При этом, накопление песчаных осадков происходило в условиях подводной части и рукавов дельт в периоды ее активного выдвигания. Одновременно в удаленной от берега и междельтовой прибрежной частях морского бассейна происходило образование различных аккумулятивных форм (баров, валов, кос и т.д.), а в континентальных условиях накапливались аллювиальные отложения.

4.2. Постседиментационные преобразования пород

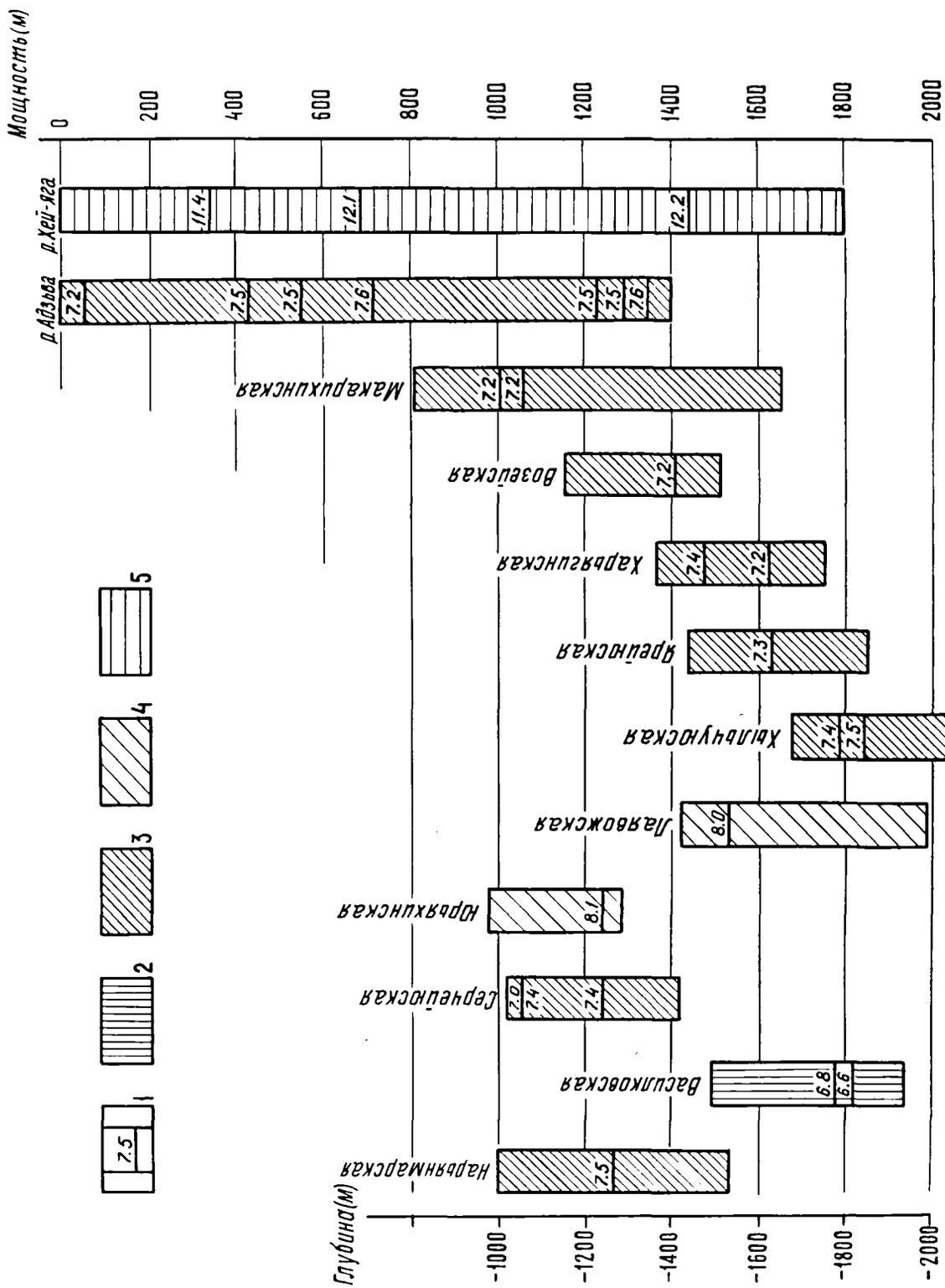
4.2.1. Характеристика зон катагенеза

Наиболее характерным показателем катагенетической преобразованности является отражательная способность (ОС) витринита. Замеры ОС витринита из углистых включений были проведены в ревизионной угольной партии опытно-методической экспедиции ПГО "Полярноурал-геология" под руководством В.П.Куклева. Кроме этого, использовались данные Г.С.Калмыкова и В.И.Летуновского (1979), Ю.В.Степанова и др. (1979 г.).

По результатам замеров установлено, что ОС витринита (R^a) изменяется от 6,7 до 12%. В пределах отдельных разрезов ОС витринита существенно не изменяется (рис.28). Разброс значений ОС в большинстве случаев не превышают 0,2%. Даже в разрезе севера гряды Чернышева, имеющем мощность около 1500 м, ОС витринита изменяется от 7,2 до 7,6%. Лишь восточный борт Коротаихинской впадины (обнажения по р.Хей-Яга) характеризуется значениями ОС 10,3-12,2%.

В целом, согласно шкале, предложенной Н.Б.Вассоевичем (1967) и в дальнейшем разрабатываемой в работах С.Г.Неручева (1973) и Б.Л.Соколова (1981) эти значения ОС витринита указывают на этапы углефикации от позднебуроугольного в зоне протокатагенеза (PK_3) до полуантрацитового в зоне апокатагенеза (АК). Таким образом, изоградационные уровни рассматриваемых пермских отложений отвечают подразделениям PK_3 (до 6,8), MK_I (6,8-7,5), MK_2 (7,5-8,2), MK_3 (8,2-9,0), АК (10,8-11,5).

П о д з о н а протокатагенеза отмечается только на севере Шапкино-Юрьяхинского вала (Ванейвиская, Василковская, Кумжинская площади). Значения ОС витринита составляют 6,7-6,8%. Глубины современного залегания 1500-2000 м. Плотность глинистых пород, представленных хлоритом, каолинитом и смешаннослойными минералами с подчиненным количеством гидрослюда, составляет 2,34-2,40%. Кажущаяся минералогическая плотность песчаных пород изменяется от 2,64 до 2,70. Пористость песчаников редко превышает 20%. Песчаники, как правило уплотнены. Контакты между зернами линейные и, реже, конформные. В породах с низким содержанием цемента отмечается реликтовая межзерновая пористость. Вторичные изменения связаны с процессами каолинитизации, регенерации кварца и карбонатизации (рис.29). Подчиненную роль играют хлоритизация, монтмориллонитизация и растворение карбонатного цемента. Как уже



Составила Малышева Е.О.

Рис. 28. Зоны КАТАГЕНЕЗА

Рис.28. Зоны катагенеза пермских терригенных отложений.

Условные обозначения: \bar{I} - интервал пермских терригенных отложений, значение отражательной способности витринита (R^a) и глубина отбора образца; 2 - зона протокатагенеза; 3 - зона мезокатагенеза ($МК_1$); 4 - зона мезокатагенеза ($МК_2$); 5 - зона апокатагенеза.

отмечалось в предыдущем разделе главы, каолинитизация имеет фа-
циальную приуроченность и наиболее широко развита в средне- и
крупнозернистых песчаниках аллювиальных и озерных фаций. Каолинит
развивается по различным обломочным компонентам: полевым шпатам,
биотиту, кислым эффузивам (фототабл. УП-3,4,5,6). Кроме этого
он замещает ранний глинистый материал и выполняет отдельные по-
ры. В ряде случаев этот процесс настолько сильно развит, что
каолинит полностью выполняет все поровое пространство, и его
содержание в породе достигает 15%.

Регенерация кварца наиболее характерна для относительно
чистых разностей песчаников с низким содержанием цемента. В та-
ких песчаниках количество регенерированных зерен достигает 80%.
При этом кварцевые зерна приобретают четкие кристаллографические
формы. Ширина регенерационных каемок составляет 0,003-0,05 мм.
С формированием регенерационных каемок тесно связано образование
мелких кристалликов кварца в порах. Каолинитизация и формирование
аутигенного кварца, вероятно, являются одновременными процессами.

Карбонатизация связана с формированием микроконкреционных
выделений сидерита, порово- и порово-базального доломитового и
кальцитового цементов, а также с коррозией и полным замещением
обломочных компонентов. Сидерит образует тонкодисперсные скопле-
ния в виде пятен различной формы. Их размеры значительно превы-
шают размеры обломочных компонентов, но в то же время не обна-
руживают следов замещения последних. Исключением является только
биотит, по которому часто развивается сидерит. В целом, процесс
формирования сидеритовых скоплений, вероятно, аналогичен процессу
формирования сидеритовых конкреций. Развитие порового и порово-
базального карбонатного цемента тяготеет либо к маломощным песча-
ным пластам, либо к кровле и подошве мощных пластов. Карбонатные
новообразования в цементе представлены двумя морфологическими

и минеральными типами: тонкодисперсным мелкокристаллическим агрегатом доломита и кальцита и явнокристаллическим железистым кальцитом. Первый аналогичен карбонатному материалу из конкреционных линз песчаника, изученных в обнажениях. Железистый кальцит замещает обломочные компоненты и развивается по другим типам цемента, например каолинитовому. Морфологические и минеральные особенности карбонатного материала позволяют говорить о двух этапах карбонатообразования.

Хлоритизация и монтмориллонитизация, также и каолинитизация имеют фаціальную приуроченность и тяготеют к морским и лагунным мелкозернистым песчаникам, в составе которых существенную роль играют вулканогенные компоненты. Как было показано в предыдущей главе, эти процессы носят как аутигенный, так и трансформационный характер.

Образование крустификационных хлоритовых каемок имеет место в средне- и крупнозернистых свободнопоровых песчаниках с незначительной глинистой примесью. Свободный рост крустификационных пленок, покрывающих всю поверхность обломочных зерен, мог происходить до уплотнения и формирования тесных контактов между зернами. Этот процесс, вероятно, связан с наиболее ранними этапами постседиментационной истории песчаников.

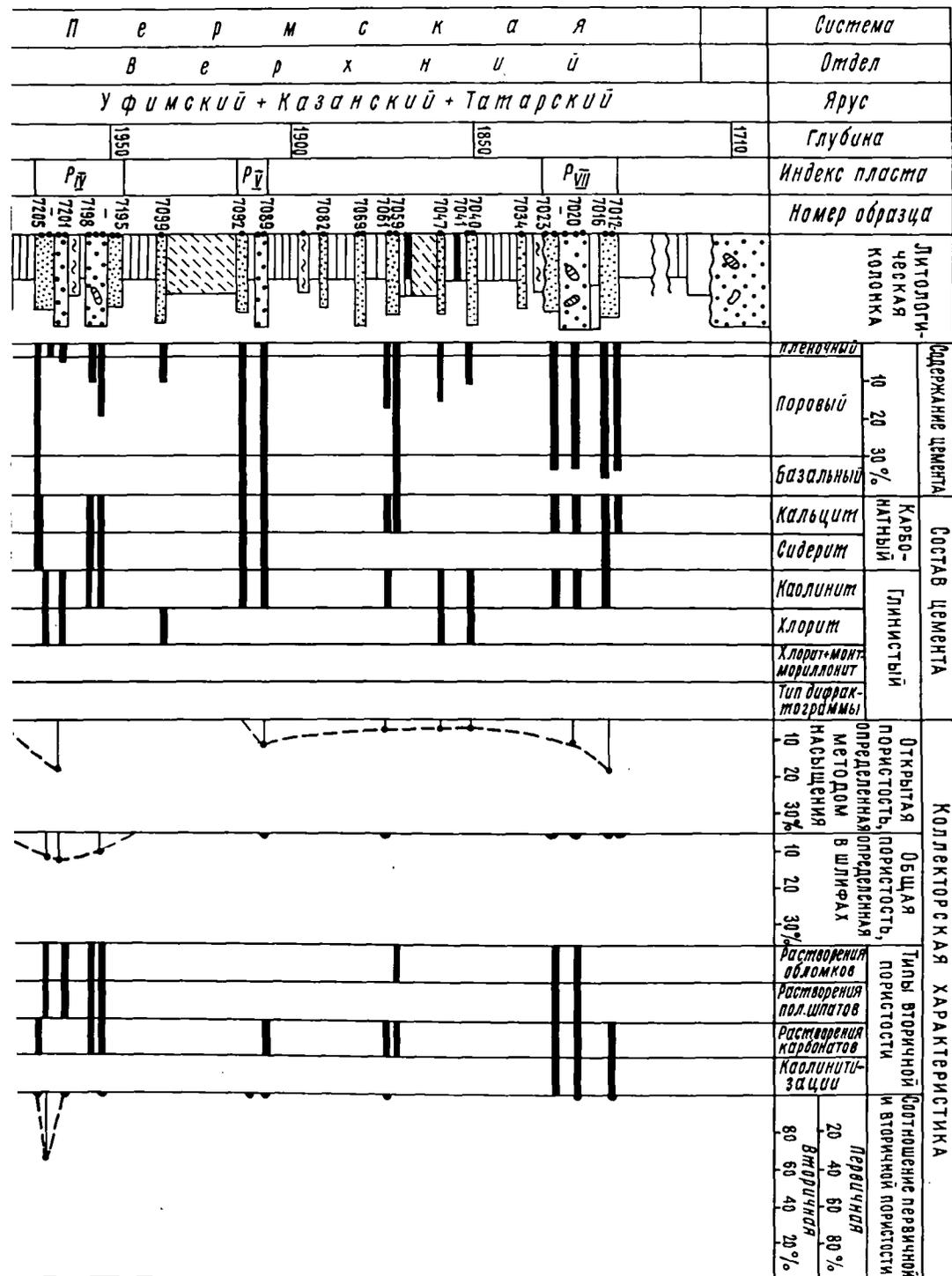
Растворение карбонатного цемента и обломочных компонентов (главным образом, полевого шпата) играет резко подчиненную роль ко всем вышеперечисленным процессам.

Подзона мезокатагенеза. Градация МК_I охватывает большую часть пермских отложений Печорской плиты (рис.28). Значения ОС витринита составляют 6,8-7,5%. Глубины современного залегания изменяются от 800 м до 2100 м. По характеру вторичных преобразований пород выделяются три группы разрезов, которые, хоть и отвечают градации МК_I, значительно различаются между собой.

К первой группе отнесены пермские отложения севера Колвинского мегавала (Хыльчуйская и Ярейюская площади) (рис. 30). Характер преобразований пород отвечает более высокой степени катагенеза по сравнению с подзоной протокатагенеза. Это выражается в большей плотности глинистых пород, увеличении содержания гидрослюды как в глинистых, так и песчаных породах, возрастании степени карбонатизации. Пористость песчаных пород составляет 5-15%, редко достигая 20%. Контакты между зернами линейные и конформные. Постседиментационные преобразования, в основном, аналогичны описанным выше при характеристике зоны протокатагенеза. Однако, здесь более широко развиты процессы карбонатизации. Значительно возрастает доля песчаников с базальным карбонатным цементом. Многие даже мощные песчаные пласты оказываются полностью карбонатизированными. По составу карбонатного материала могут быть выделены те же типы цемента. Однако здесь возрастает доля железистого кальцита, имеющего крупнокристаллическую структуру и развивающегося по обломочным компонентам, каолинитовому и хлоритовому цементом. Это может служить еще одним подтверждением катагенетической природы железистого кальцита. Особенностью постседиментационных изменений пород Хыльчуйской площади является присутствие каолинита по всему изучаемому разрезу. Только если в осадках континентальных фаций он широко представлен обеими морфологическими разновидностями и иногда выполняет все поровое пространство, то в морских отложениях он развит эпизодически и имеет только крупнокристаллическую структуру.

Ко второй группе разрезов отнесены пермские отложения юга Колвинского мегавала (Харьягинская и Возейская площади) (рис. 31, 32) и юга вала Сорокина. Глубины современного залегания отложений составляют 800-1800 м. Плотность глинистых пород изменяется от 2,28 до 2,38 г/см³. Преобладают слабо уплотненные пес-

Рис. 30. Литолого-минералогический разрез Хыбьинской площади.



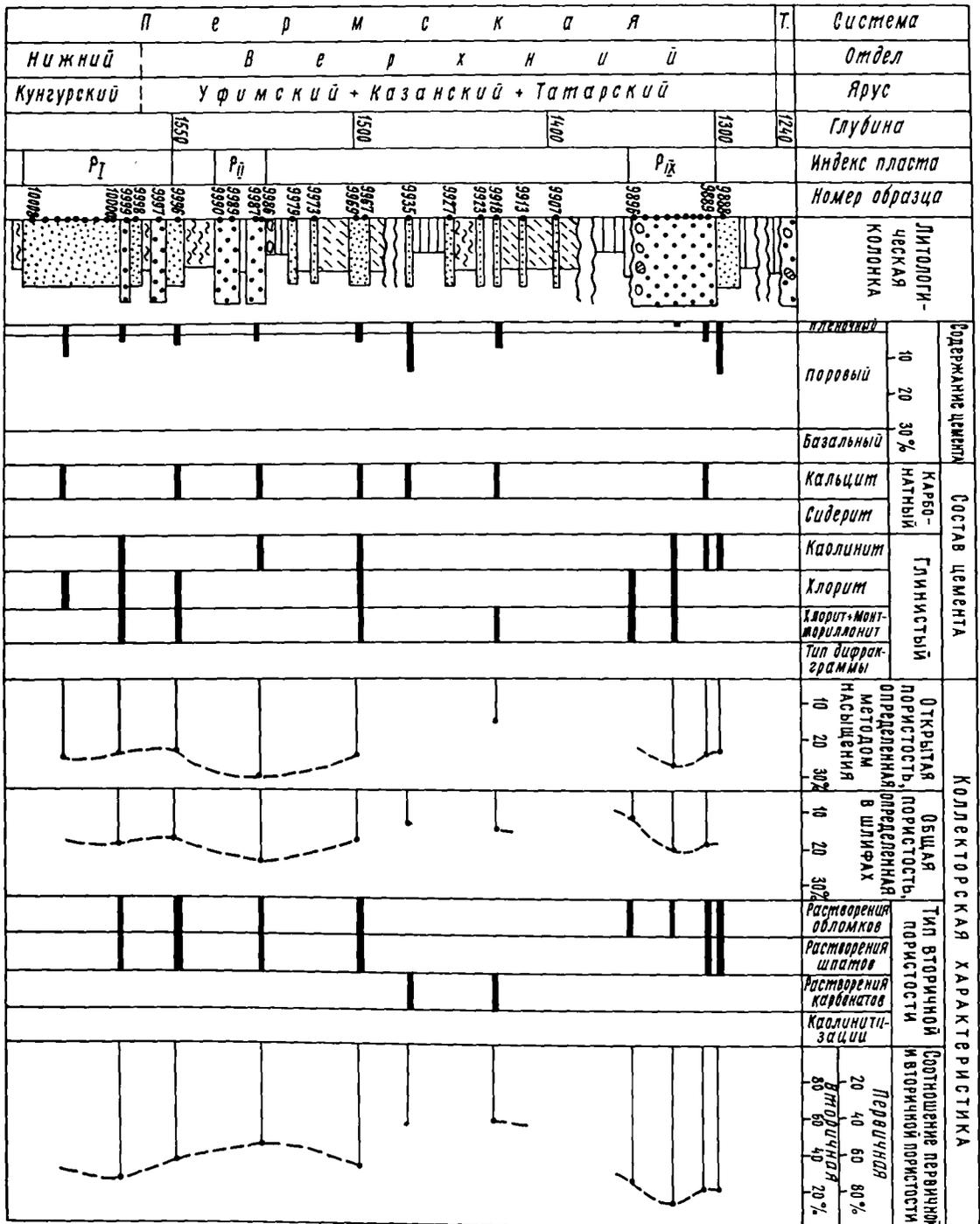


Рис. 32. Литолого-минералогический разрез Возейской площади

Составила Малышева Е.О.

чаники с пористостью от 20 до 25%. Отмечаются рыхлые разности. Ведущими постседиментационными преобразованиями являются растворение обломочных компонентов, развитие кристификационного хлорита, каолинитизация, монтмориллонитизация. Значительно меньшую роль играют процессы карбонатизации и растворения карбонатного цемента. Растворение обломочных компонентов имеет максимальное развитие в мощных песчаных пластах средней толщи. Растворению подвержены полевые шпаты, обломки кислых и средних эффузивов, туфов. Карбонатный цемент в разрезах данной группы имеет, главным образом, поровую структуру. Его содержание изменяется от нескольких до 15%. В основании мощных песчаных пластов иногда отмечаются прослой с порово-базальным крупнокристаллическим кальцитом.

К третьей группе отнесены пермские отложения юга Шапкино-
и Малоземельско-Колгуевской моноклинали
Юрбяхинского вала (рис. 35). Глубины современного залегания пород составляют 1000-1500 м. Плотность глинистых пород, представленных хлоритом, каолинитом, смешаннослойными, смектитом и гидрослюдой, не превышает 2,26-2,30 г/см³. Плотность и пористость песчаных пород изменяются в широких пределах. Отмечаются как плотные, так и рыхлые разности песчаников. Основные постседиментационные процессы представлены карбонатизацией, каолинитизацией, хлоритизацией, монтмориллонитизацией и растворением карбонатного цемента. Отличительной особенностью этой группы разрезов является широкое развитие процессов карбонатизации и растворения карбонатного цемента. Последний иногда достигает таких масштабов, что порода вновь превращается в рыхлую слабо сцементированную. Реликты растворенного карбонатного цемента фиксируются по сохранившемуся общему направлению спайности, изъеденным краям обломочных зерен и самого цемента (фототабл. УПД)⁻⁹⁾. Кроме этого, в шлифах можно проследить разные стадии развития этого процесса от зарождения мелких пор на стыке спайностей до появ-

П е р м с к а я		Система	
Нижний		Отдел	
Артин-Кунгур-ский /ский		Ярус	
Уфимский + Казанский + Татарский		Глубина	
1400		Индекс пласта	
Р _{III}		Номер образца	
1350		Лито-логическая колонка	
Р _{IV}			
1300		Литологическая колонка	
Р _V			
1250		Литологическая колонка	
Р _{VI}			
1200		Литологическая колонка	
Р _{VII}			
		Пористый	Содержание цемента
		Базальный	
		Кальцит	Состав цемента
		Сидерит	
		Каолинит	Глинистый
		Хлорит	
		Хлорит-монтмориллонит	Тип дифрактограммы
		Тип дифрактограммы	
		Открытая пористость, определенная методом насыщения	Коллекторская характеристика
		Общая пористость, определенная в шлифах	
		Растворения обломков	Типы вторичной пористости
		Растворения пол. шпатов	
		Растворения карбонатов	Соотношение первичной и вторичной пористости
		Каолинитизация	
		Первичная	20 40 60 80 %
		Вторичная	

Рис. 33. Литолого-минералогический разрез Нарьянмарской площади

Составила Малишова Е.О.

ления крупных пор.

Таким образом, рассмотренные особенности вторичных преобразований пород подзоны мезокатагенеза градации $МК_1$ позволяют считать, что обломочные породы в противоположность органическому веществу на разных участках территории Печорской плиты претерпели различные по направленности процессы. Если на севере Колвинского мегавала преобладали процессы уплотнения и минерализации, то в южных районах существенную роль играли процессы растворения.

Градация $МК_2$ охватывает незначительную часть пермских отложений Печорской плиты (Лаявожская, Юрьяхинская площадь) и западный борт Предуральяского прогиба. Значения ОС витринита изменяются от 7,5 до 8,2.

Характеристика зон катагенеза в пределах Предуральяского прогиба будет приводиться с учетом данных Ю.В. Степанова и построенной им карты изореспленд (рис. 34). Отложения, отвечающие градации $МК_2$ изучались нами на примере Кочмесской площади (скв. 16). Современные глубины залегания составляют 60-2000 м. Песчаники уплотнены. Между зернами преобладают конформные и линейные контакты. Пористость песчаников изменяется от 5 до 15%. Преобладающими постседиментационными процессами являются карбонатизация, хлоритизация, гидрослюдизация и каолинитизация. Основные отличия вторичных процессов этой зоны заключаются в развитии аутигенной гидрослюды и уменьшении роли каолинитового цемента.

Градация $МК_3$ (R^a 8,2-9,0%) охватывает центральные части Косью-Роговской и Коротайхинской впадин Предуральяского прогиба. Породы, отвечающие этой градации, изучались нами по разрезу Коротайхинской площади. Современные глубины залегания кунгурско-позднепермских отложений достигают 4000 м. Плотность глинистых пород составляет 2,55-2,68 г/см³. Песчаники значительно уплотнены. Об-

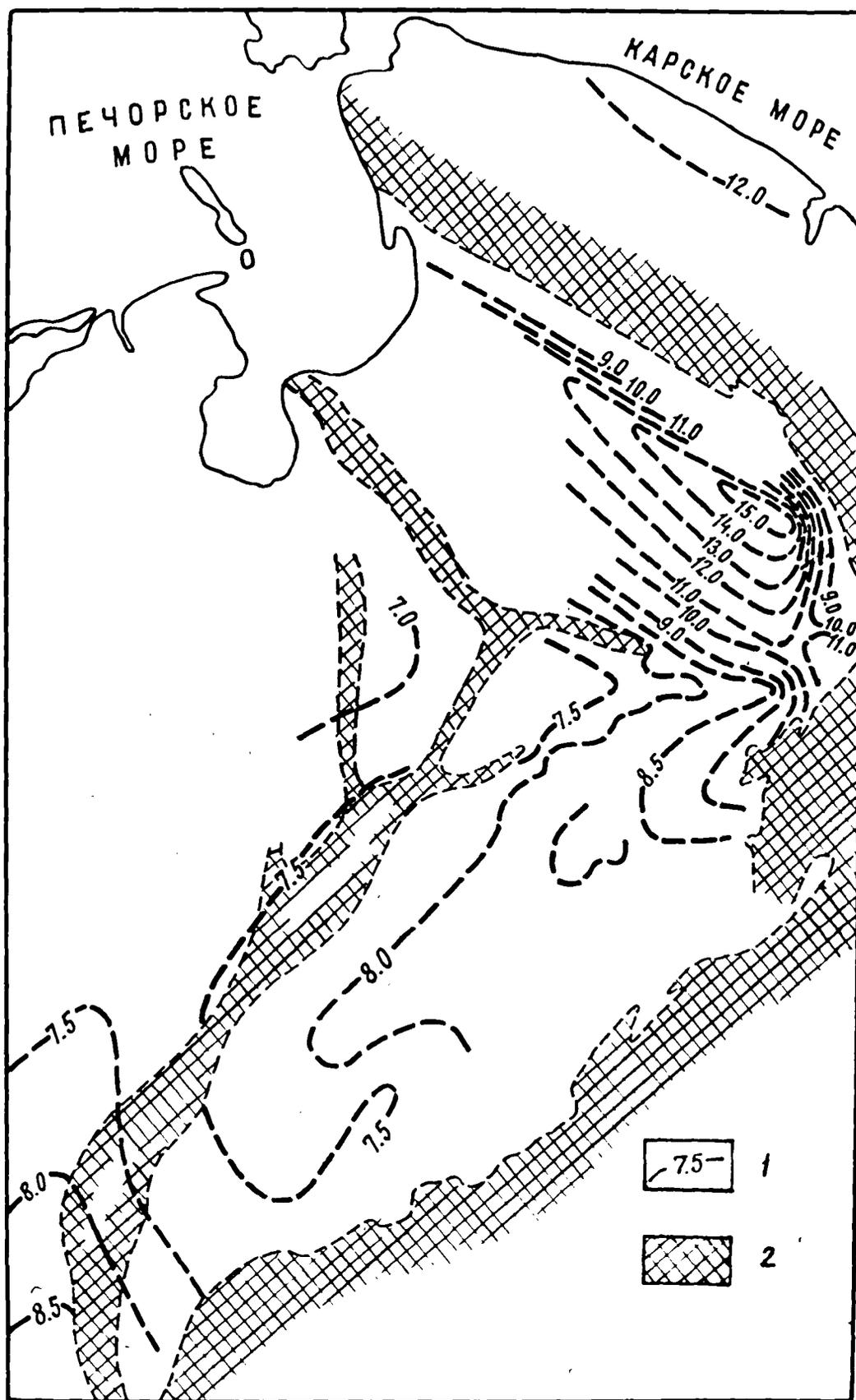


Рис. 34. Карта метаморфизма углей Печорского бассейна на границе нижнего и верхнего отделов пермской системы

Составил Ю. В. Степанов

Рис.34. Карта метаморфизма углей Печорского бассейна на границе верхнего и нижнего отделов пермской системы.

Условные обозначения: 1 - зоны отсутствия пермских отложений, 2 - значения ОС витринита (R^2).

щая пористость не превышает 10%. В породах с низким содержанием цемента преобладают конформные контакты. Вторичные изменения пород этой зоны связаны с окварцеванием, карбонатизацией, гидрослюдизацией и хлоритизацией. Окварцевание выражается не только в формировании регенерационных каемок, но и в появлении порового кварцевого цемента. По периферии пор обычно развит крустификационный хлорит, а центральные части выполнены кварцем или чешуйками гидрослюды. Отмечаются отдельные поры с каолинитом.

Градации МК₄ и МК₅ (9,0-10,8) охватывают отдельные районы Косью-Роговской и Коротаихинской впадин. Однако каменный материал нами не изучался.

Градации АК_I (R^a более 10,8%) характерны для северо-восточного борта Коротаихинской впадины. Отложения, отвечающие этой градации, наиболее детально изучались нами в обнажениях по р.Хейяга. Глинистые минералы как в аргиллитах, так и в цементах песчаников представлены только хлоритом и гидрослюдой. Песчаники сильно уплотнены. Пористость составляет около 5-7%. Контакты между зернами конформные и инкорпорационные. Преобладающими постседиментационными преобразованиями являются окварцевание и карбонатизация. Хлоритизация и гидрослюдизация играют подчиненную роль. Новообразования кварца представлены регенерационными каемками на обломочных зернах и мелкокристаллическим выполнением пор и трещин. Регенерация кварца наиболее широко развита в средне- и крупнозернистых песчаниках. Выделяются две генерации регенерационных каемок, разделенных тончайшими пленками рудных и глинистых частиц. В порах и трещинах кварц имеет мелкокристаллическую мозаичную кварцитовидную структуру. Карбонатизация широко развита по всему разрезу и в различных структурных типах песчаников. Преобладают порово-базальный и базальный коррозионный цементы. Кальцит представлен железистой разновидностью и часто имеет круп-

нокристаллическую явно перекристаллизованную структуру.

Процессы хлоритизации и гидрослюдизации глинистой составляющей носят менее выраженный характер и устанавливаются, главным образом, на основании появления хлорит-гидрослюдистой ассоциации, не отмечаемой в породах Печорской плиты. В шлифах удается наблюдать агрегаты чешуек гидрослюды, покрывающие обломочные зерна и иногда полностью заполняющие мелкие поры. Отмечается присутствие и крустификационных пленок. Каолинит, столь широко развитый в разрезах Печорской плиты, здесь не встречен.

Выделяется группа песчаников с поровым и порово-базальным глинистым хлорит-гидрослюдистым цементом, в котором фиксируются реликты обломочных зерен.

4.2.2. Особенности постседиментационных процессов в песчаниках

Выполненный стадийный анализ пермских терригенных отложений подтвердил основную тенденцию катагенетических преобразований песчаных пород, установленную работами А.В.Копелиовича (1965), М.В.Логвиненко (1963), А.Г.Коссовской (1962), В.Д.Шутова (1962), Е.Е.Карньюшиной (1980) и других исследователей. В ходе катагенеза песчаные породы испытывают последовательное и закономерное уплотнение, выражающееся в изменении характера контактов между зернами, увеличении плотности, сокращении межзерновой пористости. В процессе катагенеза возрастает роль кварцевого и гидрослюдистого цементов. В отложениях, не испытавших глубоких катагенетических преобразований, широкое развитие получают фациально обусловленные процессы. К их числу относятся формирование крустификационного хлорита, каолинитизация, монтмориллонитизация и хлоритизация обломочных компонентов. Карбонатизация является весьма характерным процессом для всех зон катагенеза.

Важнейшая особенность постседиментационных процессов в рас-

смаатриваемых отложениях связана с зоной мезокатагенеза, градацией МК_I. Здесь при одинаковой степени изменения органического вещества характер преобразований песчаных пород на разных участках существенно различается.

Например, на севере Колвинского мегавала преобладают процессы минерализации, общая пористость песчаников не превышает 20% и, в целом, характер вторичных изменений пород вполне согласуется с закономерным усилением катагенеза, по сравнению с зоной протокатагенеза. В то же время в южных разрезах (Колвинского вала, вала Сорокина и Шапкина-Курьяхинского вала) мегавала существенную роль играют процессы растворения, общая пористость песчаников возрастает до 25-30%, и постседиментационные преобразования пород не отвечают прогрессивным стадильным процессам.

С целью уточнения особенностей постседиментационных процессов на стадии МК_I нами было проведено детальное изучение вторичных изменений пород средней песчаной толщи Колвинского мегавала. Наиболее представительным каменным материалом охарактеризована Харьягинская площадь. Здесь нам удалось проследить изменения минерального состава цемента пород по направлению к зонам выклинивания песчаных пластов (рис.35). Центральные части мощных пластов представлены песчаниками средне- и крупнозернистыми с низким (менее 5%) содержанием цемента. В составе цемента преобладают минералы хлоритовой группы, в том числе и смешаннослойные типа хлорит-сметтит. Хлорит часто образует крустификационные каемки на поверхности обломочных зерен. Последние подвержены процессам растворения. По направлению к подошве и, реже, к кровле пласта песчаники становятся более мелкозернистыми, и в них возрастает содержание цемента, в составе которого наряду с глинистыми минералами появляется карбонатный материал, представленный кальцием. Непосредственно у контакта песчаных и нижележащих глинист-

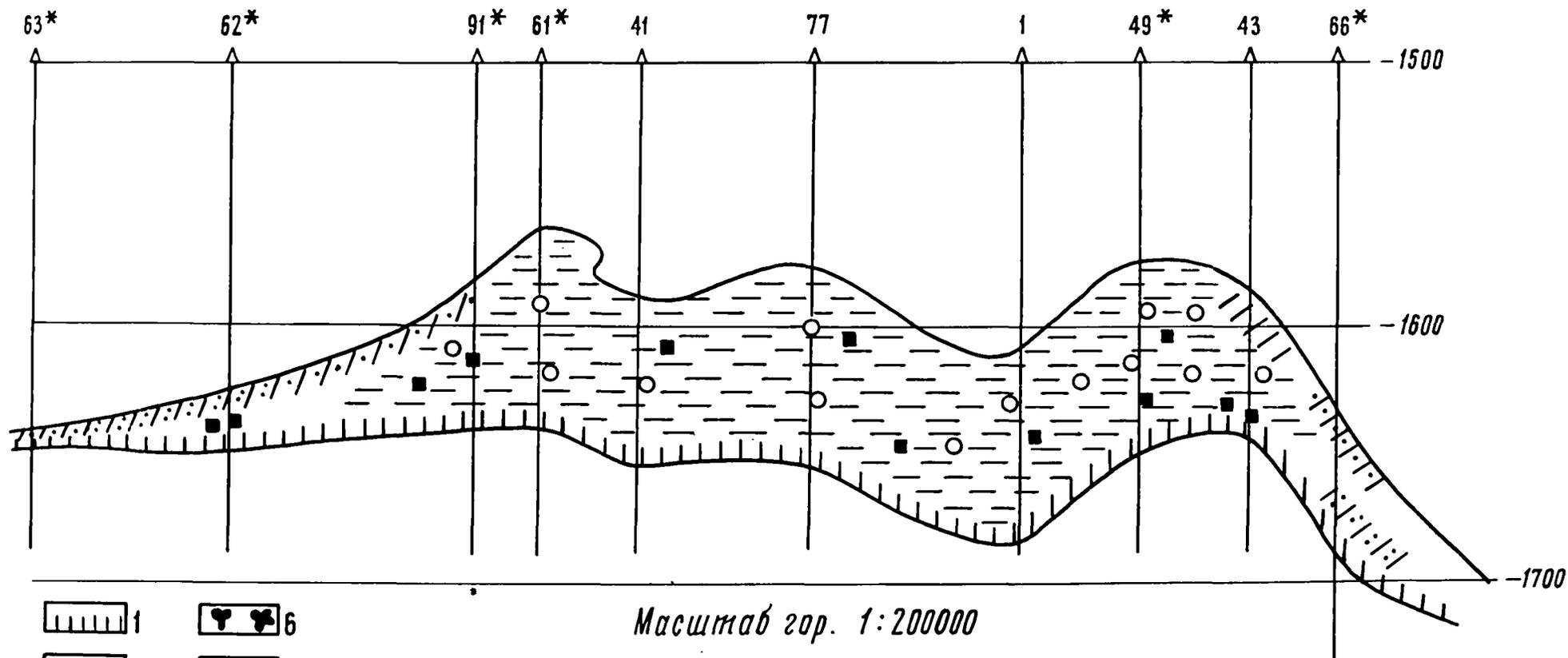


Рис. 35. Минералогический разрез средней песчаной толщи
Харьягинского месторождения

Составила Малышева Е.О.

Рис. 55. Минералогический разрез средней песчаной толщи Харьягинского месторождения.

Условные обозначения: 1 - карбонатный цемент; 2 - каолинитовый; 3 - хлоритовый цемент; 4 - смектитовый цемент; 5 - кварцевый цемент; 6 - окислы и гидроокислы железа; 7 - пирит; 8 - сидерит; 9 - растворение обломков и карбонатного цемента; 10 - скважины, по которым изучался керновый материал.

тых пород кальцит приобретает порово-базальную структуру. В зонах выклинивания резко возрастает содержание цемента и сокращается количество растворенных компонентов. Наиболее важную роль в составе цемента играют кальцит и каолинит. Появляются регенерационные каемки на зернах кварца. Каолинит имеет крупнокристаллическую структуру и хорошо окристаллизован. Кальцит представлен чистой и железистой разновидностями и образует поровую и порово-базальную структуры. По всей толще в пределах Харьягинской площади отмечается интенсивная пиритизация.

На Возейской площади (рис. 36) содержание цементов в песчаниках уменьшается, хотя и отмечается та же тенденция их изменения по разрезу. Глинистая фракция песчаников представлена, главным образом, смектитовой ассоциацией. В верхнем песчаном пласте присутствует и каолинит. Кальцит образует поровую структуру и в его составе отмечается примесь железа. По сравнению с Харьягинской площадью здесь возрастает интенсивность процессов растворения. Из рудных минералов наряду с пиритом широкое развитие получают окислы и гидроокислы железа.

К северу от Харьягинской площади среднюю толщу удалось проследить на Ярейской и Хыльчюской площадях. В разрезе Ярейской площади возрастает содержание карбонатного цемента и более широкое развитие получает каолинит. Отмечаются процессы растворения обломочных компонентов, но в гораздо меньших масштабах чем на южных площадях. По всему пласту отмечаются скопления сидерита.

И, наконец, на наиболее северной из изученных нами площадей, Хыльчюской, для всей средней толщи характерна интенсивная карбонатизация. Карбонатный материал представлен кальцитом крупнокристаллическим железистым, доломитом мелкозернистым, тонкой смесью кальцита и доломита и скоплениями сидерита. Карбонатный цемент имеет порово-базальную структуру. По всему разрезу развит

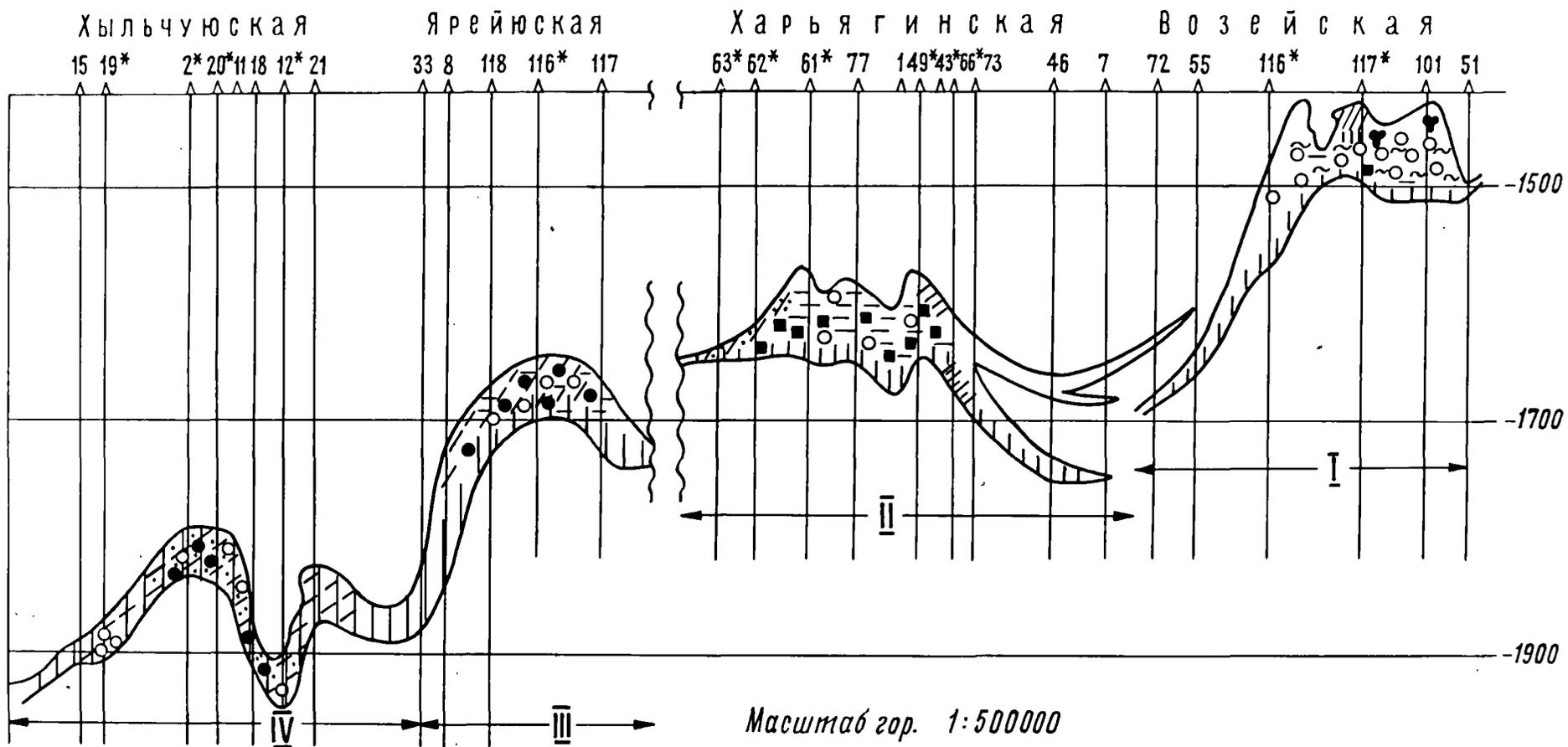


Рис. 36. Минералогический разрез средней песчаной толщи Колвинского мегавала

Условные обозначения см. рис. 35

Составила Малышева Е.О.

каолинит. Он выполняет отдельные поры или участки пор и, как правило, характеризуется крупнокристаллической структурой. Широкое развитие здесь получает регенерационный кварцевый цемент. При этом отмечаются отдельные трещины, полностью залеченные мелкокристаллическим кварцем.

Таким образом, по простиранию Колвинского мегавала в строении средней толщи может быть выделено четыре минералогических зоны (рис. 26). I зона (Возейская площадь) характеризуется слабой цементацией песчаников, смектитовым или смектит-хлоритовым составом глинистой фракции, высокой степенью растворения обломочных компонентов и присутствием пирита, гидроокислов и окислов железа. II зона (Харьягинская площадь) отличается более интенсивной цементацией песчаников. В составе глинистой фракции преобладают минералы хлоритовой группы. Наряду с глинистым появляется порово-базальный карбонатный цемент. Центральные части пластов подвержены процессам растворения. По всей толще отмечаются обильные скопления пирита. III зона (Ярейюская площадь) характеризуется дальнейшими усилением карбонатизации и появлением сидерита. IV зона (Хыльчюская площадь) отличается интенсивной карбонатизацией (кальцит, доломит и сидерит) и каолинитизацией. Широко распространены мелкие скопления сидерита.

Как было показано в предыдущем разделе главы, фациальные условия формирования средней толщи связаны с развитием дельтовой системы. При этом, на Возейской площади наиболее широкое развитие получают отложения фации рукавов дельты, а на Харьягинской и Ярейюской площадях дельтовый комплекс представлен как субаквальными, так и субаэральными фациями, а на Хыльчюской площади преобладают подводно-дельтовые осадки. Отмеченные выше закономерности в фациальной приуроченности таких минералов как каолинит, хлорит, смектит в отложениях средней толщи не прослеживаются. В ка-

честве фациально обусловленных здесь можно рассматривать лишь доломитовый и доломитово-кальцитовый цементы, развитые в породах Хыльчужской площади. Степень катагенетической преобразованности этих пород незначительно отличается в пределах градации MK_I , возрастая в северном направлении. Следовательно, особенности постседиментационных преобразований пород средней толщи связаны не столько с термобарическими условиями, сколько с палеогидродинамическим и палеогидрохимическим режимом подземных вод.

Формирование зон углекислотного или гидролитического выщелачивания алюмосиликатов и других соединений, по мнению многих исследователей обусловлено воздействием инфильтрационных поверхностных вод. Гипергенные воды на пути своей миграции воздействуют на вмещающие породы, обуславливая внутрипластовое окисление, выщелачивание и некоторые другие преобразования. "При взаимодействии этих вод с породами, содержащими скопления органического вещества, возникают геохимические барьеры, в районе которых происходит разгрузка подземных водотоков, приводящая нередко к вторичной кальцитизации" (Тимофеев и др., 1974, с.78). Длительная циркуляция метеогенных вод в пластах - коллекторах (Макаренко, 1955; Германов, 1962; Кондратьева и др., 1980) приводит к развитию минералого-геохимической зональности. И.А.Кондратьевой с соавторами показано, что в песчаных породах с углистым веществом наиболее характерна сравнительно простая зональность, в которой выделяются три зоны: лимонитизации, сульфидообразования (пиритизации) и реликтовых диагенетических минералов (сидерит). Таким образом, широкое развитие процессов растворения обломочных компонентов, а также рудных минералов (гидроокислы и окислы железа, пирит, сидерит) позволяют считать, что вторичные процессы в этой толще протекали под воздействием инфильтрации поверхностных вод при участии углекислоты. Возможные источники углекислоты: разло-

ление органического вещества, биодеградация нефти, гидролиз рассеянных карбонатов и глубинные поступления, рассмотрены в работах В.Н.Холодова (1982). Все механизмы образования углекислоты вполне могли иметь место в рассматриваемых породах. Однако наиболее предпочтительным кажется процесс преобразования органического вещества, в изобилии присутствующего в пермских терригенных отложениях. Тем более, что приводимые в литературе расчеты указывают на большие количества продуцируемого органическим веществом углекислого газа. Продукты растворения обломочных компонентов либо выносились, либо осаждались в зонах выклинивания и изменения гидродинамических и гидрохимических условий. Подтверждением этому может служить характер вторичных преобразований в зонах выклинивания песчаников Харьягинского месторождения.

Наличие и особенности трех типов разрезов, отвечающих градации МК_I, позволяют считать, что в целом, пермские терригенные отложения были подвержены воздействию инфильтрационных вод. Однако, максимальное их влияние испытывали наиболее мощные, относительно выдержанные и первично высокопористые и проницаемые пласты песчаников. К таковым и относятся песчаные пласты средней толщи. Как уже отмечалось в предыдущем разделе главы, песчаники южных площадей Колвинского мегавала и вала Сорокина подвержены процессам растворения обломочных компонентов и характеризуются более высокими значениями пористости, чем породы юга Шапкино-Юрьяхинского вала, в которых преобладают процессы растворения карбонатного цемента. Это может свидетельствовать о том, что южная часть Колвинского мегавала и вала Сорокина раньше попали в зону воздействия метеогенных вод и более длительный период находились под их влиянием.

" В настоящее время в процессе постседиментационного саморазвития осадочных толщ достаточно четко обособились три разных

генетических типа катагенетических явлений: инфильтрационный, гравитационно-рассольный и элизионный" (Холодов, 1982, с.7). Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что пермские терригенные отложения испытывали воздействие инфильтрационного катагенеза. Последний оказался определяющим фактором преобразования пород Печорской синеклизы.

Данные о литолого-фациальных условиях и особенности тектонического развития (Структура..., 1982) в пермское и мезозойско-кайнозойское время подтверждают возможность подобного механизма и указывают на тесную связь этапов преимущественного развития тех или иных постседиментационных процессов с этапами тектонического развития. Позднепермское время, когда накапливались континентальные и лагунные осадки, отвечает периоду диагенеза и, возможно, раннего протокатагенеза рассматриваемых песчаников. При диагенезе пресноводных осадков в результате обогащения иловых растворов торфов, сапропелей и даже минеральных осадков органическими кислотами очень часто возникает особый органико-минеральный тип природных вод, приводящий ^(к) ускорению процессов гидролитического разложения алюмосиликатов (Геохимические особенности..., 1983, с.96). В этот период, вероятно и началось растворение составных компонентов пород. Причем в юго-восточной части рассматриваемой территории, где континентальный режим был наиболее устойчивым, процессы растворения протекали наиболее интенсивно. Пермский этап завершился обширным эпейрогеническим поднятием и размывом значительной части верхнепермских отложений (Структура..., 1982). В триасовое время на всей территории сохранились континентальные условия. Тектонические движения носили характер крупно-глыбовых, эпейрогенических, в результате которых сформировались такие крупные положительные структуры, как гряды Чернышева и Чернова и структурный план синеклизы, близкий к совре-

менному. С этим этапом, вероятно, и связана наиболее интенсивная инфильтрация поверхностных вод в песчаные пласты юга Колвинского мегавала.

В конце триасового или в раннеюрское время отдельные участки рассматриваемой территории (юго-западный борт Жма-Печорской впадины, Печоро-Кожвинский мегавал, север Печорской синеклизы, юг вала Сорокина) вновь испытывают поднятие, о чем свидетельствует залегание среднеюрских отложений с угловым и стратиграфическим несогласием на различных по возрасту породах от каменноугольных до верхнетриасовых. С этим этапом связано вовлечение новых участков в зону действия инфильтрационных вод (юг Шапкино-Юрьяхинского вала). Преобладающим процессом становится растворение карбонатного цемента.

Начиная со среднеюрского времени, когда произошла обширная морская трансгрессия и прекратилась связь проницаемых прослоев с поверхностью, пермские отложения начали испытывать стадийные катагенетические преобразования только под действием термобарических факторов и элизонных вод глинистых толщ. "Нестационарность гидродинамической системы IУ комплекса (артинско-среднетриасового) указывает на то, что процессы отжатия вод из пермотриасовых отложений начались сравнительно недавно и еще не завершились" (Гидрогеологические..., 1983, с.13). В палеогене - неогене вся территория Печорской синеклизы вновь испытала эпигерогеническое поднятие.

Исследования современных гидрогеологических условий в верхнепермских отложениях (Аминов и др., 1983 г.; Невская, 1974, 1976) свидетельствуют о том, что на большей части территории они находятся в зоне затрудненного водообмена и являются регионально гидрогеологически открытыми. Для оценки гидрогеологической закрытости недр был использован коэффициент:
$$\frac{B_r(\text{мг-л}) \cdot 100}{H(\text{м})},$$

где H — глубина залегания водоносного горизонта. При значении коэффициента менее 10 отложения считаются открытыми. Основной тип вод хлор-кальциевый. Минерализация невысокая: изменяется от 29 (Нарьянмарская площадь) до 110 (Северо-Шапкинская площадь). Максимальные значения отмечаются в центральной части Колвинского и Шапкино-Юрьяхинского валов.

В результате сопоставления постседиментационных процессов с историей тектонического развития региона установлено, что направленность вторичных преобразований пород в зоне раннего мезо-катагенеза контролируется положением зон палеоразрывов в послепермское время.

4.3. Выводы

1. Осадконакопление в кунгурское и позднепермское время имеет общую тенденцию регрессивного развития, что отражено на закономерной смене фаций открытого морского мелководья фациями заливно-лагунного прибрежного мелководья, фациями озерно-болотной прибрежно-морской равнины и, наконец, аллювиальными фациями.

Выделенные литологические толщи отражают смену обстановок осадконакопления. Нижняя толща во всех типах разрезов представлена осадками морских и лагунных фаций. Среднюю толщу составляют осадки преимущественно аллювиальных и дельтовых фаций, верхняя толща характеризуется наибольшей пестротой фациального состава. В разрезе данной толщи чередуются озерно-болотные, лагунные и аллювиальные отложения.

2. Процессы осадконакопления носили циклический характер и связаны с двумя циклами седиментогенеза: кунгурско-казанским регрессивно-трансгрессивным и татарским регрессивным. Максимум песчаного осадконакопления обусловлен развитием в кунгурско-ран-

неказанское время дельтовой системы. Изменение возраста дельтового комплекса от позднекунгурского до позднеуфимского свидетельствует о миграции рассматриваемой дельтовой системы во времени и пространстве. При этом, формирование наиболее мощных песчаных тел происходило в условиях сильноподвижного морского мелководья, подводной части и рукавов дельт, руслового аллювия.

3. Существенное влияние на постседиментационные преобразования песчаных толщ Мечорской синеклизы оказали наложенные процессы, связанные с инфильтрацией поверхностных вод. Об этом свидетельствует площадная зональность в характере вторичных изменений пород. На участках, относительно приподнятых (в современном структурном плане) и приближенных к зонам палеоразмывов, в мощных песчаных пластах отмечается интенсивное растворение, низкое содержание цемента, представленного хлоритом и смектитом, присутствие окислов и гидроокислов железа и повышенные значения пористости (до 45-30%). По мере удаления от зон палеоразмывов вглубь бассейна возрастает интенсивность процессов цементации, сокращается - процессов растворения. Значения пористости уменьшаются.

ГЛАВА 5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ

5.1. Природные резервуары

Природный резервуар - это геологическое тело определенной формы, сложенное проницаемыми (коллекторами) и окруженное слабо- или непроницаемыми породами. Выполненный нами комплекс исследований, включающий литолого-фациальный и стадильный анализы и изучение коллекторских свойств пород, позволяет дать разностороннюю характеристику природных резервуаров пермских отложений. Важнейшими свойствами природных резервуаров являются морфология (форма, мощность и протяженность) и емкость (емкостные свойства слагающих их пород). Морфология резервуаров обусловлена, главным образом, процессами осадконакопления. Поэтому, представляется необходимым выделять генетические типы резервуаров, отражающие важнейшие морфологические особенности их строения. С этой целью нами были проанализированы фациальные группы песчаников, рассмотренные в IV главе (табл. I). В пермских отложениях было выделено четыре основных генетических типа природных резервуаров: баровый, дельтовый, аллювиальный и лагунно-озерный (рис. 40).

В группу баровых резервуаров (рис. 37-1) объединены песчаники сильно подвижного морского мелководья (в том числе баров, валов, кос и т.д.), образующие тела линзовидной и, реже, пластовой форм. Мощности песчаных пластов составляют 3-7 м, иногда достигая 15 м. Резервуары этого типа достаточно хорошо выдержаны в пределах отдельных площадей, однако на более обширной территории, как правило, не прослеживаются. Емкостно-фильтрационные свойства пород изменяются в широких пределах, но, в целом, преобладают средне- и даже, низкоемкие коллекторы. Возможности для латеральной миграции ограничены локальным распространением песчаных тел и невысокими емкостными свойствами пород.

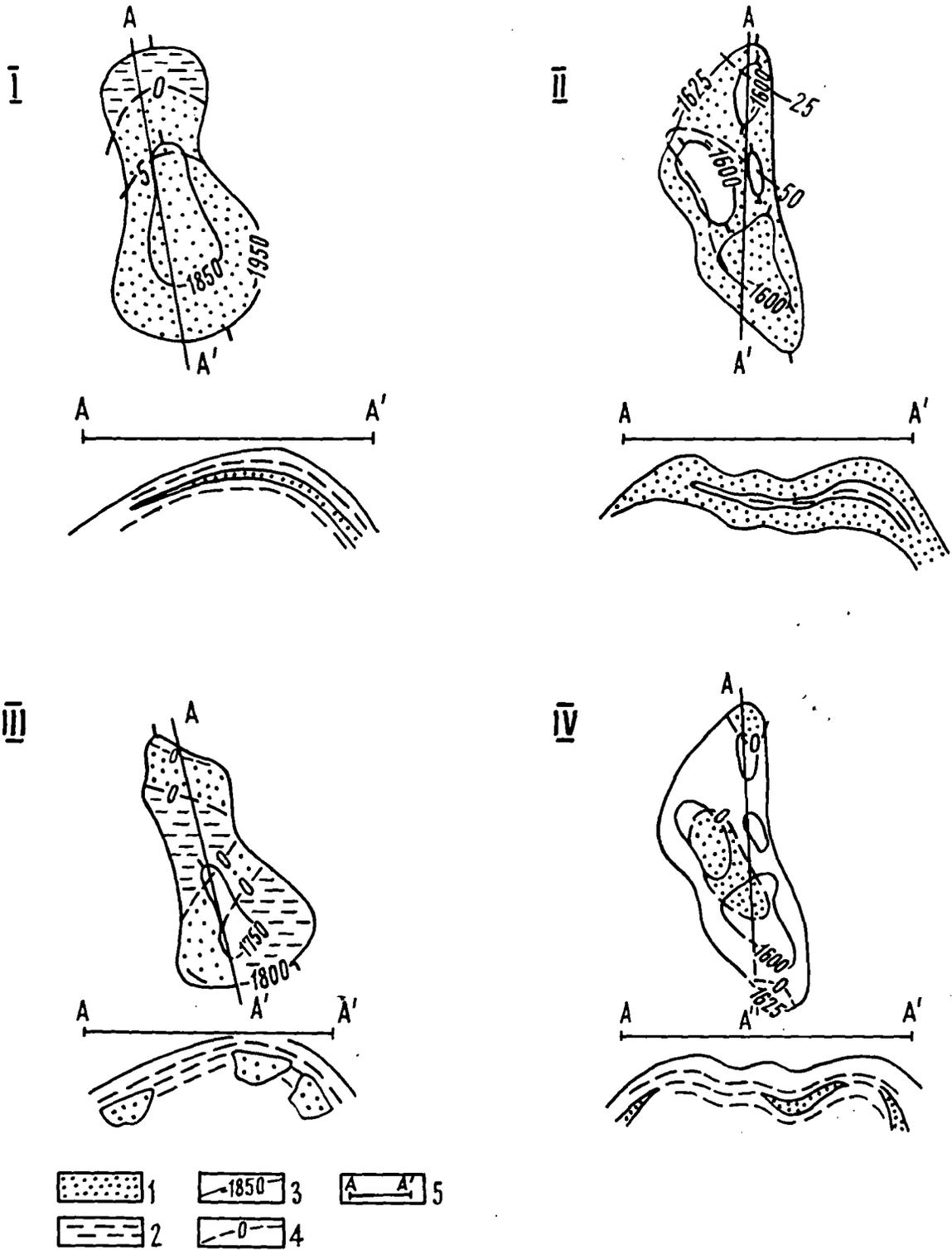


Рис. 37. Типы природных резервов

Составила Малышева Е.О.

Рис.57. Типы природных резервуаров.

Условные обозначения: 1 - песчаники, 2 - глинисто-алевритовые породы; 3 - изогипсы кровли пластов; 4 - мощности пластов; 5 - линии профилей.

1-IV генетические типы резервуаров: I - баровый, II - дельтовый, III - аллювиальный, IV - озерно-лагунный.

Резервуары этого типа наиболее развиты в нижней толще. Поскольку мощность толщи в пределах мещорской синеклизы возрастает в северо-западном направлении, то, соответственно, и доля резервуаров этого типа возрастает в северо-западном направлении.

Резервуары дельтового типа (рис. 37-2) представлены многопластовыми песчаными толщами дельтового генезиса мощностью 40-70 м. В их составе выделяются песчаные пласты подводной части и рукавов дельты, разделенные маломощными алевро-глинистыми породами озерно-болотного и лагунного происхождения. Особенности распределения залежей нефти в этих пластах, изученных по Харьягинскому и Возейскому месторождениям (Никонов, 1982 г.) свидетельствуют о существовании гидродинамической связи между пластами. Это позволяет рассматривать многопластовую толщу как единый резервуар. Резервуары дельтового типа обычно хорошо выдержаны не только в пределах отдельных разведочных площадей, но и на более обширной территории. По морфологическим особенностям они могут быть отнесены к пластовым или линзовидно-пластовым. Наиболее грубозернистые разности пород приурочены либо к верхнему пласту, либо (в случае однопластового резервуара) к верхней части пласта. Контакт с вышележащими глинистыми и углисто-глинистыми отложениями резкий. Емкостно-фильтрационные свойства пород достаточно высокие, и они могут быть отнесены к группам высоко- и среднеемких.

Значительные мощности дельтовых резервуаров, их относительная выдержанность в пределах отдельных зон и высокие фильтрационные свойства пород, создают благоприятные условия для латеральной миграции, но только в пределах этих же зон. широкая площадная миграция углеводородов по всей рассматриваемой территории, как и по всей протяженности валов и мегавалов, вероятно невозможна из-за прерывистости в строении данной толщи. Резервуары дель-

тового типа развиты в средней песчаной толще в пределах значительной части чечорской синеклизы и Предуральяского прогиба. Они отсутствуют или развиты в подчиненном количестве на юге и юго-востоке чечорской синеклизы.

Резервуары аллювиального типа представлены песчаными телами русловых фаций. Они характеризуются неправильной формой залегания (линзовидной или шнурковой), мощностями от 10 до 30 м и резкой невыдержанностью даже в пределах одной площади (рис. 37-3). Наиболее грубозернистые разности приурочены к нижней части пласта. Контакт с нижележащими породами резкий, с вышележащими постепенный через серию переходных разностей. Породы, слагающие резервуары этого типа характеризуются высокими емкостными свойствами. Лишь в пределах Предуральяского прогиба в отложениях, значительно катагенетически преобразованных, отмечают низкие емкостно-фильтрационные свойства. Резервуары аллювиального генезиса играют ведущую роль в верхней толще по всему региону и в средней толще на юге Колвинского мегавала, Хорейверской впадины и вала Сорокина, а также в пределах Предуральяского прогиба. Возможности для латеральной миграции в них ограничены.

Резервуары лагунно-озерного типа объединяют песчаные тела лагунного и континентального (за исключением руслового аллювиального) генезиса. Они имеют линзовидную и в плане и в разрезе форму, характеризуются незначительными мощностями, не превышающими 5-5 м, и не выдержаны даже в пределах отдельных площадей (рис. 37-4). Пористость и проницаемость слагающих их песчаников, как правило, невысокие. Коллекторы низко- и среднеемкие. Резервуары этого типа развиты повсеместно. Возможности для латеральной миграции резко ограничены низкими емкостными свойствами и локальным характером распространения резервуаров.

Таким образом, особенности осадконакопления в пермское время предопределили разнообразие морфологических типов резервуаров. Как видно из вышеизложенного большая их часть резко невыдержана по территории и характеризуется линзовидной формой залегания. Широкая латеральная миграция в таких резервуарах, вероятно, невозможна. Межрезервуарная миграция осложнена из-за усиления процессов минерализации и цементации в зонах выклинивания. Резервуары дельтового типа, широко развитые в центральной и северо-западных частях Печорской синеклизы, обладают наиболее благоприятными для миграции и накопления углеводородов свойствами. Типичная картина строения природных резервуаров в пределах месторождения показана на примере Харьягинского месторождения (рис. 38).

Картирование природных резервуаров в таких сложно построенных толщах как рассматриваемая пермская терригенная и выявление ловушек литологического типа представляют серьезные трудности и требует комплекса специальных геологических и геофизических исследований.

Наиболее важными моментами всех предлагаемых методик являются целенаправленные геофизические исследования (МОВ, МОГТ) и построение крупномасштабных литолого-фациальных карт. Однако, как показали результаты анализа состояния поисковых работ на литологические ловушки в Печорском бассейне (Астафьева, 1982), детальные геолого-геофизические работы по поискам зон выклинивания проводились лишь в отдельных районах в весьма ограниченном объеме и, в целом, носили опытно-методический характер.

Крупномасштабное литолого-фациальное картирование в пределах Печорского НГБ возможно лишь на нескольких наиболее изученных площадях: Возейской, Харьягинской, Василковской и некоторых других.

Однако, нами была сделана попытка охарактеризовать особен-

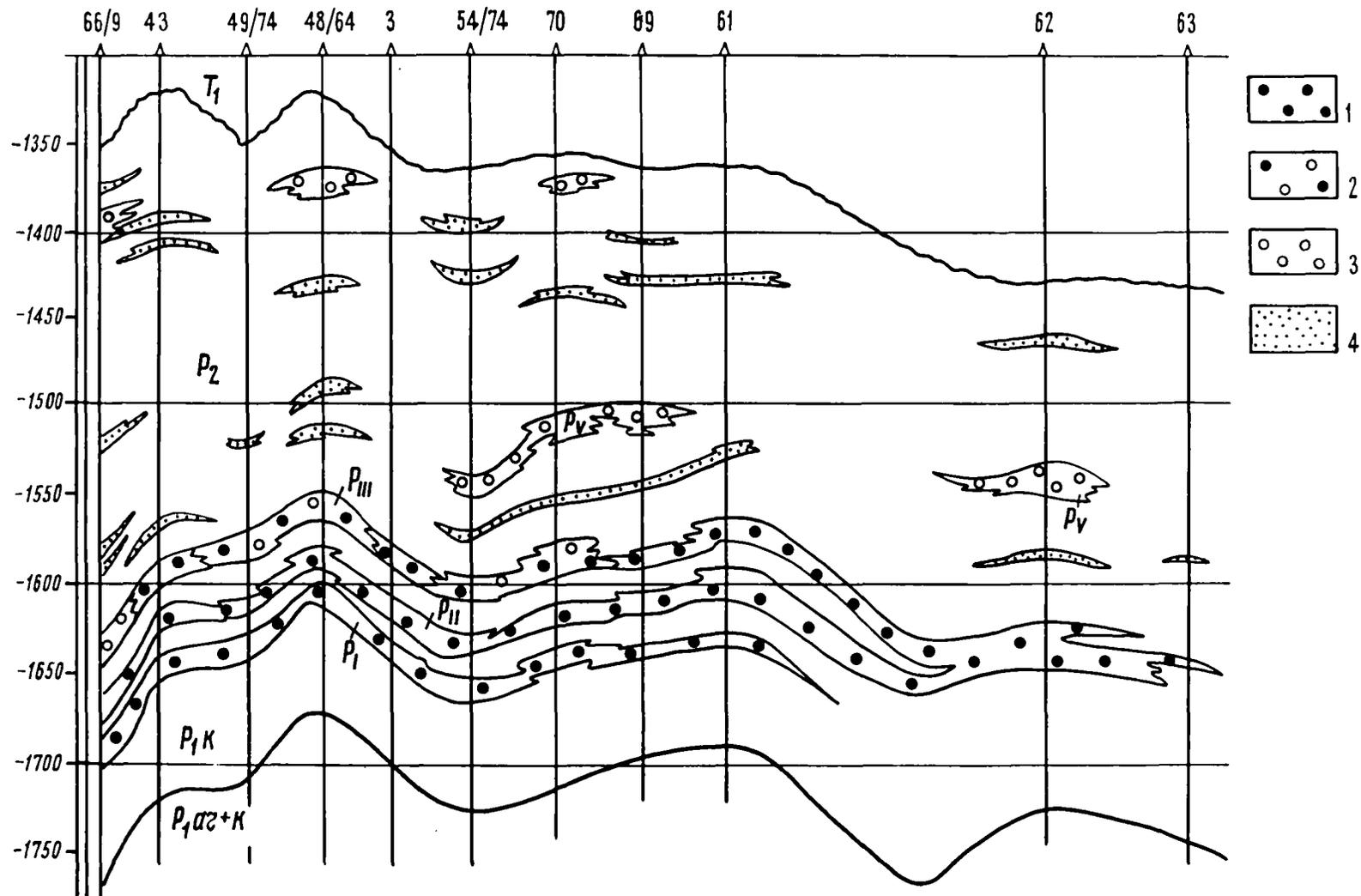


Рис. 38. Схематический геологический разрез пермских терригенных отложений Харьягинского месторождения

Составила Малышева Е.О.

Рис.38. Схематический геологический разрез Харьягинского месторождения.

Условные обозначения: 1-2 - резервуары дельтового типа;
3 - резервуары аллювиального типа; 4 - резервуары лагунно-озерного типа.

ности распространения по территории резервуаров разного генезиса. Для этого нами были проанализированы общая мощность песчаников, количество песчаных пластов, суммарные мощности аллювиальных и дельтовых песчаников, характер вертикальной изменчивости пород.

Параметры мощности, количество пластов и их глубины залегания рассчитались по разрезам скважин, охарактеризованным как керновым и каротажным материалом, так и только каротажным. Возможности применения электрокаротажных диаграмм для фациальной диагностики были рассмотрены и достаточно хорошо обоснованы в работах советских (Муромцев, 1981, 1983) и зарубежных ученых (Visher, 1969, 1971; Буш, 1976, Коннибер, 1979).

Схематическая карта общей мощности песчаников ^(рис.39) была составлена с целью выявления участников наиболее интенсивного песчаного осадконакопления и получения представлений об абсолютных содержаниях песчаников в разрезе. Они изменяются от первых десятков метров до 200 м в пределах Печорской синеклизы и до нескольких сотен метров в Предуральском прогибе. На этой карте выделяются две зоны увеличения мощностей - это крайняя северо-западная часть территории (север Шапкино-Юрьяхинского вала и Мало-земельско-Колгуевской моноклинали) и юго-восточная часть (юг Хорейверской впадины и вала Сорокина), а также предуральский прогиб. В этих районах абсолютные значения мощности превышают 150 м. При этом возрастание мощности песчаников в юго-восточной части территории совпадает с возрастанием общей мощности разреза, а в северо-западной части обнаруживает обратную закономерность. В результате этого относительные содержания песчаников в разрезе возрастают только в северо-западном направлении. На остальной части территории преобладают песчаники со значениями общей мощности от 75 до 150 м. Лишь на севере ва-

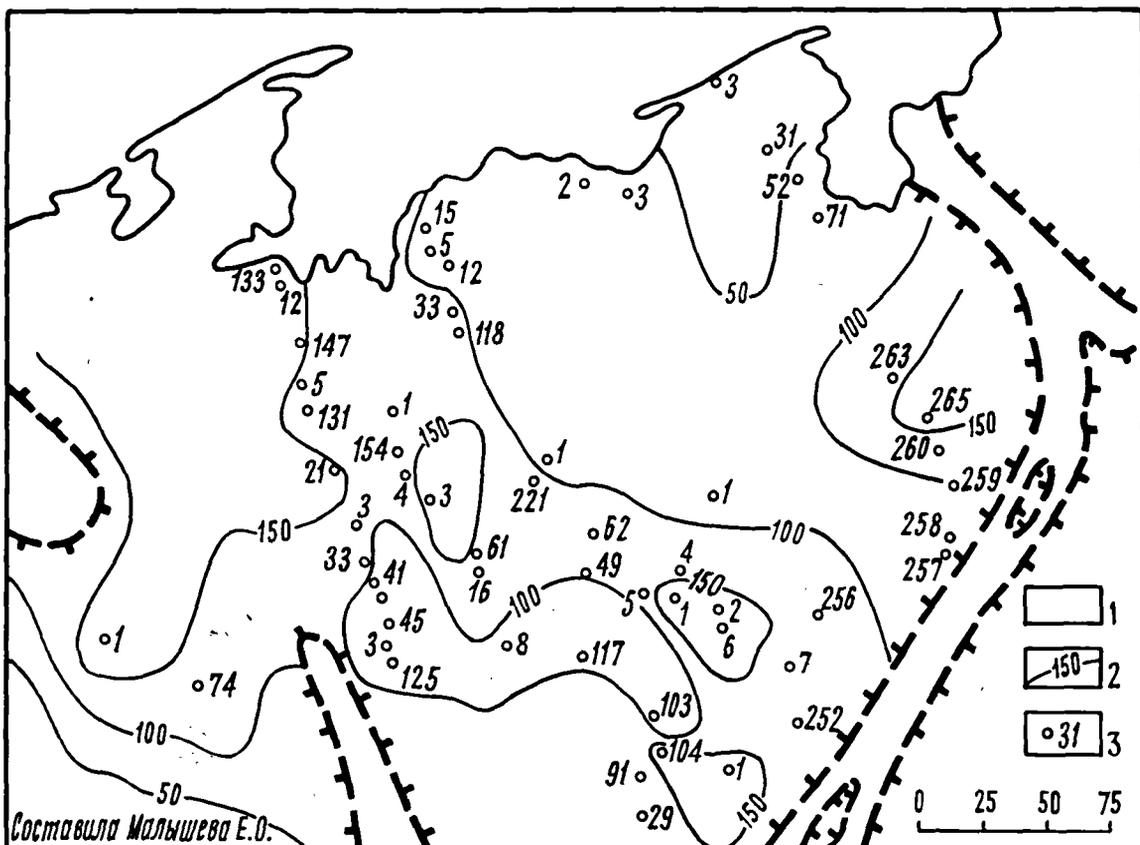


Рис. 39. Суммарные мощности пермских песчаников

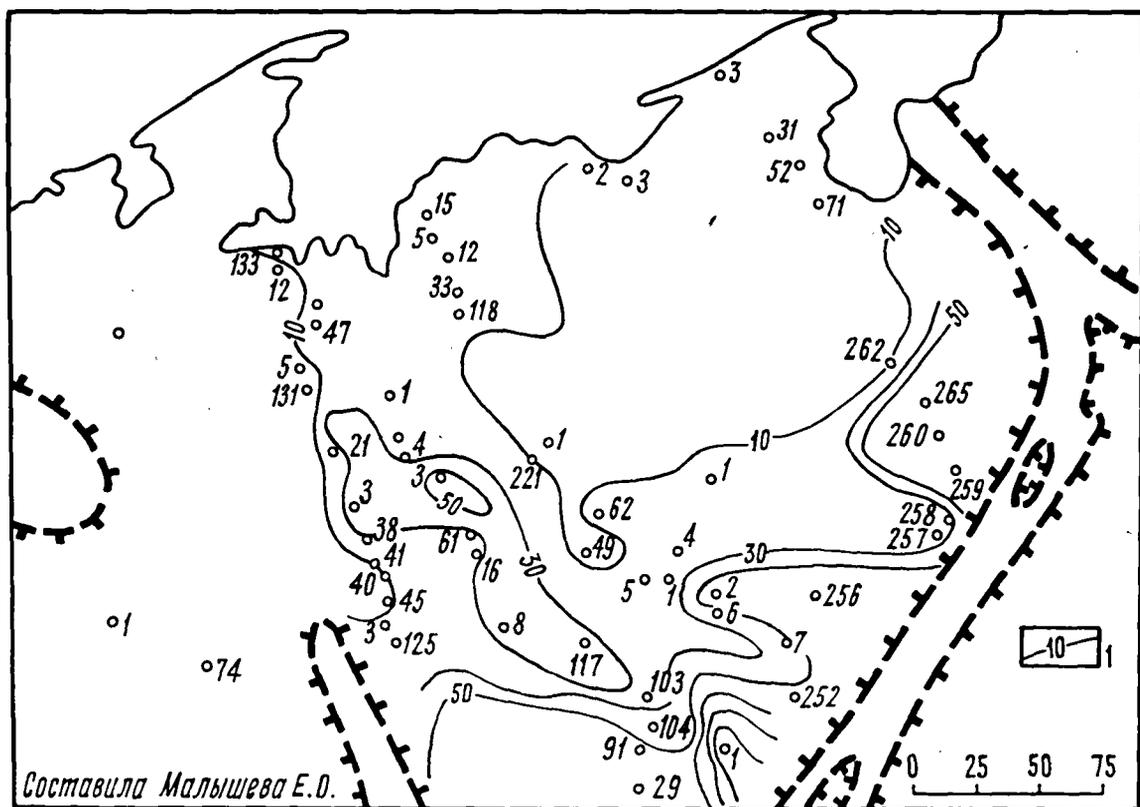


Рис. 40. Суммарные мощности пермских аллювиальных песчаников

Рис.39. Суммарные мощности пермских песчаников.

Условные обозначения. 1 - границы современного распространения пермских терригенных отложений, 2 - суммарные мощности песчаников, 3 - номера скважин.

Рис.40. Суммарные мощности пермских аллювиальных песчаников.

Условные обозначения. 1 - суммарные мощности аллювиальных песчаников.

ла Сорокина и крайней южной части шапкино-Юрьяхинского вала общая мощность песчаников резко уменьшается и составляет от 15 до 50 м. Это уменьшение связано с сокращением общей мощности разреза.

С целью получения представлений о распространении наиболее благоприятных с позиций нефтегазонакопления резервуаров дельтового и аллювиального типов нами были построены схематические карты общей мощности дельтовых (рис.23) и аллювиальных (рис.40) песчаников.

В рассматриваемом интервале разреза пермских отложений общее количество песчаных пластов изменяется в широких пределах от первых единиц до 35. Из них количество мощных песчаных пластов (мощностью более 10 м) не превышает семи. Распределение последних в общем виде аналогично распределению абсолютных значений мощности. Выделяются две зоны наиболее высокого содержания мощных песчаных пластов. Это крайняя северо-западная и юго-восточная части. Последняя охватывает юг Хорейверской впадины (включая Сандивейскую площадь), юг вала Сорокина и Предуральский прогиб. Количество мощных песчаных пластов здесь достигает 7-8, хотя отмечаются многочисленные участки резкого сокращения количества пластов. Подобное распределение песчаных пластов в этой зоне, по-видимому, объясняется их аллювиальным генезисом. Северо-западная зона повышенных содержаний песчаных пластов охватывает крайнюю северную часть Шапкино-Юрьяхинского вала и Малоземельско-Колгуевской моноклинали. Здесь отмечается до 5-6 мощных песчаных пластов и они относительно хорошо выдержаны по площади. Увеличение количества песчаных пластов в этой зоне и их относительно выдержанный характер, вероятно, объясняются наиболее длительным существованием прибрежных морских условий и неоднократным повторением в разрезе баровых и подводно-дельтовых фаций. На осталь-

ной части территории преобладают 2-4 мощных песчаных пласта. В районе севера вала Сорокина, Грубешорской площади Шапкино-Юрьяхинского вала, северной части Харьягинской и Северо-Харьягинской площадей мощные песчаные пласты отсутствуют.

С целью выяснения распределения и изменения по разрезу положения мощных песчаных пластов нами были рассчитаны по методике Н.А. Михайловой (1973) среднее положение песчаных пластов в пределах всей толщи (в % от общей мощности разреза) и дисперсия или стандартное отклонение реального положения пластов от среднего положения.

$$m_i = \frac{\sum_{i=1}^k X_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k X_i^2 \cdot n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} - \left(\frac{\sum_{i=1}^k X_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \right)^2}$$

где m_i - абсолютное положение центра тяжести песчаных пластов в каждой заданной точке

X_i - расстояния от кровли пермских отложений до середины пласта

n_i - мощность пласта

σ - стандартное отклонение пласта от центра тяжести пластов

Полученные результаты свидетельствуют о том, что относительные положения поверхности, фиксирующей среднее положение песчаных пластов, изменяется от 20 до 90%, а дисперсия от 0 (в случае одного пласта) до 40%. При этом, отмечаются резкие колебания значений дисперсии в пределах отдельных площадей.

Оценивая средние значения дисперсии по площадям и сопоставляя их с генетическими особенностями песчаных пластов, можно сделать некоторые выводы. Наиболее высокие ее значения (>30%) отмечаются для разрезов, в которых присутствуют пласты главным образом, аллювиального генезиса. Наиболее низкими значениями дисперсии (<10%) обладают те разрезы, в которых песчаные пласты отвечают только дельтовому комплексу фаций, а также разрезы, в кото-

рых отмечается лишь один мощный песчаный пласт любого генезиса.

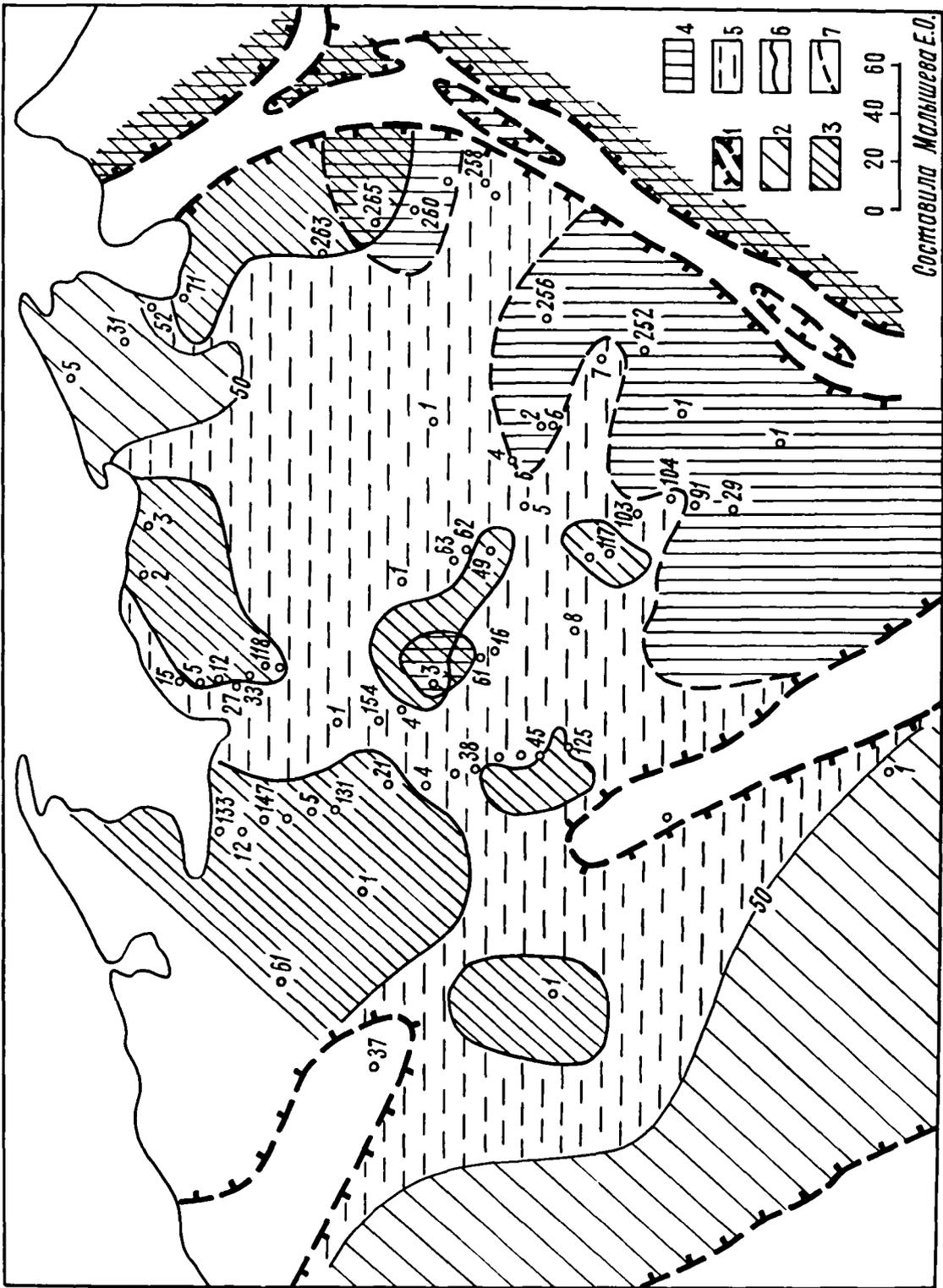
Средние положения центров тяжести песчаных пластов повышаются в северном и северо-западном направлениях. Однако здесь отмечаются значительные отклонения, обусловленные неравномерным развитием в верхней толще песчаных пластов аллювиального генезиса.

На основании анализа общей мощности песчаников, вертикальной изменчивости песчаных пластов, суммарных мощностей дельтовых и аллювиальных отложений была составлена схематическая карта природных резервуаров (рис. 41). На ней выделены зоны преимущественного распространения дельтовых, аллювиальных и озерно-лагунных (с подчиненным количеством баровых и аллювиальных) резервуаров.

Первые характеризуются мощностями дельтовых песчаников, превышающими 40 м. Количество песчаных пластов здесь изменяется от двух до шести, однако в пределах отдельных зон эти колебания незначительны. Общая мощность песчаников превышает 100 м. Дисперсия песчаных пластов изменяется от нескольких процентов до 20% в пределах Колвинского мегавала и севера Хорейверской впадины, от 15% до 40% - в пределах северо-западной части Печорской синеклизы.

Зоны широкого распространения аллювиальных резервуаров отличаются повышенными мощностями аллювиальных песчаников (свыше 50 м) и резкими изменениями количества песчаных (от двух до семи) пластов даже в соседних разрезах. Дисперсия пластов достаточно высокая и составляет около 35-40%, а общая мощность песчаников изменяется от 100 до 200 м.

Зоны преобладающего развития резервуаров озерно-лагунного типа характеризуется либо отсутствием, либо наличием одного-двух мощных песчаных пластов. И общие мощности песчаников, и суммарные мощности дельтовых и аллювиальных песчаников отличаются пониженными значениями.



Составила Малышева Е.О.

РИС. 41. СХЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Рис.4I. Схематическая карта природных резервуаров.

Условные обозначения: I - границы современного распространения пермских терригенных отложений, 2-6 - зоны развития резервуаров: 2 - озерно-лагунного типа (суммарные мощности песчаников не превышают 50 м), 3 - дельтового типа, 4 - аллювиального типа, 5 - озерно-лагунного типа с подчиненной ролью баровых и аллювиальных, 6 - изопахиты (40 м) дельтовых песчаников, 7 - изопахиты (50 м) аллювиальных песчаников.

Особенности строения природных резервуаров пермских отложений, связанные с их неведержанностью и выклиниванием позволяют считать пермские терригенные отложения высокоперспективными на обнаружение ловушек литологического типа.

Наиболее благоприятными этих позиций являются зоны резкого сокращения количества песчаных пластов, особенно мощных, и уменьшения общей мощности песчаников. С фациальной точки зрения наиболее перспективны на обнаружение литологических ловушек зоны преимущественного развития резервуаров аллювиального типа.

5.2. Формирование порового пространства коллекторов

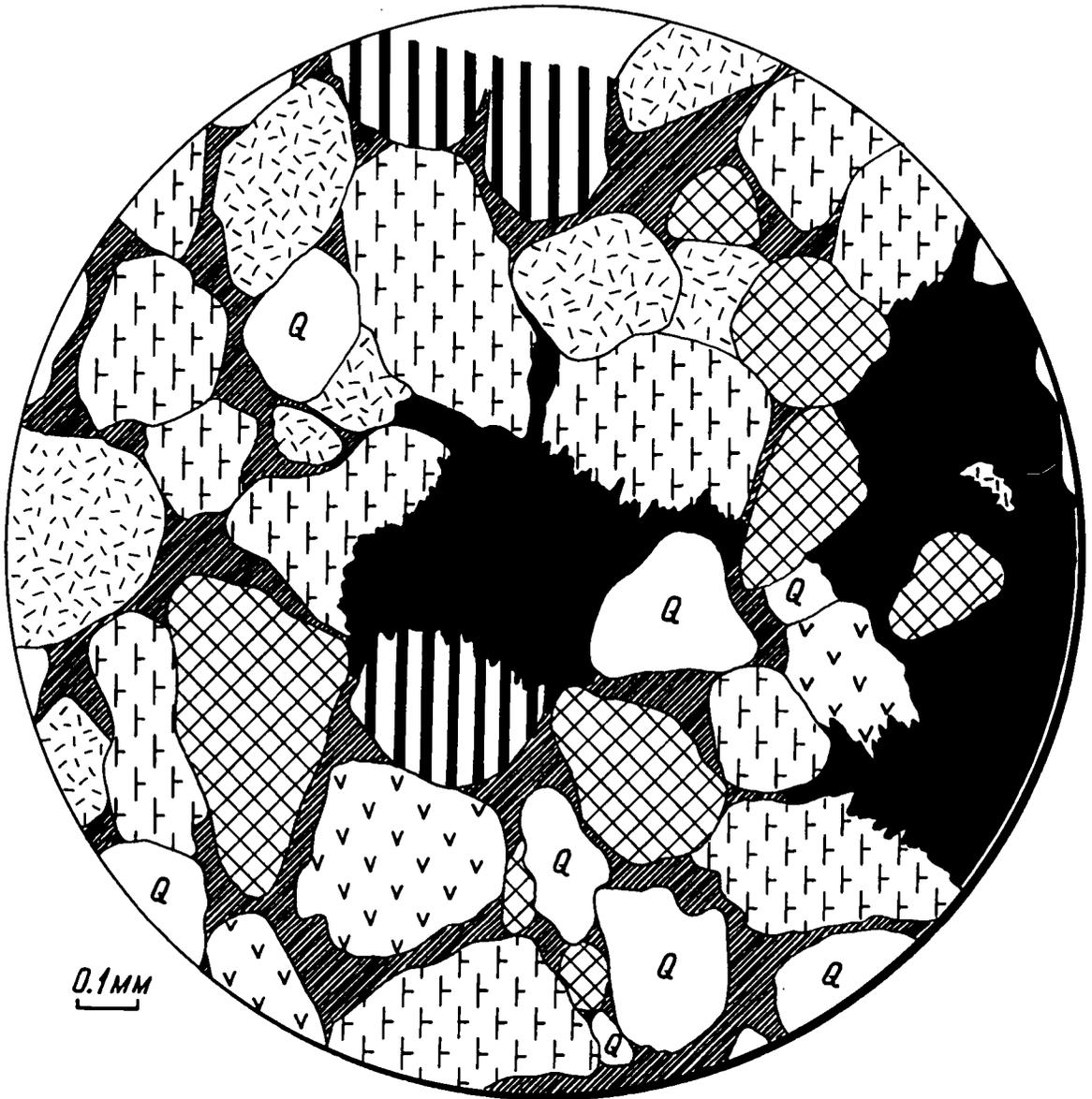
Коллекторами называются "горные породы, обладающие способностью вмещать нефть и газ и отдавать ее при разработке" (Бурлин, 1976, с.5). Емкостно-фильтрационные свойства коллекторов тесно связаны с морфологическими и генетическими особенностями порового пространства пород.

5.2.1. Морфогенетические типы пористости

Основным типом пористости песчаных пород считается первичная межгранулярная, обусловленная особенностями седиментогенеза. На последующих этапах литогенеза ее значения уменьшаются за счет процессов уплотнения и минералообразования. То-есть первичная пористость есть функция условий осадконакопления и стадии катагенеза (а именно глубины погружения). Полимиктовые граувакковые песчаники, содержащие большое количество неустойчивых компонентов, рассматриваются как наиболее неблагоприятные с точки зрения формирования коллекторских свойств. Однако в последние годы стали появляться работы, в которых приводятся данные о широком развитии в терригенных породах вторичной пористости, обус-

ловленной постседиментационными процессами. (Савкевич, 1965; Сахибгареев, 1971; Прошляков, 1974; Петрова, 1978 и др.). И, даже было отмечено, что пористость многих песчаников является вторичной (Hays, 1979; Al-Shaib et al., 1980). В работах В. Шмидта и Д. Макдональда (Schmidt, McDonald, 1979) приводятся диагностические критерии вторичной пористости: 1) частичное растворение; 2) неравномерность упаковки; 3) размеры пор, превышающие размеры зерен; 4) вытянутая форма пор; 5) корродированные границы зерен; 6) внутрикомпонентное растворение. Этими же исследователями выделено пять генетических классов вторичной пористости: 1) трещины, 2) поры усадки, 3) поры растворения терригенного материала, 4) поры растворения аутигенного цемента, 5) поры аутигенного замещения минералов. По мнению большинства ученых преобладающим процессом формирования вторичной пористости является растворение аутигенных цементов (кальцита, сидерита). Основным агентом считается углекислота или освобожденная связанная вода, обладающая повышенной растворяющей способностью. Зоны оптимального развития в породах вторичной пористости некоторыми учеными (Савкевич, 1965; Al-Shaib, Shelton, 1981) связываются с зонами нефте- и газообразования. Результаты петрографо-минералогического исследования свидетельствуют о широком распространении вторичной пористости в пермских песчаных коллекторах севера Печорского НГБ. Она встречается совместно с первичной или в качестве преобладающего типа пористости (рис. 42, 43). Учитывая имеющиеся данные о классификации вторичной пористости, нами выделено три генетических типа вторичной пористости: 1) поры растворения обломочных компонентов; 2) поры растворения цемента; 3) поры, освобождающиеся при аутигенном замещении одних компонентов другими.

Пористость растворения обломочных компонентов представлена



СООТНОШЕНИЕ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ ПОРИСТОСТЕЙ.
ХАРЬЯГИНСКАЯ ПЛОЩАДЬ (обр. №49/10513).

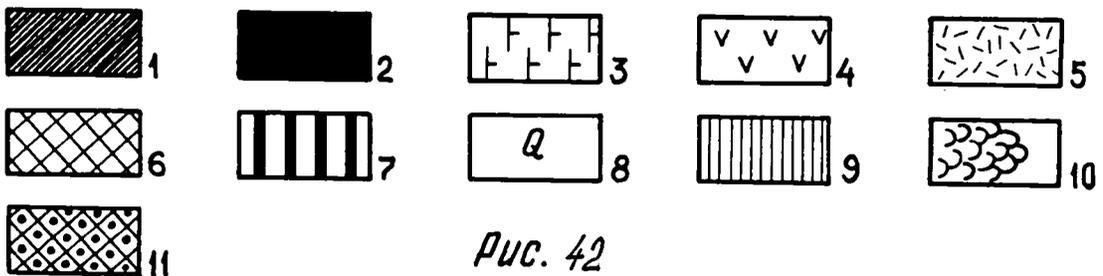


Рис. 42

Рис.42. Соотношение первичной и вторичной пористостей.

Условные обозначения к рис.42, 43

I-2 - пористость: I - первичная, 2 - вторичная; 3-9 - обломочные компоненты: 3 - кислые эффузивы, 4 - основные и средние эффузивы, 5 - туфы и глинизированные породы; 6 - кремнистые породы; 7 - полевые шпаты; 8 - кварц; 9 - биотит; 10-11 - цемент; 10 - каолинитовый, 11 - кальцитовый.



Растворение полевого шпата, обломков основного эффузива и туфа. Харьгинская площадь (обр. № 49/11242).



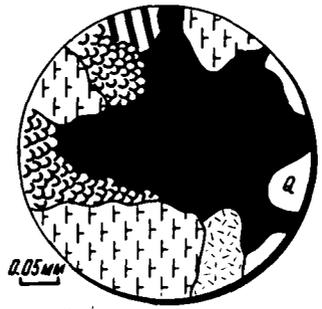
Реликты растворенных полевых шпатов, кислых и основных эффузивов. Васильковская площадь (обр. № 147/3125).



Растворение биотита, обломков основного эффузива и туфа. Серчейюнская площадь (обр. № 40/3706).



Растворение карбонатного цемента и биотита. Харьгинская площадь (обр. № 49/10511).



Выделение каолинита во вторичной поре. Васильковская площадь (обр. № 147/3149).

Рис. 43. Типы вторичной пористости

Условные обозначения см. рис. 42

порами растворения зерен полевых шпатов, слюд, обломков туфов, основных, средних и, реже, кислых эффузивов. Растворение обломочных зерен фиксируется изъеденной коррозионной поверхностью, реликтами обломков неправильной замысловатой формы, внутрикомпонентными пустотами. Последние наиболее характерны для полевых шпатов (фототабл. УШ-1,2), обломков туфов (фототабл. УШ-3). Отмечаются полевые шпаты, подверженные почти полному выщелачиванию (фототабл. УШ-2, рис. 43-2). В целом масштабы растворения обломочных компонентов иногда настолько велики, что образуются поры, в несколько раз превышающие по размерам не только первичные поры, но и обломочные зерна. Иногда в этих пустотах содержатся реликты растворенных зерен.

Электронно-микроскопические снимки наглядно иллюстрируют процесс растворения обломочных компонентов (фототабл. УШ-5,6). Форма реликтов растворенных обломков свидетельствует о том, что растворение обломков протекало в породе и, вероятно, после наиболее интенсивного уплотнения. Пористость растворения обломочных компонентов отмечается по всей рассматриваемой территории. Однако, как уже отмечалось, она наиболее характерна для южных разрезов Колвинского мегавала и вала Сорокина и связана с углекислотным выщелачиванием в условиях пресноводного диагенеза или инфильтративного катагенеза.

К пористости растворения аутигенного цемента отнесены поры растворения кальцита и, в меньшей мере, сидерита. Основными диагностическими признаками этого типа пористости являются одинаковая ориентировка изолированных остатков пойкилитового цемента, корродированные поверхности и, в редких случаях, наличие фронта растворения. Часть карбонатизированных обломков пород также подвергается растворению. Поры, образованные таким путем, характеризуются неправильной замысловатой формой, укрупненными разме-

рами, но часто не обнаруживают связи с соседними порами. В шлифах (фототабл. IX-1,2) и под электронным микроскопом (фототабл. IX-3,4,5) можно наблюдать разные стадии растворения карбонатного цемента.

Растворение карбонатного цемента является характерным явлением для отложений печорской плиты. Наиболее ярко этот процесс выражен в породах Средне-Серчейюской площади и, вероятно, обусловлен инфильтрационными процессами. Однако следует отметить, что процессы формирования и растворения карбонатного цемента являются наиболее чувствительными индикаторами как тектонических движений, так и изменения состава подземных вод. Они могли протекать с разной интенсивностью, замещая друг друга на протяжении всей истории существования пермских отложений.

Пористость аутигенного замещения представлена микропорами, возникшими при каолинитизации полевых шпатов, обломков кислых эффузивов, смектитов и полиминеральной смеси глинистых минералов. При насыщении образцов окрашивающей смесью происходит заполнение не только межгранулярных пор, но и самого каолинитового цемента, что является доказательством открытой пористости каолинитового цемента. Электронно-микроскопические исследования (фототабл. III-4,6) также свидетельствуют о рыхлой упаковке каолинитовых пакетов и наличии микропористости. Пористость этого типа начинает играть существенную роль лишь в породах с высоким содержанием каолинитового цемента, которые наиболее характерны для Василковской и Хыльчююской площадей.

Количественная оценка вторичной пористости проводилась методом линейного обседа пор в шлифах с помощью интеграционного устройства МИУ-1 (90 шлифов). Микропористость лишь грубо оценивалась на основании сопоставления данных обседа шлифов и определений методом насыщения керосином. Результаты представлены

на литолого-минералогических разрезах, приведенных в предыдущей главе. Доля вторичной пористости в общем объеме пустотного пространства составляет от нескольких до 100%. Максимальные абсолютные значения вторичной пористости отмечаются в породах юга Шапкина-Юрьяхинского вала. В целом, анализируя условия формирования вторичной пористости, следует отметить, что в большинстве случаев они связаны с воздействием инфильтрационных процессов на постседиментационные преобразования пород.

Таким образом, емкостное пространство рассматриваемых пород сформировано макро- и микропористостью. Макропористость представлена межзерновыми реликтовыми порами, обусловленными процессами осадконакопления и последующего уплотнения пород, и порами растворения обломочных компонентов и цемента. Микропористость обусловлена процессами замещения.

5.2.2. Классы коллекторов и закономерности их распространения

Емкостно-фильтрационные параметры (общая и открытая пористости, проницаемость) определялись в лаборатории физики пласта Института "ПечорНИИНефть". Кроме этого, использовались данные лаборатории петрофизики ПГО "Ухтанефтегазгеология", а также результаты петрофизических исследований, приводимые в отчетах ПГО "Архангельскгеология" (Горецкий и др., 1972, 1980). Всего использовано 2200 определений пористости и проницаемости. Однако, следует отметить, что по площади они распределены неравномерно.

В результате установлено, что пористость и проницаемость рассматриваемых пород колеблются в широких пределах (пористость от 1 до 31%, проницаемость от 0 до $6000 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$). Для одних и тех же значений пористости наблюдается значительный разброс параметров проницаемости. Например, открытой пористости 20% соответствуют значения проницаемости от $0,4 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ до $600 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$.

Поэтому, выявление характера изменений коллекторских свойств пород как по разрезу, так и территории возможно на основании анализа частоты встречаемости емкостно-фильтрационных параметров. Для этого по отдельным разрезам были построены частотные графики значений пористости. Особенности постседиментационных изменений пород в мощных и маломощных пластах предопределили характер обобщения материала: графики строились как в целом по разрезу, так и отдельно, для мощных и маломощных пластов (рис. 44). Всего было охарактеризовано 13 площадей. Для каждой из выделенных по пористости групп строились частотные графики проницаемости (рис. 45).

В результате проведенного анализа коллекторских свойств выделено 3 класса коллекторов: высокочемких, среднечемких и низкочемких (табл. 2). В классе высокочемких коллекторов выделено две группы, I группа, со значениями открытой пористости, превышающими 25%, характеризуется разбросом значений проницаемости от $70 \cdot 10^{-15}$ до $6000 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Песчаникам свойственна рыхлая упаковка, крупно- и среднезернистый состав, низкое (менее 5%) содержание цемента. Последний представлен крустификационными хлоритовыми пленками, выделениями в порах каолинита и, значительно реже, хлорит-сметитовыми образованиями. Емкостное пространство этих пород сформировано межзерновыми порами и порами растворения обломочных компонентов. На долю пористости растворения приходится до 40% от общей пористости. II группа объединяет породы со значениями открытой пористости 21-25% и проницаемости от $0,9 \cdot 10^{-15}$ до $1800 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. В этой группе выделяются породы, аналогичные вышеописанным, и песчаники с преобладающей вторичной пористостью растворения карбонатного цемента. Последние представлены крупно- средне- и, реже, мелкозернистыми разностями с реликтовым карбонатным и, реже, каолинитовым и хлорит-сметитовым цементами. В отдельных

Рис.44. Коллекторская характеристика пермских терригенных отложений.

Условные обозначения.

Обобщение данных по: 1 - всему разрезу, 2 - по мощным (более 10 м) песчаным пластам, 3 - по маломощным пластам.

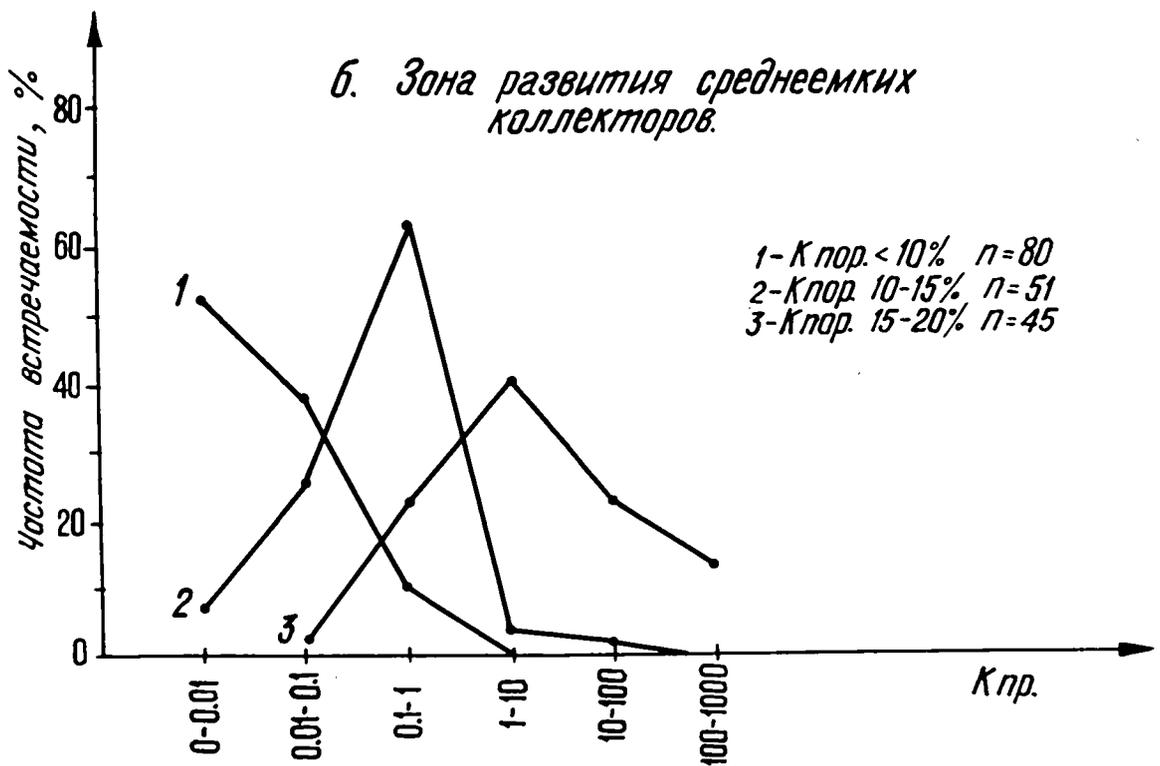
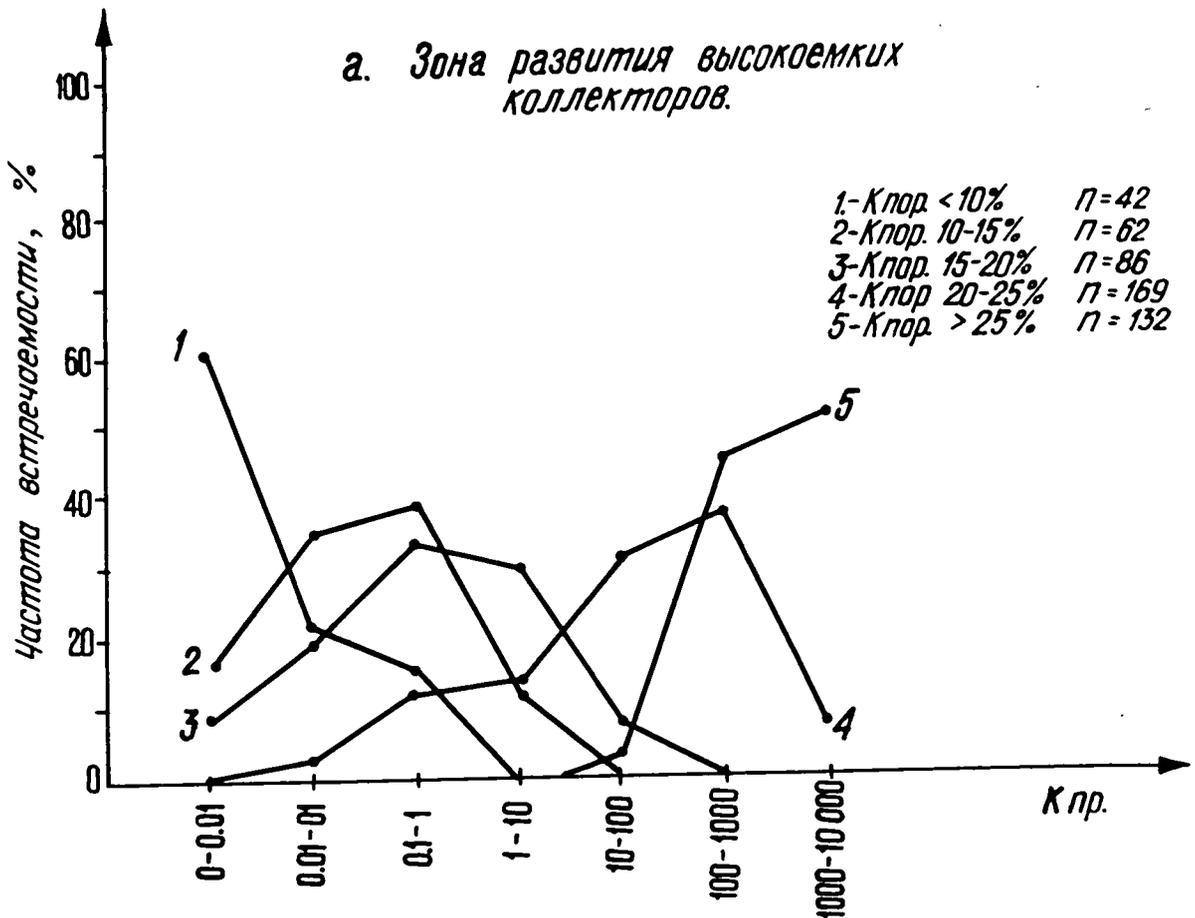


Рис.45. Частотные графики параметров проницаемости.

Характеристика коллекторов пермских терригенных отложений

Клас- сы	Груп- пы	Открытая: порис- тость, %	Проницаемость: (10-15 м ²) крайние знач. характерные	Генетический тип : пористости	Состав цемента	Генезис песчаных пластов	Стадия: ката- генеза:	Распростра- нение по терри- тории
Высокоемкие	I	26-30	<u>70-6000</u> 1000-6000	Сочетание реликто- вой первичной и вторичной	Хлоритовый крусти- фикационный, каоли- нитовый поровый, реже хлорит-сметт. поров. Содержание менее 5%.	Фации руслового аллювия, рукавов дельт, подводной дельты	МК ₁	Возейская, Херь- ягинская, Осо- вейской, Нрей- ягинская, Хосе- даюская площа- ди.
	II	21-25	<u>1-1800</u> 100-1000	1. Сочетание ре- ликтовой первич- ной и вторичной. 2. Преобладание вто- ричной.	Хлоритовый крусти- фикационный, каоли- нитовый, хлорит.- сметт., карбонатный поровые. Содержание 5-10%	Фации руслового аллювия, рукавов дельт, подводной дельты, аккумуля- тивных форм под- вижного мелково- дья.	МК ₁ - МК ₂	"-" Салюминская, Макаринская, Юрьянская, Серчейская, Пашорская
Среднеемкие	III	16-20	<u>0,05-570</u> 1-10	1. Преобладание первичной. 2. Пре- обладание вторич- ной пористости.	Поровые кальцито- вый, каолиновый, хлорит-сметт., по- лимнеральный. Содержание до 15%.	"-" реже фации озер	МК ₃ - МК ₂	"-" Хыльчукская, Василковская, Кумжинская, Нрейюская.
	IV	10-15	<u>непр.-10</u> 0,1-1	"-"	Поровый и порово- базальный карбо- натный, поровый хлорит-сметт. и по- лимнеральный. Содержание 20-25%.	"-" фации озер, реч- ных притоков, пойм, заливного лагунного мелко- водья, руслового аллювия.	МК ₃ -	повсеместно, за исключением восточной части пред- уральского прогиба

Клас-сы	Группы	Открытая пористость, %	Проницаемость (10-15 м ²) : крайние знач. : характерные	Генетический тип : пористости	Состав цемента	Генезис песчаных пластов	Стадия ката- : генеза	Распростра- : нение по : территории
низкоемкие	У	менее 10	непр.-I 0,01	Реликтовая первичная	Поровые и базальные карбонатный, хлорит-смет., хлорит-гидрослюдистый, полиминеральные. Содержание до 35%.	—	III ₃ - AK	повсеместно

случаях все поровое пространство представлено вторичной пористостью.

В классе среднеемких коллекторов также выделено две группы (III и IV). III группа объединяет песчаники со значениями пористости 16-20%, проницаемости $(0,05-570) \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. песчаники имеют средне- мелко- и, крупнозернистую структуры и более уплотнены по сравнению с рассмотренными выше. Содержание цемента, представленного каолинитом, хлоритом, кварцем, смектитовыми и карбонатными минералами составляет 10-15%. Емкостное пространство представлено сочетанием пор первичного и вторичного генезиса. Среди последних преобладают поры растворения карбонатного цемента. IV группа коллекторов характеризуется значениями пористости от 10 до 15% и проницаемости до $10 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. В ее составе выделяются песчаники мелко- и среднезернистые, реже, алевролиты с поровым хлорит-смектитовым, полиминеральным и каолинитовым цементами содержанием от нескольких процентов до 25%. Преобладающим типом пористости в них являются межгранулярная первичная. Кроме пород с глинистым цементом для этой группы характерны песчаники и алевролиты с порово-базальным карбонатным цементом, в которых развита вторичная пористость.

К классу низкоемких пород отнесены песчаники и алевролиты с пористостью, не превышающей 10%, и проницаемостью от 0 до 10^{-15} м^2 . При этом преобладают непроницаемые породы, которые уже не могут рассматриваться как коллектора. Песчаники характеризуются порово-базальным или поровым карбонатным, глинистым полиминеральным и кварцевым цементами. К классу низкоемких пород отнесены также сильно уплотненные песчаники с конформными и инкорпорационными контактами и низким содержанием хлорит-гидроглинистого цемента. В этой группе можно ожидать трещинный тип коллектора. Однако специальных исследований трещиноватости пород

не проводилось.

В целом, анализ данных о коллекторских свойствах пермских терригенных отложений свидетельствует о том, что в рассматриваемых отложениях выделяется группа (I) с аномально высокими емкостно-фильтрационными свойствами, тогда как обычно полимиктовые песчаники относятся к классам с наименее благоприятными коллекторскими свойствами. Например, в классификации И.А.Конюхова полимиктовые песчаники отнесены к классам средней (пористость 5-15%, проницаемость 300-10мд) и малой (пористость менее 5%, проницаемость 50-1 мд) емкости.

Результаты изучения обстановок осадконакопления, постседиментационных преобразований и условий формирования порвого пространства пород в совокупности с данными об их емкостно-фильтрационных свойствах позволяют перейти к анализу факторов и закономерностей формирования коллекторов.

Как было показано выше, коллекторами в пермских терригенных отложениях являются, главным образом, песчаники. Обстановки песчаного осадконакопления рассмотрены в главе 4.1.3. В результате установлено, что песчаные пласты-потенциальные коллекторы нефти и газа имеют очень широкое развитие в пределах рассматриваемой территории. Их отсутствие отмечается только вдоль северо-восточного склона Среднего и Южного Тимана, где пермские терригенные отложения представлены глинами с прослоями мергелей и алевролитов.

Наиболее высокие значения пористости и проницаемости отмечаются в центральной и верхней частях пластов барового и подводнодельтового генезиса, в центральной и нижней частях пластов аллювиального происхождения.

В этих частях пластов развиты средне- и крупнозернистые песчаники с низким содержанием цемента, который представлен хлоритом, каолинитом или смешаннослойными хлорит-сметтитовыми образования-

ми. При этом, как уже отмечалось, каолинит тяготеет к континентальным отложениями, а хлорит -сметитовые минералы - к морским и лагунам. Непосредственно в кровле и подошве рассматриваемых пластов емкостно-фильтрационные параметры снижаются либо за счет развития карбонатного цемента, либо ухудшения сортировки и увеличения глинистой примеси. Наиболее существенные различия коллекторских свойств пород аллювиального, барового и дельтового происхождения связаны с интенсивностью и направленностью постседиментационных процессов. Максимальные значения пористости (20-30%) и проницаемости до $6000 \cdot 10^{-15}$ отмечаются в породах, подверженных инфильтрационным процессам, где широкое развитие получает вторичная пористость. На участках, где в песчаниках преобладают стадильные изменения, связанные с уплотнением и минерализацией, отмечаются пониженные значения пористости и проницаемости (пористость не превышает 20%). И, наконец, увеличение доли конформных и инкорпорационных контактов, усиление процессов окварцевания и карбонатизации пород на поздних стадиях катагенеза (МК₅-АК) резко ухудшают коллекторские свойства пород. Пористость при этом не превышает 10%, а проницаемость $0.1 \cdot 10^{-15}$ м².

Песчаники фаций озер, речных притоков и т.д. характеризуются более низкими значениями пористости и проницаемости по сравнению с рассмотренными выше фациальными группами. Частота встречаемости высокеемких коллекторов резко сокращается, а доля низкеемких и среднеемких пород возрастает. Сокращение пористости связано с карбонатизацией этих пластов и развитием полиминерального глинистого цемента. Однако отмечаются отдельные прослои, характеризующиеся повышенными значениями коллекторских свойств пород за счет развития вторичной пористости или каолинитового цемента.

Наиболее низкие емкостно-фильтрационные параметры отмечаются в песчаниках фаций малоподвижного морского мелководья, заливно-

лагунного мелководья и поймы. Это связано с высоким содержанием глинистого цемента полиминерального или хлорит-монтмориллонитового состава, интенсивной карбонатизацией и уплотнением пород.

Таким образом, изменения коллекторских свойств пород по разрезу контролируются условиями осадконакопления, так как именно они предопределили ход постседиментационных процессов в разных пластах. В результате, песчаники фаций русел, дельт и аккумулятивных форм подвижного мелководья оказываются преобразованными в меньшей степени и характеризуются более высокими значениями коллекторских свойств, чем отложения пойменных, озерных и заливно-лагунных фаций, отвечающие той же стадии катагенеза.

Характер изменения коллекторских свойств пород на территории обусловлен зональностью постседиментационных процессов. Наиболее высокие значения пористости и проницаемости отмечаются на участках, испытавших влияние инфильтрационных процессов. По мере ослабления этого влияния, а также усиления степени катагенетической преобразованности пород, емкостно-фильтрационные свойства пород ухудшаются. В отложениях, претерпевших глубокие катагенетические изменения, отмечаются только низкоемкие коллектора.

Формирование и широкое развитие высокеемких коллекторов обусловлено благоприятным сочетанием условий осадконакопления и последующих преобразований пород. Высокие скорости накопления осадков, средне- и крупнозернистый состав, низкое содержание первичной глинистой примеси и значительные мощности песчаных пластов обусловили высокие значения первичной пористости песчаников дельтового и аллювиального генезиса. Развитие процессов растворения обломочных компонентов, наиболее интенсивно протекавших в зонах активного водообмена и, вероятно, приближенных к зонам инфильтрации, привело к формированию вторичной емкости и, как следствие, к увеличению коллекторских свойств пород. Осо-

бенности уплотнения песчаников мощных пластов, "жесткий каркас", возникающий за счет карбонатизации кровли и подошвы пластов, слабая минерализация их центральных частей и, в отдельных случаях, заполнение коллектора нефтью обусловили сохранение высоких значений емкостно-фильтрационных свойств.

Анализ факторов формирования коллекторов позволил составить схематическую карту развития пород с различными коллекторскими свойствами (рис.46). При этом выделялись зоны высокочемких, средне-емких и низкочемких коллекторов. Названия зон отвечают наиболее характерным значениям пористости пород из пластов аллювиального, дельтового и барового генезиса. В пластах-коллекторах иного происхождения абсолютные значения пористости и проницаемости ниже, но основная тенденция изменения коллекторских свойств по площади (хоть и менее выраженная) сохраняется. В пределах Печорской синеклизы катагенез пород отвечает градациям $МК_3$ - $МК_2$. Существенное влияние на постседиментационные изменения оказали наложенные процессы, зональность проявления которых находится в зависимости от современного структурного плана. Поэтому границы между зонами коллекторов в пределах Печорской плиты проводились в соответствии с современным структурным планом. Пермские отложения Предуральяского прогиба отвечают стадиям катагенеза $МК_3$ - $АК$, оказывающим определяющее воздействие на емкостно-фильтрационные свойства пород. Поэтому границы между зонами коллекторов в пределах Предуральяского прогиба проводились в соответствии с положением изо-респланд (рис.34).

Зона развития высокочемких коллекторов охватывает южную и западную часть рассматриваемой территории. В ее составе выделено пять подзон. Подзона I-я объединяет пермские отложения юга Колвинского мегавала (Харьягинская, Врзейская и Усинская площади). Анализ графиков частоты встречаемости пород с различными значе-

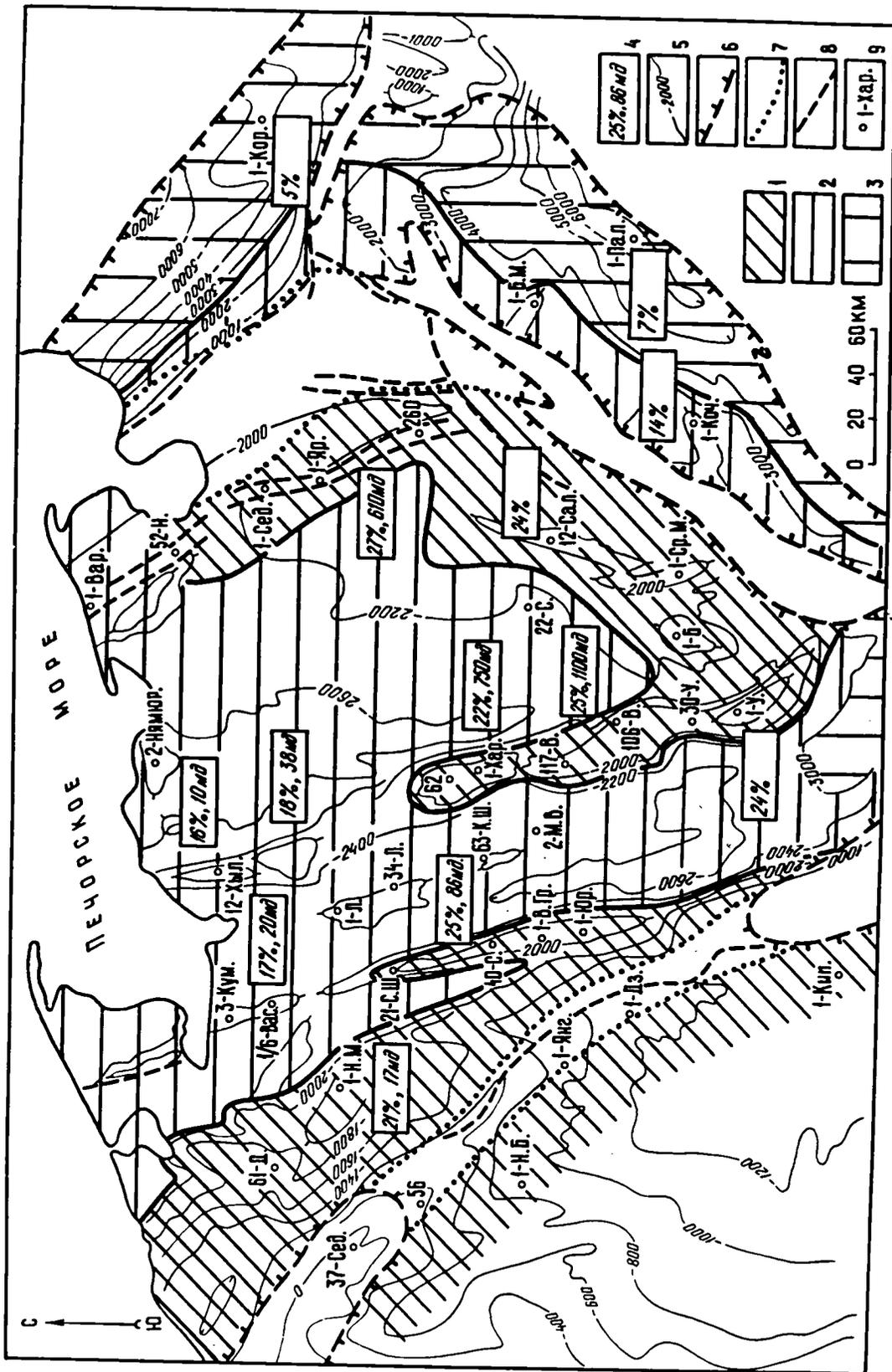


РИС. 46. РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ
ЕМКОСТНО - ФИЛЬТРАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Составила Малышева Е.О.

Рис.46. Распространение коллекторов с различными емкостными свойствами.

Условные обозначения. 1-3 - зоны развития коллекторов: 1 - высокочемких, 2 - среднечемких, 3 - низкочемких; 4 - средние значения наиболее часто встречающихся параметров пористости и проницаемости; 5 - изогипсы кровли карбонатов P_a ; 6 - границы современного распространения отложений; 7 - границы древних размывов; 8 - разломы; 9 - номер скважины.

ниями пористости (рис.44) показал, что в отложениях данной подзоны на долю пород с пористостью выше 20% приходится 40-70% от всех образцов и 50-80% от образцов песчаников из пластов, мощностью свыше 10 метров. При переходе от Харьягинской к Возейской площади доля этих пород возрастает, и среди них существенную роль начинают играть песчаники со значениями открытой пористости от 26 до 30%, проницаемости $(300-3000) \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Песчаники с высокими значениями коллекторских свойств характеризуются рыхлой упаковкой крупно- и среднезернистым составом, низким (менее 5%) содержанием цемента, представленным либо хлоритом крустификационным, либо каолинитом поровым. Емкостное пространство этих песчаников сформировано межзерновыми порами и порами растворения обломочных компонентов. При этом на долю пористости растворения приходится до 40% от общей пористости.

Подзона I-б, выделяемая в центральной и южных частях вала Сорокина и прилегающих участках Хорейверской впадины, наиболее охарактеризована на Ярейягинской, Осоевской и Хоседаюнской площадям. Здесь в целом по разрезу преобладают песчаники со значениями открытой пористости, превышающими 25%, которые в сумме с породами, обладающими пористостью 21-25% составляют от 70 до 90% от всех изученных образцов. Значения проницаемости изменяются до $2700 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$, что несколько ниже по сравнению с подзоной I-а. Центральная часть вала Сорокина с прилегающими участками Хорейверской впадины отнесены к этой зоне предположительно.

Подзоны I-в (Макариха-Салюкинский вал) характеризуется преобладанием песчаников со значениями пористости 21-25% (в 55% случаев) и проницаемости $(1-650) \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$.

Подзона I-г выделяется в центральной и южной частях Шапкино-Юрьяхинского вала (от Ванейвесской до Юрьяхинской площади) и прилегающих с запада участках Малоземельско-Колгуевской (Нарьян-

марская и Удачная площади) моноклинали. Наиболее характерные значения пористости превышают 20%. Проницаемость при этом изменяется от $10 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ до $2400 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. При переходе от наиболее северных площадей рассматриваемой подзоны к южным доля высокоемких коллекторов в целом по разрезу возрастает от 30 до 45%.

В мощных пластах она достигает 65-70%. Отличительной особенностью коллекторов данной подзоны является увеличение степени карбонатизации и возрастание доли вторичной пористости до 80%. Вторичная пористость представлена порами растворения карбонатного цемента и, в меньшей степени, обломочных компонентов.

Зона I-д выделяется предположительно в восточной части Ижма-Печорской впадины на основании имеющихся разрозненных данных о коллекторских свойствах верхнепермских отложений и общих сведений об их строении. Например, в скважине I-Кипиево открытая пористость песчаников достигает 30%, а проницаемость $5000 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$.

Зона развития среднеемких коллекторов (открытая пористость 11-20%, проницаемость 0-600 мд) охватывает северную часть Печорской плиты и западный борт Предуральяского прогиба. В ее составе выделяются две подзоны. К подзоне II-а отнесены северные части Шапкино-Юрьяхинского вала, Колвинского мегавала и вала Сорокина, центральная часть Денисовской впадины и, предположительно, Хорейверская впадина. Наиболее охарактеризованы данными по коллекторским свойствам пермские отложения северных частей Шапкино-Юрьяхинского вала и Колвинского мегавала. На частотных графиках отмечаются два максимума: в области значений коэффициента пористости ниже 10% и в области - 15-20%. Первый максимум обусловлен влиянием коэффициентов пористости из маломощных пластов, в которых частота встречаемости низкоемких пород составляет 65%. Вторым максимум связан с породами из мощных пластов, для которых наиболее характерными значениями открытой пористости являются

16-20%, проницаемости 1-75 мд). Данные коллекторы представлены песчаниками мелко-, средне- и крупнозернистыми, уплотненными, с поровым каолиновым, карбонатным, хлорит-сметитовым и регенерационным кварцевым цементами. Общее содержание цемента 5-15%. Емкостное пространство представлено либо только реликтовыми межзерновыми порами, либо сочетанием межзерновых пор и пор растворения карбонатного цемента.

Подзона П-б выделяется в западной части Предуральяского прогиба в соответствии с данными о степени их катагенетической преобразованности. Коллекторские свойства пород изучались только по скважине Кочмес-16. Открытая пористость здесь составляет 16-17% при проницаемости $(10-77) \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Песчаники средне-, мелко- и крупнозернистые с преобладающими полиминеральными и карбонатным цементами, значительно уплотнены. Пористость, в основном, реликтовая межзерновая, хотя отмечаются и поры растворения обломочных компонентов.

Зона развития низкочемких коллекторов охватывает большую часть Коротайхинской впадины и северо-восточную часть Косью-Роговской впадины. Имеющиеся данные по коллекторским свойствам пород из разрезов скважин Пальникшор-1, Сыня-1 и Коротайха-1 (123 определений) свидетельствуют о том, что все изученные образцы обладают пористостью ниже 10% и большинство из них непроницаемы. Однако эти породы могут быть представлены трещинным типом коллектора. Поэтому отложения зоны не должны полностью исключаться из группы коллекторов.

Территория Ижма-Печорской впадины изучалась нами только по литературным данным. Здесь помимо выделенной нами подзоны I-д высокочемких коллекторов Г.В.Важениным выделяются две зоны. Одна зона практически полного отсутствия коллекторов протягивается узкой полосой вдоль северо-восточного склона среднего Тимана.

Здесь пермские терригенные отложения представлены глинами с прослоями мергелей и алевролитов. К востоку от нее располагается зона низко- и, возможно, среднеемких коллекторов, представленных маломощными пластами песчаников (1-3 м), разобщенными мощными пластами глин и глинистых алевролитов с пористостью 5-7% и нулевой проницаемостью. Однако электрокаротажные характеристики отдельных прослоев свидетельствуют и о повышенных значениях емкостно-фильтрационных параметров, что не исключает возможности присутствия в этой зоне среднеемких коллекторов.

5.3. Выводы

1. В пермских терригенных отложениях выделено четыре основных генетических типа природных резервуаров: баровый, дельтовый, лагунно-озерный и аллювиальный. Резервуары каждого из этих типов характеризуются определенными морфологическими и емкостно-фильтрационными свойствами. Дельтовые резервуары, широко развитые в центральной и северо-западной части Печорской синеклизы, обладают наиболее благоприятными для миграции и накопления углеводородов свойствами. На основании анализа фациального состава отложений, общей мощности песчаников, вертикальной изменчивости песчаных пластов, суммарных мощностей дельтовых и аллювиальных отложений была составлена схематическая карта природных резервуаров. На ней выделены зоны преимущественного распространения дельтовых, аллювиальных и озерно-лагунных (с подчиненным количеством баровых и аллювиальных) резервуаров.

2. Результаты петрографо-минералогических исследований свидетельствуют о широком развитии в рассматриваемых породах вторичной пористости. Она представлена пораами растворения обломочных компонентов и карбонатного цемента, а также пораами, образующимися при аутигенном замещении одних компонентов другими. Порис-

тость растворения, вероятно, связана с процессами углекислотного выщелачивания в условиях пресноводного диагенеза и инфильтрационного катагенеза.

3. В результате проведенного анализа коллекторских свойств пород выделено три класса коллекторов: высокоемких, среднеемких и низкоемких. Изменения коллекторских свойств по разрезу контролируются условиями осадконакопления. Песчаники фаций русел рек, дельт и аккумулятивных форм подвижного мелководья характеризуются более высокими значениями емкостно-фильтрационных параметров, чем отложения пойменных озерных и заливно-лагунных фаций, отвечающих той же стадии катагенеза.

Характер изменений коллекторских свойств пород по территории обусловлен зональностью постседиментационных процессов. Наиболее высокие значения пористости и проницаемости отмечаются на участках, испытавших влияние инфильтрационных процессов. По мере ослабления этого влияния, а так же усиления степени катагенетической преобразованности пород, емкостно-фильтрационные свойства пород ухудшаются. В отложениях, претерпевших глубокие катагенетические изменения, отмечаются только низкоемкие коллектора.

ГЛАВА 6. ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ

6.1. Общие сведения о нефтегазоносности пермских терригенных отложений

Пермские терригенные отложения входят в состав пермско-среднеюрского терригенного нефтегазоносного мегакомплекса. В нем подготовлено 17% геологических запасов категории А+В+С₁.

Подготовленные запасы мегакомплекса концентрируются в региональных кунгурско-верхнепермском и триасовом НГК. В основании кунгурско-верхнепермского НГК залегает толща глинистых пород кунгурского возраста, являющаяся региональной покрывкой для нижележащего комплекса. Перекрывается комплекс глинистой покрывкой нижнетриасового возраста.

Залежи нефти, газа и конденсата в пермских терригенных отложениях выявлены на структурах шапкино-Орьяхинского вала (Кумжинской, Василковской, Южно-шапкинской, Средне-Серчейюской и Пашшорской), Колвинского мегавала (Хыльчюской, Харьягинской, Возейской), вала Сорокина (Торавейской, Южно-Торавейской, Наульской).

В пределах Кумжинского месторождения в пермских терригенных отложениях установлено три газовых залежи. Газ относится к азотно-метановому типу. Содержание метана составляет 91,3%, его гомологов - 1,7%, азота - 0,05%, гелия - 0,056%. Залежи приурочены к пластам дельтового генезиса (подводная часть и рукава дельты). Кроме этого, здесь открыты залежи газоконденсата в карбонатных пермско-каменноугольных отложениях и залежь газа в нижнетриасовых отложениях.

На Василковском месторождении в кунгурско-верхнепермских отложениях выявлено несколько залежей газоконденсата. Удельный вес

конденсатов изменяется от $0,754 \text{ г/см}^3$ до $0,746 \text{ г/см}^3$, содержание серы $0,07-0,21\%$. Газы этих залежей однотипны, содержат $88-91\%$ метана, $1,27-1,66\%$ его гомологов, $9,45-4,5\%$ азота, $0,51-1,63\%$ углекислого газа. Залесь газоконденсата установлена также в карбонатных отложениях пермско-карбонового возраста и в песчаниках нижнего триаса. В целом по разрезу месторождения с увеличением глубины конденсаты утяжеляются, а нефти (из оторочек) облегчаются. Содержание серы в нефтях и конденсатах с глубиной растет. Газы характеризуются однотипным метановым составом и увеличением доли легких компонентов в верхних залежах.

Нефтегазоносность Южно-Шапкинского месторождения связана с отложениями от раннекаменноугольного до среднетриасового возраста и отличается разнообразием фазового состава скоплений УВ. В пермских терригенных отложениях установлена одна залежь легкого газа. В целом, несмотря на многопластовый характер месторождения, в его разрезе присутствуют практически однотипные нефти и газы.

В пределах Средне-Серчейюского месторождения в пермских терригенных отложениях установлено две залежи нефти в песчаниках сильноподвижного морского мелководья и руслового аллювия. В первой залежи плотность нефти составляет $0,864 \text{ г/см}^3$, сернистость $0,51\%$. Содержание парафинов $2,97\%$, смол $3,87\%$, асфальтенов $0,24\%$. Выше по разрезу в аллювиальных песчаниках отмечено проявление легкой нефти (плотность $0,827 \text{ г/см}^3$), сернистой ($0,57\%$), низкопарафинистой ($1,19\%$) и смолистой нефти. Залежи нефти на этом месторождении установлены также в нижнепермско-каменноугольных карбонатах. Нефти близки по составу нефтям из нижней залежи терригенных отложений перми. В нижнетриасовых отложениях установлена залежь газа.

На Пашшорском месторождении основными продуктивными горизонтами являются девонские терригенные и карбонатные (рифовые) отло-

жения. В пермских терригенных отложениях установлена небольшая залежь нефти в дельтовых песчаниках.

В целом для месторождения Шапкино-Юрьяхинского вала отмечается утяжеление конденсатов и облегчение нефти с глубиной. Газы характеризуются преимущественно метановым составом и вверх по разрезу в них увеличивается содержание легких компонентов.

В пределах Колвинского мегавала залежи углеводородов в пермских терригенных отложениях установлены на Хыльчуйском, Харьятинском и Возейском месторождениях.

На Хыльчуйской площади выявлено четыре залежи нефти и конденсата. Плотность конденсата составляет $0,761 \text{ г/см}^3$, содержание серы $0,21\%$. Конденсатный газ азотно-метанового типа, сероводородный, со значительной концентрацией азота ($7,6\%$) и кислых компонентов ($5,2\%$). Залежь конденсата приурочена к наиболее мощным пластам сильно подвижного морского мелководья. Нефти из разных залежей характеризуются близкими значениями плотности ($0,832-0,843 \text{ г/см}^3$), сернистости ($0,34-0,31\%$), парафинистости ($0,55\%$). Залежи нефти приурочены к пластам барового и аллювиального генезиса. На Хыльчуйском месторождении также установлена газоконденсатно-нефтяная залежь в артинских карбонатных отложениях. весьма специфичным составом характеризуются устьевые пробы газа. Они отличаются аномально высоким содержанием CO_2 (36%) и сероводорода (20%).

К настоящему времени самые значительные запасы нефти в пермских терригенных отложениях подготовлены на Харьятинском месторождении. Здесь установлено несколько залежей нефти в песчаниках дельтового и аллювиального генезиса. Основная залежь приурочена к многопластовому резервуару дельтового типа. Нефти характеризуются следующими свойствами: плотность изменяется от $0,822$ до $0,840 \text{ г/см}^3$, содержание серы составляет $0,37\% - 0,49\%$, пара-

фина 9,19%, смол 2,7%, асфальтенов 0,7%. В составе попутного газа отмечается значительное содержание тяжелых УВ (36,8%). Кроме пермского терригенного комплекса нефтеносными здесь являются среднедевонские терригенные, верхнедевонские и нижнепермские карбонатные отложения. В целом, по разрезу месторождения плотность нефтей мало изменяется, а содержание парафинов увеличивается с глубиной.

На Возейском месторождении залежи нефти в пермских отложениях установлены на северном (Костюкском) участке и приурочены к пластам аллювиального и дельтового генезиса. Нефти из всех интервалов характеризуются близким составом. Плотность изменяется от 0,832 г/см³ до 0,846 г/см³, сернистость - от 0,53% до 0,68%. Основная промышленная нефтеносность этого месторождения связана с песчаниками среднего девона и карбонатными отложениями верхнедевонско-нижнепермского возраста. Нефти этих залежей более тяжелые и сернистые по сравнению с нефтями из пермских отложений.

В целом, свойства флюидов существенно варьируют в пределах Колвинского мегавала, однако четких тенденций их изменения по разрезу не наблюдается.

В пределах вала Сорокина пермские терригенные отложения нефтеносны на Торавейском, Южно-Торавейском и Наульском месторождениях. Нефти здесь тяжелые (0,907-0,993 г/см³), высокосернистые (1,97-2,78%), малопарафинистые (вплоть до полного отсутствия парафинов), содержат значительное количество смол (24,4%) и асфальтенов (18,1%). Такой состав нефтей свидетельствует об их глубокой гипергенной переработке.

В предуральском прогибе в пермских терригенных отложениях выявлены небольшие залежи на Кочмесской и Лемвинской площадях. Нефти Кочмесского месторождения утяжеленные (0,893 г/см³), характеризуются повышенным содержанием серы (0,92-0,99%), смол (5,9%).

и асфальтенов (до 1,9%). На Лемвинском месторождении установлена залежь газа, содержащего 94,3% метана, 2,3% - его гомологов, 3,2% - азота.

Во многих разрезах пермских терригенных отложений кроме установленных залежей УВ отмечаются нефте- и газопроявления. В целом, анализ характера распространения скоплений углеводородов свидетельствует о присутствии в этих отложениях промышленных залежей нефти, газа и конденсата. Основными продуктивными горизонтами являются песчаные пласты дельтового и, в меньшей мере, аллювиального генезиса. При этом, для первых наиболее характерен пластово-сводовый тип залежей, а для вторых - литологически экранированный. Типичная картина строения залежей в пермских терригенных отложениях показана на примере Возейского месторождения (рис.47). Всем вышеперечисленным месторождениям присущи некоторые общие черты строения. Они состоят из нескольких залежей, характеризующихся близким составом углеводородов. В отложениях нижней толщи установлены пластово-сводовые залежи в резервуарах барового типа. Самые крупные залежи месторождений, также пластово-сводового типа, приурочены к многопластовым резервуарам дельтового типа, развитым в средней толще. Наконец, в отложениях верхней толщи, залежи углеводородов связаны, главным образом, с аллювиальными резервуарами и могут быть отнесены к типу литологически экранированных. Во всех месторождениях помимо пермских терригенных отложений продуктивными являются и нижележащие комплексы. При этом, нефти, газы и конденсаты пермского терригенного и пермско-каменноугольного карбонатного комплекса характеризуются близким составом.

Однако, следует отметить, что целенаправленные поисково-разведочные работы на пермские терригенные отложения проводятся в очень ограниченном объеме. Хотя в таких сложнопостроенных тол-

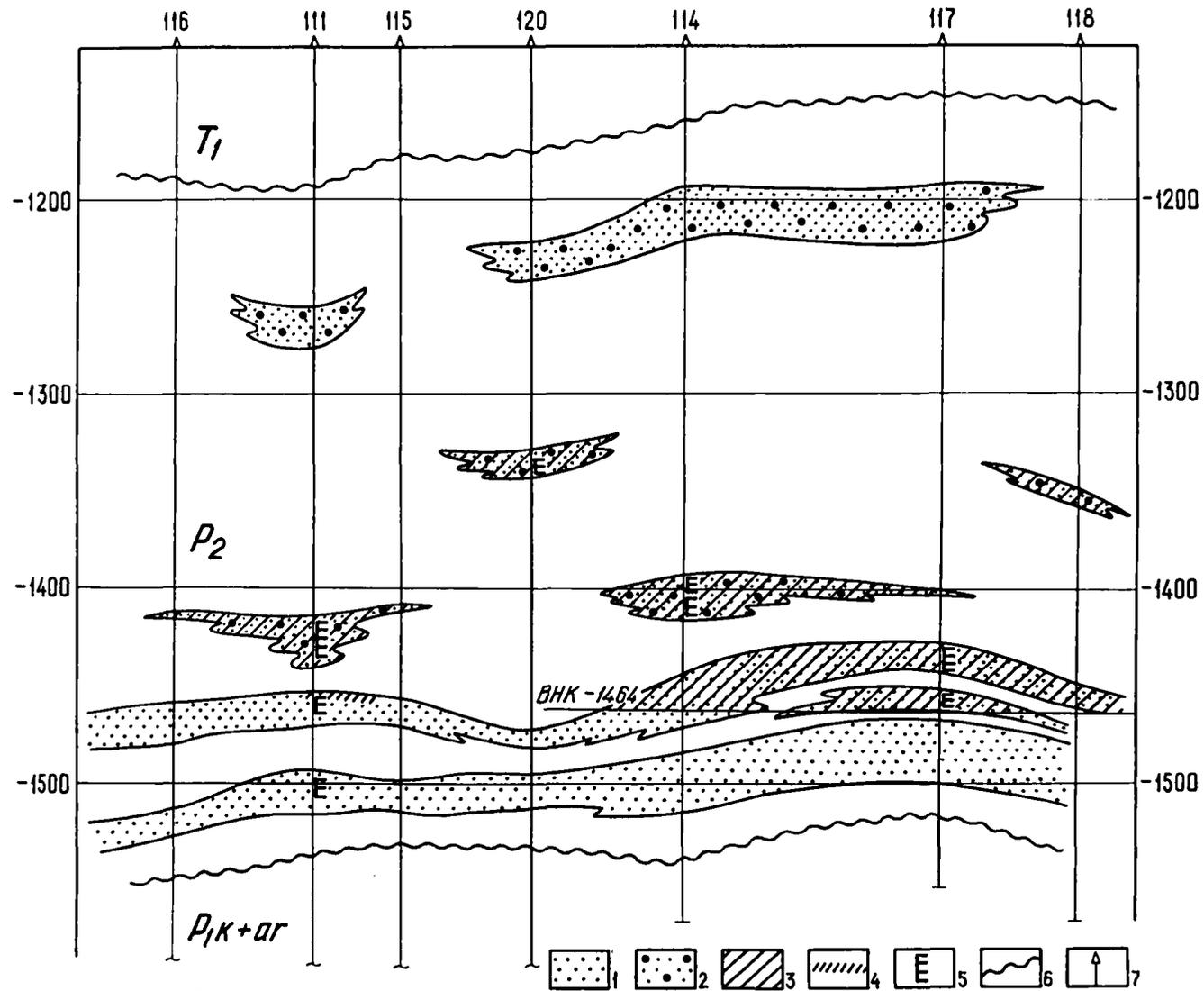


Рис. 47. Геологический профиль пермских отложений
 Возейского месторождения (Костюкский участок).

Рис.47. Геологический профиль пермских терригенных отложений Воейского месторождения.

Условные обозначения. 1-2 - песчаные пласты: 1 - дельтового генезиса, 2 - аллювиального генезиса; 3-4 - нефть, 5 - интервалы опробования, 6 - стратиграфические границы, 7 - скважины.

цах актуальность подобных исследований особенно возрастает. В частности, проведение целенаправленных поисково-разведочных работ по выявлению залежей нефти в аллювиальных песчаниках позволило значительно прирастить запасы нефти Харьягинского месторождения. На долю пермских терригенных отложений здесь приходится около половины подготовленных запасов нефти месторождения.

6.2. Прогнозная оценка нефтегазоносности

Выделение объектов для проведения детальных поисковых работ в пермских терригенных отложениях связано с комплексной оценкой перспектив их нефтегазоносности, основанной на изучении условий генерации, аккумуляции и консервации УВ.

При рассмотрении вопроса об источниках углеводородов были использованы данные В.П.Якуцени, А.А.Анищенко, Ю.И.Трифачева, В.Ф.Удот, А.Н.Гусевой, Л.Н.Киреевой и других исследователей, занимавшихся геохимией органического вещества, нефти и газов. Все данные, касающиеся теоретической возможности генерации и эмиграции углеводородов (тип и содержание ОВ, стадия катагенеза, тип битумоида и т.д.) объединены в группу "косвенных" показателей. Те же данные, которые могут непосредственно свидетельствовать об источнике углеводородов (содержание и концентрация гелия в газах, изотопный состав углерода метана и др.), объединены в группу "прямых" показателей.

Исследованиями В.Ф.Удот и А.З.Паневой (1983 г.) установлено, что нефтегазоматеринские породы составляют 65% общего объема кунгурских и 43% верхнепермских отложений. В зависимости от литологического состава пород содержание Сор_г изменяется от 0,6% в глинах до 19% в углистых сланцах. В целом кунгурские отложения содержат $2354 \cdot 10^9$ т органического вещества (ОВ), а верхнепермские - $3120 \cdot 10^9$ т ОВ. По генетическому типу - это органическое вещество

гумусового и сапропелево-гумусового типов. Обстановки диагенеза осадков изменялись от окислительной до слабовосстановительной. Условия накопления органического вещества благоприятны для последующей генерации углеводородов лишь в кунгурских отложениях. Реализация нефтематеринских возможностей пород зависит от дальнейших катагенетических преобразований органического вещества. Согласно шкале катагенеза, принятой и унифицированной в МГУ, ИГиРГИ, ВНИИЯГ и ВНИГРИ, начало процессов нефтеобразования приходится на стадию протокатагенеза и соответствует глубине около 1 км. Главная зона нефтеобразования (ГЗН) выделяется в отложениях, находящихся на стадиях мезокатагенеза МК₂ и, частично МК₁ и МК₃, и соответствует интервалу глубин 2-4 км.

Степень катагенетической преобразованности пермских терригенных отложений, установленная на основании отражательной способности (ОС) витринита, изменяется от стадии протокатагенеза (ПК₃) до стадии мезокатагенеза (МК₂) в пределах Печорской синеклизы и от стадии мезокатагенеза (МК₂) до стадии апокатагенеза (АК₂) в предуральском прогибе. Однако интервал разреза, в отложениях которого интенсивно протекают процессы нефтеобразования, может изменяться в зависимости от индивидуальных особенностей региона (температурный режим, скорость погружения и т.д.). Поэтому при диагностике нефтепроизводящих возможностей толщ, особенно находящихся в зонах перехода от одной стадии катагенеза к другой, очень важно использование данных об изменениях состава и содержания растворимой части органического вещества (битумоидов). К числу таких данных относятся соотношение различных типов битумоидов (исходного и остаточного автохтонных и параавтохтонных), изменение величин битумоидных коэффициентов ($\alpha_{ХБ}$ и $\beta_{ХБ}$) и элементного состава хлороформенного битумоида.

По характеру изменения битумоидных коэффициентов остаточного

и исходного битумоидов в соответствии с рекомендациями А.Э.Контровича, В.Ф.Удот в Печорском НГБ были выделены зоны нефтеобразования (рис.48). Зона начала и прогрессивного развития процессов нефтеобразования приурочена к интервалу глубин от 1,4 до 2,1 км. Верхняя граница главной зоны нефтеобразования проходит на глубине 2,1 км. Зона затухания процессов нефтеобразования охватывает интервал палеоглубин от 4 до 5,6 км.

Совокупность данных по отражательной способности витринита, содержанию и соотношению различных типов битумоидов, а также результаты палеотектонических построений выполненные В.А.Горбань, Н.И.Тимониным (Дедеев и др., 1980 г.) позволяют сделать некоторые выводы о генерационных возможностях кунгурских и верхнепермских отложений. В пределах западного борта Кортаихинской впадины, юго-западной части Косью-Роговской впадины и севера Денисовской впадины кунгурские отложения вошли в главную зону нефтеобразования. На большей части Печоро-Колвинского авлакогена и Варандей-Адзъвинской структурной зоны они находятся в зоне начала прогрессивного развития процессов нефтеобразования. Породы северо-западной части Илма-Печорской впадины не вошли в зону нефтеобразования и являются потенциально-материнскими. Кунгурские отложения восточной части Кортаихинской впадины и северо-восточной части Косью-Роговской впадины либо уже вышли из зоны нефтеобразования, либо находятся в зоне затухания этих процессов, и ведущим является процесс газообразования.

Нефтематеринские породы позднепермского возраста являются нефтепроизводящими лишь в пределах Предуралья и северной части Денисовского прогиба. На остальной части территории Печорского НГБ верхнепермские отложения являются либо потенциально нефтепроизводящими, либо только нижние части разрезов попадают в зону начала и прогрессивного развития процессов нефтеобразова-

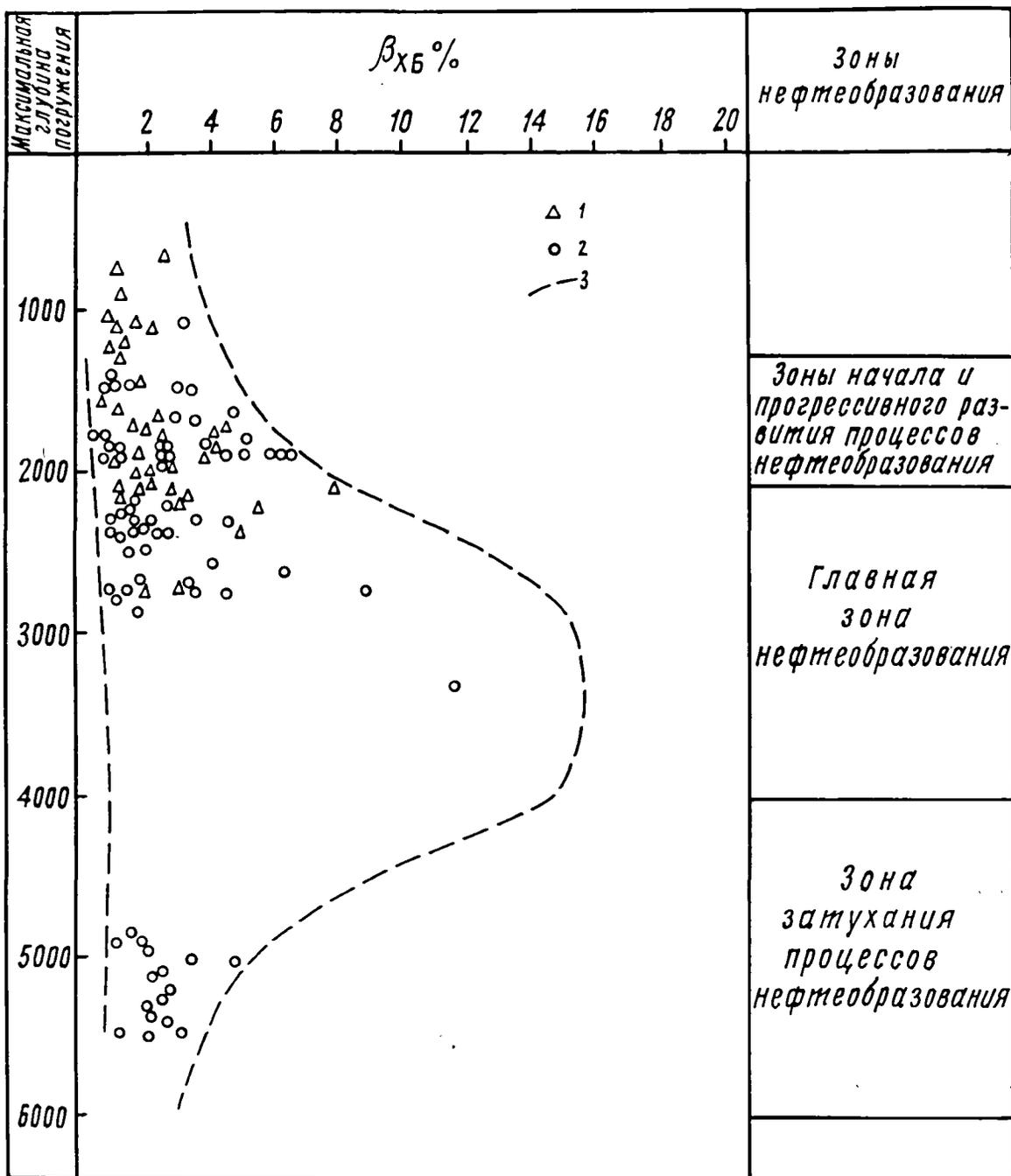


Рис. 48. Изменение коэффициентов битуминозности $\beta_{хб}$ в зависимости от глубины погружения нефтематеринских толщ

Составила Удот В.Ф.

ния.

В целом анализ нефтегазогенерационных возможностей пермских терригенных отложений показал, что несмотря на широкое развитие в их составе нефтематеринских пород, процессы генерации углеводородов носили весьма ограниченный характер как по разрезу, так и по территории бассейна. В главной зоне нефтеобразования находятся кунгурские отложения западной части Кортатахинской, юго-западной части Косью-Роговской и северной части Денисовской впадины, а также верхнепермские отложения Предуральяского прогиба.

Основным очагом газообразования можно рассматривать Предуральский прогиб. Во-первых, здесь большая часть пород находится в основной зоне газообразования. Во-вторых, значительные объемы углей и углистых пород предполагают интенсивное газообразование при углефикации органического вещества.

В качестве возможного сингенетического источника углеводородов в пермских отложениях, исходя из общегеологических данных, можно рассматривать северо-западную акваториальную часть НГБ.

Учитывая низкие генерационные возможности пермских отложений в пределах большей части Печорской синеклизы и неблагоприятные условия в них для латеральной миграции, основным источником углеводородов, вероятно, являются более древние нефтегазоносные комплексы. Доказательством подобного происхождения нефти и газа могут служить некоторые геохимические данные: изотопный состав углерода углеводородных систем, содержание и концентрация гелия в нефтях, газах и газоконденсатах, соотношение изотопов гелия и, в меньшей мере, особенности химического состава нефтей, газов и конденсатов.

Изменение изотопного состава углерода метана отражает особенности генерации метана на разных стадиях катагенеза, а также условия формирования и перераспределения из нижних зон в верхние.

Наиболее детальные исследования изотопного состава углерода метана в залежах углеводородов Печорского НГБ выполнялись Ю.И. Трифачевым (Якуцени и др.) (1981 г.). В соответствии с изотопными характеристиками углерода метана им выделены следующие зоны генерации углеводородов: 1) биохимической газогенерации с $\delta C^{13} > -5\%$; 2) начальной фазы нефтеобразования с $\delta C^{13} = -4,4-4,5\%$; 3) конечной фазы нефтеобразования с $\delta C^{13} = -4,5-5,2\%$; 4) глубинной газогенерации с $\delta C^{13} < -5,5\%$. Изотопный состав углерода метана газовых залежей в пермских отложениях Шапкино-Бурьяхинского вала такой же как в нижележащих отложениях и изменяется от $-5,2\%$ до $-3,7\%$. Подобной изотопной характеристикой метана обладают и газовые залежи южных площадей (Курьинской - $3,5\%$ и Аранецкой - $3,2\%$) и газовая залежь в триасовых отложениях Лаявожской площади. Тяжелый изотопный состав углерода метана свидетельствует в пользу его глубинной генерации в термической зоне. Метан газа Варандей-Адзвинской зоны по изотопному составу $\delta C^{13} = -6\%$ имеет биохимическую природу, что свидетельствует об интенсивности протекания гипергенных процессов в этой зоне. Изотопная характеристика нефтей пермских терригенных отложений имеется только для Харьягинского и Пашшорского месторождений. Нефти Харьягинского месторождения имеют такой же изотопный состав углерода $\delta C^{13} = -4,4\%$, что в залежах нижележащего комплекса. Подобный изотопный состав свидетельствует о влиянии вертикальных перетоков и о том, что метан генерировался на мягких стадиях преобразования ОВ. Нефти Пашшорского месторождения имеют изотопную характеристику метана $\delta C^{13} = -4,1\%$, что также подтверждает миграционный характер нефти.

Данные о гелиеносности газов и нефтей приведены по результатам исследований В.П. Якуцени (1981 г.). Свободным газам палеозойского чехла древних платформ обычно свойственны кондиционные

концентрации гелия (более 0,05%). Аномалии в его содержании позволяют судить об источниках и условиях образования залежей. Нефти верхнепермско-триасовых отложений характеризуются крайне низкими концентрациями гелия - менее 0,01% и содержанием его в нефти не более 5 дм³/т. Гелиенасыщенность нефтей этих отложений наиболее низкая по отношению к нижележащим по всему гипсометрическому уровню расположения залежей и обусловлена интенсивным проявлением процессов рассеивания. На основании выполненных исследований В.П. Якуцени делает следующие выводы относительно генезиса нефти и газа. Во-первых, идентичность значений как по концентрациям, так и по содержанию гелия в нефтях пермско-триасовых и визейско-нижнепермских отложений свидетельствует в пользу возможных потоков нефти из нижнего комплекса в верхний. Во-вторых, обогащение верхних газовых залежей гелием и тяжелый изотопный состав углерода метана в северной части Мечоро-Молвинского авлакогена дает основание считать, что они сформированы за счет глубинного газа и газоконденсата и дегазации нефтей нижележащих отложений. Соотношение изотопов гелия подтверждает коровое происхождение газов.

Исследования А.Н. Гусевой и Т.Н. Мирюхиной (Гидрогеологические критерии, 1982) свидетельствуют о наличии в конденсатах сернистых соединений, таких как меркаптаны, сульфиды и дисульфиды, образование которых связано с высокотемпературными областями. Это также может служить показателем формирования конденсатов за счет глубокозалегающих толщ, возможно, расположенных в акватории моря.

Изменения химического состава газа (уменьшение азота, тяжелых гомологов метана и их изо соединений и др.) и нефтей с глубиной отражает катагенные изменения всей углеводородной системы. Однако подобная интерпретация изменений в составе газов и нефтей усложняется процессами их перераспределения и воздействием гипер-

генеза. Последнее особенно актуально при изучении пермских терригенных отложений, которые на протяжении всей истории существования неоднократно испытывали воздействие гипергенных процессов и тектонической активизации. Поэтому, углеводородная характеристика газов и, особенно, нефтей больше отражает условия формирования и существование залежей, нежели генерации углеводородов.

В целом, анализ геохимических данных позволяет сделать следующие выводы об источниках углеводородов в пермских терригенных отложениях Печорского НГБ.

1. Газы газовых и газоконденсатных залежей связаны с глубинным источником и имеют одну генетическую природу с углеводородами, содержащимися в отложениях нижнепермско-каменноугольного возраста. Газы верхней биохимической зоны и "мягких" стадий преобразования УВ встречаются в качестве попутных газов нефтяных месторождений и часто аналогичны попутным газам нефтей из ниже лежащих пород.

2. Среди газоконденсатов в пермских отложениях большое распространение получили вторичные газоконденсаты, образованные за счет растворения углеводородов начальных стадий нефтеобразования;

3. Нефти пермских терригенных отложений и их попутные газы имеют много общих черт с нефтями и попутными газами пермско-каменноугольных карбонатных отложений. Учитывая низкие генерационные возможности пермских терригенных отложений, этот источник нефтяных углеводородов кажется наиболее предпочтительным. Однако наличие очагов нефтеобразования в пределах Предуральяского прогиба и акваториальной части бассейна не исключает возможности формирования скоплений нефти за счет внутренних резервов пермских отложений.

при рассмотрении вопросов касающихся условий накопления нефти и газа, особое значение приобретает строение природных резервуа-

ров и ловушек.

Результаты исследований природных резервуаров приведены в пятой главе. Особенности осадконакопления в пермское время, связанные со сменой морских условий континентальными, обусловили разнообразие морфологических типов резервуаров. Как видно из изложенного, большая их часть резко невыдержана по территории и характеризуется линзовидной формой залегания. Лишь песчаные пласты средней толщи, сформировавшиеся в дельтовых условиях, относительно хорошо выдержаны по площади. При этом сочетание зон длительного развития дельты с зонами ее быстрого продвижения создают прерывисто-непрерывный характер ее строения.

В целом, следует отметить, что в рассматриваемых отложениях широкая латеральная миграция углеводородов практически невозможна. Даже в резервуарах средней толщи она, вероятно, носила зональный характер. А для вертикальной миграции, наоборот, существовали благоприятные условия. Позднепалеозойско-раннемезозойское время характеризуется активизацией движений по многим разломам древнего заложения и зарождением новых разломов (Малышев, 1982). Лучшими проводящими свойствами обладают разломы непрерывного проявления. Примерами подобных разломов являются Припечорский, восточно-Колвинский, Шапкинский, Варандейский и ряд других. Большинство из них были активны в палеозойско-мезозойское время. Кроме дизъюнктивных структур, определенное влияние на создание вертикальных проницаемых зон оказали пликативные структуры, интенсивно формирующиеся в пермско-триасовое время.

Формирование емкостно-фильтрационных свойств природных резервуаров связано с условиями осадконакопления и последующего постседиментационного преобразования пород. Наиболее высокие значения пористости и проницаемости отмечаются в дельтовых и аллювиальных песчаниках на участках, испытавших влияние инфильтрационных про-

цессов. Особенности строения природных резервуаров и распространения в них скоплений углеводородов свидетельствуют о том, что наиболее благоприятными свойствами для нефтегазонакопления обладают резервуары дельтового и аллювиального типов, развитые в зоне раннего мезокатагенеза.

Анализ тектонического строения региона (Структура..., 1982) и история формирования локальных структур (Удот, 1979) свидетельствуют о широком распространении в пределах рассматриваемой территории локальных антиклинальных поднятий. По времени заложения преобладают структуры позднепермского и триасового возраста.

Особенности фациального состава пермских отложений свидетельствуют о широком развитии в них ловушек литологического типа. В целом, пермский терригенный комплекс является одним из наиболее перспективных объектов по выявлению ловушек неантиклинального типа в Печорском НГБ.

В соответствии с данными об источниках углеводородов и строении коллекторских толщ можно сделать некоторые выводы об условиях нефтегазонакопления в рассматриваемых отложениях.

В пределах Печорской синеклизы основным источником УВ служат нижележащие комплексы. Наиболее благоприятными участками для аккумуляции нефти и газа следует считать зоны широкого развития дельтовых и аллювиальных резервуаров, расположенные вблизи разломов послепермского проявления.

В Предуральском прогибе сами пермские терригенные отложения могли генерировать углеводороды в количестве, достаточном для образования относительно крупных скоплений. Поэтому здесь определяющую роль в процессах аккумуляции нефти должны играть коллекторские толщи. Однако в Предуральском прогибе отмечаются резкие изменения степени катагенетической преобразованности пород, которая в восточных районах достигает стадии апокатагенеза и породы

практически теряют свои коллекторские свойства. Поэтому здесь наиболее благоприятными для процессов нефтегазонакопления являются зоны широкого развития резервуаров дельтового и аллювиального типов, характеризующиеся низкой степенью катагенеза (до $МК_2$).

Выяснение условий сохранности скоплений углеводородов предполагает изучение экранирующих свойств перекрывающих отложений и гидродинамического режима подземных вод. Специальных исследований, посвященных этим вопросам нами не проводилось, а были использованы данные Б.А.Пименова (Аминов и др. . . . , 1983 г.), Н.М. Невской (1971, 1976) и Л.В.Мигунова (Аминов и др. . . . , 1983 г.).

Результаты изучения пород-покрышек Печорского НГБ свидетельствуют о том, что условия консервации залежей углеводородов в пермских терригенных отложениях определяются нижнетриасовой крышкой. Она развита на большей части Печорской синеклизы (за исключением крайней западной части Ижма-Печорской впадины, Седухинского поднятия, юга Печоро-Кожвинского мегавала и центральной части вала Сорокина), в пределах Коротаихинской впадины Предуральского прогиба и отсутствует в Косью-Роговской впадине. Однако в Предуральском прогибе за счет значительного увеличения мощностей глинистых пород возрастает роль верхнепермских локальных покрышек. Нижнетриасовая крышка сложена глинами и глинисто-алевритовыми породами озерных фаций и объединяет отложения верхней части чаркобюжской свиты. Мощности ее изменяются от 0 до 300 м. Песчаность составляет 10-35%. В составе слагающих ее пород преобладают глинистые минералы смектитовой группы. В соответствии с влиянием нижнетриасовой крышки на сохранность залежей углеводородов, Б.А.Пименовым были выделены различные зоны качества этой крышки (рис.49). Наилучшим экранирующими свойствами нижнетриасовая крышка обладает в северо-западной части НГБ.

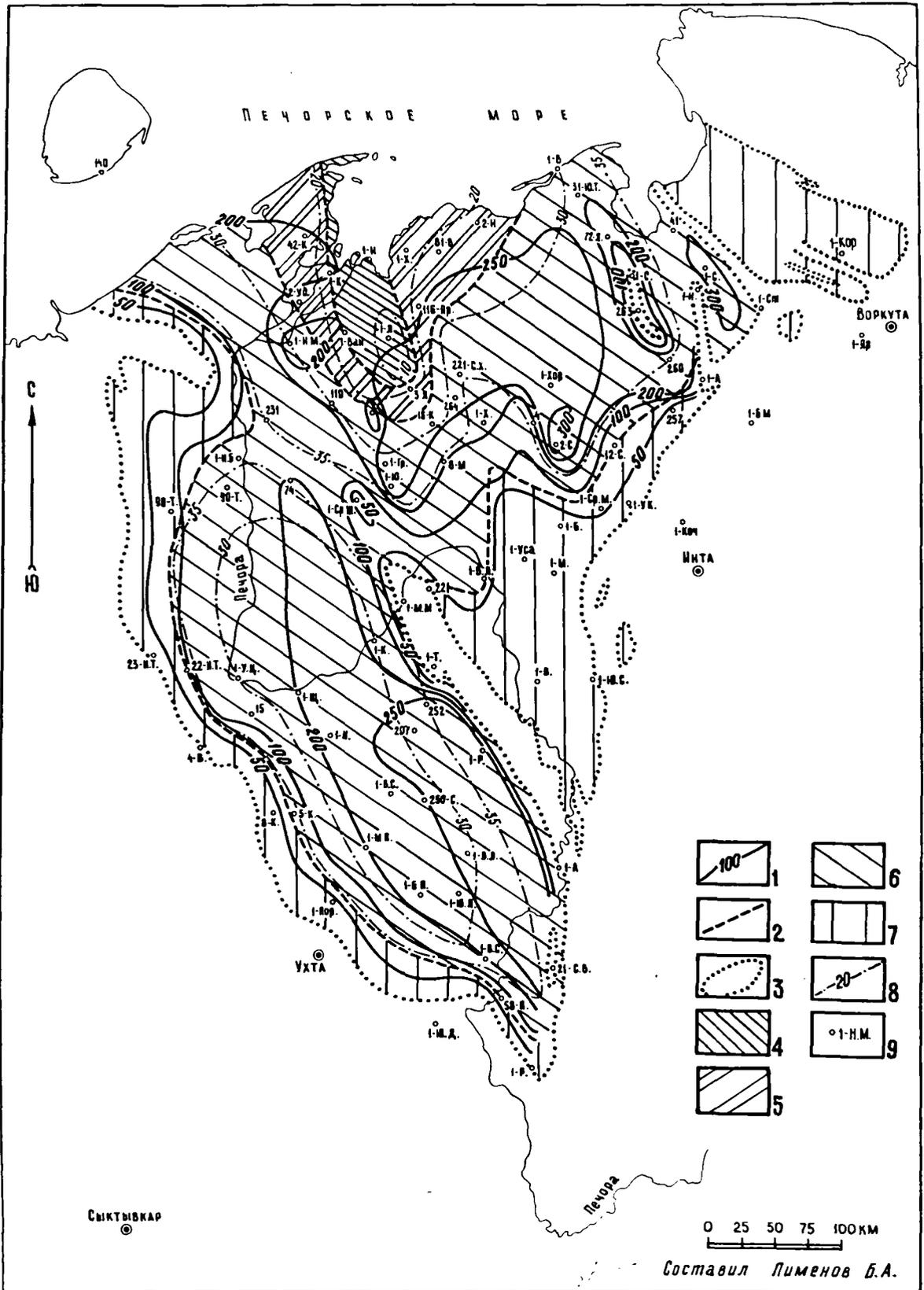


Рис. 49. Карта качества нижнетриасовой покрывки.

Рис.49. Карта качества нижнетриасовой покрышки.

Условные обозначения. 1 - мощность покрышки, 2 - границы зон качества покрышки, 3 - зоны отсутствия покрышки, 4 -7 - классы качества покрышки: 4 - II (наиболее высокие экранирующие свойства), 5 - III, 6 - IV, 7 - V, 8 - песчанистость, 9 - номера скважин.

Здесь для нее характерны значительные мощности (200-250 м), минимальные значения песчанности ($< 10\%$) и высокие поровые давления. По направлению на запад и юго-восток экранирующие свойства покрывки ухудшаются. На западе Ижма-Печорской впадины, юге Колвинского мегавала и Хорейверской впадины нижнетриасовая покрывка характеризуется наименее благоприятными для сохранения залежей в нижележащих отложениях свойствами. Мощность ее не превышает 50 м, песчанность составляет более 35%, поровые давления невысокие.

По данным Н.Н. Невской (1976) для пермских отложений снижение гидростатических уровней происходит в направлении к Баренцеву морю и к долинам рек Печоры, Усы, Колвы и др. Области питания служат Тиманский кряж, Печоро-Колвинский мегавал и гряда Чернышева. Большая часть рассматриваемых отложений в пределах платформенной части бассейна находится в зоне замедленного водообмена. Лишь участки, тяготеющие к областям питания, попадают в зону активного водообмена. По степени гидрогеологической закрытости, как уже отмечалось в IV главе, верхнепермские отложения являются регионально гидрогеологически раскрытыми. Процессы активного водообмена с поверхностью способствуют выносу солей и образованию пресных или слабоминерализованных вод гидрокарбонатно-натриевого состава. Вертикальная разгрузка глубоких водоносных горизонтов вызывает появление высокоминерализованных вод (до 60-70 г/л и даже 120 г/л). Подобная аномалия отмечается в центральной части бассейна (центральная часть Колвинского мегавала и Лая-вожского вала). Гидравлический фактор может играть двойную роль в сохранении залежей (Невская, 1974). С одной стороны движение подземных вод вызывает разрушение залежей, а с другой стороны происходит образование новых залежей в вышележащих отложениях. Последнее играет особо важную роль в верхне-

пермских отложениях.

Л.В.Мигуновым на основании анализа гидрохимических показателей (минерализация вод, показатель генезиса вод - $\frac{Cl}{Br}$, показатель метаморфизации - $\frac{r Na}{r Cl}$, показатель закрытости недр - $\frac{Br \cdot 100}{H}$) выделены площади с благоприятными и малоблагоприятными условиями для сохранности залежей УВ.

Таким образом, результаты исследования пород-покрышек и гидрогеологических характеристик пермских терригенных отложений позволяют сделать вывод о том, что наименее благоприятные условия для сохранения залежей углеводородов в этих отложениях существуют в крайней западной части Ижма-Печорской впадины, крайней южной части Колвинского мегавала, Хорейверской впадины и вала Сорокина, а также на ряде участков, непосредственно примыкающих к областям питания. С другой стороны, наиболее благоприятные условия для сохранения залежей существуют в крайней северо-западной части НГБ. Зоны вертикальных разгрузок подземных вод являются весьма перспективными на обнаружение скоплений углеводородов, образованных за счет переформирования залежей нижележащих отложений.

Анализ данных об источниках углеводородов, условиях их накопления и сохранности, а также современное расположение месторождений нефти и газа по территории позволяют дать перспективную оценку пермских терригенных отложений севера Печорского НГБ. Учитывая основную направленность работы, прогнозирование нефтегазоносности этих отложений проводилось нами главным образом с позиций нефтегазонакопления, определяемых, в частности, строением природных резервуаров и коллекторскими свойствами пород.

В результате, на севере Печорского НГБ выделены высокоперспективные, перспективные и малоперспективные зоны (рис.50). К высокоперспективным отнесены зоны, характеризующиеся повышенными (более 150 м) мощностями песчаников, присутствием нескольких пластов

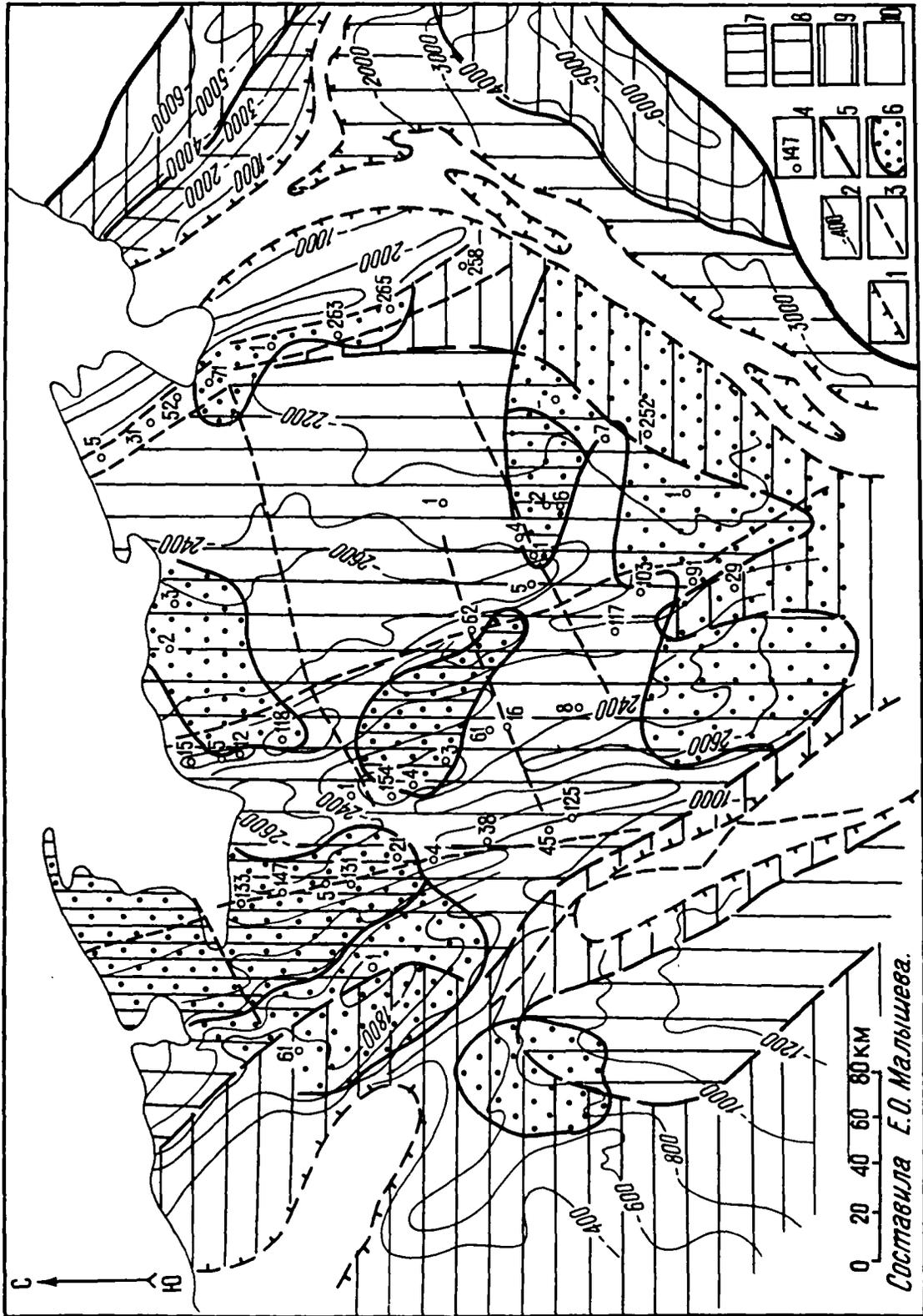


Рис. 50. Перспективы нефтегазоносности пермских
терригенных отложений.

Рис.50. Перспективы нефтегазоносности пермских терригенных отложений.

условные обозначения: 1 - границы современного распространения отложений, 2 - изогипсы кровли карбонатных отложений артинского яруса, 3 - разломы, 4 - номера скважин, 5 - граница зоны с малоблагоприятными условиями для сохранности залежей УВ (по данным Л.В.Мигунова). 6 - зоны развития резервуаров дельтового и аллювиального типов, 7 - высокоперспективные земли, 8 - перспективные земли, 9 - малоперспективные земли.

дельтового и (или) аллювиального генезиса, приближенностью к разломам послепермского проявления и благоприятными условиями для сохранности залежей. Это северная часть Шапкино-Юрьяхинского вала с прилегающими участками Малоземельско-колтуевской моноклинали, центральные части Лайского вала и Колвинского мегавала и юго-западная часть Хорейверской впадины. Первая зона отличается наиболее широким распространением резервуаров дельтового типа. Мощности дельтовых песчаников здесь составляют 60-80 м. В разрезах отмечается не менее пяти мощных песчаных пластов. Эта же зона характеризуется наиболее высоким качеством нижнетриасовой покрывки. Вторая зона (центральные части Лайского вала и Колвинского мегавала) отличается широким развитием дельтовых и аллювиальных резервуаров. Общая мощность дельтовых песчаников превышает 50 м, аллювиальных - 60 м. Здесь же отмечаются резкие изменения количества песчаных пластов, что свидетельствует об их выклинивании. Юго-западная часть Хорейверской впадины характеризуется преимущественным распространением резервуаров аллювиального типа. Однако, общая мощность аллювиальных песчаников составляет не менее 60 м.

К малоперспективным зонам отнесены участки отсутствия мощных песчаных пластов, зоны развития низкочемких коллекторов и участки с неблагоприятными условиями для сохранности залежей. Это западная часть Ижма-Печорской впадины (отличается отсутствием мощных песчаных пластов), внутренний борт Предуральяского прогиба (характеризуется высоким катагенезом пород), юг вала Сорокина и участки, непосредственно примыкающие к областям питания (Печоро-Кожвинский мегавал, поднятие Чернышева, Тиманская гряда), которые находятся в условиях, неблагоприятных для сохранения скоплений УВ.

Вся остальная территория рассматривается нами как перспективная на обнаружение залежей нефти и газа.

Локальный прогноз нефтегазоносности пермских терригенных отложений предполагает проведение крупномасштабного литолого-фациального картирования в пределах отдельных перспективных зон. Последнее требует выполнения комплекса поисково-разведочных работ на пермские отложения, включающего геофизические исследования (сейсморазведочные, гравиразведочные и электроразведочные), параметрическое, поисковое и разведочное бурение. Для построения литолого-фациальных профилей, карт и, особенно, для создания литолого-геофизических моделей строения природных резервуаров необходимо при бурении отдельных поисковых скважин проведение сплошного отбора керна. При этом, особое внимание следует уделять средней песчаной толще.

Выделенные нами высокоперспективные зоны можно рекомендовать в качестве первоочередных объектов детальных геолого-поисковых работ с целью выявления залежей нефти и газа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Литолого-фациальные, петрографические и минералогические исследования пермских терригенных отложений севера Печорского НГБ и анализ данных об их емкостно-фильтрационных свойствах позволили установить следующее:

1. Формирование песчаных пластов обусловлено развитием и миграцией дельтовой системы. Выделенные в разрезе литологические толщи отражают закономерную смену во времени и пространстве лагунно-морских фаций дельтовыми и, наконец, континентальными. Формирование средней песчаной толщи, в составе которой преобладают дельтовые осадки, носило циклический характер и происходило в периоды активного выдвигания дельтовой системы. Одновременно в удаленной от берега и междельтовой прибрежной частях морского бассейна происходило образование различных аккумулятивных форм (баров, валов, кос и т.д.), а в континентальных условиях накапливались аллювиальные осадки.

2. С учетом фациальной обусловленности морфологии природных резервуаров выделено четыре генетических типа природных резервуаров: баровый, дельтовый, аллювиальный и озерно-лагунный. На основании анализа общей мощности песчаников, количества песчаных пластов, суммарных мощностей дельтовых и аллювиальных отложений составлена схематическая карта распространения природных резервуаров.

3. Породы-коллекторы нефти и газа представлены полимиктовыми песчаниками, в составе которых преобладают обломки пород, в том числе эффузивных, кремнистых и осадочных, полевые шпаты и кварц. В составе цементов песчаников выделяются группы карбонатных и глинистых минералов. В подчиненном количестве присутствует кварц. Морфология кристаллов, особенности химического состава и

распределения по разрезу и площади позволили выделить минералы аутигенного и аллотигенно-трансформационного генезиса. К аутигенным образованиям отнесены каолинит, хлорит крустификационный, смектит, карбонатные минералы и кварц.

4. Высокое содержание в рассматриваемых породах неустойчивых компонентов предопределило широкое развитие в них вторичной пористости растворения обломков и хемогенного цемента. Существенное влияние на ее формирование оказали наложенные процессы, связанные с инфильтрацией поверхностных вод. На участках, относительно приподнятых (в современном структурном плане) и приближенных к зонам палеоразмывов, в мощных песчаных пластах отмечается интенсивное растворение обломочных компонентов, низкое содержание цемента, представленного хлоритом и смектитом, присутствие окислов и гидроокислов железа и повышенные значения пористости (до 25-30%). По мере удаления от зон палеоразмывов возрастает интенсивность процессов цементации, сокращается - процессов растворения. Значения пористости уменьшаются.

5. Характер изменения коллекторских свойств пород по разрезу и площади контролируется условиями осадконакопления и зональностью постседиментационных процессов. Наиболее высокие значения пористости и проницаемости отмечаются в дельтовых и аллювиальных песчаниках на участках, испытавших влияние инфильтрационных процессов. По мере ослабления этого влияния, а также усиления степени катагенетической преобразованности пород, их емкостно-фильтрационные свойства ухудшаются. В соответствии с этой закономерностью на севере печорского НГВ выделены зоны распространения высоко- (открытая пористость более 20%), средне- (открытая пористость 10-20%) и низкеемких (открытая пористость менее 10%) коллекторов. Первая зона охватывает южную и западную части Печорской синеклизы. Зона распространения среднеемких коллекторов

выделяется в северной части Печорской синеклизы и на западном склоне предуральского прогиба. Зона распространения низкочемких коллекторов охватывает большую часть Коротаихинского и северо-восточную часть Косью-Роговского прогибов.

6. Положение зон, наиболее благоприятных для нефтегазо-накопления, контролируется развитием резервуаров дельтового и аллювиального типов, сложенных высоко- и среднеемкими породами.

На основе комплексной оценки перспектив нефтегазоносности пермских терригенных отложений выделены высокоперспективные, перспективные и малоперспективные земли. К высокоперспективным отнесены зоны, характеризующиеся повышенными (более 150 м) мощностями песчаников, присутствием нескольких пластов дельтового и (или) аллювиального генезиса, приближенностью к разломам после-пермского проявления и благоприятными условиями для сохранности залежей. Это северная часть Шапкино-Юрьяхинского вала с прилегающими участками Малоземельско-Колгуевской моноклинали, центральные части Лайского вала и Колвинского мегавала и юго-западная часть Хорейвесской впадины. К малоперспективным отнесены участки отсутствия мощных песчаных пластов, зоны развития низкочемких коллекторов и участки с неблагоприятными условиями для сохранности залежей. Это западная часть Илма-Печорской впадины, юг вала Сорокина и участки, непосредственно примыкающие к областям питания (Печоро-Кожвинский мегавал, поднятие Чернышова, Тиманская гряда). Вся остальная территория рассматривается нами как перспективная для обнаружения залежей нефти и газа.

Высокоперспективные земли можно рекомендовать в качестве первоочередных объектов геолого-поисковых работ с целью выявления залежей нефти и газа в пермских терригенных отложениях.

Малышев

ЛИТЕРАТУРА

а) опубликованная

Астафьева Л.Ф. Состояние поисковых работ на литологические и стратиграфические залежи в Тимано-Печорской провинции. - В кн.: Ловушки углеводородов неантиклинального типа. ИГиРТИ, М., 1982 с. 55-61.

Афанасьев Б.И., Ярославцев Г.М., Яцук В.И. Об условиях образования угленосных отложений в краевых прогибах на примере Печорского бассейна. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока Европейской части СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1961 вып. I. с. 5-22.

Белт Э.С. Характер циклотем каменноугольного возраста Шотландии и их палеоофациальное значение. - В кн.: Дельты - модели для изучения. М.: Недра, 1979, с.237-268.

Бурлин Ю.К. Природные резервуары нефти и газа. - М.: Изд-во МГУ, 1976. 135 с.

Буш Д.А. Стратиграфические ловушки в песчаниках. - М.: Мир, 1977. 215 с.

Вассоевич Н.В., Гладкова Е.Г. О необходимости упорядочения терминологии, связанной с периодичностью и цикличностью литогенеза, нефтеобразования и других природных явлений. - В кн.: Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. М.: Наука, 1973, с.3-31.

Вассоевич Н.В., Карогодин Ю.Н. Понятия и термины седиментационной цикличности. - Изв. АН СССР, сер. геол., 1979, № II, с. 152-154.

Вассерман Б.Я., Богацкий К.И., Шафран Е.Б. Тектоника и зоны нефтегазоаккумуляции Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. - В кн.: Минерально-сырьевые ресурсы Европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1981, с.97-108 (Тр. IX геологичес-

кой конференции Коми АССР, т. I).

Геология месторождений угля и горючих ископаемых сланцев СССР. - т. 3, М.: Недра, 1965. 491 с.

Геохимические особенности поровых растворов горных пород / Удодов П.А., Коробейникова Е.С., Назаров А.Д. и др. - М.: Недра, 1983. 240 с.

Гидрогеологические критерии нефтегазоносности (на примере Тимано-Печорского бассейна). - М.: Наука, 1983. 104 с.

Гипергенные эпигенетические изменения в осадочных породах и их роль в рудообразовании. / А.И.Перельман., Е.А.Головин., С.Г.Батумен и др. - В кн.: Геохимия осадочных пород. М.: Недра, 1968, с. 410-421.

Граувакки - М.: Наука, 1972. 344 с. (Тр. ГИН АН СССР, вып. 238).

Гринсмит Дж. Петрология осадочных пород. - М.: Мир, 1981. 253 с.

Енцова Ф.И., Коновалова А.В., Сливкова Р.П. Пермские отложения севера Тимано-Печорской провинции и их нефтегазоносность. - Нефтегазовая геология и геофизика, 1969, № 6, с. 32-36.

Зхус И.Д. Некоторые вопросы методики палеогеографических построений по глинистым минералам в нефтяной геологии. - В кн.: Палеогеографические исследования в нефтяной геологии. М.: Наука, 1979, с. 35-44.

Иванов Г.А., Македонов А.В. Ритмичность (цикличность) осадконакопления и закономерности размещения углей и горючих сланцев. - В кн.: Цикличность отложений нефтегазоносных и угленосных бассейнов. М.: Наука, 1977, с. 38-61.

Иванов Г.А., Македонов А.В., Иванов И.В. Методы изучения ритмичности (цикличности) осадочных толщ. В кн.: Цикличность

отложений нефтегазоносных и угленосных бассейнов. М.: Наука, 1977, с. 17-38.

Карнюшина Е.Е. Катагенез мезойских отложений Охотско-Камчатского осадочного бассейна. Вест. МГУ, сер. геол. 1980, № 3, с. 62-67.

Клубова Т.Т. Аллотигенные и аутигенные глинистые минералы в песчано-алевритовых и глинистых породах пашийского горизонта Урало-Поволжья. - Изв. АН СССР, сер. геол. 1966, № 12, с. 83-94.

Клубова Т.Т. Влияние глинистых примесей на коллекторские свойства песчано-алевритовых пород (на примере пашийских отложений Урало-Поволжья). - М.: Наука, 1970. 115 с.

Клубова Т.Т. Глинистые минералы и их роль в генезисе, миграции и аккумуляции нефти. - М.: Недра, 1973. 254 с.

Колеман Э.М., Райт А.Д. Современные речные дельты: изменчивость процессов и песчаные тела. - В кн.: Дельты - модели для изучения, М.: Недра, 1979, с. 32-91.

Коннибер Ч.Э.Б. Палеогеоморфология нефтегазоносных толщ. - М.: Недра, 1979. 255 с.

Коновалова М.В., Сливкова О.П. Новые данные по стратиграфии пермских отложений Тимано-Печорской провинции. - В кн.: Геология нефти и газа северо-востока Европейской части СССР, вып. I, М.: Недра, 1964, с. 120-131.

Копорулин В.И. Об эпигенетическом формировании кристаллического хлорита в песчано-гравийных породах. - Литология и полезные ископаемые, 1968, № 5, с. 95-98.

Ковж М.В., Филина С.И., Зонн М.С. Палеогеографические исследования континентальных отложений с целью поисков ловушек литологического и стратиграфического типов. - В кн.: Палеогеографические исследования в нефтяной геологии. М.: Наука, 1979,

с. 30-34.

Королева Р.В., Лебедев В.А. Реакции углекислых вод с породами и их роль в формировании емкости коллекторов нефти и газа. - В кн.: Проблемы геологии, стратиграфии и нефтегазоносности севера Западной Сибири. Л.: Изд-во ВНИГРИ, 1971, с.206-219. (Тр. ВНИГРИ, вып.293).

Корреляция разнофациальных разрезов верхней перми севера Европейской части СССР. - Л.: Наука, 1981. 160 с.

Коссовская А.Г. Минералогия терригенного мезойского комплекса Вилуйской впадины и Западного Верхоянья. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. 197 с. (Тр. ГИН АН СССР, вып.63).

Крашенинников Г.Ф. Развитие, современное состояние и задачи фациального и палеогеографического анализа. - В кн.: Состояние и задачи советской литологии. (Докл. на пленарном заседании УШ Всесоюзн.литолог.совещания) т.1. М.: Недра, 1970, с.43-57.

Кремс А.И., Вассерман В.И., Матвиенская Н.Д. Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа. - М.: Недра, 1974. 335 с.

Лапин Е.Н. Атлас структур девонских вулканогенных пород горного Алтая. - М.: Наука, 1965. 127 с.

Леонтьев О.К., Никифоров Л.Г., Сайбянов Г.А. Геоморфология морских берегов. - М.: Изд-во МГУ, 1975, 336 с.

Литвиненко Н.И., Филиппова Л.И. Некоторые вопросы состава и морфологии поверхности складчатого фундамента Тимано-Печорской провинции. - Нефтегазовая геология и геофизика, 1972. № II, с. II-14.

Логвиненко И.В. Постседиментационные изменения осадочных пород. - Л.: Наука, 1968. с.92.

Любина Ю.Н. Литолого-палеогеоморфологические условия северо-

ра Тимано-Печорской провинции в верхнепермское время. - В кн.: Условия формирования ловушек неантиклинального типа на севере Европейской части СССР. Сб. научн. тр. - М.: ВНИГРИ с. 52-57, 1984.

Македонов А.В. Литология и генезис продуктивной толщи Печорского угольного бассейна. - В кн.: 25 лет геологического изучения Печорского угольного бассейна. Сыктывкар, 1958, с. 159-196.

Македонов А.В. Угленосная формация Печорского бассейна. Авт. дис. на соиск. уч. степени докт. геол.-мин. наук - Л., 1965. 48 с.

Македонов А.В., Зарицкий П.В. Значение конкреций для фациального и формационного анализа, корреляции осадочных толщ и поисков месторождений полезных ископаемых. - В кн.: Конкреции и конкреционный анализ. М.: Наука, 1977. с. 18-32.

Малышева Е.О. Условия формирования терригенных коллекторов Хильчуйского месторождения. - В сб. "Материалы IX конференции молодых ученых". Сер. "Горючие ископаемые". МГУ, М., 1983. Деп. № 1427-83, с. 70-74.

Малышева Е.О. Постседиментационные преобразования пермских терригенных коллекторов Печорской синеклизы. - В сб.: "Материалы X научной конференции молодых ученых". Сер. "Горючие ископаемые". МГУ, М., 1983. Деп. № 6050-83, с. 46-51.

Малышева Е.О. Формирование пермских терригенных коллекторов Печорской синеклизы. - В кн.: Геология и полезные ископаемые Европейского Северо-Востока СССР. Сыктывкар, 1983, с. 70-71 (Тр. Ин-та геологии Коми фил. АН СССР, вып. 44).

Малышева Е.О. Морфология и генезис каолинитового цемента пермских коллекторов Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна. - Литология и полезные ископаемые. № 2, 1984, с. 122-125.

Малышева Е.О. Литология и фации пермских терригенных отложений Колвинского мегавала. - В кн.: Печорский нефтегазоносный бассейн (литология и тектоника). Сыктывкар, 1984, с.64-81 (Тр. Ин-та геологии Коми фл. АН СССР, вып. 47).

Марковский Н.И. Палеогеографический прогноз нефтегазоносности. - М.: Недра, 1981. 223 с.

Месторождения, образованные пластовыми водами.

/А.И.Кондратьева., О.И.Зеленова, И.С.Оношко и др. - В кн.: Гидрогенные месторождения Урала. М.: Атомиздат. 1980. с.152-229.

Методика и результаты изучения минералогии глин продуктивных отложений Западно-Сибирской низменности в связи с их нефтегазоносностью./И.Н.Ушатинский, П.К.Бабицын, А.К.Бачурин и др. - Тюмень, 1970. 313 с. (Тр. Зап.СибНИГНИ, вып.35).

Мизенс Г.А. Петрография и минералогия нижнепермских песчаников Западного склона Среднего Урала. - Свердловск, 1980. 59 с. (Сер.препринтов "Научные доклады" /АН СССР, Уральский научн.центр).

Минский Н.А. Закономерности формирования поясов оптимальных коллекторов. - М.: Недра, 1979, 398 с.

Михайлова Н.А. Методика составления крупномасштабных литолого-фациальных и палеогеографических карт. М.: Наука, 1983. 54 с.

Михайлова Н.А. Методика картирования зон выклинивания и фациального замещения в терригенном девоне Волго-Уральской провинции. - В кн.: Палеогеографические исследования в нефтяной геологии. М.: Наука, 1979, с.24-29.

Новшович Э.Б. О принципах построения общей классификации ловушек нефти и газа. - Изв. АН СССР, сер.геол., 1975, № 5, с. 89-98.

Муравьев В.И. Карбонаты терригенных пород-индикаторы постседиментационного преобразования. - В кн.: Эпигенез и его минеральные индикаторы. М.: Наука, 1971, с.145-153 (Тр.ТИН АН СССР, вып.221).

Муромцев В.С. Диагностика континентальных и прибрежно-морских терригенных осадков по электрометрическим моделям фаций. - В кн.: Методы прогнозирования и закономерности размещения литологических и стратиграфических ловушек нефти и газа. Л., ВНИГРИ, 1983. с.7-38.

Наливкин Д.В. Учение о фациях. т. II. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 395 с.

Невская Н.М. Сравнительная оценка условий сохранности залежей углеводородов в различных районах Тимано-Печорской провинции по гидрогеологическим данным. - В кн.: Гидрогеологические условия формирования, сохранения и разрушения залежей нефти и газа. Л., с.107-111. (Тр. ВНИГРИ, вып.348).

Невская Н.М. Гидрогеологические предпосылки поисков залежей нефти и газа на севере Тимано-Печорской провинции. Геология нефти и газа, № 6, 1976, с.25-31.

Невская Н.М. Формирование хлор-кальциевых рассолов в Тимано-Печорской провинции. В кн.: Формирование водорастворимого комплекса подземных вод нефтегазоносных бассейнов. -Л., 1977, с.53-60. (Тр. ВНИГРИ, вып.396).

Новое в учении о стадиях осадочного породообразования. Л.П.Тимофеев, А.Г.Коссовская, В.П.Шутов, Л.Д.Боголюбов, В.А.Дриц. - Литология и полезные ископаемые. 1974, № 3. с.58-83.

Окнова Н.С., Козулина Т.Н. Палеогеография и формирование терригенных коллекторов в позднепермских отложениях Тимано-Печорской провинции по данным минералогического анализа. - В кн.:

Условия формирования ловушек неантиклинального типа на севере Европейской части СССР. Сб. научн. тр. - Л.: ВНИГРИ. с. 44-51, 1984.

Петрова Р.Н. Литология, постседиментационные изменения и коллекторские свойства пород нижней и средней юры Восточно-кубанской впадины. Автореферат дис. на соискание уч. степени канд. геол.-мин. наук. Л.: 1978. 24 с.

Петтиджон Ф., Поттер И., Сивер Р. Пески и песчаники. - М.: Мир, 1976. 535 с.

Проничева М.В., Саввинова Г.И. Палеогеоморфологические методы выявления палеодолин и палеodelьт. - М.: 1975. с. 154-161 (Тр. ВНИГРИ, вып. 173).

Прошляков Б.К. Вторичные изменения терригенных пород - коллекторов нефти и газа. - М.: Недра, 1974. 232 с.

Рекшинская Л.Г. Атлас электронных микрофотографий глинистых минералов и их природных ассоциаций в осадочных породах. - М.: Недра, 1966. 230 с.

Рентгенография основных типов породообразующих минералов. - Л.: Недра, 1983. 360 с.

Рухин Л.Б. О некоторых закономерностях эпигенеза. - В кн.: Вопросы минералогии осадочных образований. кн. 3 и 4. Львов: Изд-во ЛГ, 1956, с. 425-452.

Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. - Л.: Недра, 1969. 703 с.

Савкевич С.С. О постседиментационных преобразованиях и их влиянии на коллекторские свойства терригенных пород. - М.: 1965. с. 20-23. (Тр. ВНИГРИ, вып. 242).

Сахибгареев Р.С., Покровская Г.И. Влияние вторичных изменений нефтемещающих пород на их коллекторские свойства на примере месторождений Западно-Сибирской низменности. - Тезисы докладов IV Всесоюзного совещания по коллекторам нефти и газа.

М.: изд-во ВНИГРИ, 1971, с.251-254.

Сердюк З.И., Розин А.А. Образование гидрохимических и минералогических аномалий в Западно-Сибирской плите под воздействием углекислого газа. - В кн.: Новые данные по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1969, с. 28-36.

Соколов Б.А. Эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов. - М.: Наука, 1980. 244 с.

Справочник по литологии. - М.: Недра, 1983. 508 с.

Справочное руководство по петрографии осадочных пород. т. I. - М.: Научно-тех. изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1958. 286 с.

Степанов Ю.В. Прогнозные карты для поисков технологических углей в Печорском бассейне.- В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым северо-востока Европейской части СССР.Сб.7, Сыктывкар, 1972, с.5-14.

Страхов Н.М. Общие проблемы геологии, литологии и геохимии. М.: Наука, 1983, 478 с.

Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна. /Земчужников Ю.А., Яблоков В.С., Боголюбова Л.И. и др. - М.: Изд-во АН СССР, 1959, часть I. 330 с. (Тр. ГИН АН СССР вып. 15).

Структура платформенного чехла Европейского Севера СССР. - М.: Наука, 1982. 200 с.

Структурная геоморфология континентальных окраин /А.А. Чистяков., Д.Я.Кузнецов, В.В.Шолохов и др. - М.: Недра, 1983. 213 с.

Структуры и текстуры изверженных и метаморфических горных пород. М.: Недра, 1966.

Тимофеев П.П. Геология и фации юрской угленосной формации южной Сибири. - М.: Наука, 1969. 457 с. (Тр. ГИН АН СССР, вып. 197).

Удот Г.Д. Локальные структуры Печорской плиты в связи с нефтегазоносностью. - Л.: Наука, 1979. 96 с.

Уивер Ч.Э. Распространение смешаннослойных глинистых минералов и их определение в осадочных породах. - В кн.: Вопросы минералогии глин. М.: ИЛ, 1962, с. 342-368.

Филина Н.Ф. Литология и коллекторские свойства бат-байоских отложений Южного Мангышлака. - М.: Наука, 1979, 88 с.

Фролов В.Т. Опыт и методика комплексных стратиграфо-литологических и палеогеографических исследований. - М.: Изд-во МГУ, 1965. 180 с.

Фролов В.Т. Генетическая типизация морских отложений. - М.: Недра, 1984. 222 с.

Хайцер Л.А. О фациях песчаных и галечных отложений угленосной толщи Печорского бассейна. - ДАН СССР, 1962, т. 147, № 4, с. 912-915.

Ханин А.А. Породы - коллекторы нефти и газа нефтегазоносных провинций СССР. - М.: Недра, 1974. 303 с.

Ханин А.А. Петрофизика нефтяных и газовых пластов. М.: Недра, 1976, 295 с.

Холодов В.Н. Новое в познании катагенеза. - Литология и полезные ископаемые, № 3, 1982, с. 3-22.

Холодов В.Н. Новое в познании катагенеза. II. - Литология и полезные ископаемые, 1982, № 5, с. 15-29.

Хеллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. М.: Мир, 1983. 328 с.

Циклы седиментогенеза и нефтегазоносные комплексы Печор-

ского бассейна /В.А.Дедеев, Л.Э.Аминов, Н.В.Беляева, В.А.Чермных.- В кн.: Нефтегазоносные комплексы Печорской синеклизы. Сыктывкар, 1981, с.3-26 (Тр.Ин-та геологии Коми фл.АН СССР, вып.35).

Чалышев В.И., Варюхина Л.И. Биостратиграфия верхней перми северо-востока Европейской части СССР.- Л.: Наука, 1968. 243 с.

Чалышев В.И. Ископаемые почвы пермских угленосных отложений северо-востока Европейской части СССР. - Сыктывкар, 1974. 36 с. (Сер.препринтов "Научные доклады" АН СССР, Коми филиал, вып. II).

Чалышев В.И. Ритмичность флиша и моласс. - Л.: Наука, 1976. 275 с.

Чепиков К.Р., Ермолова Е.П., Орлова Н.А. О коррозии кварцевых зерен и случаях возможного влияния нефти на коллекторские свойства песчаных пород. - Докл.АН СССР, т.140, № 5, 1961, с. 1167-1169.

Черников О.А. Литологические исследования в нефтепромышленной геологии. М.: Недра, 1981. 237с.

Шанцер Е.В. Итоги и перспективы изучения генетических типов континентальных отложений. - В кн.: Литология в исследованиях Геологического института АН СССР. М.: Наука, 1980, с. 56 - 95.

Юдович Я.Э. Региональная геохимия осадочных толщ.- Л.: Наука, 1981, 276 с.

Ярославцев Г.М. К вопросу о методике изучения палеогеографических условий углеобразования. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым северо-востока Европейской части СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1962. вып.2, с.67-73.

Al-Shaib Z., Hanson R.E., Donovan R.N., Shelton I.W. Petrology and diagenesis of sandstones in the Post-Dak Formation (Permian) south-western Oklahoma. - *J. Sed. Petrol.*; 1980, vol. 50, N 1, p. 42-55.

Al-Shaib Z., Shelton I.W. Migration of hydrocarbons and secondary porosity in sandstones - AAPG bul., 1981, vol. 65, N 11, p. 2433-2437.

Bush D.A. Genetic units in delta prospecting. - *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 1971, vol. 55, N 8, p. 1137-1154.

Carrigy M.A. Deltic sedimentation in Atabaska Bar Sands. - AAPG bul., 1971, vol. 55, N 8.

Hays I.B. Sandstone diagenesis - the hole truth. - in "Aspects of Diagenesis" SEPM Spec. publ., 1979, N 26, p. 127-139.

Hurst A., Irvin H. Geological modelling of clay diagenesis in sandstones. - *Clay Minerals*, 1982, vol. 17, N 1, p. 5-22.

Guyen N., Hower W.F., Davies D.K. Nature of authigenic illite in sandstones. - *J. Sed. Petrol.*, 1980, vol. 50, N 3.

Pittman E.D. Porosity diagenesis and productive capability of sandstone reservoirs. - in "Aspects of Diagenesis", SEPM spec. publ., 1979, N 26, p. 159-173.

Shelton S.W. Models of sand and sandstone deposits. - *Okla. Geol. Surv. Bull.*, 1973, vol. 118.

Schmidt V., McDonald D.A. The role of secondary porosity in the course of sandstone. - in "Aspects of diagenesis" SEPM spec. publ., 1979, N 26, p. 175-206.

Schmidt V., McDonald D.A. Texture and recognition of Secondary porosity in sandstone. - in "Aspects of diagenesis" SEPM spec. publ., 1979, N 26, p. 209-224.

Baily E., Stevens R. Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rocks slabs and thin sections. - *The American Mineralogist*, 1960, vol. 45, N. 5.

Visher G.S. How to distinguish Barrier bar and Channel Sands. - World Oil, 1969, vol. 168, N 8.

Visher G.S. Pennsylvanian delta patterns and petroleum occurrence in Eastern Oklahoma. - AAPG bul., 1971, vol. 55, N8.

Wilson M.D., Pittman E.D. Autigenic clays in sandstones: recognition and influence on reservoir properties and paleoenvironmental analysis. - J. Sed. Petrol., ^{1977,} vol. 47, N 1, p. 3-32.

б) Фондовая

Аминов Л.З., Дедеев В.А., Горбань В.А. и др. Нефтегазоносные комплексы Тимано-Печорской провинции. Кн. I, Сыктывкар, Фонды Коми филиала АН СССР, 1983.

Белякова Л.Т., Важенин Г.В., Дуркина А.В., и др. Комплексное литолого-стратиграфическое изучение разреза палеозойских отложений новых разведочных площадей Тимано-Печорской провинции. Ухта, 1980, УТГФ.

Белякова Л.Т., Рассказова Н.Б., Ларионова Э.В. и др. Обобщение материалов по стратиграфии и литофациальной характеристике разрезов осадочного чехла и фундамента по разведочным площадям Тимано-Печорской провинции. Ухта, 1983, фонды УТГФ.

Богацкий В.И., Данилевский С.А., Черный В.Г. Изучение структуры осадочного чехла Тимано-Печорской провинции и ее зависимости от строения фундамента. Ухта. 1977, УТГФ.

Горецкий С.Н., Сало А.И., Рапопорт Б.И. и др. Подсчет запасов газа Василковского месторождения по состоянию на I июня 1977, Архангельск, 1977, АТГФ.

Горецкий С.Н., Диева Э.В., Калимуллин С.Г. и др. Подсчет запасов газа и конденсата Кумжинского газоконденсатного месторождения по состоянию на I июня 1980. Архангельск, 1980, АТГФ.

Гроссгейм В.А., Бескровская О.Г., Биккенин В.Т. и др.

Изучение условий формирования и способов прогнозирования зон выклинивания гранулярных коллекторов в палеозойских отложениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Ленинград, 1983, Фонды ВНИГРИ.

Енцова Ф.И. Фациальные особенности зоны перехода пермских угленосных отложений Тимано-Печорской провинции в нефтяные в связи с региональной их продуктивностью. Ухта, 1966, УТГФ.

Иванов Г.А. Литологические исследования в Воркутинском месторождении угля Печорского бассейна. Воркута, 1942, Фонды ВКГРЭ.

Кисляк М.Д., Фирев Г.М., Яценко И.Г. и др. О результатах структурно-поискового бурения на Средне-Макарихинской и Салюкинской площадях в 1968-1972 гг. Ухта, 1972, УТГФ.

Коновалова М.В., Иванова А.В. Стратиграфия, литология и нефтегазоносность пермских и верхнекаменноугольных отложений Денисовского прогиба и Колвинского мегавала в связи с их промышленной нефтегазоносностью. Ухта, 1976, УТГФ.

Малышева Е.С. Условия формирования пермских терригенных коллекторов севера Печорской синеклизы. (Текстовое приложение 2, часть 3, к отчету "Нефтегазоносные комплексы Тимано-Печорской провинции") Сыктывкар; 1983, Фонды Коми филиала АН СССР.

Никонов Н.И., Пленков А.Ф., Шакиров Р.Н. и др. Обобщение и анализ геолого-геофизических материалов на территории деятельности ПГО "Ухтанефтегазгеология". Печора, 1982, УТГФ.

Удот В.Ф., Панева А.З. Условия накопления органического вещества и генерация углеводородов в отложениях нефтегазоносных комплексов Печорского бассейна (Текстовое приложение I к отчету "Нефтегазоносные комплексы Тимано-Печорской провинции". Сыктыв-

кар, 1983. Фонды Коми филиала АН СССР.

Хайцер Л.А. О ландшафте и геотектоническом режиме при накоплении угольных пластов в Печорском бассейне. Воркута, 1962, фонды ВКГРЭ.

Хайцер Л.А. Фациально-геотектонические условия образования угленосной толщи района северной части гряды Чернышева в Печорском угольном бассейне. Воркута, 1966, фонды ВКГРЭ.

Якуцени В.П., Анищенко Л.А. Закономерности формирования и размещения зон интенсивного газонакопления в осадочной толще. Сыктывкар, 1981, фонды Коми филиала АН СССР.

Молин В.А., Варюхина Л.М., Канев Г.П. и др. Стратиграфическая корреляция и палеонтологическое обоснование возраста пермских угленосных свит юга Печорского угольного бассейна. - Сыктывкар, 1984, Фонды Коми филиала АН СССР.

Дополнение к списку литературы.

Браун Г. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов. - М.: Мир, 1965, 599с.

Ботвинкина Л.Н. Ритмы и циклы в осадочных горных породах. (Периодичность осадконакопления). - М.: Знание, 1977, 48с.

Верхнедевонские барьерные рифы Тимано-Печорской провинции и методы их поисков (А.В.Соломатин, Н.Д.Матвиевская, Б.Я.Васерман, М.М.Грачевский, - М., 1976, с.140-150.

Германов А.И. Геохимические и гидродинамические условия урановой минерализации в нефте-водоносных горизонтах. - Геохимия, 1961, № 2, с. 99-109.

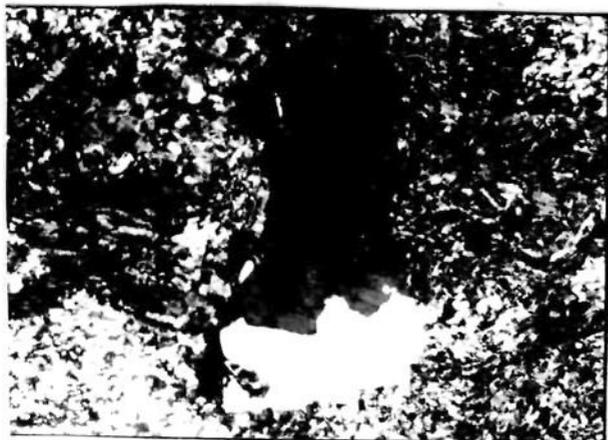
Макаренко Ф.А. Некоторые общие вопросы о зональности подземных вод. - В кн.: Совец.по вопросам формирования подземных вод. М.: Госгеолтехиздат, 1955, с.24-25.

Малышев Н.А. Особенности разломной тектоники Печорского неф-

тегазоносного бассейна. - Вест. Моск. ун-та. Сер. Геология,
1982, № 4, с. 103-107.

ФОТОТАБЛИЦА I

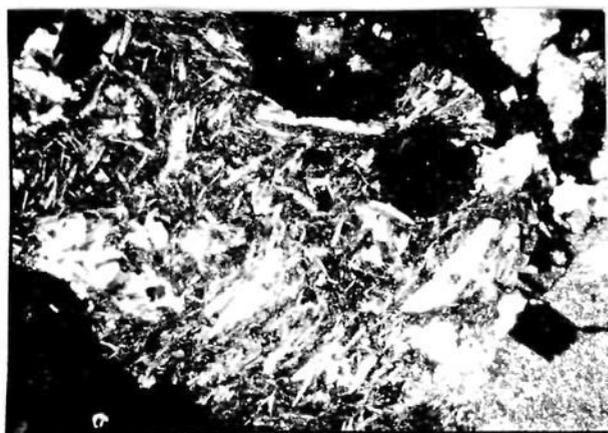
Породообразующие компоненты песчаников.



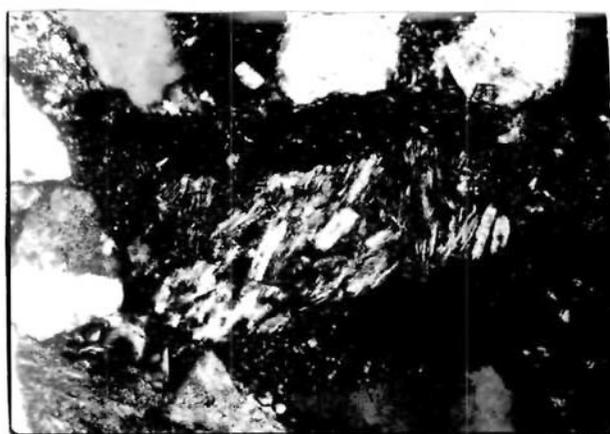
1. Эффузивная порода кислого состава с фельзит-порфировой структурой. Ув. 25, с анал., Ю-16.



2. Эффузивная порода кислого состава с фельзит-порфировой структурой. Ув. 25, с анал. Ю-9.

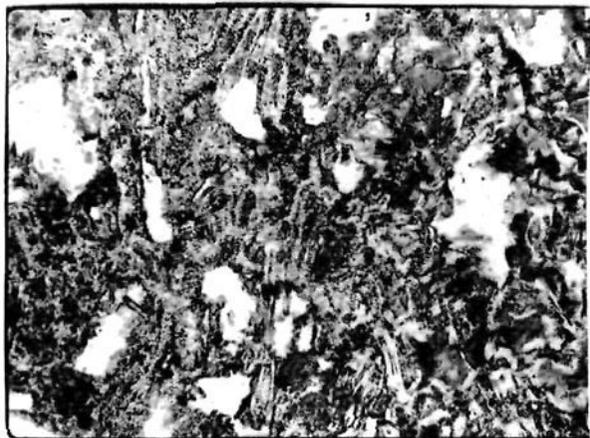


3. Эффузивная порода среднего или основного состава с гиалопидитовой структурой. Ув. 50, с анал., II7/9896.



4. Эффузивная порода среднего или основного состава с до-леритовой структурой. Ув. 50, с анал., II7/9896.

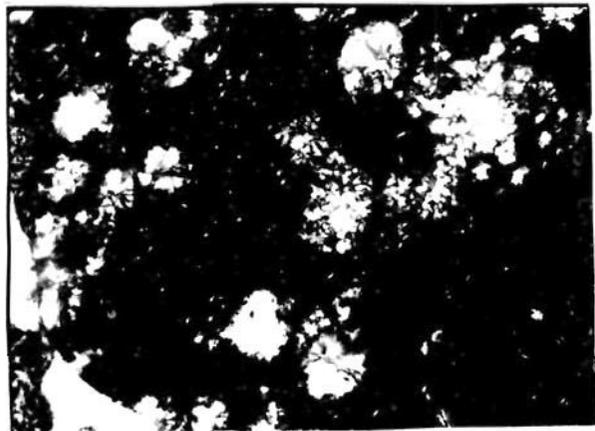
ФОТОТАБЛИЦА I (продолжение)



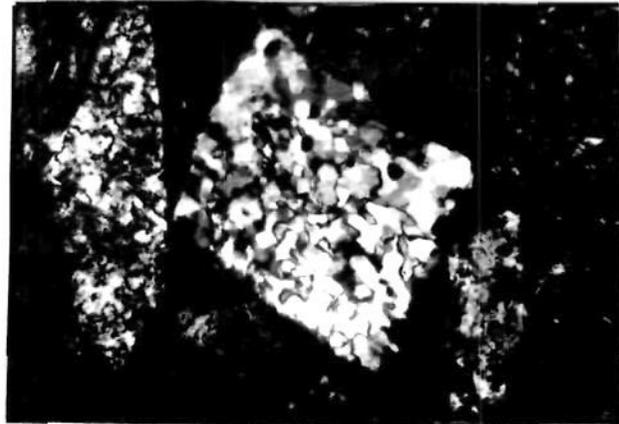
5. Туф с кристалловитрокластической структурой. Ув. 50, без анал., II7/9896.



6. Кремнистая порода с крип-токристаллической структурой. Ув. 25, с анал., 49/II245.



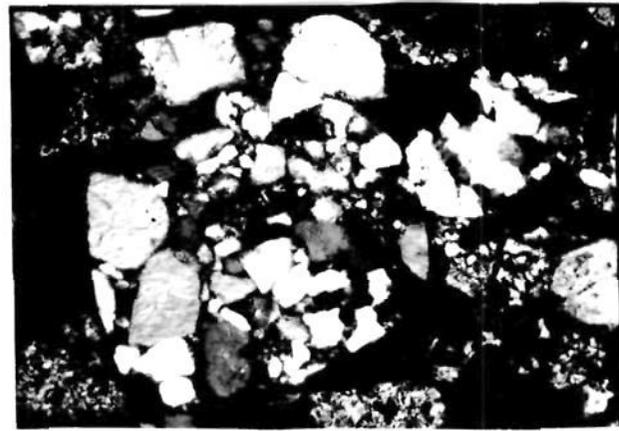
7. Радиоларит. Ув. 75, с анал., 49/II245.



8. Кварцит. Ув. 75, с анал., 49/II242.



9. Кварцит. Ув. 75, с анал., 49/II245.



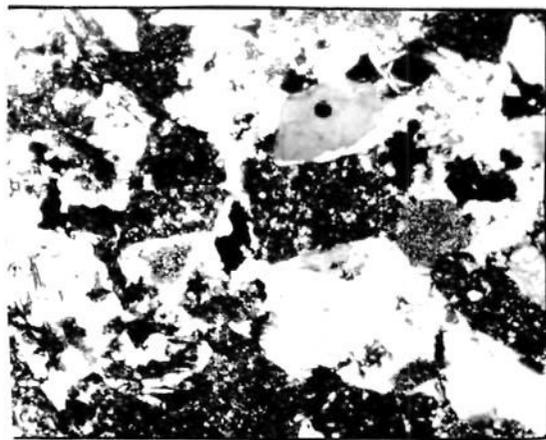
10. Кварцевый песчаник. Ув. 75 с анал., 49/II242.

ФОТОТАБЛИЦА II

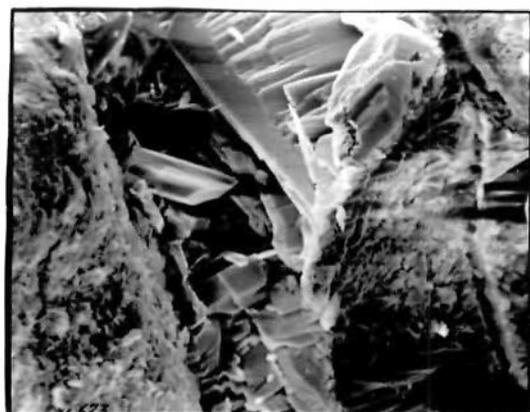
Карбонатные минералы в цементе песчаников.



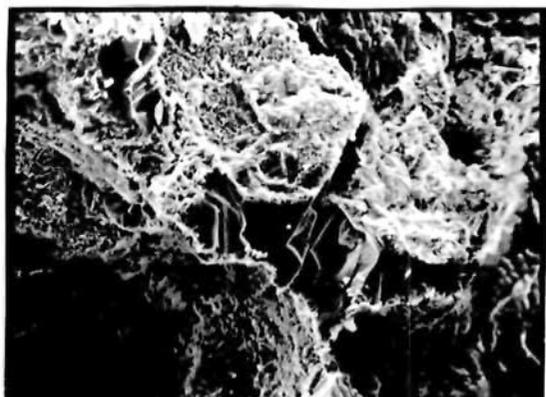
1. Кальцит крупнокристаллический с пойкилитовой структурой. Ув. 50, с анал.



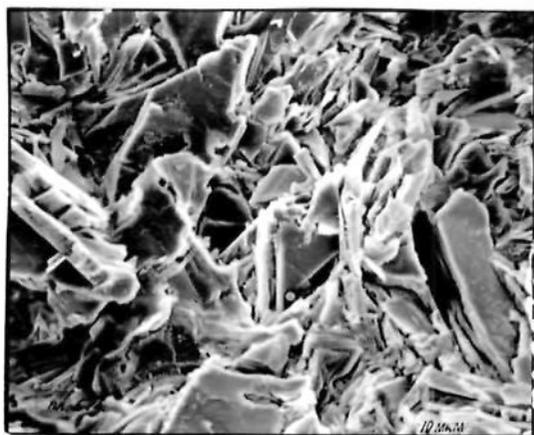
2. Кальцит мелкокристаллический. Ув. 50., с анал., 9/3852.



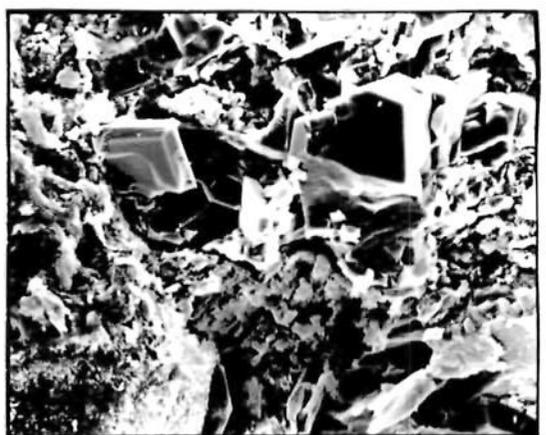
3. Крупнокристаллический кальцит в поре. РЭМ, ув. 1000, 5/3905



4. Поровый карбонатный цемент. РЭМ, ув. 700, 5/3905.



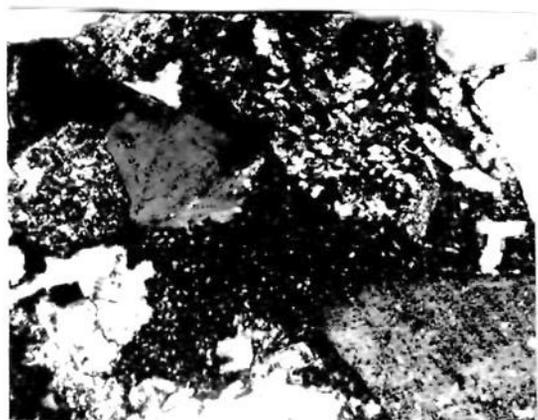
5. Агрегат кальцита и доломита в поре. РЭМ, Ув. 1000, 9/3852.



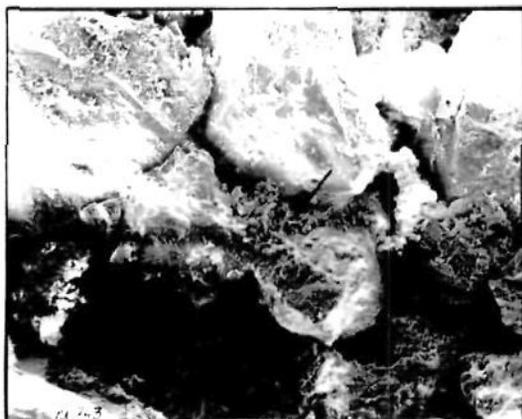
6. Кристаллы доломита. РЭМ, ув. 1400, 2/4.

ФОТОТАБЛИЦА III

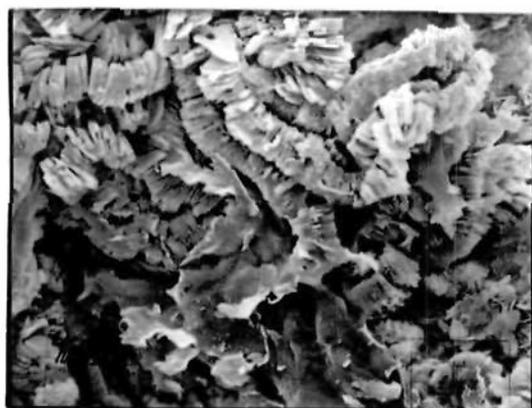
Каолинит в цементе песчаников.



1. Каолинит мелкокристаллический в поре. Ув. 75, с анал. I47/3148.



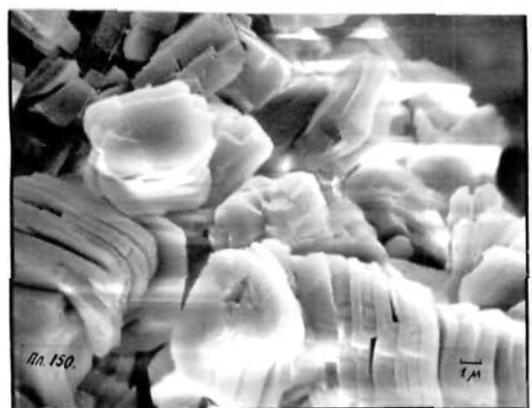
2. Каолинит в поре. РЭМ, ув. 100, 40/2994.



3. Агрегаты мелкокристаллического каолинита с примесью смектита. РЭМ, ув. 2000



4. Сферолитоподобные и червеобразные агрегаты каолинита. РЭМ, ув. 700, 40/2994



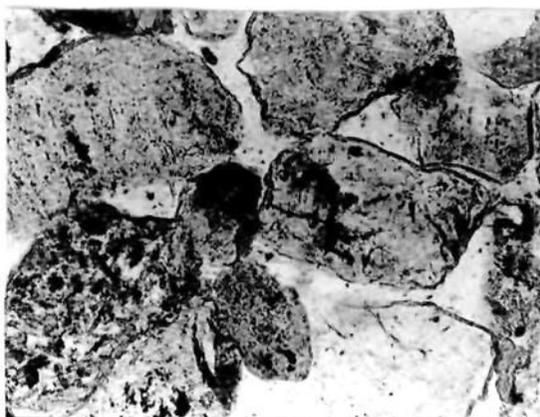
5. Крупнокристаллический каолинит. РЭМ, ув. 4000, II7/9888.



6. Агрегат каолинита. РЭМ, ув. 3000, II7/9888.

ФОТОТАБЛИЦА IV

Хлорит в цементе песчаников.



1. Крустификационные пленки хлорита. Ув. 75, без анал., 49/10515.



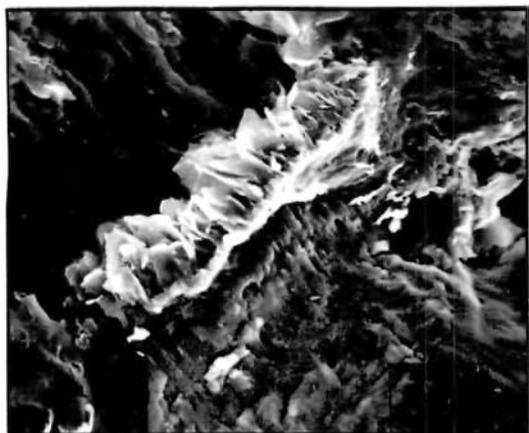
2. Хлоритизированный обломок, выполняющий пору. Ув. 75, без анал., 6/4010.



3. Крустификационная пленка хлорита. РЭМ, ув. 200, 6/4010



4. Граница крустификационной пленки и поверхности обломка. РЭМ, ув. 2000, 49/10514



5. Поперечный разрез крустификационной пленки. РЭМ, ув. 2000, 49/10514.



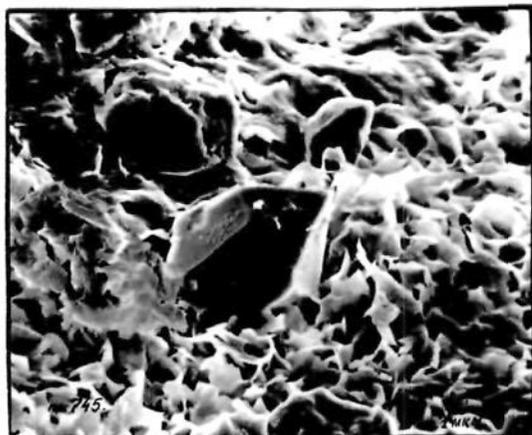
6. Пора, выполненная крустификационным хлоритом. РЭМ, ув. 1400, 49/10514.

ФОТОТАБЛИЦА У

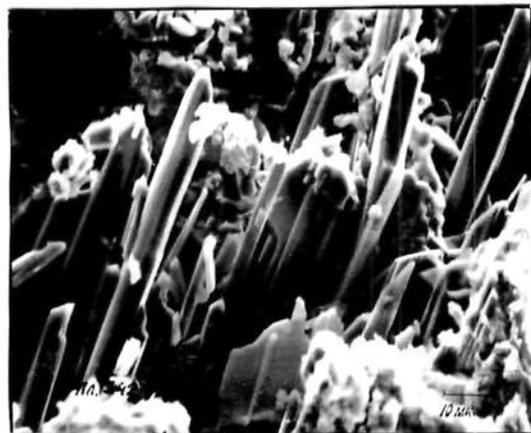
Смектит, гидрослюда и полиминеральные смеси
в цементе песчаников



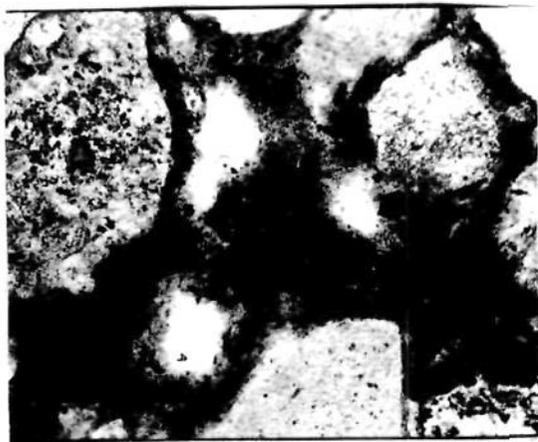
1. Агрегат смектитовых минералов
в поре. Ув. 75, с анал. 49/11242



2. Кристаллы кварца и агрегат
смектита. РЭМ, ув. 1400.
49/10519.



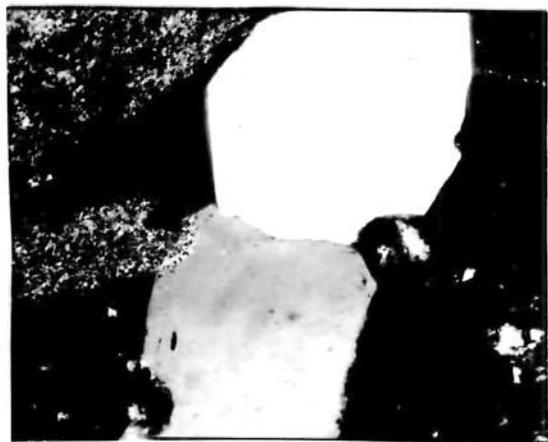
3. Удлиненно-пластинчатая гидро-
слюда. РЭМ, ув. 1000, 19/7202.



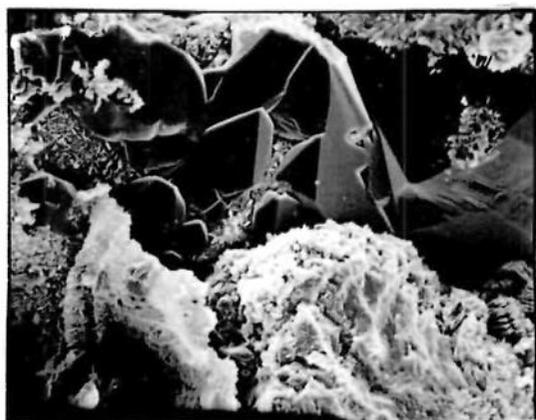
4. Полиминеральный агрегат
глинистых минералов. Ув. 75,
с анал., 43/11275.

ФОТОТАБЛИЦА УІ

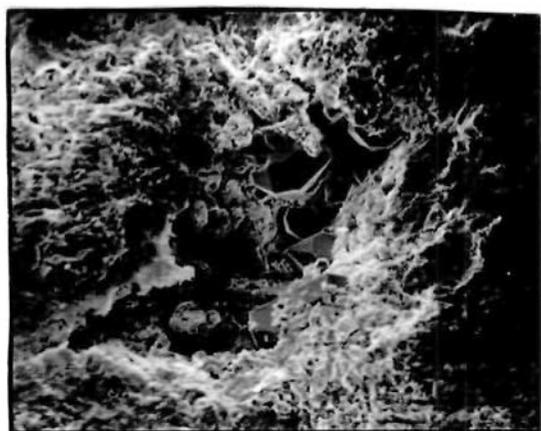
Кварц в цементе печаников.



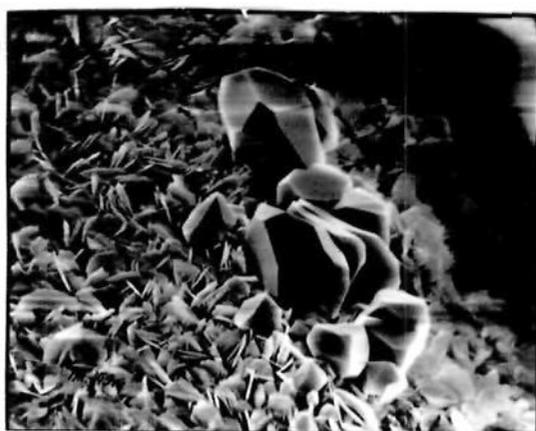
1. Кварц регенерационный.
Ув. 75, с анал., 6/4406.



2. Кварц регенерационный. РЭМ,
ув. 700, 117/9893.



3. Аутигенные кристаллы
кварца в порах. РЭМ,
ув. 400, 12/7015.



4. Аутигенные кристаллы кварца
в порах. РЭМ, ув. 2000,
12/7015.

ФОТОТАБЛИЦА У II

Постседиментационные преобразования пород



1. Гидратированная пластина биотита. Ув. 75, с анал., 49/II243.



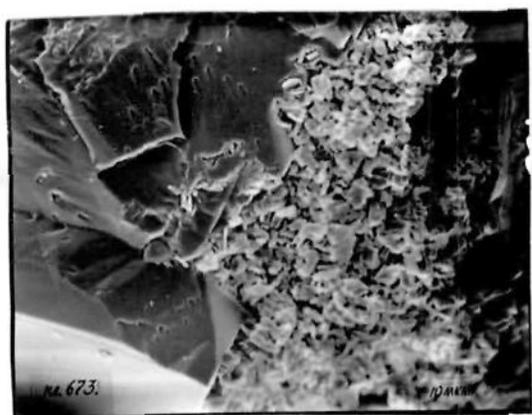
2. Слоистый минерал. РЭМ, ув. 400, 12/7104.



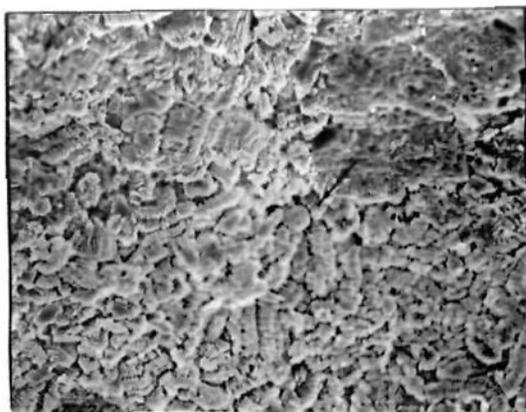
3. Каолинитизация плагиоклаза. Ув. 75, с анал., 8/3878.



4. Каолинитизация обломка и аутигенный каолинит в поре РЭМ, ув. 200, 5/3905.

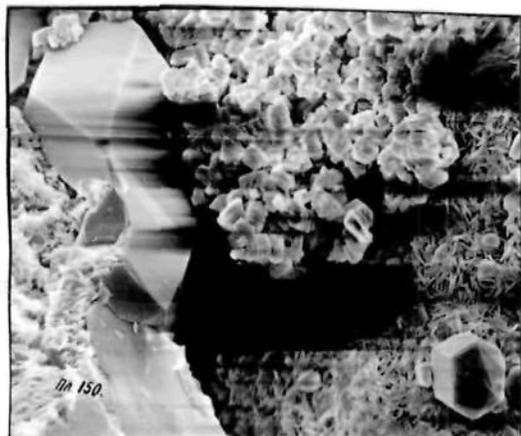


5. Этот же участок при ув. 700 РЭМ, 5/3905.

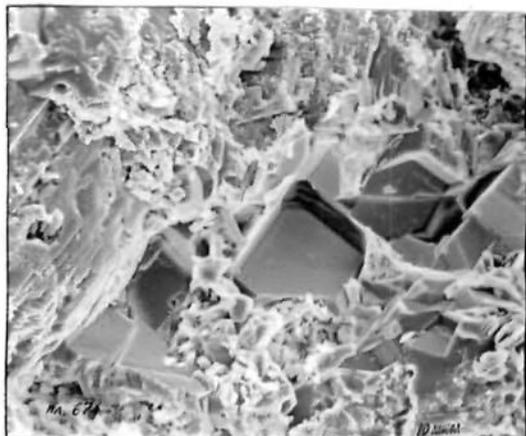


6. Сплошная каолинитизация обломков и порового пространства. РЭМ, ув. 1000, 9/3852.

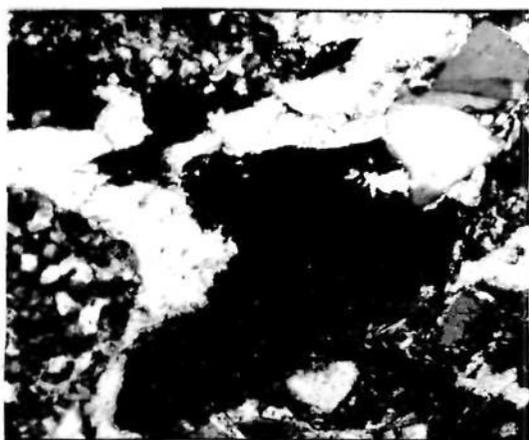
ФОТОТАБЛИЦА УІІ (продолжение)



7. Соотношение кристаллов хлорита, каолинита и кварца в поре. РЭМ, ув. 1000, 12/7015



8. Выделения карбоната (кальцита?) в поре. РЭМ, ув. 1000, 9/3852.



9. Растворение карбонатного цемента. Ув. 75, с анал., 9/3852.



10. Коррозия кристаллического обломка. РЭМ, ув. 2000, 12/7015.

ФОТОТАБЛИЦА VIII

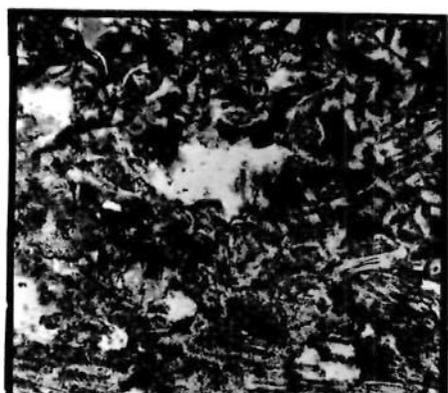
Вторичная пористость растворения обломочных компонентов



1. Растворение полевого шпата. Ув. 75, без анал. II7/10003.



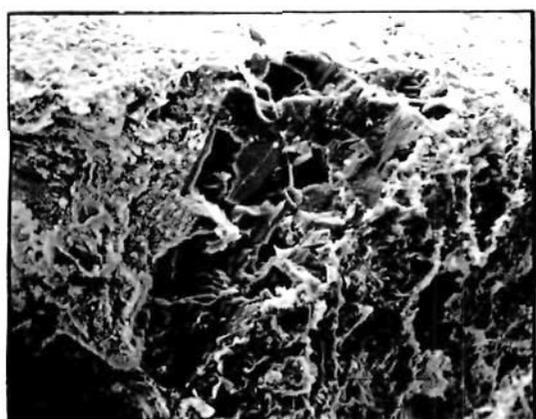
2. Реликты растворенного полевого шпата. Ув. 50, без анал., II7/10003.



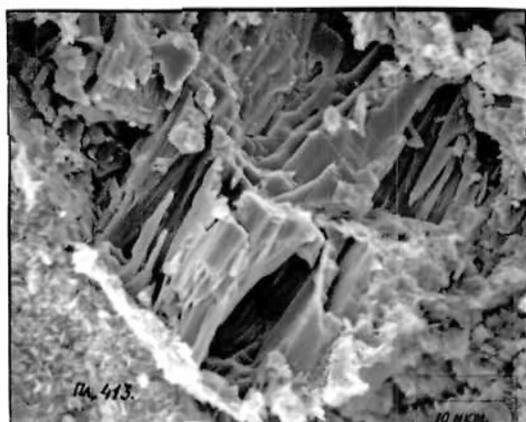
3. Свободные поры в обломке туфа. Ув. 750, без анал., II7/9896.



4. Вторичная пора растворения и первичные межгранулярные поры. Ув. 50, с анал., 10/3878



5. Растворение обломка породы. РЭМ, ув. 700, 49/11245.



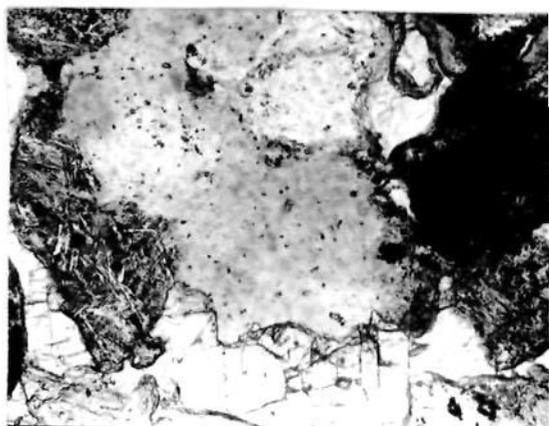
6. Растворение обломка плагиоклаза(?). РЭМ, ув. 1000, 49/10514.

ФОТОТАБЛИЦА IX

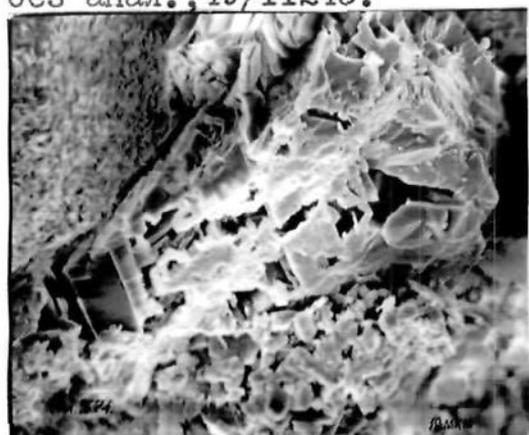
Вторичная пористость растворения карбонатного цемента



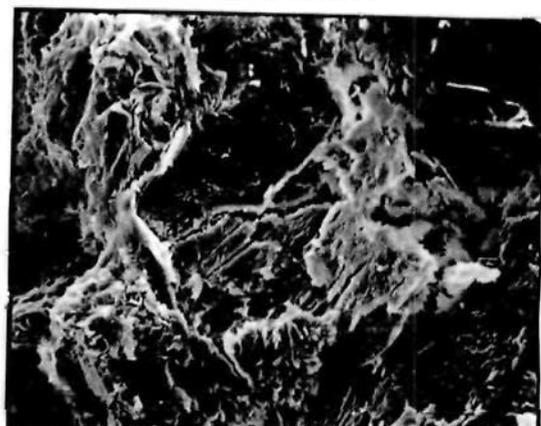
1. Появление поры в базальном кальцитовом цементе. Ув. 75, без анал., 49/II245.



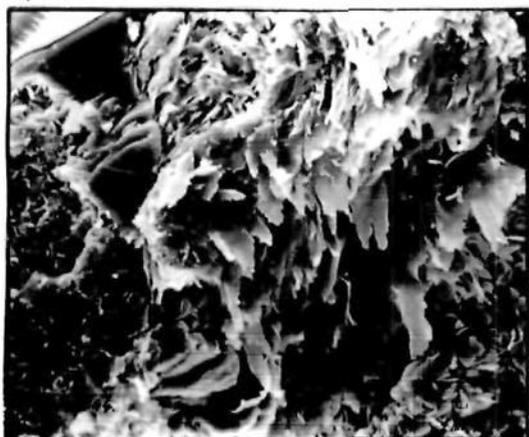
2. Крупная пора растворения кальцитового цемента. Ув. 75, без анал., 49/II245.



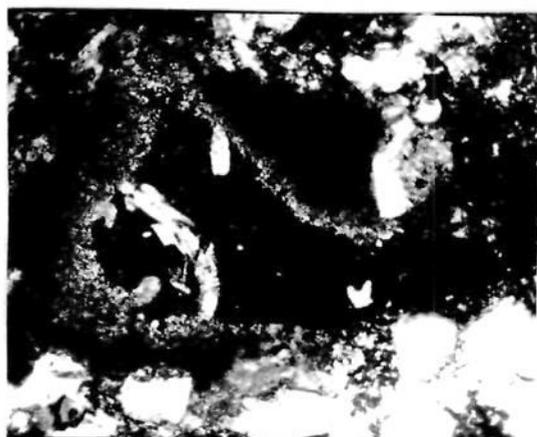
3. Растворение карбонатного порошкового цемента. РЭМ, ув. 1000, 5/3905.



4. Растворение кальцитового цемента. РЭМ, ув. 1000, 49/II245.



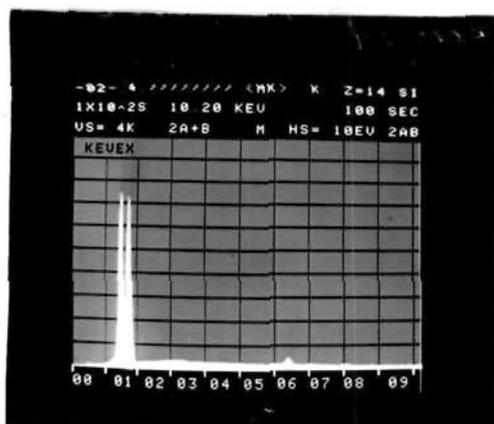
5. Реликты растворенного карбонатного цемента. РЭМ, ув. 2000, 49/II245.



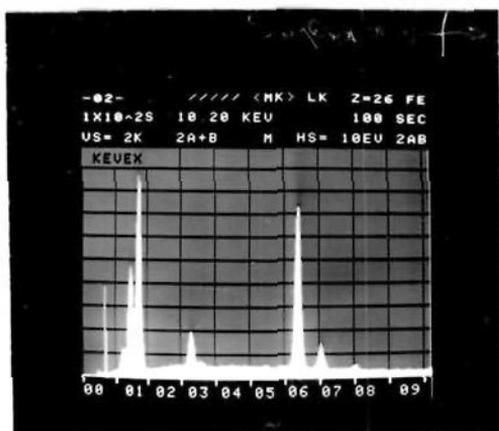
6. Растворение сидерита. Ув. 75, без анал., 19/7205.

ФОТОТАБЛИЦА X

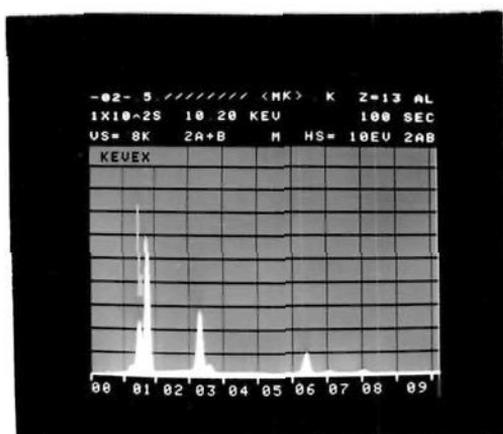
Спектры минералов



1. Спектр кристалла каолинита, показанного на фототаблице III-5.



2. Спектр кристаллов хлорита или смешаннослойных хлорит-сметитов, показанных на фототаблице IV-4,5.



3. Спектр кристалла гидрослюда показанного на фототаблице V-3.

СПИСОК РИСУНКОВ

- I. Обзорная карта.
2. Карта фактического материала.
3. Литолого-стратиграфический разрез Харьягинской площади.
4. Литолого-стратиграфический разрез Возейской площади.
5. Литолого-стратиграфический разрез Нарьянмарской площади.
6. Типы разрезов пермских терригенных отложений Печорской синеклизы.
7. Литолого-стратиграфический разрез обнажений по р.Адзъва.
8. Диаграммы состава песчаников.
9. График зависимости между гидролизатным и фемическим модулями.
10. График зависимости между гидролизатным и натрий-калиевым модулями.
- II. Характерные дифрактограммы карбонатного цемента.
12. Характерные дифрактограммы глинистых минералов.
13. Диаграмма минерального состава глинистой фракции песчаников.
14. Каолинитовая ассоциация. Характерные дифрактограммы.
15. Хлоритовая ассоциация. Характерные дифрактограммы.
16. Сметтитовая, полиминеральная и хлорит-гидрослюдистая ассоциация.
17. Диаграмма минерального состава глинистой фракции глинистых пород.
18. Характерные формы диаграмм электрокаротажа песчаных тел.
19. Строение циклитов.
20. Схема выделения циклов осадконакопления.
21. Схематический литолого-фациальный профиль пермских отложений Колвинского мегавала.
22. Схематический литолого-фациальный профиль пермских отложе-

- ний по линии Нарьянмарская площадь - север гряды Чернышева.
23. Фациальная характеристика средней толщи.
 24. Модель развития дельтовой системы.
 25. Фациальная схема севера Печорского НГБ на раннеуфимское время.
 26. Фациальная схема севера Печорского НГБ на позднеуфимское время.
 27. Фациальная схема севера Печорского НГБ на раннеказанское время.
 28. Зоны катагенеза.
 29. Литолого-минералогический разрез Василковской площади.
 30. Литолого-минералогический разрез Хыльчующей площади.
 31. Литолого-минералогический разрез Харьягинской площади.
 32. Литолого-минералогический разрез Возейской площади.
 33. Литолого-минералогический разрез Серчеюской площади.
 34. Карта метаморфизма углей Печорского бассейна.
 35. Минералогический разрез средней песчаной толщи Харьягинского месторождения.
 36. Минералогический разрез средней песчаной толщи Колвинского мегавала.
 37. Типы природных резервуаров.
 38. Схематический геологический разрез пермских терригенных отложений Харьягинского месторождения.
 39. Суммарные мощности пермских песчаников.
 40. Суммарные мощности пермских аллювиальных песчаников.
 41. Схематическая карта природных резервуаров.
 42. Соотношение первичной и вторичной пористостей.
 43. Вторичная пористость.
 44. Коллекторская характеристика пермских терригенных отло-

жений.

45. Частотные графики параметров проницаемости.
46. Распространение коллекторов с различными емкостно-фильтрационными свойствами.
47. Геологический профиль пермских отложений Воейского месторождения.
48. Изменение коэффициентов битуминозности ^в зависимости от глубины погружения толщ.
49. Карта качества нижнетриасовой покрышки.
50. Перспективы нефтегазоносности пермских терригенных отложений.

СПИСОК ТАБЛИЦ

1. Характерные особенности фаций песчаных осадков.
2. Классы коллекторов.

СПИСОК ФОТОТАБЛИЦ

1. Породообразующие компоненты песчаников.
2. Карбонатные минералы в цементе песчаников.
3. Каолинит в цементе песчаников.
4. Хлорит в цементе песчаников.
5. Сметтит, гидрослюда и полиминеральные смеси в цементе песчаников.
6. Кварц в цементе песчаников.
7. Постседиментационные преобразования пород.
8. Вторичная пористость растворения обломочных компонентов.
9. Вторичная пористость растворения карбонатного цемента.
10. Спектры минералов.