

117687

1-4 913.

Old

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
КОМИ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СССР



9.11

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
КОМИ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СССР

Ответственные редакторы
доктора геолого-минералогических наук *В. А. Дедеев,*
Я. Э. Юдович

Сыктывкар 1989

Горючие сланцы европейского Севера СССР. Коми научный центр Уральского отделения Академии наук СССР. 1989.— 152 с.

В работе обобщены данные по геологическому строению, сланценосности и качеству горючих сланцев основных сланценосных районов европейского Севера СССР. Изложение сопровождается большим количеством картографического материала.

Даны практические рекомендации по направлениям поисков и разведки горючих сланцев и намечены пути их использования.

Исследования проводились по региональной программе «Тимано-Печорский территориально-производственный комплекс». Результаты этих исследований могут быть использованы при планировании и производстве поисково-разведочных работ на европейском Севере СССР.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов в области региональной геологии и геологии горючих ископаемых.

Рис. 23, табл. 31, фототабл. 7. Библиогр.: 65 назв.

Авторы

*Л. Ф. Васильева, В. А. Дедеев, Л. А. Дурягина,
В. М. Капитанов, Н. А. Колода, Н. В. Конанова,
Н. С. Лавренко, С. В. Льюров, Л. А. Мельникова,
В. А. Молин, А. М. Павлов, А. И. Птушко*

Рецензенты

доктор геолого-минералогических наук *И. С. Муравьев*
кандидат геолого-минералогических наук *Э. С. Щербаков*

ВВЕДЕНИЕ

Основу энергетического комплекса европейского Севера СССР составляют нефтяная, газовая и угольная промышленности, электроэнергетика, в перспективе — атомная энергетика и сланцевая промышленность.

Запасы горючих сланцев в регионе сосредоточены в четырех крупных сланцевосных районах — Сысольском, Яренгском, Ижемском и Большеземельском. Общие ресурсы горючих сланцев с теплотой сгорания свыше 1 200 ккал (5,0 Мдж/кг) и мощностью пластов свыше 0,5 м оцениваются только в пределах Коми АССР в 54,3 млрд. т. Из них более 10 млрд. т с теплотой сгорания свыше 1 800 ккал/кг (7,56 Мдж/кг). Такие огромные ресурсы не могут не приниматься во внимание при окончательной оценке потенциала Тимано-Печорского ТПК. Однако геологическая обеспеченность развития сланцевой промышленности явно недостаточна. Только в 1986 г. окончены поисково-оценочные работы в северной части Сысольского сланцевосного района (Поингская площадь). Завершаются поисковые работы на Восточной площади южной части Сысольского района и в Яренгском сланцевосном районе.

В предлагаемой книге представлен анализ геологических материалов по всем сланцевосным районам европейского Севера. Это сделано с одной целью — показать, что имеющиеся ресурсы горючих сланцев, их технологическая характеристика, геологические позиции благоприятны для практического использования этого полезного ископаемого как комплексного сырья многоцелевого назначения.

Книга написана коллективом специалистов Института геологии (В. А. Дедеевым, Л. А. Дурягиной, Н. А. Колода, Н. В. Конановой, Н. С. Лавренко, С. В. Льюровым, Л. А. Мельниковой, В. А. Молиным) Коми научного центра Уральского отделения Академии наук СССР; производственного геологического объединения Полярноуралгеология (Л. Ф. Васильевой, В. М. Капитановым, А. М. Павловым); института ПечорНИИпроект (А. И. Птушко).

Введение, заключение, состояние изученности и ресурсы горючих сланцев написаны В. А. Дедеевым и В. А. Молиным. Характеристика сланцевосных районов составлена Л. Ф. Василье-

вой, В. А. Дедеевым, В. М. Капитановым, Н. С. Лавренко, С. В. Льюровым, В. А. Молиным, А. М. Павловым. Основные результаты по Сысольскому району получены Л. Ф. Васильевой, по Яренгскому — В. М. Капитановым, по Ижемскому — А. М. Павловым, по Большеземельскому — Н. С. Лавренко. С. В. Льюровым представлены сведения об условиях образования горючих сланцев; Л. А. Дурягиной и Н. А. Колода дана детальная характеристика спорово-пыльцевого состава юрских отложений; Н. В. Конанова провела анализ геофизических материалов сланцевосных толщ. Разделы о технологических свойствах горючих сланцев и путях их промышленного использования написаны Л. Ф. Васильевой, Л. А. Мельниковой и А. И. Птушко.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ И РЕСУРСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Стратиграфически горючие сланцы на европейском Севере в основном связаны с девонской и юрской системами. Промышленная сланценосность приурочена к отложениям волжского яруса верхней юры. Девонские сланцы (доманиковой свиты) по результатам геологических исследований в Ухтинском районе характеризуются крайне изменчивыми мощностью и качеством и промышленной ценности не представляют.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ БАССЕЙНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СССР

Все месторождения и проявления горючих сланцев юрского возраста северного региона европейской части СССР входят в состав обширной Волжско-Печорской сланценосной провинции. В пределах этого региона к юго-западу от Тимана обособляется Вычегодский сланценосный бассейн с двумя сланценосными районами: Сысольским и Яренгским. Территория Печорской синеклизы входит в состав Тимано-Печорского сланценосного бассейна, где выделены Ижемский и Большеземельский сланценосные районы (рис. 1).

Перспективы четырех перечисленных сланценосных районов весьма различные. Положительно оцениваются перспективы Сысольского района — удовлетворительное качество горючих сланцев, относительно выдержанные по мощности и по простиранию пласты, местами пригодные для открытой разработки, отсутствие других энергетических ресурсов. Однако район расположен довольно далеко от железнодорожных артерий и в той части республики, где большую площадь занимают сельскохозяйственные угодья.

Не менее перспективен Яренгский сланценосный район. Прежде всего необходимо указать на высокое качество горючих сланцев, хотя это относится не ко всему разрезу. Непосредственно в области распространения сланценосных отложений проходит железная дорога. Часть сланцев можно разрабатывать открытым способом.



Рис. 1. Обзорная карта сланцевых бассейнов европейского Севера СССР
1—2 — границы: 1 — сланцевых бассейнов, 2 — распространения волжских отложений верхней юры; 3 — перспективные площади и участки.

Ижемский сланценосный район, и прежде всего Айювинское месторождение горючих сланцев, издавна привлекал внимание. Однако в последнее время практический интерес к нему пропал, что связано с успехами угольной и нефтяной промышлен-

ности, особенно с развитием Интинского угольного месторождения, снабжающего Северный экономический район дешевым энергетическим углем. Айювинские горючие сланцы неплохого качества и располагаются в районе с развитой промышленностью по переработке углеводородного сырья и с хорошей транспортной сетью.

Большеземельский район на современном этапе развития производительных сил можно отнести к разряду неизученных, второстепенных. Горючие сланцы залегают на таких глубинах, что дает возможность вести их добычу только шахтным способом. Характер распространения пластов и их качество практически не изучены.

Ресурсы горючих сланцев по сланценосным районам показаны в табл. 1: Подсчеты произведены при параметрах: в пластах мощностью более 0,5 м при разной теплоте сгорания.

Таблица 1

Ресурсы и предварительно оцененные запасы горючих сланцев Коми АССР

| Район, площадь | Параметры подсчетов: при Q_s^d ккал/кг (Мдж/кг) в пластах более 0,5 м | Ресурсы, млн. т | Категории ресурсов (P_1-P_3) и запасов (C_1) | Автор подсчета, год |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| Сысольский район | 1200(5,0) | 39 374,65 | $C_2+P_1+P_2$ | Васильева Л. Ф. |
| | 1500(6,3) | 23 922,4 | —,— | 1981, 1983— |
| В том числе | 1800(7,5) | 13 416,13 | —,— | 1986 гг. |
| Поингская площадь | 2200(9,2) | 3 352,15 | —,— | |
| | 1200 | 15 980,05 | C_2+P_1 | Васильева Л. Ф. |
| | 1500 | 9 759,28 | —,— | 1986 г. |
| | 1800 | 6 050,43 | —,— | |
| | 2200 | 1 766,15 | —,— | |
| Яренгский район | 1200 | 10 762,5 | P_1+P_2 | Капитанов В. М. |
| | 1800 | 2 223,7 | —,— | 1985 г. |
| Ижемский район | 1200 | 3 337,6 | P_3 | Павлов А. М., |
| | 1200—1600 | 947,2 | —,— | 1981 г. |
| | (5,0—6,7) | | | |
| | 1600—2000 | 1 712,9 | —,— | |
| | (6,7—8,4) | | | |
| | 2000(8,4) | 677,3 | | |

В Сысольском районе выделены ресурсы горючих сланцев с теплотой сгорания более 1 800 ккал/кг (7,5 Мдж/кг) по пластам мощностью более 1,4 м, т. е. пригодных для разработки при современном техническом уровне углесланцедобычи, в количестве 6,2 млрд. т.

В табл. 2 сведены данные, характеризующие качество плас-

Таблица 2

Качество горючих сланцев сланценосных районов

| Район, участок | Пласт | Мощность, м | Теплота сгорания | | Зольность, % | Выход смолы, % | Сера общ., % |
|-------------------------|----------|----------------|------------------|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | | ккал/кг | Мдж/кг | | | |
| Сысольский район | | | | | | | |
| Поингская площадь | I-в | 0,5—5,0 | 1 800—1 958 | (7,5—8,2) | 64—70 | 7,6—11,4 | 1,2—3,4 |
| | I-п | 0,5—5,7 | 1 800—1 906 | (7,5—8,0) | 66—70 | 6,6—11,8 | 1,7—3,4 |
| Южная часть | I-в | 0,7 | 1 800 | (7,5) | 72 | 10,5 | 2,5 |
| | I-п | 1,1—1,6 | 1 800—2 340 | (7,5—9,8) | 64—77 | 13,0 | 3,4 |
| | IV | 0,9 | 1 800—2 326 | (7,5—9,7) | 62—74 | 13,6 | 3,2 |
| Яренгский район | | | | | | | |
| Чим-Лоптюгская площадь | I-в | 0,7—3,2 | 1 806—2 020 | (7,5—8,5) | 64—76 | 8,4—11,4 | 1,9—3,1 |
| | I-п | 0,9—2,4 | 1 805—4 493 | (7,5—18,8) | 45—76 | 9,2—21,8 | 1,6—5,7 |
| | II | 0,5—2,1 | 1 815—3 616 | (7,6—15,1) | 52—77 | 8,8—17,8 | 1,1—7,7 |
| Ижемский район | | | | | | | |
| Нерицкий участок | Нерицкий | 0,7—1,2 | 1 800 | (7,5) | — | 7,0 | 2,0 |
| Ижма-Кедвинский участок | Нерицкий | 0,8 | 1 800 | (7,5) | — | 7,0 | 2,0 |
| Айювинский участок | I | 0,7—3,2 | 950 | (4,0) | 70 | 5,0 | 3,0 |
| (месторождение) | II | 0,6—0,9 | 2 500—3 000 | (10,5—12,6) | 40—50 | 10,0—15,0 | 2,5—5,6 |
| | III | 0,4—1,4 | 1 700 | (7,1) | 64 | 8,0 | 3,0 |
| | IV | 0,7—1,3 | 1 600—2 000 | (6,7—8,4) | 50—62 | 5,0—10,0 | 2,1—5,3 |

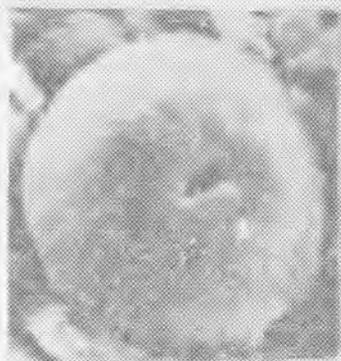
тов горючих сланцев. Нумерация пластов приведена относительно Айювинского месторождения Ижемского сланценосного района, долгое время считавшегося эталонным.

Изученность геологического строения сланценосных районов крайне неодинаковая. Если горючие сланцы Ижемского района изучались в годы войны и позднее к ним периодически возвращались, то о горючих сланцах Большеземельского района сведений почти нет.

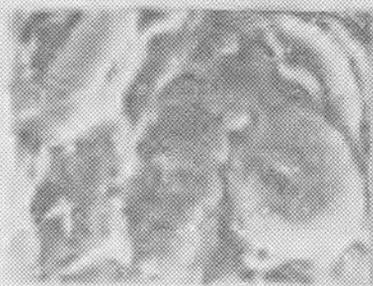
В Ижемском сланценосном районе на площади в 18 тыс. км² имеется в наличии только 18 скважин, вскрывших сланценосную толщу.

Наиболее изучен Сысольский сланценосный район, где в 1978—1983 гг. проведены поисковые работы, в результате которых выявлены перспективные площади: Поингская — в северной части района, Восточная и Центральная — в южной. На площади распространения сланценосных отложений (около 7,1 тыс. км²) пробурено 338 скважин, в большинстве из которых обнаружены горючие сланцы. В 1983—1986 гг. проведены поисково-оценочные работы на перспективной Поингской площади. Близки к завершению работы на Восточной площади. Материалы, полученные за последние годы, позволяют рекомендовать Поингскую площадь для проведения предварительных геологоразведочных работ с целью создания в дальнейшем резервного фонда запасов для организации сланцедобывающих предприятий.

Яренгский сланценосный район изучен неравномерно. На территории Чим-Лоптюгского участка завершены поисковые работы. Распространение волжских сланценосных отложений на западе района остается не изученным. На Чим-Лоптюгском участке пробурена 81 поисковая скважина, на территории Северо-Западного участка — 2 скважины. Следует признать, что поисковые работы на Чим-Лоптюгском перспективном участке ответили лишь на небольшую часть вопросов, которые возникли в процессе геологического изучения территории. Характер распространения сланценосных отложений и причины его вызвавшие остаются недостаточно раскрытыми и требуют проведения дальнейших геологоразведочных работ, особенно на Чим-Лоптюгской площади, учитывая, что сланцы Яренгского района по всем показателям являются лучшими по качеству в сравнении со сланцами из других районов. Геологическое изучение этого района должно быть продолжено. Это особенно актуально в связи с разработками по энергоклинкерной переработке сланцев, которая может иметь существенное значение для Тимано-Печорского ТПК.



1



2



3



4



5

Существует много работ, в которых рассматриваются вопросы генезиса горючих сланцев. В данном разделе нам хотелось остановиться лишь на некоторых вопросах, которые касаются специфики образования горючих сланцев в рассматриваемом регионе.

Из современного структурного плана волжских отложений Сысольского и Яренгского районов видно, что пласты горючих сланцев развиты на гипсометрических отметках подошвы сланценосных отложений от -42 до $+179$ м в Сысольском районе и от $+82$ до $+141$ м в Яренгском. Разница между максимальными и минимальными отметками составляет для Сысольского района — 221, для Яренгского — 59 м.

Можно предполагать, что накопление органического вещества, необходимое для образования горючих сланцев, в Яренгском районе происходило в зоне фотосинтеза (50—100 м) одновременно на всей территории. Современный рельеф подошвы сланценосных отложений в Сысольском районе не позволяет допускать накопления органического вещества только за счет бенгосной растительности, принимаемой большинством исследователей как керогенообразующей, без последующей перестройки структурного плана территории. В горючих сланцах этого района также обнаружены остатки кокколитофорид довольно хорошей сохранности (фототабл. 1). Они относятся к золотистым водорослям. Значительная их часть попадает в осадок в фекальных пеллетах планктонных животных, питающихся кокколитофоридами. Органическое вещество пеллетов предотвращает растворение кокколитов во время их оседания на дно.

Петрографическое изучение органического вещества горючих сланцев свидетельствует, что наиболее часто встречающийся микрокомпонент горючих сланцев — коллоальгинит (до 70—80% всего керогена) образовался за счет разложения одноклеточных желто-зеленых и зеленых и скелетных золотистых водорослей [8]. Породообразующее значение остальных микрокомпонентов несущественно (табл. 3).

Большинство водорослей, существуя в приповерхностной толще воды, преимущественно в прибрежных участках палеобассейнов, после своей гибели погружались на дно. В мелководной части бассейна (в зоне фотосинтеза) они перемешивались с бентосными формами растительности и фауны. На больших глубинах доля животных организмов резко сокращалась, уменьшалось количество выносимого терригенного материала. Это способствовало образованию лучших по качеству горючих сланцев, с максимальной долей планктонных водорослей в составе исходного органического вещества. Такие сланцы практически лишены раковин моллюсков.

Микрокомпоненты керогена и их исходный материал [8, с. 359]

| Группа микрокомпонентов | Микрокомпонент | Исходный материал микрокомпонентов | Источник накопления | Степень участия микрокомпонента в керогене в различных районах |
|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Альгинит | Коллоальгинит | Одноклеточные бесклеточные водоросли, не сохранившие строения: желто-зеленые и зеленые, органическая часть скелетных золотистых, в небольшом количестве, возможно остатки животных организмов | Автохтонный, непосредственно в морском бассейне | Керогенообразующая — от 65% (Айювинское месторождение) до 90% и более (Сысольский и Яренский районы) |
| То же | Таллом-альгинит | Одноклеточные бесклеточные водоросли, сохранившие строение: желто-зеленые <i>Pila</i> , зеленые семейства <i>Tasmanaceae</i> , род <i>Tasmanites</i> ; семейство <i>Leiosphaeridaceae</i> , род <i>Leiosphaeridia</i> ; семейство <i>Nostocaceae</i> , род <i>Nostocopsis</i> | То же | Второстепенная — около 10%, иногда несколько меньше или больше |
| Псевдовитринит | Псевдовитринит | Обрывки многоклеточных высших донных водорослей — фитобентос | То же | Единичная — 10% и второстепенная — от 10 и до 30% (Айювинское месторождение) |

Некоторые данные о генезисе горючих сланцев можно получить рассматривая палеонтологические остатки. Количество и расположение раковин моллюсков в прослоях горючих сланцев в общих чертах соответствуют распределению моллюсков в со временных морских бассейнах. Тип захоронения во многих случаях автохтонный. Для ориктокомплексов моллюсков в пластах горючих сланцев характерно присутствие остатков организмов, ведущих практически неподвижный образ жизни (двустворки), малоподвижный (гастроподы) и периодически терявшие подвижность (некоторые аммониты). Не содержится остатков активных нектонных форм (белемнитов). Раковины моллюсков в пластах горючих сланцев раздавлены, часто источены. Для раковин аммонитов характерно наличие только перламутрового слоя, слагающего внутреннюю часть раковины, и практически полное отсутствие самой раковины, растворенной в процессе формирования осадка (фототабл. II). В сланцах с повышенной теплотой сгорания раковин нет или очень мало. В керогене сланцев повсеместно отмечены следы сине-зеленых водо-



1



2



3



4



5

рослей, многим видам которых свойственны аменсальное воздействие на живущую с ними на одном участке фауну [5, 16-52], способность разрушать раковины [65].

В минеральной части горючих сланцев наблюдается некоторое преобладание алевролитовых и песчаных фракций на глинистой и это свидетельствует, что образование сланцев тяготеет к прибрежным районам морского бассейна.

Характерной особенностью горючих сланцев является их тонкослоистое строение, отчетливо выраженное на образцах среднего качества в чередовании слоев, обогащенных органическим веществом, со слоями существенно минеральными. Мощность слоев колеблется от долей миллиметра и до нескольких мм. Слои формировались благодаря сезонным колебаниям климата. Но многие лучшие по качеству образцы горючих сланцев практически лишены видимой слоистой структуры, в них отсутствует фауна. Можно предположить, что органическое вещество накапливалось на максимальном удалении от береговой линии, исключительно за счет фитопланктона.

Наличие в керогене горючих сланцев остатков фитобентоса и фитопланктона, характер ориктокомплексов, особенности палеогеографической обстановки — все это говорит о том, что накопление органического вещества в осадках происходило на сравнительно неглубоких (50—100 м) участках, нестабильных по режиму морских бассейнов при ограниченной связи с палеоокеанами.

О температурном режиме бассейна можно найти сведения в работе Е. Б. Бондарь [6], рассматривающей некоторые условия жизнеобитания золотистых водорослей, остатки которых широко представлены в горючих сланцах.

МЕТОДЫ КОРРЕЛЯЦИИ ПЛАСТОВ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ И СЛАНЦЕНОСНЫХ ТОЛЩ

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЛЕНЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИИ СЛАНЦЕНОСНЫХ ТОЛЩ

Первые сведения о палинологии юрских и меловых отложенных сланценосных районов европейского Севера появились в работах В. А. Молина [39], В. С. Ищенко [22], Г. М. Фирера и др. [58]. Более обширная палинологическая информация содержится в исследованиях А. С. Грязевой [13], Н. А. Добруцкой [14], Л. П. Голубевой [23], В. И. Розанова [33, 49] и Н. К. Куликовой [61].

В Институте геологии Коми филиала АН СССР серьезные палинологические исследования юрских и меловых отложений начались с 1977 г. в связи с постановкой поисковых и разведочных работ на горючие сланцы. За этот период получены палинологические данные по зональному расчленению сланценосных толщ юры и мела. Не менее важные результаты имеются и по детальной корреляции этих отложений вплоть до синонимии сланцевых пластов. Палинологами института открыты в разрезе средней юры самые древние, ааленские (?) отложения.

Спорово-пыльцевой комплекс из ааленского (?) яруса установлен в разрезе скважины № 6 в верховьях р. Сысолы. Видовой состав комплекса довольно разнообразен. Основные виды мiosпор из юрских отложений Сысольского сланценосного района изображены на фототаблицах III—VII. Этот комплекс характеризуется доминированием спор (79,5—84%) над пыльцой (16—20,5%) (табл. 4). В споровой части спектров обильны гладкие треугольной формы споры *Syathidites*, *Leiotriletes*, значительно количество *Syathidites cf. junctus* (К.-М.), *Dictyophilidites harrisii* Coup., *Duplexisporites anogrammensis* (К.—М.), *D.problematicus* (Coup.), *Klukisporites variegatus* Coup., *K. neo-variegatus* Fil., *Leptolepidites crassibalteus* Fil., среди сопутствующих спор встречены *Toroisporis phlebopteroides* Barch., *T. crassiangulatus* (Balme), *Cyathidites australis* Coup., *Tripartina*



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



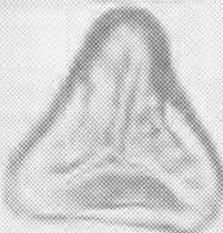
12



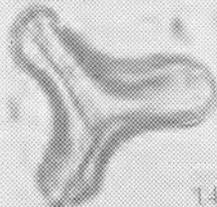
13



14



15



16



17



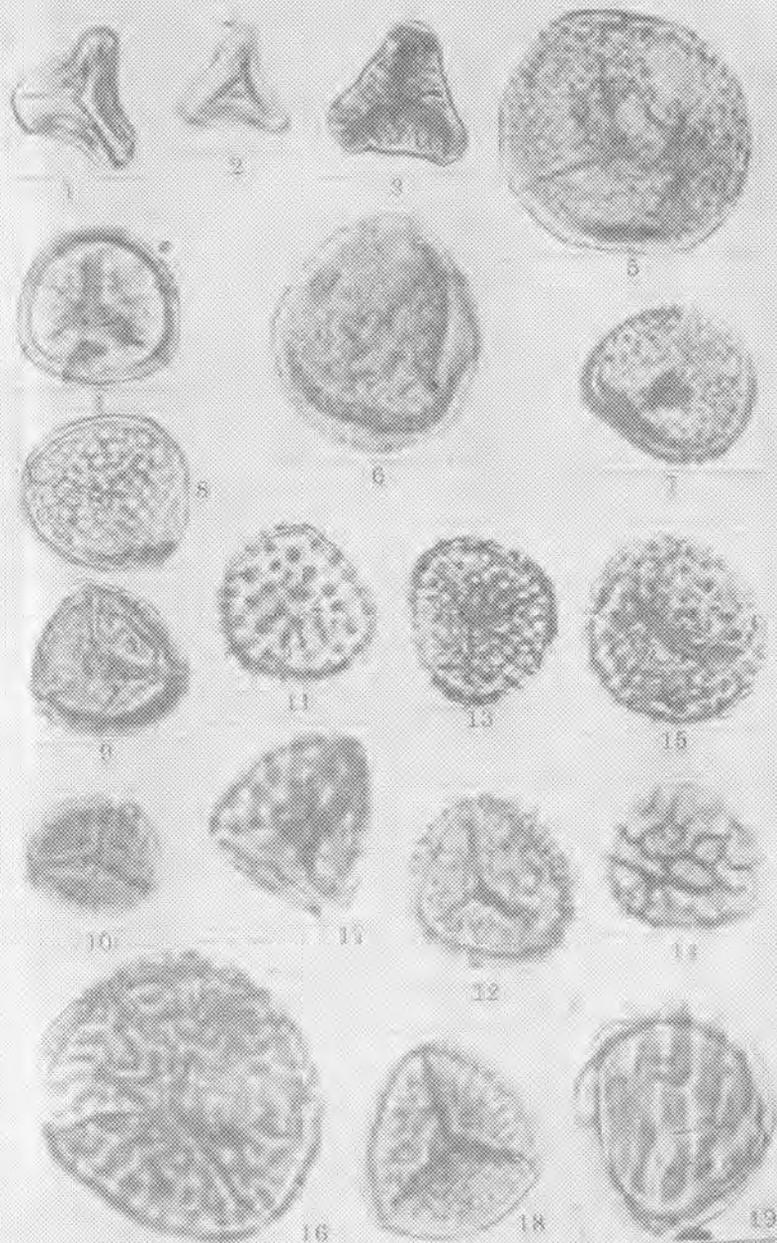
18



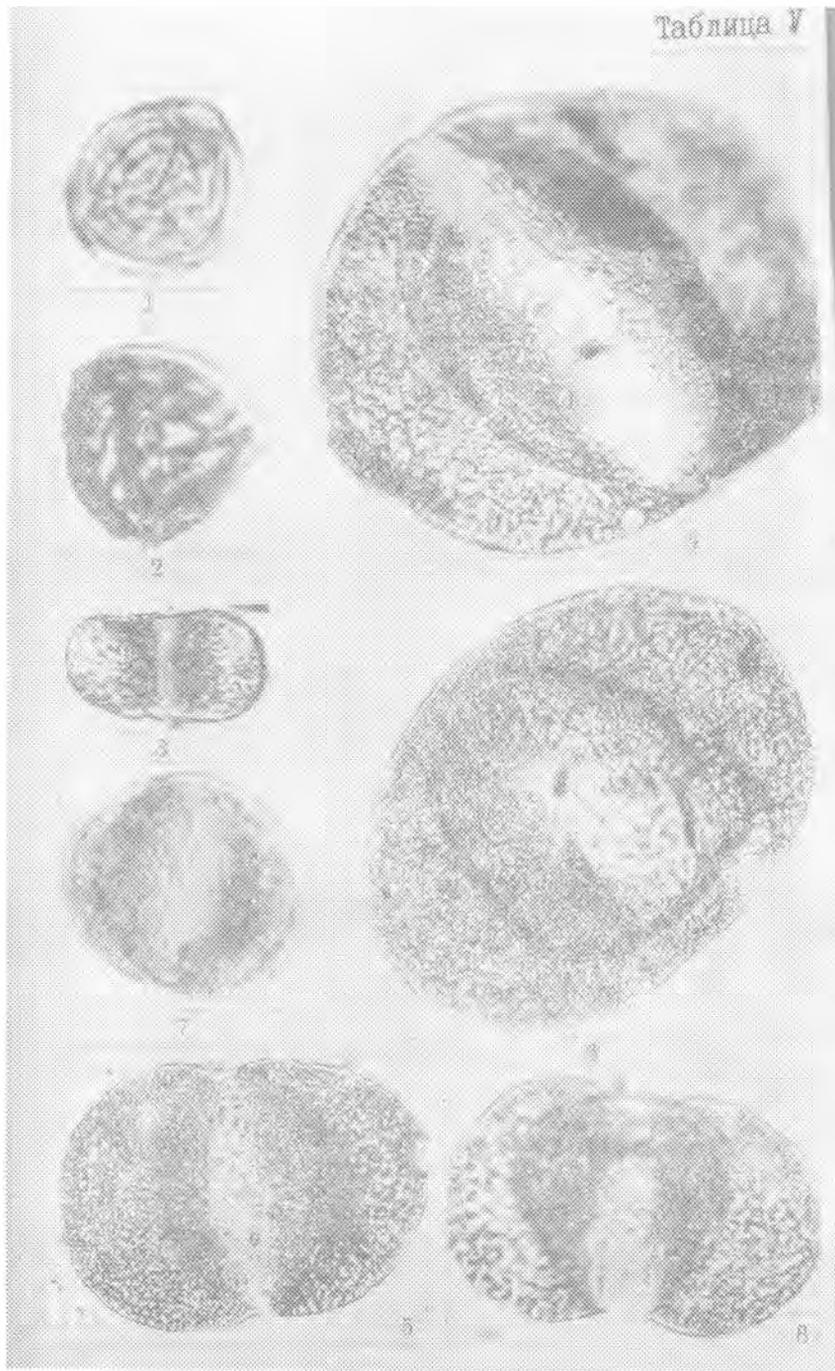
19

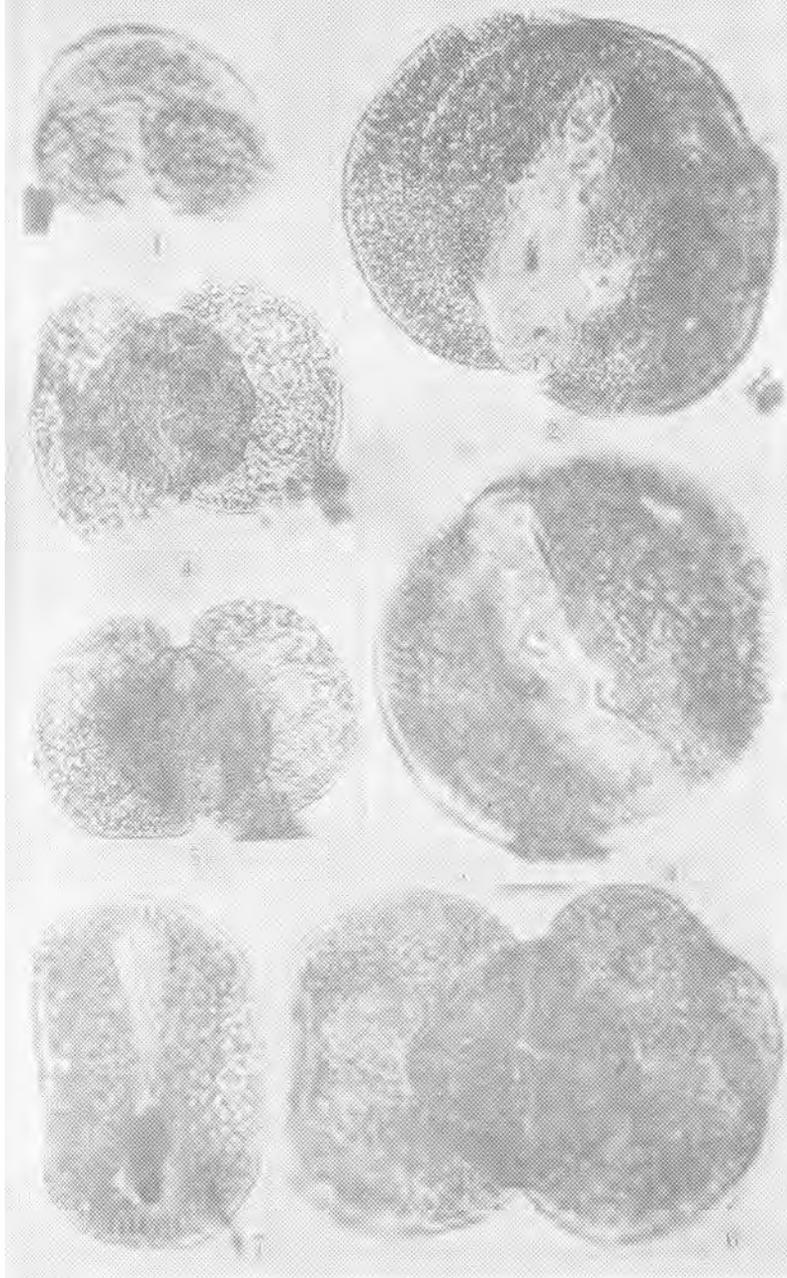


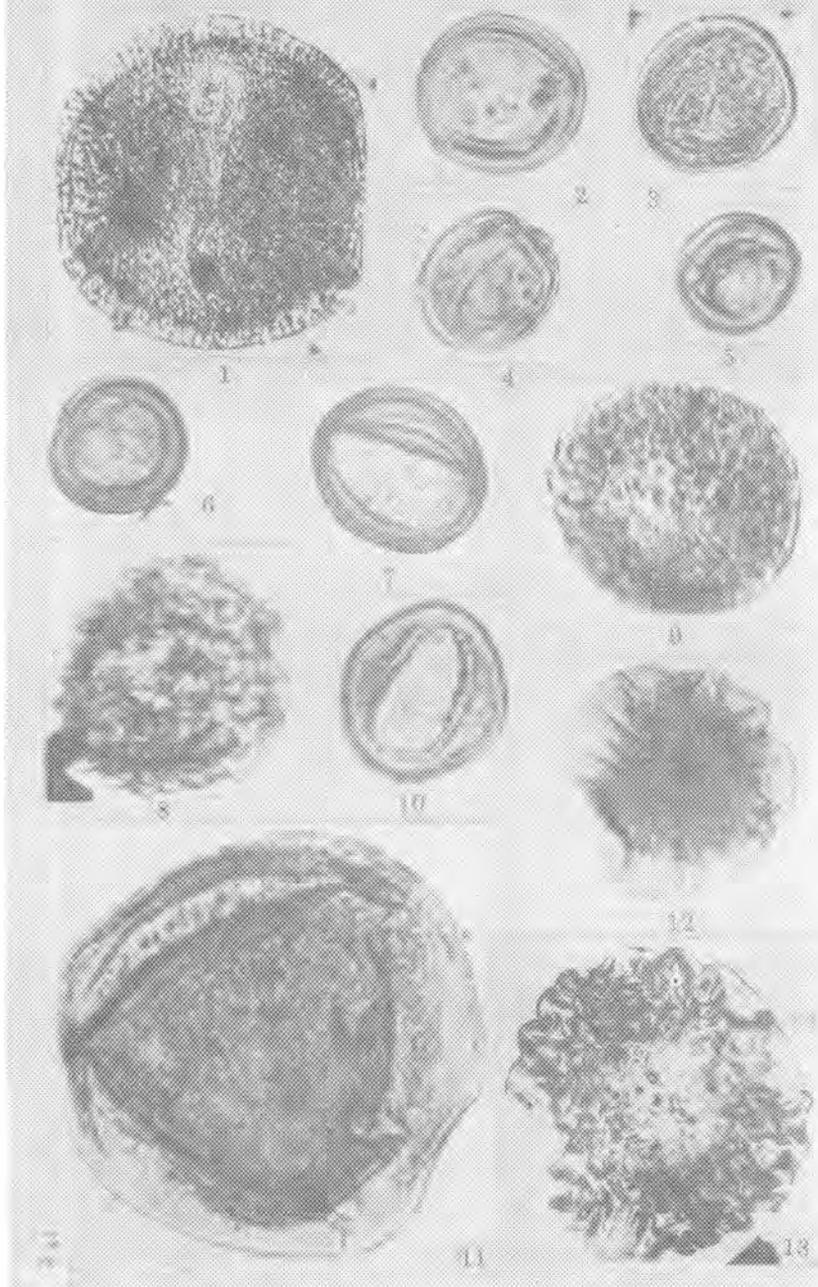
20



117687







Процентное содержание спор
и основных групп пыльцы в отложениях юрской системы
Сысольского сланцевого района

| Отдел | Ярус | Sporites | Pollenites | | | | |
|--------------|-------------------|----------|-------------------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------------|
| | | | Disaccites | Classopollis | Sciadopityspollenites | Monosulcites | Inaperturopollenites |
| ерх- ий | Волжский | 25—66 | 5—21 | 14—77 | 0—1 | 4—7 | 0—10 |
| | Кинерндж- ский | | споры и пыльца единичны | | | | |
| | Оксфорд- ский | | | | | | |
| | Келловей- ский | 17—47 | 12—28 | 20—46 | 1—6 | 1—10 | 1—6 |
| | | 17—48 | 10—26 | 19—58 | 0—6,1 | 2—12 | 4—9 |
| | | 40—57 | 13—31 | 8—46 | 1—4 | 1—5 | 0—2 |
| Зред- ний | Батский | 11—46 | 23—33 | 1—3 | 3—6 | 3—14 | 0—5 |
| | Байосский | 13—36 | 25—59 | — | 1—7 | 2—14 | 3—19 |
| | Ааленский (?) | 79,5—84* | 2,5—11 | 9,5—11 | 0—2 | 1,5—2,5 | — |

* Показаны минимальные и максимальные содержания спор и пыльцы.

variabilis (Mal.), Auritulinasporites mortoni (Jersey), Camptotriletes rugulatus (Coup.), Lycopodiumsporites subrotundus (K.—M.), Osmundacidites jurassicus (K.—M.). Среди пыльцы многочисленны Classopollis classoides Pflug. Количество двухмешковой пыльцы и Monosulcites незначительно.

Байосский комплекс определен из разрезов скважин 74 (35,9—15,5 м), 80 (33,2—25,4 м), 41 (123,8 м). В нем наиболее многочисленна пыльца Disaccites (25—59%), субдоминируют, а иногда доминируют споры (16—36%), субдоминируют Sciadopityspollenites (1—7%), Monosulcites (2—14%), Inaperturopollenites (3—19%). Среди спор много гладких треугольных форм — Cyathidites — C.australis Coup., C.minor Coup., C.junctus (K.—M.), C.triangularis Rom., Cyathidites sp. Встречаются редко или единично Marattisporites scabratus Coup., Plicifera delicata (Bolch.), Toroisporis solutionis Krutzsch, Auritulinasporites mortoni (Jersey), Tripartina variabilis Mal., Heterolateritriletes incertus (Bolch.), Osmundacidites jurassicus (K.—M.), Osmundacidites sp., Stereisporites congregatus (Bolch.), Neorastrickia rotundiformis (K.—M.), Foveosporites multifoveolatus Dör., Camptotriletes cerebriiformis Naum., Lycopodiumsporites subrotundus (K.—M.), Klukisporites variegatus Coup., Duplexisporites problematicus (Coup.).

Разнообразна двухмешковая пыльца — Vitreisporites pallidus (Reiss.), Piceapollenites magnificus (Bolch.), P.monstrif-

cabilis (Bolch.), *P.pergrandis* (Bolch.), *P.variabiliformis* (Mal.), *P.aff.vastus* (Bolch.), *P.singularis* (Bolch.), *Piceapollenites* sp., *Podocarpidites lunatus* (Bolch.), *P.major* (Naum.), *P.multiformis* (Bolch.), *P.unicus* (Bolch.), *Pinuspollenites pernobilis* (Bolch.), *P.lobatus* (Mal.), *Alisporites* spp. Встречаются постоянно *Sciadopityspollenites mesozoicus* (Coup.), *S.multiverrucosus* Sach. et Iljina., *Ginkgocycadophytus* sp., *Inaperturopollenites* sp., единичными экземплярами — *Quadraeculina limbata* (Mal.). Пыльца *Classopollis* не обнаружена.

Батский комплекс установлен в разрезе скважин 80 (20,6—11,6 м), 103 (19,2—17,6 м), 408 (24 м), 424 (232; 14 м). Состав спор, на долю которых приходится 11—46%, весьма разнообразен. Определены *Gleicheniidites senonicus* Ross, *Plicifera delicata* (Bolch.), *Cyathidites australis* Coup., *C.minor* Coup., *C.junctus* (K.—M.), *Cyathidites* sp., *Leiotriletes pallescens* Bolch., *Osmundacidites comaumensis* (Cook.), *Osmundacidites* sp., *Stereisporites compactus* (Bolch.), *Ornamentifera granulata* (Bolch.), *Maculatasporites asper* (Bolch.), *Selaginella tenuis* K.—M., *Neoraistrickia rotundiformis* (K.—M.), *Neoraistrickia* sp., *Foveosporites multifoveolatus* Dör., *Lycopodiumsporites marginatus* (K.—M.), *Densoisporites* sp., *Callialasporites dampieri* (Balme), *C.trilobatus* (Balme), *Laevigatosporites* sp.

Среди пыльцы появляются единичные *Classopollis*. Количество *Disaccites* не превышает 23—33%, представлена она формами *Piceapollenites* древнего облика — *P.variabiliformis* (Mal.), *P.singularis* (Bolch.), *P.monstruosus* (Bolch.), *P.luteus* (Bolch.) а также *P.mesophyticus* (Pogr.) и *Pinuspollenites* с обособленными воздушными мешками — *P.pernobilis* (Bolch.), *P.divulgatus* (Bolch.), *Pinuspollenites* sp. Присутствуют единичные *Podocarpidites enodatus* (Bolch.), *P.lunatus* (Bolch.), *Podocarpidites* sp., *Vitreisporites* sp. Субдоминирует (6%) *Sciadopityspollenites*, представлена она двумя видами — *S.mesozoicus* (Coup.), *S.multiverrucosus* Sach. et Iljina. Субдоминируют *Ginkgocycadophytus* (7,8%) и *Inaperturopollenites* (5%).

По сравнению с байосским комплексом появляются здесь *Gleicheniidites senonicus* Ross, *Ornamentifera granulata* (Bolch.) *Maculatasporites asper* (Bolch.), *Densoisporites* sp., *Callialasporites dampieri* (Balme), *C.trilobatus* (Balme), *Classopollis classoides* Pflug, больший процент *Pinuspollenites*.

Сведения о среднеюрских спорово-пыльцевых комплексах имеются и по другим районам. В Яренском сланценосном районе, по данным Н. К. Куликовой, в среднеюрском комплексе доминирует пыльца голосеменных растений, основную массу которых представляют *Pinuspollenites* и *Piceapollenites*. Значительно количество *Sciadopityspollenites*. Споровая часть представлена видами *Lycopodiumsporites*, *Osmundacidites*, *Cyathidites*. Характерной особенностью средней юры является присут-

ствии пресноводного микрофитопланктона *Botryococcus*, *Lecaniella* [61].

В Ижемском сланценосном районе спорово-пыльцевой комплекс характеризуется обилием спор *Coniopteris*, субдоминированием *Osmundacidites*, значительным количеством *Gleicheniidites*, *Polypodiales*, в пыльцевой части преобладанием *Pinuspollenites* и *Piceapollenites*.

Верхнеюрские спорово-пыльцевые спектры определены из разрезов скважин 30 (90,25—87,88 м), 32 (110,6—109,5 м), 31 (132—118,6 м), 33 (79—72,2 м), 40 (67 м), 58 (77,8—77,3 м), 67 (67,6—57,6 м), 68 (83,5—75 м), 86 (17,5—6,9 м), 87 (22,9—5,1 м), 88 (34,6—26,8 м), 95 (33,9—30,3 м), 185 (104,1—96,6 м), 187 (109,3 м), 422 (28—22,1 м).

Характеризуются они обилием спор, пыльцы *Classopollis*, небольшим количеством, по сравнению со средней юрой, *Disaccites*, *Sciadopityspollenites*. В списке видов спор процент *Syathidites* уменьшается, *Gleicheniidites*, *Lygodiumsporites*, *Callialasporites* — увеличивается. Среди *Disaccites* преимущественное положение у пыльцы *Pinuspollenites*.

Келловейские спорово-пыльцевые спектры изучены из разрезов скважин 30 (90,25—87,88 м), 31 (132—129,5 м), 33 (79—72,2 м), 40 (67 м), 58 (77,8—77,3 м), 68 (83,5—78,7 м), 86 (17,5—9,9 м), 87 (22,9—11 м), 88 (34,6—26,8 м), 95 (33,9—30,3 м).

Доминируют в них споры (28—77%) и пыльца *Classopollis* (13—49%), много *Disaccites* (10—30%). Разнообразен видовой состав. Содержание основных групп и отдельных видов миоспор непостоянно. Изменение их приурочено к определенным интервалам, что позволяет выделить три спорово-пыльцевых комплекса, постепенно сменяющих друг друга в разрезе яруса.

Первый комплекс характеризует отложения, вскрытые скважинами 68 (83,5 м), 87 (22,9—22,8 м), 88 (34,6—34,5 м). Споры (40—57%) и пыльца (43—60%) в комплексе почти в равных количествах. Споры *Syathidites* — *S.australis* Coup., *S.minor* Coup., *S.junctus* (K.—M.), *Syathidites* sp.; гораздо меньше *Gleicheniidites* — *G.senonicus* Ross, *G.angulatus* (Naum.), *Ornamentifera granulata* (Bolch.), *O.echinata* (Bolch.). Единичны *Toroisporis* sp., *Tripartina variabilis* Mal., *Osmundacidites wellmanii* Coup., *Neoraistrickia baculifera* (Mal.), *N.truncata* (Cook.), *Toripunctisporis* sp., *Maculatasporites asper* (Bolch.), *Trachytriletes* sp., *Pilosisporites* sp., *Foveosporites multifoveolatus* Dör., *Densoisporites velatus* Krasn., *Densoisporites* sp., *Murospora mesozoica* Pocock, *Marattisporites scabratus* Coup.

Пыльца *Disaccites* представлена единичными *Piceapollenites variabiliformis* (Mal.), *Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites excelsus* (Wall.), *P.pernobilis* (Bolch.), *P.mollicellus* (Bolch.), *Pinuspollenites* sp., *Podocarpidites major* (Naum.), *P.multesimus* (Bolch.), *P.multiformis* (Bolch.), *P.unicus* (Bolch.), *Vitreispori-*

tes sp. Субдоминируют *Classopollis* — *C.classoides* Pflug, *C.itunensis* Росоцк, *C.minor* Росоцк et Jans., *C.torosus* (Reiss.), *Ginkgocycadophytus*, единичны *Sciadopityspollenites multiverrucosus* Sach. et Iljina.

Субдоминирование *Classopollis*, заметное участие *Gleicheniidites* в совокупности с приведенным составом — характерные признаки келловейского спорово-пыльцевого комплекса данного региона.

Второй комплекс установлен в разрезах скважин 30 (90,25—87,5 м), 31 (129,5 м), 32 (110,6 м), 33 (79—72,2 м), 58 (77,8—77,3 м), 68 (81,7 м), 86 (17,5—9,9 м), 87 (17,2—11 м), 88 (31,2—29,9 м). Спор — от 17 до 48%. В пыльцевой части его доминируют или субдоминируют *Classopollis* (19—58%) и *Disaccites* (10—26%), как правило, сопутствуют *Sciadopityspollenites* (0—6,1%) и *Ginkgocycadophytus* (1—14%).

Видовой состав разнообразен. В числе спор много гладких треугольных форм — *Gleicheniidites angulatus* (Naum.), *G.laetus* (Bolch.), *G.senonicus* Ross, *Gyathidites australis* Coup., *C.punctatiformis* Rom., *C.hausmannioides* Kuz., *C.junctus* (K.—M.), *C.minor* Coup., *Cyathidites* sp., *Dictyophyllum rugosum* Rom., *D.nilssoni* (Brongn.), *D.vulgaris* (Mal.), *Toroisporis solutionis* Krutzsch, *T.phlebopteroides* Barch., *Toroisporis* sp. Из остальных спор сопутствуют *Lygodiumsporites subsimplex* (Bolch.), *Ornamentifera granulata* (Bolch.), *Heterolateritriletes incertus* (Bolch.), *Tripartina variabilis* Mal., *Toripunctisporis granuloides* Krutzsch, *Osmundacidites* sp., *Maculatasporites asper* (Bolch.), *Concavisporites punctatus* (Delc. et Sprum.), *Neoraistrickia rotundiformis* (K.—M.), *Lycopodiumsporites perplicatus* (Bolch.), *L.rotundiformis* (K.—M.), *Camptotriletes cerebriformis* (Naum.), *Klukisporites lacunatus* Fil., *K.pseudoreticulatus* Coup., *Klukisporites* sp., *Trachytriletes* sp., *Densoisporites velatus* Weyl. et Krieg., *D.simplex* (Krasn.), *Densoisporites* sp., *Murospora mesozoica* Росоцк. Единичны в редких спектрах *Foveosporites multi-foveolatus* Dör., *Leptolepidites* sp., *Marattisporites scabratus* Coup. Во многих спектрах есть *Callialasporites dampieri* (Balme), *C.trilobatus* (Balme).

Двухмешковая пыльца представлена *Vitreisporites pallidus* (Reiss.), *Piceapollenites asiaticus* (Bolch.), *P.exilioides* (Bolch.), *P.mollicellus* (Bolch.), *P.pergrandis* (Bolch.), *P.variabiliformis* (Mal.), *P.singularis* (Bolch.), *P.magnificus* (Bolch.), *Piceapollenites* sp., *Alisporites* sp., *Pinuspollenites divulgatus* (Bolch.), *P.lobatus* (Mal.), *P.insignis* (Naum.), *P.textilis* (Bolch.), *Podocarpidites enodatus* (Bolch.), *P.multesimus* (Bolch.), *P.lunatus* (Bolch.), *P.unicus* (Bolch.), *Quadraeculina limbata* Mal. Отличительными признаками спектров этого комплекса являются преобладание пыльцы над спорами, доминирование *Classopollis* — *C.classoides* Pflug, *C.itunensis* Росоцк, значительный процент *Piceapollenites*, *Pinuspollenites*, сопутствующее значение

Sciadopityspollenites, совокупность сопутствующих видов — *Gleicheniidites senonicus* Ross, *G.laetus* (Bolch.), *Toroisporis solutionis* Krutzsch, *Dictyophyllum* spp., *Lygodiumsporites sub simplex* (Naum.), *Maculatasporites asper* (Bolch.), *Toripunctisporis granulatus* Krutzsch, *Lycopodiumsporites marginatus* (K.—M.), *Klukisporites* spp., *Densoisporites simplex* (Krasn.), *D.velatus* Weyl. et Krieg.

Третий комплекс характеризует отложения, вскрытые скважинами 40 (67 м), 68 (80,6—78,7 м), 86 (7—6,9 м), 87 (7,9—5,1 м), 88 (29—26,8 м), 422 (29—22,1 м).

В комплексе спор 17—47%, пыльцы 53—83%. Видовой состав довольно беден. Из спор определены *Gleicheniidites laetus* (Bolch.), *G.senonicus* Ross, *Toroisporis solutionis* Krutzsch, *Ornamentifera granulata* (Bolch.), *Cyathidites jatricus* Glusch., *C.junctus* (K.—M.), *C.hausmannioides* Kuz., *C.minor* Coup., *Neoraistrickia* sp., *Leptolepidites verrucatus* Coup., *Rubinella major* (Coup.), *Lycopodiumsporites perplicatus* (Bolch.).

Среди пыльцы многочисленна *Classopollis* — *C.classoides* Pflug, *C.itunensis* Pocock, *C.minor* Pocock et Jans. Второе место занимает также доминирующая *Disaccites* — *Vitreisporites* sp., *Piceapollenites mesophyticus* (Pocr.), *P.subluteus* (Bolch.), *P.variabiliformis* (Mal.), *Pinuspollenites pernobilis* (Bolch.), *Pinuspollenites* sp., *Podocarpidites arquatus* (Bolch.), *P.unicus* (Bolch.), *Quadraeculina limbata* Mal.

Характерные признаки комплекса — доминирование пыльцы над спорами, доминирование *Classopollis*, участие *Pinuspollenites* и *Piceapollenites*, отсутствие древнего облика крупных пыльцевых зерен с плохо дифференцированными воздушными мешками, бедный таксономический состав спор с мелкими экземплярами *Cyathidites*, *Dictyophyllum*, *Gleicheniidites*. Эти же признаки отличают комплекс от вышележащего волжского.

В Яренском районе, по данным Н. К. Куликовой, келловейским отложениям отвечает комплекс *Classopollis* и *Gleicheniidites*, в котором, как и в Сысольском районе, доминирует пыльца *Classopollis*, значительно содержание *Gleicheniidites*, беден состав *Lycopodiumsporites*, *Cyathidites*, спорадичны *Klukisporites*, *Tripartina*.

В Ижемском районе нами определен комплекс, охватывающий верхнюю часть келловейского яруса. Характеризуется он преобладанием пыльцы (до 69%) над спорами (до 31%). Споры представлены в основном обилием гладких треугольных форм: *Gleicheniidites senonicus* Ross, *Cyathidites jatricus* Glusch., *C.minor* Coup., *Toroisporis solutionis* Krutzsch, *T.neddeni* (Pot.), *Dictyophyllum* sp., *Leiotriletes* sp. В незначительных количествах встречаются *Ornamentifera granulata* (Bolch.), *Neoraistrickia rotundiformis* (K.—M.), *Foveosporites multifoveolatus* Dör., *Klukisporites* sp. В пыльцевой части комплекса много *Classopollis* — *C.classoides* Pflug, *C.itunensis* Pocock, *Classopollis* sp.,

и *Disaccites* — *Piceapollenites magnificus* (Bolch.), *P. mesophycus* (Pocr.), *P. variabiliformis* (Mal.), *Pinuspollenites pernobilis* (Bolch.), *Pinuspollenites* sp., *Podocarpidites major* (Naum.), *Podocarpidites* sp. Значительно содержание *Inaperturopollenites* (крупных форм с шагреневой экзиной), *Ginkgocycadophytus*, и значительно — *Sciadopityspollenites mesozoicus* (Coup.). В целом состав этого комплекса идентичен третьему келловейскому комплексу Сысольского района.

Спорово-пыльцевой комплекс волжского яруса определен по скважинам 31 (18—6 м), 67 (67,6—57,6 м), 68 (75 м), 185 (104,1—96,6 м), 187 (109,3 м).

В спектрах из скважин 67 (67,6—57,6 м), 185 (104,1 м) преобладают споры (до 66%). В пыльцевой части доминирует *Disaccites* (до 21%), субдоминируют *Classopollis* (до 30%) и *Ginkgocycadophytus* (до 6%), единична *Sciadopityspollenites*. Видовой состав довольно разнообразен. Споры представлены значительным количеством *Gleicheniidites*, *Dictyophyllum*, *Cyathidites*, *Toripunctisporis* — *G. senonicus* Ross, *G. laetus* (Bolch.), *Toripunctisporis solutionis* Krutzsch, *Toripunctisporis* sp., *Dictyophyllum nilssoni* (Brongn.), *D. rugosum* Lind. und Hut., *Cyathidites australis* Coup., *C. coniopteroides* Rom., *C. junctus* (K.—M.), *C. minor* Coup., *Toripunctisporis granuloides* Krutzsch, *Toripunctisporis* sp., *Granulatisporites* sp., *Raistrickia* sp., *Klukisporites* sp., *Densoisporites simplex* Krasn., *Densoisporites* sp. Пыльца *Disaccites* представлена малочисленными *Piceapollenites variabiliformis* (Mal.), *P. latens* (Bolch.), *P. magnificus* (Bolch.), *P. mesophycus* (Pocr.), *P. pergrandis* (Bolch.), *Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites pectinellus* (Mal.), *P. pernobilis* (Bolch.), *Podocarpidites enodatus* (Bolch.), *P. unicus* (Bolch.), *Vitreisporites* sp., *Quadraeculina limbata* Mal.

Эти спектры, по-видимому, самые древние в пределах волжского яруса.

Более молодой спектр определен по скважине 67 из образца на глубине 57,6 м. В нем резко увеличивается количество спор (66%) и пыльцы *Classopollis* (22%), уменьшается процент двухмешковой пыльцы (5%). При уменьшении разнообразия видов возрастает роль *Gleicheniidites* — *G. laetus* (Bolch.), *G. stellatus* (Bolch.), *G. umbonatus* (Bolch.). *Ornamentifera granulata* (Bolch.). В небольших количествах продолжает встречаться *Cyathidites* — *C. minor* Coup., *Cyathidites* sp., а также *Dictyophyllum* — *D. nilssoni* (Brongn.), *D. rugosum* Lind. und Hut. Единичны *Osmundacidites* sp., *Concavissimisporites*, *Lygodiumsporites*.

Среди пыльцы много *Classopollis classoides* Pflug, мало *Ginkgocycadophytus typicus* (Mal.), *G. dilucidus* (Bolch.), единичны *Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites pectinellus* (Mal.), *Podocarpidites enodatus* (Bolch.), *Vitreisporites* sp.

В разрезах скважин 69 (75 м) и 185 (96,3 м) в волжских спектрах господствует пыльца *Classopollis* (70%). На долю

спор приходится 25%. Представлены единичными *Gleicheniidites carinatus* (Bolch.), *G.laetus* (Bolch.), *G.senonicus* Ross, *G.stellatus* (Bolch.), *Gleicheniidites* sp., *Cyathidites* sp., *Dictyophyllum nilssoni* (Brongn.), *Lycopodiumsporites subrotundus* (K.—M.), *Densoisporites* sp. Среди пыльцы много *Classopollis classoides* Pflug, *C.minor* Pocock et Jans., *Classopollis* sp., единичны *Piceapollenites exilioides* (Bolch.), *Piceapollenites* sp., *Pinuspollenites pectinellus* (Mal.), *Ginkgocycadophytus*. Основные признаки этих спектров — господство *Classopollis* и заметная роль *Gleicheniidites*.

Выражены эти признаки и в спектрах из разреза скважин 31 (118,6 м), 187 (109,3 м). Из спор половина приходится на *Gleicheniidites*, обильна пыльца *Classopollis* (до 41%). Видовой состав следующий — *Gleicheniidites angulatus* (Naum.), *G.laetus* (Bolch.), *G.senonicus* Ross, *Gleicheniidites* sp., *Toroisporis neddeni* (Pot.), *Cyathidites hausmannioides* Kuz., *Dictyophyllum* sp., *Osmundacidites* sp., *Lycopodiumsporites* sp., *Leptolepidites verrucatus* Coup., *Murospora mesozoica* Pocock, *Piceapollenites* sp., *Sciadopityspollenites mesozoicus* (Coup.), *Ginkgocycadophytus* sp. Встречается *Callialasporites dampieri* (Balme). Характерные черты волжского комплекса — господство пыльцы *Classopollis*, значительное количество спор *Gleicheniidites*. В верхней части волжского яруса миоспоры единичны, они представлены *Gleicheniidites* и *Classopollis*.

Граница между юрской и меловой системами в Сысольском сланценосном районе палинологически выражена довольно четко.

В нижнемеловых спорово-пыльцевых спектрах начинают преобладать споры *Gleicheniidites*, доминировать пыльца *Disaccites*. Обильная в волжском комплексе *Classopollis* становится единичной, единична и *Ginkgocycadophytus*. Среди глейхениевых появляются *Gleicheniidites circinidites* (Cook.), *G.grasilis* (Bolch.), *G.triplex* (Bolch.), а среди двухмешковой пыльцы — *Cedruites*.

Таким образом, на основе анализа состава спорово-пыльцевых комплексов установлены средний и верхний отделы юры. В среднем отделе выделены ааленский (?), байосский и батский ярусы, в верхнем — келловейский и волжский ярусы.

Ааленский (?) комплекс обнаружен только в Сысольском районе, доказательством тому послужило обилие *Cyathidites*, *Leiotriletes*, участие, наряду с ними, *Duplexisporites* (*D.anogrammensis*, *D.problematicus*), *Klukisporites* (*K.variegatus*, *K.neovariegatus*), *Leptolepidites crassibalteus*, *Camptotriletes rugulatus*, *Lycopodiumsporites subrotundus*, *Classopollis*.

Стратиграфически важным в байосском комплексе является обилие спор *Cyathidites* (*C.australis*, *C.minor*, *C.junctus*), участие в сочетании с ними *Marattisporites scabratus*, *Auritulinasporites mortoni*, *Stereisporites congregatus*, *Heterolateritriletes incertus*,

Neoraistrickia rotundiformis, *Lycopodiumsporites subrotundus*, *Klukisporites variegatus*, представителей *Piceapollenites* древнего облика.

Характерные признаки батского комплекса — субдоминирование *Cyathidites* (*C.australis*, *C.minor*, *C.junctus*), *Pinuspollenites* и *Piceapollenites*, *Sciadopityspollenites* (*S.mesozoicus*, *S.multiplicatus*), появление единичных или малочисленных *Gleicheniidites* (*G.senonicus*, *Plicifera delicata*), *Osmundacidites*, *Foveosporites multifoveolatus* и *Classopollis*. Перечисленные признаки байосского и батского комплексов выступают в роли коррелятивных внутри района и при межрайонных сопоставлениях.

Межрайонными коррелятивными признаками келловейских комплексов являются: доминирование *Classopollis* (*C.classoides*, *C.itunensis*, *C.minor*), значительное количество *Gleicheniidites* (*G.senonicus*, *G.laetus*, *G.angulatus*) и *Toroisporis* (*T.solutionis*, *T.phleboteroides*), преимущественное распространение среди *Disaccites* представителей с дифференцированными воздушными мешками.

Волжский комплекс выявлен по господству *Classopollis* и значительному количеству довольно разнообразных *Gleicheniidites* (*G.senonicus*, *G.laetus*, *G.stellatus*, *G.umbonatus*, *G.carinatus*) и *Pinuspollenites*.

Установленные спорово-пыльцевые комплексы Тимано-Печорского и Вычегодского сланцевых бассейнов по перечисленным признакам сопоставимы с одновозрастными комплексами из других районов Волжско-Печорской сланценосной провинции [41, 42, 43].

Особенно большое сходство выявляется при сравнении байосских, батских, келловейских и волжских комплексов. Хотя при прослеживании их с севера на юг постепенно увеличивается представительность спор, количество *Classopollis*, а напротив, уменьшается значение *Disaccites* и *Monosulcites*, видовой состав сохраняется. Наблюдается однонаправленная снизу вверх по разрезу насыщенность спектров *Gleicheniidites* и *Classopollis* и замена древнего облика *Piceapollenites* представителями *Pinuspollenites* и *Piceapollenites*, имеющих дифференцированные воздушные мешки.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

По физическим свойствам, на которых основаны методы промысловой геофизики, горючие сланцы характеризуются пониженными значениями минеральной плотности $\delta = 1,5 \div 2,0$ г/см³, повышенными значениями удельного электрического сопротивления, повышенной интенсивностью гамма-излучения, пониженными значениями эффективного номера $Z_{эф}$ (электрический за-

ядра). Объемная плотность составляет $\sigma = 1,15 \div 1,45$ г/см³, пористость $K_p = 8 \div 22\%$. Вмещающие породы имеют следующие усредненные параметры: $\delta = 2,55$ г/см³, $\sigma = 2,35$ г/см³, $K_p = 8,3\%$. Горючие сланцы и вмещающие породы по своим физическим свойствам близки к бурым углям и породам бурогольных месторождений [12].

Рациональный комплекс геофизических методов исследования скважин (ГИС) определяют исходя из поставленных геологических задач. Основной задачей комплекса ГИС при производстве поисковых работ на горючие сланцы является контроль бурения — литологическое расчленение горных пород в разрезе скважины, выделение пластов горючих сланцев, определение их мощности и строения. Каротаж проводится во всех пробуренных скважинах и входит в обязательный комплекс исследования скважин. На стадии общих поисков горючих сланцев геофизические исследования скважин проводятся методами гамма-каротажа, электрического каротажа методом сопротивлений и квернометрии. При этом решаются в основном задачи литологического расчленения горных пород в разрезе скважины. Специализированные работы по определению рационального комплекса ГИС на горючие сланцы проводились опытно-методическим отрядом Ухтинской геологоразведочной экспедиции ПГО Полярноуралгеология на Поингской площади Сысольского сланцевого района. При этом исследовались возможности различных методов каротажа для решения поставленных геологических задач. Комплексная интерпретация полученных данных позволила уверенно выделять в разрезе скважин сланцевосную толщу, пласты горючих сланцев, оценивать их качество (рис. 2). В итоге были рекомендованы следующие наиболее экономичные и эффективные комплексы исследований.

Поисковый комплекс ГИС, используемый для литологического расчленения пород и корреляции разрезов скважин, включает следующие методы каротажа: гамма-каротаж (ГК) и электрический каротаж методом кажущегося сопротивления с градиент-зондом и потенциал-зондом.

Детализационный комплекс ГИС, применяемый для детального расчленения пластов горючих сланцев, проводится только в интервале волжского яруса, включает методы бокового токового каротажа (БТК), гамма-гамма-каротажа в плотностной (ГГК-П) и селективной (ГГК-С) модификациях и квернометрию скважин (КВ). Масштабы ГИС при производстве поисково-оценочных работ на Поингской площади устанавливались для поисковых диаграмм — 1:100, для детализационных — 1:50.

Метод ГК основан на регистрации естественного излучения пород, пересеченных скважиной. В исследуемом разрезе наибольшей радиоактивностью обладают глауконитовые глины, глинистые горючие сланцы, горючие сланцы и керогенсодержащие глины. Наименее радиоактивны пески, мергели и известняки.

Гамма-каротаж применяется главным образом для расчленения разреза.

Электрический каротаж методом кажущихся сопротивлений основан на изучении геологического разреза по удельному сопротивлению слагающих его пород. Песчаные и глинистые породы различаются по величине удельного сопротивления, которое возрастает от глин к песчаникам. Данные метода КС использовались в основном для литологического расчленения разреза.

Боковой токовый каротаж простой и довольно эффективный метод каротажа, применяется для более точного определения границ пластов горючих сланцев, их мощности и строения. Диаграммы J_{ϕ} в малой степени зависят от скважинных условий, этому способствуют два экранных электрода A_1 и A_2 , соединенных тем же полюсом источника тока, что и электрод A_0 . Данные БТК хорошо согласуются с другими методами каротажа и служат для более дробного деления сланцевосной толщи. При проведении работ использовался зонд БТК (0.8 A_1 0.01 I_1 0.02 A_0 0.01 I_1 0.8 A_2) с размерами электронных электродов $A_1=A_2=0,8$ м, центрального электрода $A_0=0,02$ м и зазоров между ними $I_1=I_2=0,01$ м.

Кавернометрия скважин проводилась с целью изучения изменения диаметра скважин для контроля технического состояния скважины. Данные кавернометрии использовались при комплексной интерпретации данных каротажа. В результате анализа данных кавернометрии по Поингской площадке было отмечено, что фактический диаметр скважин мало отличается от номинального в пределах волжского яруса, и кавернозность не превышает $1 \div 1,5$ см.

При плотностном гамма-гамма каротаже (ГГК-П) в качестве источника гамма-излучения использовался изотоп цезия Cs^{137} с энергией $Q=3.05 \cdot 10^8$ Бк. ГГК-П применялся главным образом для выделения пластов горючих сланцев в разрезе скважин. Существует прямая связь между зольностью и плотностью горючих сланцев, поэтому данные ГГК-П могут быть использованы для определения их зольности. Песчаные и глинистые породы на диаграммах $J_{\gamma\gamma-n}$ дифференцируются слабо. На показания ГГК-П в значительной степени оказывают влияние скважинные условия, особенно локальные каверны. Каверны создают аномалии, подобные аномалиям от сланцевых пород. Такие аномалии на диаграммах ГГК-П отбраковываются при использовании кавернограммы и диаграмм других методов каротажа, в меньшей степени подверженных влиянию кавернозности.

На диаграммах $J_{\gamma\gamma-n}$, выраженных в импульсах в минуту или условных единицах, породам более высокой плотности соответствуют пониженные показания регистрирующего прибора.

В селективном гамма-гамма-каротаже в качестве источника

использовался изотоп америция A_m^{241} с энергией $Q=4.77 \cdot 10^8$ Бк. ГГК-С основан на регистрации рассеянного гамма-излучения, интенсивность которого зависит от атомного номера пород. Применяют ГГК-С для выделения интервалов залегания пластов горючих сланцев, определения их мощности и зольности. На диаграммах $J_{\gamma\gamma}$ -с пласты отмечаются повышенными показаниями регистрирующего прибора, так как для них характерно пониженное значение эффективного атомного номера $Z_{эф}$ ($Z_{эф}=7$) по сравнению с песчано-глинистыми породами ($Z_{эф}=10-15$). Это позволяет определять и зольность горючих сланцев.

Указанный комплекс ГИС представляется оптимальным для решения всех геологических задач документации скважин.

Следует добавить, что при проведении специализированных опытно-методических работ применялись также и нейтронные методы каротажа в двух модификациях: нейтронный каротаж по тепловым нейтронам (НК-т), в котором измеряют плотность тепловых нейтронов, и нейтронный гамма-каротаж (НГК), где измеряют гамма-излучение радиационного захвата. Нейтронные методы применяются и для выделения качественной характеристики пластов горючих сланцев, однако методы ГГК обладают большей разрешающей способностью.

Интерпретация материалов ГИС на Поингской площади сводилась к литологическому расчленению пород по разрезу скважин, выделению в разрезе пластов горючих сланцев, определению их мощности и строения, характеристике качественных показателей горючих сланцев таких, как зольность и теплопроводная способность. Поскольку основной геофизический материал представлен диаграммами J_{γ} (табл. 5), особое внимание уделялось сходимости интерпретационных выводов по данным ГГК с другими методами каротажа.

Граница пластов по данным каротажа определялась путем нахождения оптимальных точек на диаграммах каротажа. Положение этих точек отражено в табл. 6.

Таблица 5

Соотношение проведенных геофизических методов исследования скважин на Поингской площади

| Методы исследования | Количество диаграмм, % |
|---------------------|------------------------|
| ГК | 36 |
| КС/Г-З | 20 |
| КС/П-З | 20 |
| БТК | 16 |
| ГГК-П | 4 |
| ГГК-С | 4 |

Таблица 6

Показатели выделения пластов горючих сланцев

| Подшва | Кровля | Методы исследований |
|----------------------------|----------------------------|---------------------|
| $(J_{\gamma})_{1/2}$ | $(J_{\gamma})_{1/2}$ | ГК |
| $\rho_{плк}$ | $\rho_{плн}$ | КС/Г-З |
| $\rho_{1/2}$ | $\rho_{1/2}$ | КС/П-З |
| $(J_{\phi})_{1/3}$ | $(J_{\phi})_{1/3}$ | БТК |
| $(J_{\gamma\gamma})_{0,5}$ | $(J_{\gamma\gamma})_{0,4}$ | ГГК-П |
| $(J_{\gamma\gamma})_{1/3}$ | $(J_{\gamma\gamma})_{1/3}$ | ГГК-С |

Принципы определения границ пластов горючих сланцев по данным каротажа показаны на рис. 3.

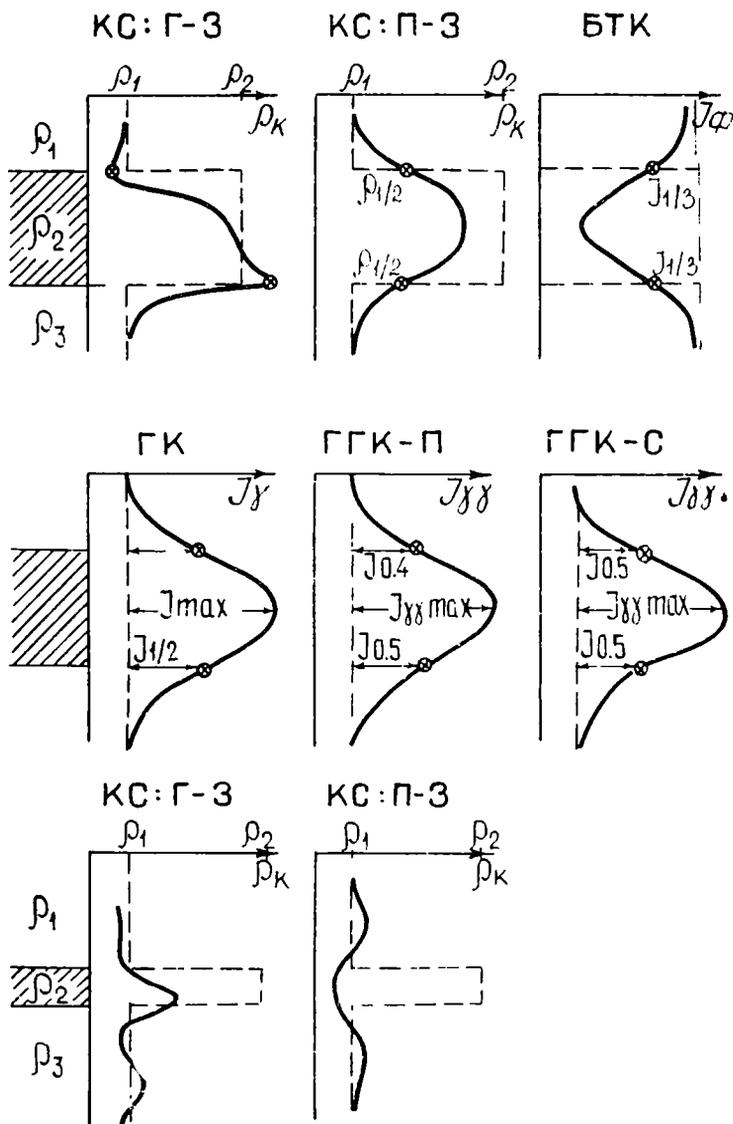


Рис. 3. Правила отбивки границ пластов горючих сланцев по данным каротажа.

Качественная оценка аномалий проводилась для всех прокаротированных скважин. Для характеристики радиоактивности горных пород на Поингской площади была сделана выборка

по 30 скважинам. Для всех типов пород построены диаграммы естественной радиоактивности (рис. 4). Из результатов обра-

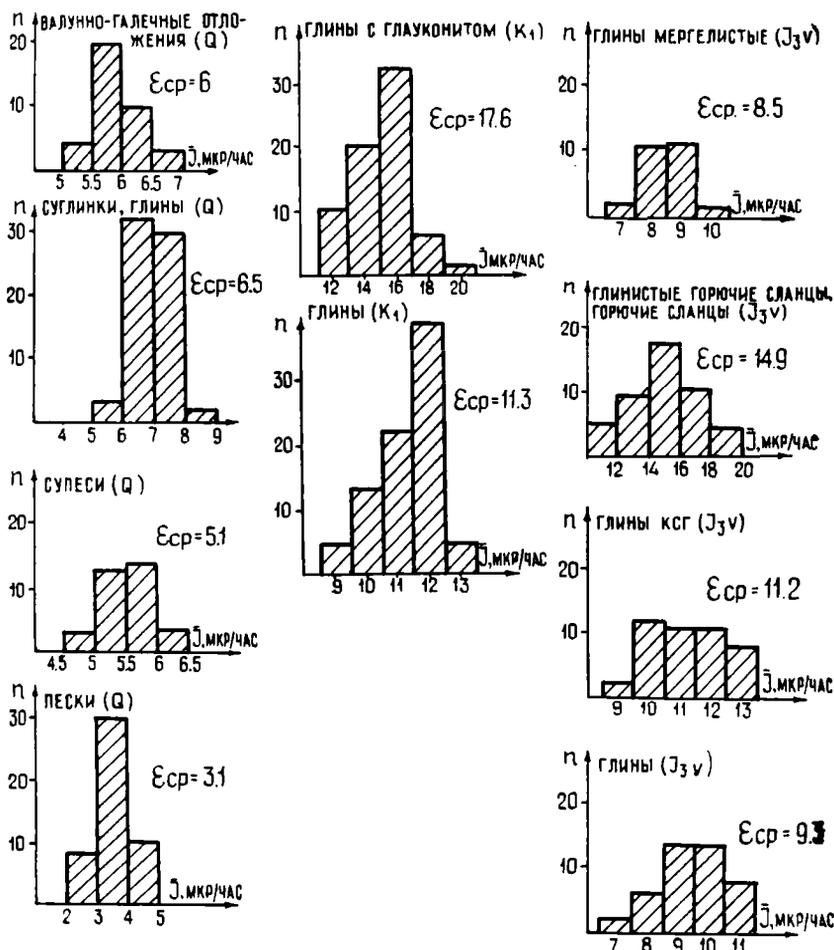


Рис. 4. Гистограммы интенсивности естественного гамма-излучения.

ботки видно, что наибольшей радиоактивностью обладают глауконитовые глины валанжинского яруса нижнего мела и оксфорд-кимериджских образований юры — до 21 мкр/ч; наименьшей — 3 мкр/ч — пески, супеси четвертичных отложений. Наличие керогенсодержащих пород способствует увеличению естественной радиоактивности. Керогенсодержащие глины имеют максимальную естественную радиоактивность — 14 мкр/ч, а для горючих сланцев ее значение гораздо выше — 19 мкр/ч.

На гистограммах кажущегося электрического сопротивле-

ния (рис. 5) видно, что наибольшим сопротивлением обладают глинистые горючие сланцы и сланцы волжского яруса. Для глин нижнего мела характерны два максимума, что объясняется при-

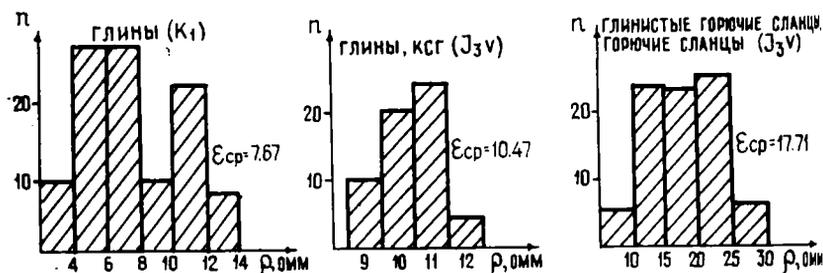


Рис. 5. Гистограммы удельного электрического сопротивления.

сутствием в нижней части разреза глауконитовых глин с повышенными значениями сопротивления.

Литологическое расчленение пород. Характер кривых (их конфигурация, наличие отдельных максимумов и минимумов) позволил выделить по разрезу геофизические реперы, которые хорошо коррелируются (рис. 6, 7). Для изученного интервала отложений волжского яруса характерно наличие трех таких реперов (табл. 7).

Таблица 7

Геофизическая характеристика литологических разностей

| Возраст | Название пород | $J_{\text{г}}$ мкр/ч | $\rho_{\text{к}}$ Ом | $J_{\text{УУ-п}}$ тыс. имп./м | $J_{\text{УУ-с}}$ тыс. имп./м |
|---------|------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Q | Валушно-галечные отложения | 5—6,5 | 150—1000 | — | — |
| | Пески, супеси | 1,3—5 | 150—1000 | — | — |
| | Суглинки | 5—9 | 20—30 | — | — |
| | Известняки | 7,5—9,1 | 13—33 | — | — |
| K1 | Глины | 8—13 | 6—11 | 10,5—16,5 | 2—3 |
| | Глины глауконитсодержащие | 10,4—26 | 30—40 | 15—17 | 2,5—3,5 |
| | Глины, керогенсодержащие | 9,1—13 | 10—12 | 16,5—23 | 3,5—5,5 |
| J3v | Горючие сланцы, глинистые горючие сланцы | 10,4—18,2 | 30—35 | 17—33 | 4—7,5 |
| | Мергели, известняки | 4,5—9,1 | 15—30 | 10,5—15,5 | 1—2,5 |
| J3k—кп | Глины | 7,2—16,5 | 8—12 | 13,5—17 | 2—3,5 |
| | Глины с глауконитом | 10,4—20,8 | 12—25 | — | — |
| J2 | Пески | 2,6—9,1 | 50—250 | — | — |
| | Глины | 5,0—11,7 | 50—70 | — | — |

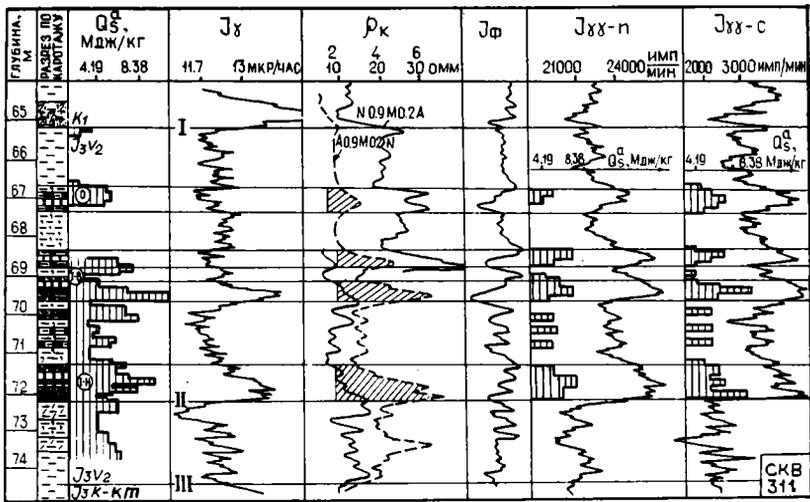


Рис. 6. Пример комплексной интерпретации данных каротажа в скважине 311. Услов. обозн. см. к рис. 2.

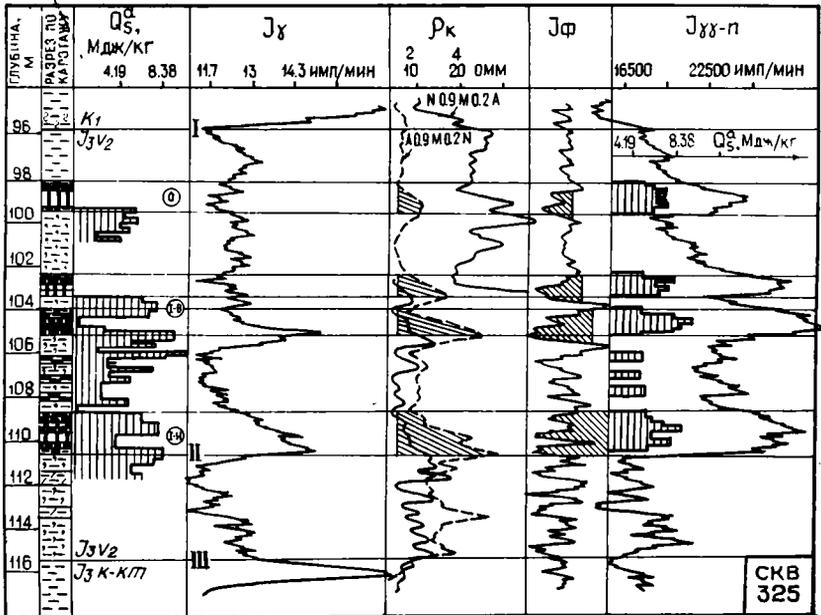


Рис. 7. Пример комплексной интерпретации данных каротажа в скважине 325. Услов. обозн. см. к рис. 2.

I репер — граница между нижнемеловыми и верхнеюрскими отложениями; отбивается по подошве маркирующего слоя, который представлен глауконитовыми глинами, содержащими фосфориты. Этот слой по диаграммам $J\gamma$ характеризуется высоким максимумом ($J\gamma=10,4-26$ мкр/ч), на диаграммах ρ_k подошва отбивается повышением значений от 2 до 8—10 О. Повышением значений $J\gamma\gamma$ характеризуется I репер и на диаграммах $J\gamma\gamma_n$ и $J\gamma\gamma_c$.

II репер — граница между темноцветными и сероцветными отложениями волжского яруса; отбивается на диаграммах $J\gamma$ скачком от максимальных значений к минимальным. На диаграммах ρ_k эта граница отбивается менее четко из-за присутствия в разрезе карбонатизированных пород, которые залегают непосредственно под темноцветной толщей. Это обстоятельство приводит к появлению сдвоенного пика ρ_k , так как пласты пермских сланцев и карбонатизированных пород в изученном разрезе являются высокоомными. Наиболее достоверно граница между сероцветной и темноцветной толщами можно определить по диаграммам интенсивности рассеянного γ -излучения ($J\gamma\gamma_n$, $J\gamma\gamma_c$). Граница отбивается переходом от высокоинтенсивных значений $J\gamma\gamma$ к пониженным.

III репер — подошва отложений волжского яруса на диаграммах $J\gamma$ характеризуется высоким градиентом интенсивности вследствие перехода от пород с малыми $J\gamma$ к породам с большими $J\gamma$ — глауконитовым глинам в кровле кимериджских отложений. По данным КС — это переход от высокоомных пород к низкоомным. На диаграммах $J\gamma\gamma$ третьему реперу соответствует слабый минимум интенсивности рассеянного γ -излучения.

Названные геофизические реперы выдержаны на всей площади исследований, поэтому с успехом применялись для корреляции разрезов скважин. Пример корреляции разрезов скважин по данным каротажа показан на рис. 2. Однако отсутствие данных по опорным скважинам на площади работ снижает эффективность работ и не позволяет в надлежащей степени применять данные каротажа при решении многих геологических задач.

Известно, что существуют программы корреляции геолого-геофизических разрезов на ЭВМ. При увязке разрезов скважин с применением таких программ в Донбассе было установлено, что по данным каротажа ($J\gamma$; $J\gamma\gamma$; ρ_k ; d_c) точность увязки в 2,3 раза выше, чем по данным керна, а полнота увязки в 2,5 раза выше. Число ошибочно увязанных горизонтов — в 2,7 раза ниже [27].

Следует отметить, что метод прослойной корреляции разрезов скважин с помощью геофизических методов исследования может применяться для выявления тектонических нарушений. При таком способе нарушения прослеживаются по следующим признакам: 1) повторение одноименных пластов в разрезе сква-

жны; 2) выпадение из разреза определенных пластов; 3) незакономерное изменение мощности пород между пластами, зарегистрированное в различных скважинах.

Корреляцию разрезов скважин можно представить в виде серии последовательных операций: выделение характерных реперов одним из методов и комплексом методов, увязка разрезов по реперным горизонтам и создание каркаса корреляционной схемы, литологическая привязка горизонтов по корреляционной схеме, составление сводного геолого-геофизического разреза.

Выделение пластов горючих сланцев, определение их мощности и строения. Уже на ранней стадии производства поисковых работ была установлена неоднозначность выделения пластов горючих сланцев по данным ГК и КС. На диаграммах J_{γ} с высокой точностью определяется кровля и подошва пласта горючих сланцев I-н и подошва пласта I-в. Положение кровли пласта I-в определяется менее четко, и совсем не выделяется на диаграммах пласт 0 (рис. 6, 7). Положение этого пласта определялось по данным КС и БТК.

На диаграммах ρ_k , полученных с градиент-зондом, мощность пластов определяют по расстоянию между проекциями на ось глубин точек с наибольшими значениями градиента, взятых на пике сопротивления со стороны кровли и подошвы пласта. Указанные точки для разных пиков сопротивлений находятся в пределах от $1/2$ до $3/4$ величины амплитуды аномалии. По данным КС четко определяются границы пластов I-в, 0 и кровля пласта I-н. Менее четко выделяется подошва пласта I-н из-за наличия прослоя карбонатизированных пород.

Наиболее информативными методами при выделении пластов горючих сланцев являются методы ГГК в плотностной и селективной модификациях. Все пласты на диаграммах $J_{\gamma\text{--с}}$, $J_{\gamma\text{--п}}$ отмечаются максимумами интенсивности рассеянного γ -излучения. Отсутствие каверн в интервале волжского яруса позволяет широко применять метод ГГК на исследуемой площади.

При комплексной интерпретации каротажных диаграмм достаточно уверенно определяются мощность и строение пластов. По данным ГИС можно выделить три пласта горючих сланцев, которые прослеживаются по всей площади работ. Диаграммы каротажа сопоставлялись с гистограммами теплоты сгорания горючих сланцев. Пласт 0 по ГК не выделяется, но достаточно четко определяется повышенными значениями ρ_k , $J_{\gamma\text{--с}}$ и по данным БТК (J_{ϕ}). Пласт I-в выделяется повышенными значениями параметров ρ_k , J_{γ} , $J_{\gamma\text{--с}}$, причем он состоит из двух двоянных пропластков. Кровлю пласта I-в можно по ГК выделить только условно (рис. 6, 7). Пласт I-н по данным лабораторного исследования распадается на три пропластка; наиболее отчетливо эти пропластки выделяются на диаграммах J_{ϕ} (БТК).

Итак, задача выявления пластов горючих сланцев решается

полностью и однозначно при комплексной интерпретации данных геофизических методов исследования скважин.

Определение зольности и теплоты сгорания горючих сланцев. Поскольку коэффициент корреляции между зольностью и теплотой сгорания близок к единице, то по данным каротажа проводилось определение только одного параметра — теплоты сгорания горючих сланцев Q_s^d .

Определение Q_s^d проводилось по величине прироста интенсивности рассеянного γ -излучения $\Delta J_{\gamma\gamma-n}$, $\Delta J_{\gamma\gamma-c}$. При этом уровень берется интенсивность рассеянного γ -излучения $J_{\gamma\gamma}$ глин, залегающих выше пласта 0 (рис. 8). Погрешность определения теплоты сгорания горючих сланцев по данным каротажа составляет 10—20% (рис. 9). Для уменьшения погрешности

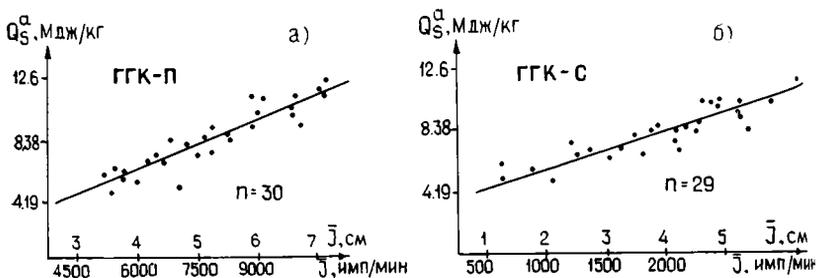


Рис. 8. Зависимость показаний: а) ГГК—П, б) ГГК—С от теплоты сгорания горючих сланцев (Q_s^d).

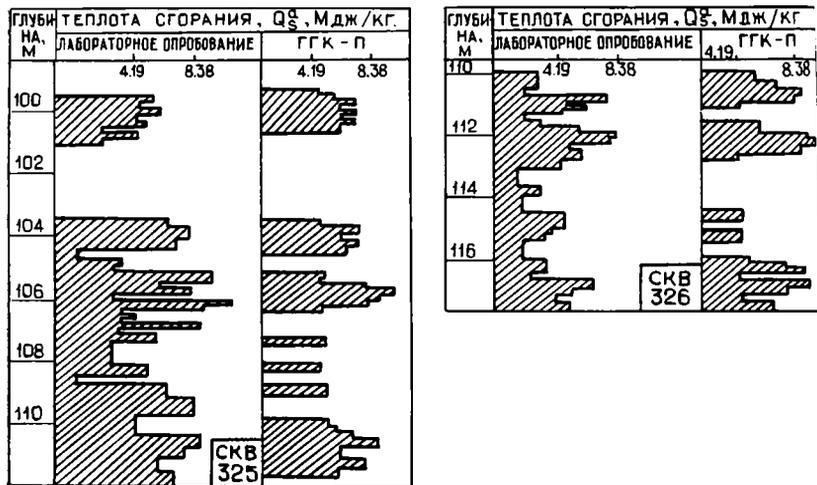


Рис. 9. Сравнение интерпретации диаграмм ГГК—П и лабораторных исследований для определения погрешности расчетов Q_s^d .

ности необходимо предусматривать отбор образцов из стенок скважин на уровне геофизических аномалий боковым стреляющим или сверлящим грунтоносом при производстве комплекса ГИС во всех опорных скважинах. Совершенно очевидно, что при этом точность определения теплоты сгорания по данным каротажа значительно возрастет.

В результате проведенных опытно-методических работ комплексом ГИС на горючие сланцы Сысольского сланценосного района на Поингской площади был рекомендован наиболее рациональный комплекс методов ГИС, который включает КС, БТК, ГК, ГГЕ-П, ГГК-С, КВ, позволяющий уверенно выделять в сланценосной толще пласты и пропластки мощностью 0,2 м и более.

В последнее время актуальной становится задача перехода к бескерновому бурению. Бескерновое бурение пород до VII категории буримости дает прирост производительности труда и снижение стоимости работ в среднем в два раза по сравнению с бурением с подъемом керна. Данное бурение необходимо сочетать с бурением опорных скважин с полным подъемом керна и детальной документацией их и сопровождать геофизическими исследованиями всех (керновых и бескерновых) скважин. На стадии предварительной разведки по продуктивной толще следует производить бурение с полным отбором керна, а в непродуктивной толще можно применять бескерновое бурение. Комплексование геофизических методов исследования скважин с геологическими на стадии разведки осуществляют главным образом в опорных скважинах, бурение которых производят с полным отбором керна и детальной документацией. В опорных скважинах осуществляется тщательная привязка геофизических аномалий. Опираясь на высококачественные материалы по опорным скважинам, геологическую документацию остальных скважин на участке разведки можно выполнять с помощью современных ГИС, достигая значительной экономии средств.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ РАЙОНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СССР

СЫСОЛЬСКИЙ СЛАНЦЕНОСНЫЙ РАЙОН

Географо-экономическое положение. Сысольский сланценосный район располагается в крайней юго-западной части Коми АССР на территории Сысольского, Койгородского, Прилузского и частично Сыктывдинского административных районов, в координатах $59^{\circ}40'$ — $61^{\circ}19'$ с. ш. и $49^{\circ}24'$ — $51^{\circ}18'$ в. д. Южное замыкание Сысольского сланценосного района проходит по территории Нагорского района Кировской области. В геологической литературе площадь развития сланценосных отложений в этом районе известна под названием Синегорского месторождения горючих сланцев. Протяженность района с севера на юг составляет 180 км, ширина с запада на восток колеблется от 50 до 90 км. Общая площадь сланценосных отложений составляет примерно 7,1 тыс. км². Пласты горючих сланцев, имеющие промышленное значение, развиты в пределах всего района.

Территория характеризуется пологоволнистым рельефом и имеет высотные отметки преимущественно от 100 до 200 м. В зоне возвышенностей, составляющих Северные Увалы, абсолютные высоты достигают 220—240 м. Площади с отметками менее 100 м приурочены к долинам рек Сысола, Понинги, Большой и Малой Визинги. Речная сеть принадлежит к бассейнам Северной Двины (Сысола и Луза) и Камы (Кобра).

Сланценосный район располагается в зоне тайги, большей частью в подзоне средней тайги, и лишь самый юг района относится к подзоне южной тайги.

Территория района находится в климатическом районе, для которого характерна умеренно-холодная зима, теплое лето, сравнительно длительный безморозный период и повышенная норма осадков. Средняя температура воздуха июля $+17^{\circ}\text{C}$, января -15°C . Годовая сумма осадков 550—600 мм.

Сысольский сланценосный район довольно густо заселен, но экономически развит слабо. От ближайшего крупного промышленного центра — столицы республики г. Сыктывкара северная граница района проходит в 60—70 км. Население в ос-

новном занято в сельском хозяйстве и лесной промышленности, крупные промышленные предприятия отсутствуют.

История изучения горючих сланцев. В 1879 г. профессор Казанского университета П. Н. Кротов при изучении геологического строения бассейна р. Вятки впервые указал на наличие горючих сланцев на р. Кобре (Синегорское месторождение горючих сланцев на юге Сысольского района) [29]. Л. И. Лутугин, проводивший геологические исследования на водораздельном пространстве рек Лузы, Сысолы, Вычегды, Кобры, Весляны в 1890 и 1891 гг., среди полезных ископаемых этого района также упоминает горючие сланцы [32].

В 1895 г. О. К. Гиллер-Бомбин в районе с. Визинги отобрал несколько проб горючих сланцев, по которым произвел довольно детальные исследования. В частности, были определены влажность и зольность сланцев; выход смолы, пирогенетической воды, полукокса и газа; а также произведены опыты по разгонке сланцевой смолы с определением ее фракционного состава, удельного веса, группового состава отдельных фракций и содержания в них сернистых соединений.

В 1908—1909 гг. наличие юрских пород в верхнем течении р. Сысолы было установлено В. И. Искюлем, который в предположительной форме указал на присутствие в этом районе сланценосных отложений. В 1913—1914 гг. В. Г. Хименков, изучавший полезные ископаемые и их геологическое строение в бассейне р. Сысолы, отмечает наличие битуминозных сланцев «портландского возраста» [59]. Н. Г. Кассин в 1925 г. по результатам геолого-съемочных работ 1918—1924 гг. определил площадь распространения горючих сланцев в Сысольском районе и привел данные некоторых видов анализов сланцев [25].

В 1926—1928 гг. И. Е. Худяев проводил геологическую съемку восточной части Сысольского района. Им были детально описаны мезозойские отложения, в том числе и сланценосная толща. Худяев впервые сделал вывод о том, что мезозойские отложения района образуют широкую мульду почти меридионального простирания [60].

В 1927 г. А. Н. Розанов [48] впервые указал на наличие сланцев в районе с. Иб.

В 1932 г. Горьковским геологоразведочным трестом под руководством И. В. Хаустова проведены специализированные поисково-разведочные работы на горючие сланцы на Синегорском месторождении. Ими охвачена территория протяженностью около 25 км и до 15 км в ширину, от южного края сланценосной толщи, вблизи впадения р. Мытец в р. Кобру, до границы Кировской области с Коми АССР. Поисковые работы осуществлялись с помощью мелких скважин и разведочных шурфов, пройденных в основном вблизи выходов сланценосной толщи под четвертичные отложения. Опробование горючих сланцев произведено по одной скважине и четырем шурфам и выполнено весь-

ма детально. По всем отобранным пробам определена аналитическая влага, зольность, содержание минеральной углекислоты и теплота сгорания на сухое вещество. По большинству проб определено содержание общей серы и полукоксование сланцев.

В 1931—1932 гг. Д. И. Козловым были выполнены поисковые работы с помощью легких выработок на территории северной части Сысольского района. Перспективными на горючие сланцы были признаны: 1) участок в районе дд. Пустошь и Куниб (в районе впадения в р. Сысолу рек Большая и Малая Визинга); 2) участок в районе д. Вадыб (по правобережью р. Большой Визинги вблизи впадения ее в р. Сысолу); 3) участок в районе с. Вотча по правобережью р. Сысолы напротив Вадыбского участка; 4) участок в районе с. Иб; 5) участок правобережья р. Малой Визинги между дд. Куниб и Чухлом; 6) участок в районе водораздела рек Ягул и Малая Визинга; 7) участок в районе дд. Вениб и Пустошь — вторая восточнее с. Койгородок. По отобранным пробам был произведен технический анализ с определением влажности, зольности, содержания минеральной углекислоты и теплоты сгорания.

В 1933—1935 гг. О. А. Солнцевым детально описаны и оprobованы горючие сланцы в обнажениях у сел Пыелдино, Иб, Койгородок, Ужга и д. Карвужем. По пробам проводились определения элементарного состава, состава золы сланцев, выполнены технические анализы сланцев.

В 1943 г. были проведены специализированные поисково-разведочные работы на Ибском месторождении под руководством П. В. Виттенбурга. По пройденным выработкам отобраны довольно многочисленные пробы, однако определение теплоты сгорания сланцев произведено лишь в одном шурфе. Была выделена одна перспективная пачка мощностью 0,65 м со средневзвешенной теплотой сгорания 1 700 ккал/кг. Выдержанность этой пачки по мощности и по качеству осталась не выясненной, поскольку по остальным выработкам изучение качества сланцев ограничивалось в основном определением зольности и содержания минеральной углекислоты. Поэтому поисково-разведочные работы оказались практически безрезультатными.

В том же 1943 г. были проведены на правобережье р. Сысолы в районе с. Койгородок специализированные поисково-разведочные работы (руководитель — Е. П. Киреева) на горючие сланцы, пригодные для химической переработки. Поиски велись путем проходки шурфов, расчисток, мелких скважин, задаваемых вдоль выходов. В сланценой толще мощностью 10—15 м, в самой нижней ее части, была выявлена пачка сланцев мощностью 0,3—1,7 м, с неплохими качественными показателями. Однако вследствие крайней невыдержанности пачки по мощности и качеству, результаты работ были в целом признаны отрицательными.

В 1952 г. О. А. Солнцевым написана ценная обобщающая

работа «Горючие сланцы Коми АССР», в которой охарактеризованы все известные к тому времени сланцепроявления по Сысольскому району. К сожалению, работа не опубликована.

В 1954 г. К. А. Еремина проводила контрольные поисково-опробовательские работы на Синегорском месторождении с помощью буровых скважин. Ей удалось расширить и уточнить контур распространения сланценосных отложений. Горючие сланцы были детально опробованы в семи скважинах, проведен полный технический анализ с определением влаги лабораторной, зольности, содержания минеральной углекислоты, общей серы и теплоты сгорания; по отдельным пробам проведено полукоксование сланцев.

В 1959 г. Ю. А. Захарченко выполнил контрольно-опробовательские работы на Ибском месторождении с помощью буровых скважин. Из одной скважины была отобрана проба весом 145 кг, по ней выполнен полный технический анализ сланцев, определение элементного состава органической массы, состава золы сланцев, выхода продуктов полукоксования, группового и элементного состава смолы, состава и теплоты сгорания газа полукоксования и качества полукокса. Теплота сгорания сланца составляла 1310 ккал/кг. Геологические результаты проведенных контрольных поисково-опробовательских работ были отрицательными, поскольку сланценосная толща оказалась размытой на большей части.

В 1964—1965 гг. под руководством В. Н. Костикова проводились поисковые работы на фосфориты в пределах южной части Сысольского сланценосного района. Было установлено, что Сысольский район представляет собой крупный бассейн с запасами горючих сланцев, исчисляемыми многими миллиардами тонн. Составлены детальные геологические карты, которыми пользуются и в настоящее время.

С 1978 г. Вычегодская ГРП начала проводить специализированные поисковые работы на горючие сланцы с целью определения перспектив сланценосности всей территории Сысольского сланценосного района: от Ибского месторождения на севере и до границы с Кировской областью на юге. Результатом проведенных работ, включавших в себя полный комплекс геологического изучения разреза мезозойских отложений и исследования технологических свойств горючих сланцев и продуктов их переработки, являются выделенные в районе перспективные площади, отвечающие требованиям сланцевой промышленности.

В 1981 г. А. М. Павловым проведена корреляция пластов горючих сланцев Сысольского, Яренгского и Ижемского районов, в основном используемая в данной работе.

Геологическое строение. В настоящем разделе приводится описание отложений юрской системы, к которым приурочена промышленная сланценосность, а также перекрывающих их меловых отложений (рис. 10).

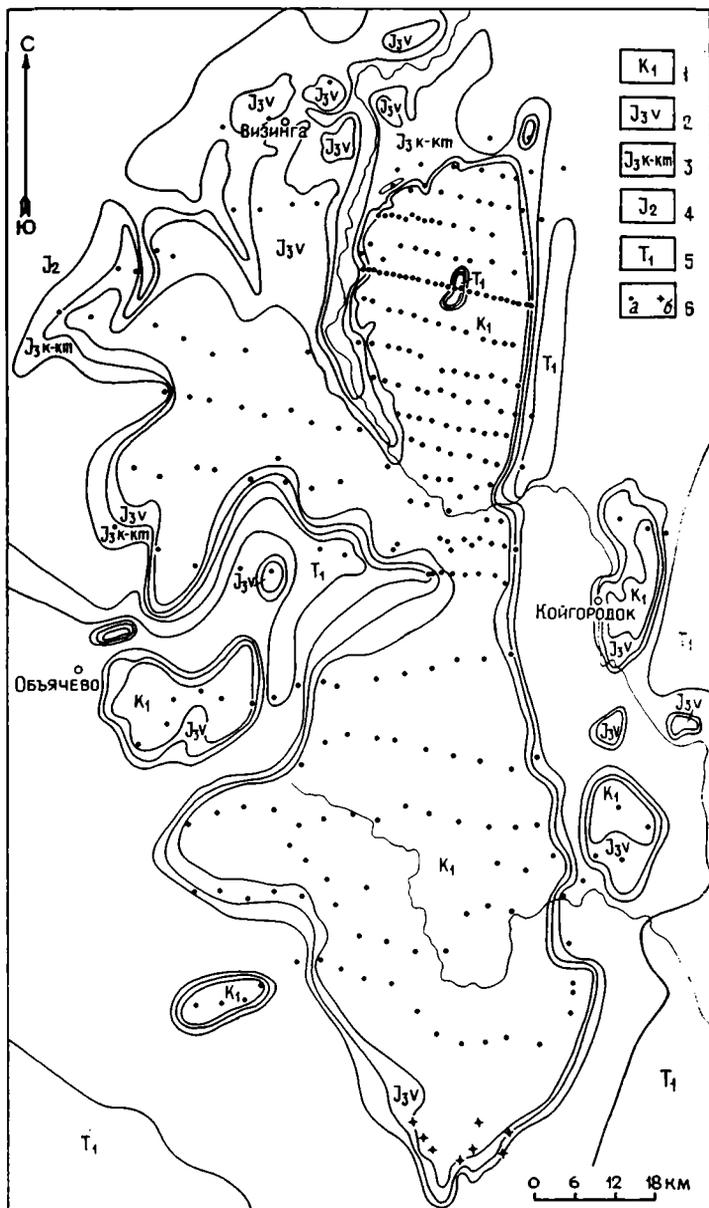


Рис. 10. Геологическая карта Сысольского сланцевого района. 1—5 — отложения: 1 — нижнемеловые, 2 — волжского яруса, 3 — келловейско-киммериджского яруса, 4 — среднеюрские, 5 — нижнетриасовые; 6 — поисковые скважины на горючие сланцы: а) пробуренные Вычегодской ГРП, б) пробуренные Синегорской ГРП.

Юрская система. На территории Сысольского сланценосного района выделяются отложения среднего и верхнего отделов юрской системы. Отложения средней юры всеми исследователями относятся к континентальной, а верхней юры — к морской формациям.

Средний отдел. Выходы пород средней юры под четвертичные отложения окаймляют Сысольский сланценосный район со всех сторон. На отдельных участках среднеюрские отложения отсутствуют, вследствие размыва их в четвертичное время. Так, в центральной части Сысольской впадины выявлена глубокая четвертичная депрессия, где непосредственно на отложениях нижнего триаса залегают четвертичные отложения. Такая же впадина, только меньших размеров, выделена в пределах Поингской площади.

Ширина полосы выхода среднеюрских отложений на западе территории (особенно в бассейне р. Лузы) весьма значительная, достигает 10—20 и более километров. На востоке района, вдоль Кобринского структурного вала, ширина полосы выхода среднеюрских пород изменяется от 1,0—1,5 до 10—15 км. Естественные обнажения среднеюрских пород известны в верхнем течении р. Сысолы по рекам Малой Визинге, Большой Визинге, Летке, Воктыму, Лопью, Поинге, Лузе. В большинстве обнажений по перечисленным водотокам вскрывается обычно незначительная мощность разреза среднеюрских пород (от 2—3 до 5—7 м) и лишь в обнажениях по р. Малой Визинге у с. Чухлом и по р. Сыsole у с. Ужга обнажено до 20—24 м разреза.

На полную мощность разрез среднеюрских отложений вскрыт за последние годы более чем в 40 скважинах. Мощность среднеюрских отложений изменяется в очень значительных пределах от 1,1 до 100,4 м, но в большинстве скважин от 60 до 90 м. Сколько-нибудь отчетливой закономерности в изменении мощности средней юры по площади не наблюдается.

Разрез средней юры представлен толщей мелкозернистых кварцевых и кварцево-сланцевых песков, изредка сменяющихся песчанистыми глинами и алевролитами с тонкими прослоями песков. В основании разреза в нескольких точках отмечен прослой галечника мощностью до 1,7 м. Размер гальки до 3—5 см в перерыве, окатанность ее хорошая.

По всему разрезу средней юры в песках и глинах обнаружены многочисленные стяжения пирита причудливой формы и обломки пиритизированной древесины, во многих местах встречены включения и тонкие прослои бурого угля (лигниты) и углистых глин.

Минералогический состав тяжелой фракции песков следующий: эпидот — до 65% (в среднем 16%); рудные минералы — до 48% (в среднем 21%); гранат — до 15% (в среднем 3—4%); пирит и марказит — до 49% (в среднем 7%); турмалин — до 15% (в среднем 1,6%); кианит — до 14% (в среднем 3—4%);

циркон — до 9,5% (в среднем 2,5%); ставролит, лейкоксен, хлорит (до 10%), мусковит, карбонаты (сидерит до 97%), рутил, сфен, силлиманит. Легкая фракция песков представлена кварцем (94%), кремнисто-глинистыми и кремнистыми обломками.

Контакт между среднеюрскими и пермотриасовыми отложениями определяется в скважинах очень четко по смене окраски с серой, характерной для среднеюрских пород, на пестроцветную, присущую для пермотриасовых пород.

Перекрываются среднеюрские отложения большей частью породами келловей-кимериджского возраста. Контакт не очень четкий, в особенности в тех местах, где среднеюрские отложения представлены песчанистыми глинами, которые характерны и для келловей. Проводится эта граница обычно по появлению морской фауны, прослоев и включений карбонатных пород, сидеритовых и фосфоритовых конкреций, совершенно не характерных для средней юры. По скважинам, в которых проведен электрокаротаж, граница между келловей-кимериджскими и среднеюрскими отложениями устанавливается по резкой смене удельных сопротивлений пород с низких на высокие. На юге Сысольского сланценосного района, где келловей-кимериджские отложения выпадают из разреза, среднеюрские отложения перекрываются сланценосной толщей волжского яруса.

Среднеюрский возраст отложений установлен по спорово-пыльцевым комплексам. С. А. Чирва [61] ставит под сомнение среднеюрский возраст песков, залегающих под заведомо келловейскими глинами, в связи с находками С. П. Яковлевой в песках древнекелловейских фораминифер.

Верхний отдел. Выделяются отложения келловейского, оксфордского, кимериджского и волжского ярусов. Полоса выхода верхней юры под четвертичные отложения обычно довольно узкая — до 1,0—1,5 км. Более широкие площади выходов келловей-кимериджских пород известны в северо-западной части района, однако они оконтуриваются пока только предположительно. Естественные обнажения келловей-кимериджских отложений известны по р. Сыsole в ее среднем течении, по рекам Большой и Малой Визинге, Поинге и Воктыму. Мощность изменяется от 0 до 49,5 м, в среднем 6—8 м на юге и 10—14 м на севере района.

В полном объеме келловей-кимериджские отложения присутствуют лишь на крайнем северо-востоке района (к северу от долины р. Поинги). В южном и юго-западном направлениях происходит постепенное выпадение из разреза вначале кимериджских, затем оксфордских, верхне- и среднекелловейских отложений и на участке широтного течения р. Сысолы в разрезе остаются только нижнекелловейские отложения.

Келловейский ярус. В его составе выделяются три подъяруса: нижний, средний и верхний, однако площадное распространение подъярусов остается неясным. Предполагается, что ос-

новая часть разреза падает на нижний подъярус (до 15 м и более в северной части сланценосного района). На юге района отмечено некоторое снижение, а местами резкое уменьшение общей мощности келловей-кимериджских пород до нескольких метров, а нижнекелловейский подъярус на отдельных участках выпадает из разреза.

Нижнекелловейский подъярус. Отложения подъяруса на территории района развиты повсеместно и представлены двумя верхними фаунистическими зонами: зоной *Cadoceras elatmae* — внизу и зоной *Keplerites gowerianus* — вверху. В большинстве пробуренных скважин нижнекелловейский подъярус (без деления на указанные выше фаунистические зоны) выделяется по комплексу фораминифер, включающему такие формы, как *Lenticulina tatarimensis* (Mjatl.), *Guttulina tatarimensis* Mjatl., *Marginulina mjatliucae* Shokhina, а также по характерным палинокомплексам.

Отложения среднекелловейского подъяруса на описываемой территории неповсеместны. Мощность подъяруса (4,5 м) определена по одной скважине. Присутствие в разрезе среднекелловейских пород доказано находками в нескольких точках аммонитов *Rondiceras tschekini* (Orb.), *R.milashevichi* (Nik.), а также данными спорово-пыльцевого анализа.

Выделение верхнекелловейского подъяруса обосновано находками руководящих аммонитов *Quenstedtoceras lamberti* Sow., *Longaeviceras cf. keyserlingi* (Sok.), *Stenocadoceras stenolobum* (Keys.) и по комплексу фораминифер, включающему *Pseudolamarckina gjasanensis* (Uhlilig), *Lenticulina catascopium* Mjatl., *L.polonica* (Wisn.), *L.pseudocrassa* (Mjatl.), *L.tumida* Mjatl., *L.uhligi* (Wisn.).

Мощность подъяруса определена по одной скважине 2,0 м, при мощности келловейских отложений 17,2 м.

Разрез келловейского яруса представлен преимущественно темно-серыми, песчано-алевритовыми глинами некарбонатными слабослюдистыми с маломощными линзами мергелей, песков и алевритов. В единичных случаях наблюдаются прослои доломита, конкреции мергеля и желваки фосфорита. Присутствуют конкреции сидерита и пирита. По всему разрезу, в особенности в прослоях алевритов и песков, отмечаются скопления зерен ярко-зеленого глауконита, не характерного для нижележащих среднеюрских отложений.

По минералогическому составу келловейские породы характеризуются преобладанием кварца, присутствием таких минералов, как биотит, ставролит, эпидот, гранаты, глауконит, полевые шпаты, турмалин, монацит, наличием карбоната в виде зерен и обломков раковин. По минеральному составу глины келловей монтмориллонит-гидрослюдистые.

Оксфордский ярус. Эти отложения представлены верхним подъярусом и распространены лишь в северной части террито-

рин. Однако и здесь они развиты, по-видимому, не повсеместно. Мощность отложений достигает 8,1 м.

Оксфордский возраст определен по находкам аммонитов *Amoeboceras ex gr. alternans* (Buch.), *A. alternoides* Nik., *Cardioceras* (*Scoticardioceras*) sp.; двустворок *Buchia bronni* Rouill. и комплексу фораминифер *Epistomina uhligi* Mjatl., *Astacolus suprajurassica* (Schwager), *Lenticulina compressaeformis* (Paalz.).

Оксфордские отложения представлены глинами от серых, темно-серых с зеленоватым оттенком до ярко-зеленых с желтоватым оттенком. Глины песчано-алевритистые, карбонатные, слюдястые, с прослоями (мощностью от 0,1 до 0,5 м) мергелей, известняков, глинистого глауконитового песка, песчаников и алевритов. По всему разрезу распространен мелкокристаллический пирит, чаще в рассеянном виде, реже — в виде включений и конкреций, а также желваки фосфоритов разного размера, в основном не более 1 см в диаметре, в единичных случаях 2—3 см. Глинистая составляющая — гидрослюдистая, реже каолинитовая. Глинисто-слюдистое вещество составляет основную массу породы. Песчано-алевритовая составляющая представлена глауконитом, кварцем, полевыми шпатами, пиритом, амфиболами, слюдой, гипсом, цирконом, гранатами.

Верхняя граница оксфордских отложений выделяется в разрезе недостаточно уверенно из-за крайней невыдержанности литологического состава, связанного с размывом оксфордских отложений, местами значительным.

Кимериджский ярус. Отложения кимериджского яруса развиты лишь на севере Сысольского района, представлены верхним и нижним подъярусами. Средняя мощность отложений изменяется от 2 до 8 м.

Наличие отложений, относящихся заведомо к нижнекимериджскому подъярису, установлено в одной канаве у с. Иб в обнажении по р. Ягулу (правый приток р. Малой Визинги) и в нескольких скважинах, пробуренных на севере Поингской площади.

Выделение подъяруса в этих точках обосновано находками аммонитов *Amoebites*, а также по комплексу фораминифер, включающему такие формы, как *Saracenaria kostromensis* (Umansk.), *Lenticulina russiensis* Mjatl., *Epistomina cognita* Jakovl., *E. praetariensis* Umansk., *Paulina marginata* Glouo.

Наличие отложений, относящихся заведомо к верхнекимериджскому подъярису, установлено в обнажении по р. Сыsole у с. Каргорт, в нескольких обнажениях по р. Поинге и в нескольких скважинах, пробуренных на крайнем севере Поингской площади. В обнажении у с. Каргорт верхнекимериджский подъярус выделен по находкам аммонитов *Aulacostephanus piramidalis* (Orb.), *Pahyteuthis ingens* Krimh. Мощность верхнекимериджских глин в этом обнажении 2,15 м. В остальных точках наличие верхнего кимериджа устанавливается по комплексу

фораминифер *Pseudonodosaria tutkowskii* (Mjatl.), *Glomospirella* ex gr. *porcellanea* (Furss. et Pol.), *Planularia digna* Dain, *Lenticulina munda* Dain, *Pseudolamarckina polonica* Biel. et Pozar., P. aff. *pseudorjasanensis* Dain.

Кимериджские отложения залегают на размытой поверхности оксфорда, имеют очень малые мощности, трудно выделяются по литологии. Они представлены глинами темно-серыми, серыми со слабым зеленоватым оттенком, алевроитистыми, карбонатными, слабослюдистыми, массивными, с рассеянным раковинным детритом. В глинах наблюдаются ходы илоедов, часто заполненные глауконитовым песком.

В связи с обилием фосфоритовых конкреций в породах оксфордского и кимериджского ярусов неоднократно ставились специализированные поисковые работы на этот вид сырья, не давшие, однако, сколько-нибудь существенных результатов.

Повсеместно келловей-кимериджские породы залегают на отложениях среднеюрского возраста, с заметным угловым несогласием. Перекрываются они отложениями волжского яруса, залегающими с размывом. Этот контакт устанавливается по смене руководящих палеонтологических комплексов и по появлению в разрезе пластов и прослоев горючих сланцев.

Волжский ярус. В пределах описываемой территории отложения яруса развиты повсеместно (рис. 11) и являются сланцевосными. Они представлены только средним подъярусом.

Севернее и западнее с. Визинги распространение отложений средневолжского подъяруса (далее для краткости — отложения волжского яруса) изучено слабо. Можно предполагать, что здесь они развиты в виде отдельных пятен, разделенных долинами водотоков.

К югу от рек Большой Визинги и Поинги выходы сланцевосных отложений протягиваются широкой полосой вдоль всей Сысольской впадины, отсутствуя в ее центральной и северо-западных частях, где выявлена глубокая четвертичная депрессия, с полным размывом отложений от нижнего мела до средней юры включительно.

Территория сплошного распространения сланцевосных отложений в пределах Сысольской впадины имеет протяженность до 160 км при ширине до 62 км.

Помимо Сысольской впадины сланцевосные отложения развиты в пределах еще одной довольно крупной синклинальной структуры, расположенной в 7—14 км восточнее Сысольской впадины и отделенной от последней антиклинальным поднятием, известные под названием Кобринского вала.

Естественные обнажения пород волжского яруса на территории Сысольского сланцевосного района довольно многочисленны: по р. Сыsole вблизи населенных пунктов Каргорт, Межадор, Куниб, Вадыб, Вотча, Карвужем; по левобережным притокам р. Сысолы — Малой Визинге у д. Чухлом и Большой Ви-

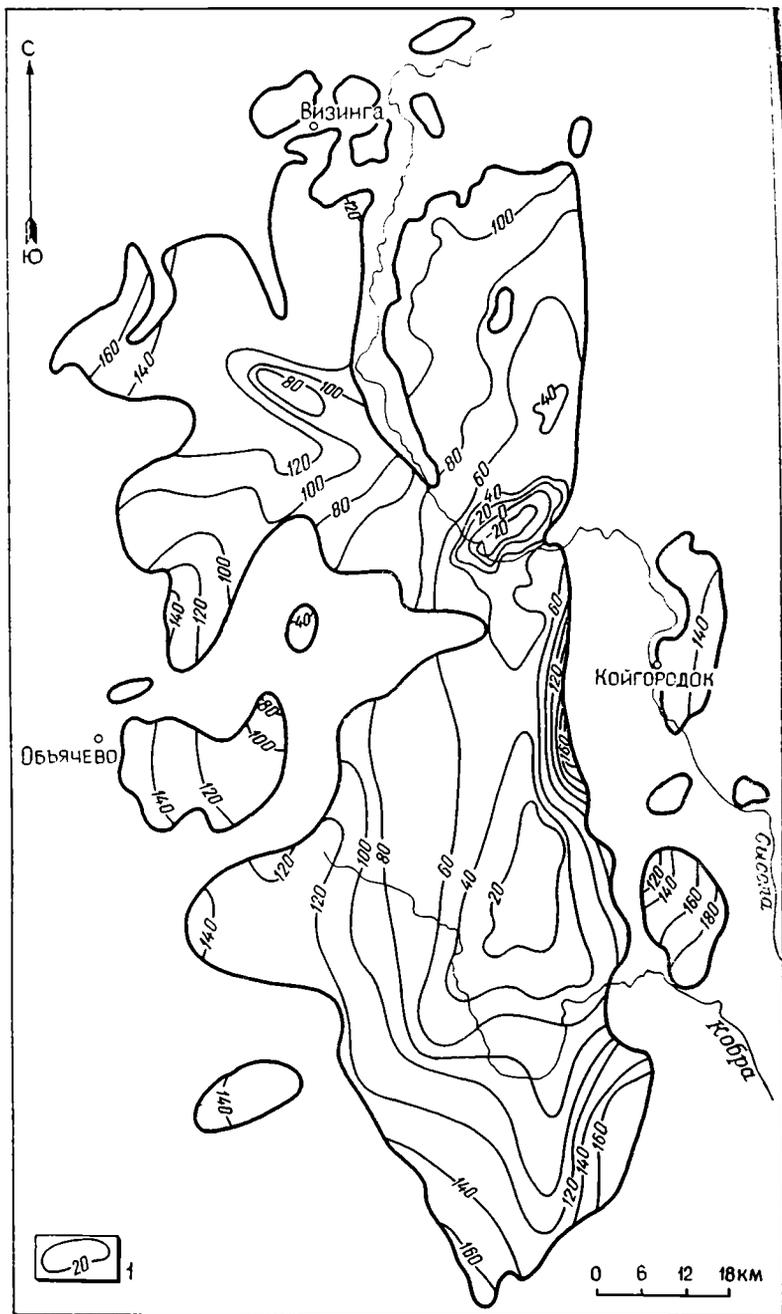


Рис. 11. Структурная карта подошвы волжских отложений. 1 — изогипсы (м) подошвы волжских отложений.

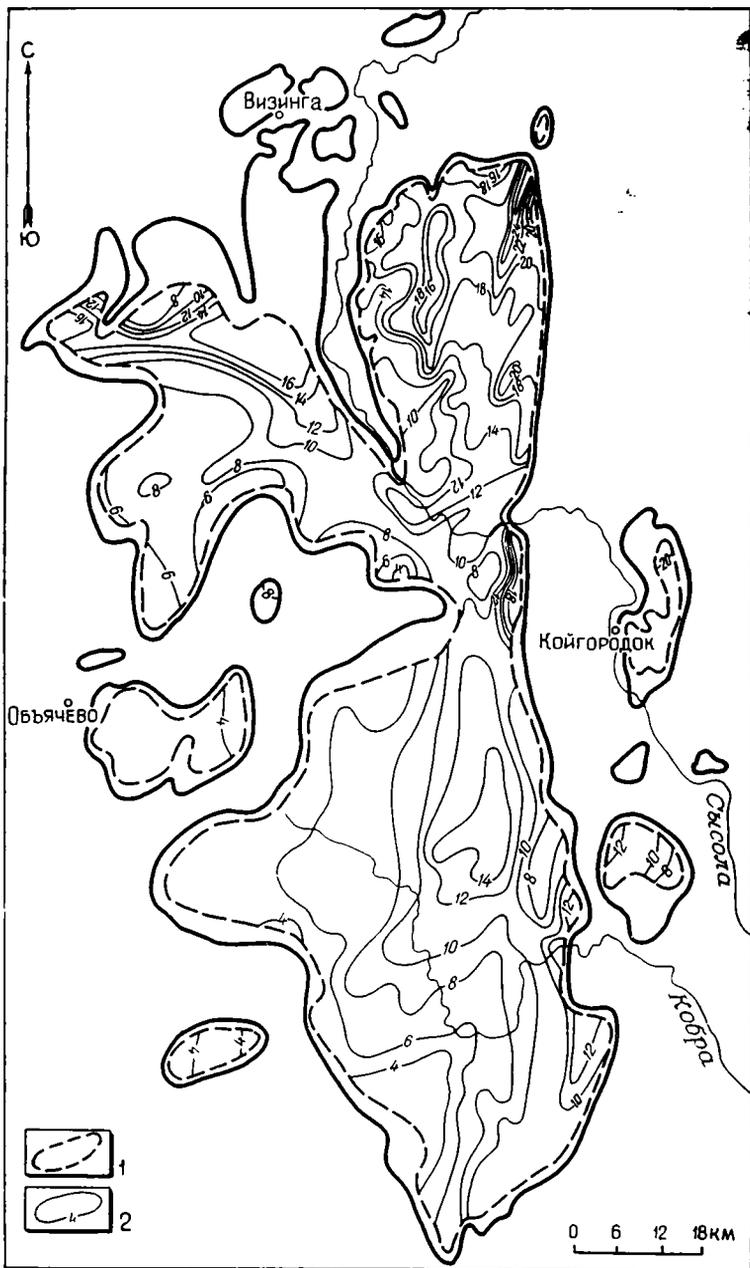


Рис. 12. Карта изопахит волжских отложений. 1 — границы распространения нижнемеловых отложений; 2 — изопахиты (м) волжских отложений.

зинге у с. Визинга; по правобережным притокам р. Сысолы — Поинге, Важью, Воктыму; по правым притокам р. Лузы — Ожину, Лопью. В пределах синклинали структуры, получившей название Койгородской (или Койгородских останцов), расположенной на востоке территории, обнажения волжского яруса известны по р. Сыsole в районе сел Ужга, Койгородок, по рекам Воктым, Ком, Ибань.

Мощность волжских отложений на территории Сысольского сланценосного района достигает 29,8 м. Наибольшие мощности (до 20 м) характерны для северной части района, точнее — Поингской площади. К югу мощность волжских отложений уменьшается до 6—8 м. Мощность разреза средневолжского подъяруса в пределах Койгородских останцов до 25 м (рис. 12).

По соотношению мощности и абсолютной отметки волжских отложений в Сысольском районе можно выделить три участка. Для северной части района нет определенной зависимости между абсолютными отметками и мощностями. В двух других районах характерно конседиментационное унаследованное развитие волжских отложений. Однако в восточной части абсолютные отметки сланценосных отложений несколько повышены (рис. 13).

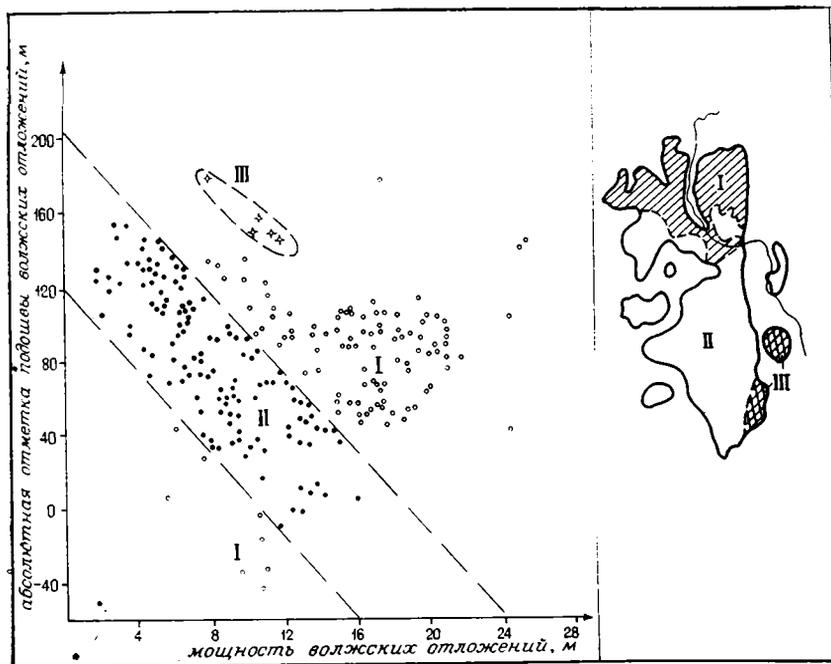


Рис. 13. Зависимость мощности волжских отложений от абсолютной отметки их подошвы. I — характер седиментации не выяснен; II — конседиментационное унаследованное развитие; III — более интенсивное конседиментационное унаследованное развитие или постседиментационный подъем территории с амплитудой более 40 м.

В разрезе волжских отложений отмечается до 26 слоев горючих сланцев. Больше всего их в пределах Поингской площади — на территории с максимальными мощностями волжских отложений (рис. 14).

Стратиграфический разрез яруса представлен отложениями зоны *Dorsoplanites panderi*. Более высокие горизонты разреза, относимые к зоне *Dorsoplanites maximus*, встречены лишь на северо-востоке территории. Условно к нижней части относятся собственно сланценосная толща мощностью 14—16 м, а к верхней — вышележащие глины. Отнесение всей сланценосной толщи к зоне *Dorsoplanites panderi* обосновано палеонтологическими определениями. Фауна по всему разрезу весьма многочисленна и в ее составе определены руководящие для этой зоны формы: аммониты — *Dorsoplanites panderi* (Orb.), *Pavlovia pavlovi* Mich., *Zaraiskites quenstedti* (Rouill. et Vos.), *Z. cf. scythicus* (Vischn.); двустворки — *Buchia mosquensis* (Buch), *B. rugosa* (Fisch.); фораминиферы — *Lenticulina infravolgaensis* (Furss. et Pol.), *Saracenaria pravoslavlevi* Furss. et Pol.; остракоды — *Cytherella ovida* Donz., *Cythereloidea tenuis* (Sharap.), *Mandelstamia percostata* Mand. et Lub. Волжский возраст подтверждается также спорово-пыльцевыми комплексами.

В литологическом отношении отложения волжского яруса подразделяются на две обособленные части: «сероцветную» и «темноцветную». Первые имеют серые и светло-серые тона, вторые — темно-серую, местами до черной, окраску со слабым кирпичевым оттенком.

Разрез волжского яруса начинается сероцветной толщей, представленной переслаиванием мергелистых глин, мергелей, керогенсодержащих глин и горючих сланцев с единичными маломощными прослоями известняков. Максимальная мощность толщи достигает 12,3 м. Породы известковые с обилием равномерно рассеянного раковинного детрита, обломков белемнитов, двустворок и аммонитов. В основании разреза в мергелистых глинах отмечается небольшая примесь глауконитового песка, иногда желваки фосфоритов и известняков. Состав глинистого вещества мергелистых глин монтмориллонитовый и монтмориллонит-гидроослюдистый. Карбонаты представлены пелитоморфным или микрозернистым кальцитом. В качестве минеральной примеси присутствуют кварц, полевые шпаты, слюда, сульфиды, окислы и гидроокислы железа.

В сероцветных отложениях отмечается до 8 прослоев горючих сланцев, на юго-востоке района выделяется пласт горючих сланцев, удовлетворяющий промышленным требованиям.

Разрез сероцветных отложений заканчивается, как правило, мергелистой глиной, на которой залегает мощный пласт горючих сланцев очень сложного строения, представленный частым чередованием слоев сланца различного качества и керогенсодержащих глин. По аналогии с Айювинским месторождением

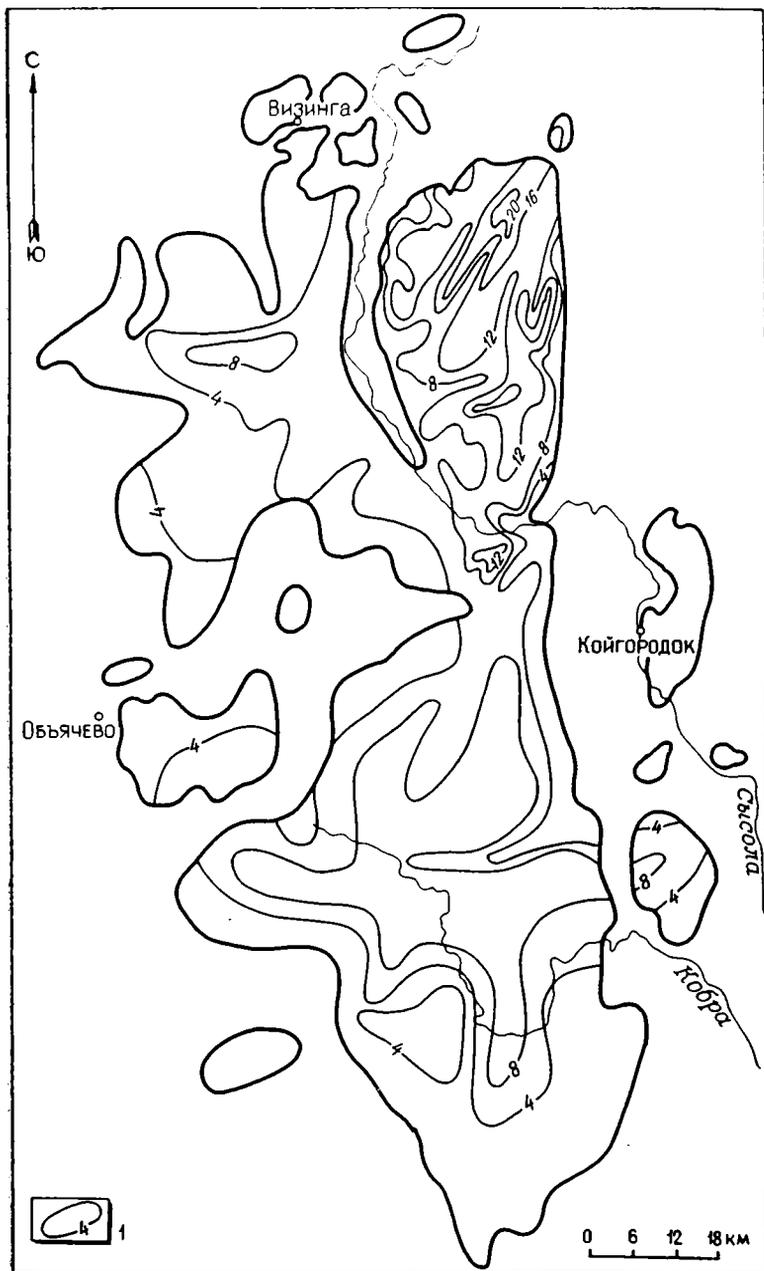


Рис. 14. Карта распространения слоев горючих сланцев. 1 — изолинии количества слоев горючих сланцев.

(Ижемский район) этому пласту присвоено название пласта I. Общая мощность его изменяется от 5,6 до 11,0 м. В пласте I при указанной выше общей мощности по данным детального описания и опробования выделяется от 10—12 до 20—25 слоев сланца и керогенсодержащих глин различной мощности, от нескольких сантиметров до 1,0—1,5 м и более. В кровельной и почвенной частях пласта четко выделяются две пачки сланцев, имеющих промышленное значение (с теплотой сгорания от 1 200 до 3 000 ккал/кг), которые в настоящей работе именуются как пласты I — верхний (I-в) и I — нижний (I-н). Сами промышленные пачки также имеют сложное строение и состоят из нескольких слоев сланца различного качества, перемежающихся иногда прослоями глин. Общая мощность как верхней, так и нижней промпачек изменяется в широких пределах, от нуля (в точках, где сланцы по теплоте сгорания не имеют промышленного значения) до 3,0—5,0 м.

Горючие сланцы — серые, темно-серые с коричневатым оттенком, плотные, крепкие, легкие, горизонтально-слоистые, тонкоплитчатые, местами до листоватых, известковые, слюдистые, с обилием раковинного детрита (обломков двустворок и аммонитов).

Глинистые горючие сланцы — темно-серые, реже почти черные, со слабым коричневатым оттенком, плотные, толстоплитчатые, иногда массивные, более тяжелые, известковые, слюдистые, с обилием раковин двустворок и аммонитов, реже белемнитов.

«Чистые» глины отличаются от керогенсодержащих отсутствием коричневатого оттенка, меньшим содержанием фауны, а также отсутствием запаха жженой резины при прокаливании на огне. Глинистый горючий сланец характеризуется уменьшением доли песчаного материала за счет увеличения глинистой составляющей. Керогенсодержащие глины и «чистые» глины имеют в основном песчано-алеврито-глинистый состав. В минеральной части горючих сланцев темноцветной толщи отмечены кварц, опал, карбонаты, пирит, гематит, хлорит, глауконит, слюда, полевые шпаты, фосфаты и глинистые минералы. Органическая часть представлена в основном сочетанием двух микрокомпонентов: коллоальгинита и псевдовитринита. Талломоальгинит редок.

По составу органико-минеральной основы в разрезе сланценосных отложений волжского яруса А. И. Гинзбург (1985) выделяет три петрографических типа горючих сланцев: известково-глинистый псевдовитринит-коллоальгинитовый, известково-глинистый коллоальгинитовый, глинистый коллоальгинитовый.

Керогенсодержащие глины, а также «чистые» глины имеют монтмориллонит-гидрослюдистый состав. В легкой фракции керогенсодержащих глин преобладают кварц, глауконит, гидрослюда и полевые шпаты, реже слюда и опал. «Чистые» глины характеризуются преобладанием гидрослюда и кварца, реже

встречается глаукозит, полевые шпаты и слюда. В тяжелой фракции обских глин преобладают пирит и марказит. Из других минералов в керогенсодержащих глинах чаще встречаются циркон, ильменит, сидерит, дистен, присутствуют гранаты, турмалин, ставролит, рутил. В «чистых» глинах чаще отмечаются циркон и гранаты, встречаются турмалин и рутил.

Выделение в разрезе средневожского подъяруса отложений зоны *Dorsoplanites maximus* основано на находке аммонитов *Dorsoplanites ex gr. flavus* Spath. Вскрытая мощность разреза — 9,2 м. В литологическом отношении верхняя и нижняя части разреза представлены серыми известковистыми глинами с обломками фауны, а средняя часть разреза — пачкой керогенсодержащих глин мощностью 2,5 м.

Некоторые исследователи (О. А. Солнцев, Э. Н. Овчинников, В. А. Зипченко) в составе волжского яруса выделяют отложения верхнего подъяруса. Полностью отрицать это было бы преждевременным, поскольку в ряде скважин в отложениях, относимых к самым нижним горизонтам нижнего мела, встречаются тонкие пропластки и слои горючих сланцев. Эти сланцы либо совершенно неизвестковистые, либо очень слабо известковистые, с содержанием $\text{CO}_2^{\text{мин}}$ от 0,0 до 3,8%. В этом отношении они являются полными аналогами верхневожских сланцев, известных в пределах Ижемского и Яренгского сланцевосных районов.

Меловая система представлена только нижним отделом. Отложения нижнего мела занимают основную часть описываемого района. Выходы нижнемеловых пород, совместно с нижележащими породами волжского яруса, располагаются к югу от рек Большой Визинги и Поинги. Нижнемеловыми породами сложена и осевая часть синклинали, протягивающейся восточнее с. Койгородок.

Естественные обнажения пород нижнего мела отмечены по р. Большой Визинге в районе с. Визинга, по р. Сыsole у дд. Пыелдино и Палауз, ниже устья ее левого притока Тыбью, в нижнем течении р. Тыбью и по ее правому притоку р. Чуим, в верхнем и среднем течении рек Лопью и Кобры.

Литологически выделение нижнемеловых пород в разрезах скважин и обнажений производится по постепенному исчезновению сланцевосности, а также по смене известковистых глин, характерных для средневожского подъяруса, на глаукозитовые глины нижнего мела.

Максимальная мощность нижнемеловых отложений в пределах Сысольского сланцевосного района составляет 150,4 м. Увеличение мощностей происходит с запада на восток, в сторону погружения Сысольской впадины. Поэтому на западе района по скважинам вскрываются лишь нижние горизонты нижнемелового разреза. Здесь мощность нижнемеловых отложений обычно

составляет первые десятки метров, и лишь к югу увеличивается до 50—70 м, а на востоке территории до 70—90 м и более.

Максимальная вскрытая мощность нижнемеловых отложений в пределах Койгородской синклинали составляет 16,7 м.

Разрез нижнего мела весьма однообразен и представлен на всю мощность неизвестковистыми (преимущественно) или очень слабоизвестковистыми глинами, содержащими очень редкие включения фосфатизированных известняков и мергелей. По всему разрезу распространены остатки фауны двустворок, аммонитов и реже гастропод. Глины нередко слюдистые и алевритистые, в особенности в нижней части. Слюда и алевритовый материал образуют, как правило, присыпки по напластованию глин, что определяет их тонкую слоистость. Окраска глин преимущественно серая и темно-серая до черной. За счет включений глауконитовых зерен эта окраска меняется на зеленовато-серую, вплоть до темно-зеленой. Глауконит в глинах встречается в виде присыпок по напластованию, гнезд и тонких прослоев. Участками в глинах отмечаются мелкие стяжения пирита. Все глины плотные и очень плотные.

Тяжелая фракция глин представлена ильменитом (23—55%), лейкоксеном (до 4%), рутилом (1—2%), сфеном, титановыми полупрозрачными минералами (1,5—11%). В больших количествах содержатся минералы группы эпидота-цоизита — от 30 до 38%. Присутствуют также гранат (3—11%), циркон (1—6%), турмалин, дистен, ставролит, хлорит, роговая обманка. Легкая фракция глин представлена в основном глинистыми обломками (45—65%), кварцем (13—52%) и полевыми шпатами (3—25%); присутствуют также мусковит, хлорит, биотит. Аутигенные минералы представлены в основном пиритом (8—77%), гидроокислами железа и глауконитом. От нижележащих глин средневожского подъяруса нижнемеловые глины резко отличаются по высокому содержанию минералов группы эпидота-цоизита. По данным термического анализа глины имеют каолинитовый и монтмориллонитовый состав.

Нижний отдел меловой системы в пределах Сысольского района представлен в полном объеме и включает в себя берриасский, валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы.

Берриасский ярус. Эти отложения выделяются предположительно, поскольку комплекс фораминифер, встреченный в нижних 12—17 м разреза нижнего мела, характерен как для берриаса, так и для нижнего валанжина.

Условно, по аналогии с районами Западной Сибири, к берриасскому ярусу были отнесены такие отложения, где в составе фораминифер отсутствуют характерные для нижнего валанжина формы. Имеющиеся немногочисленные определения аммонитов и двустворок из фосфоритов, залегающих в самом основании нижнемелового разреза, также не позволяют однозначно

выделить берриасский ярус, хотя встреченные формы больше частью и не противоречат берриасу. Мощность берриасского яруса постепенно уменьшается с 8 м на севере района до 4 м центральной его части и до полного выпадения берриасского яруса из разреза — на крайнем юге.

Характерным литологическим признаком берриасских отложений является присутствие в разрезе в довольно многочисленных точках тонких прослоев неизвестковистых или очень слабо известковистых горючих сланцев. Аналогичные прослои встречаются, но гораздо реже, в вышележащих нижневаланжинских отложениях.

На всей территории Сысольского района прослеживается фосфоритонность берриасских отложений. В основном фосфоритовый горизонт залегает на значительной глубине (от 50 до 176 м), перекрытый мощной толщей нижнемеловых и четвертичных отложений. Прослой (0,05—0,5 м) фосфоритовых желваков (содержание P_2O_5 достигает 20—25%) залегает непосредственно на контакте с нижележащей сланценой толщей средневожского подъяруса. Берриасские глины обогащены глауконитом в большей степени в сравнении со всеми вышележащими глинами.

Валанжинский ярус. Отложения яруса четко разделяются на нижний и верхний подъярусы. В составе нижневаланжинских глин отмечаются конкреции фосфорита и включения фосфатизированного известняка и мергеля, содержащие P_2O_5 от 2 до 16,2%. Мощность фосфоритового слоя иногда достигает 3,0 м, однако встречается он лишь в единичных точках.

Верхняя граница нижневаланжинского подъяруса располагается в 16—17 м выше границы нижнего мела с волжским ярусом, соответственно и мощность нижневаланжинских отложений достигает 17 м, развиты они на большей части территории Сысольской впадины и в пределах Койгородской синклинали.

Руководящее значение для выделения верхнего валанжина имеют белемниты *Polypytchites* и многочисленная фауна фораминифер. Литологически верхневаланжинские отложения мало отличаются от нижневаланжинских. Мощность верхнего валанжина в среднем составляет 15 м.

Готеривский ярус. Отложения яруса выделяются по находкам фораминифер *Hechtina* sp., *Höeglundina nordensis* Koss., аммонитов *Speetonicerias*. Максимальная мощность его составляет 22,4 м, средние значения — 10—12 м.

Глины готеривского яруса менее алевритистые и менее слюдистые в сравнении с валанжинскими и содержат меньше глауконита. В них встречается до трех слоев фосфатсодержащих известняков в виде обломков и гальки. Содержание P_2O_5 достигает 10%.

Барремский ярус. Отложения барремского яруса выделяются по комплексу фораминифер, включающему руководя-

щне для этого яруса формы *Conorbinopsis barremicus* (Mjatl.), *Gyroidinoides sokolovae* (Mjatl.). Мощность барремского яруса оценивается в 18,5—20,0 м, максимальная — 55 м.

Отложения яруса развиты в пределах центральной и восточной частей Сысольского района. Для барремских глин характерно, в отличие от нижележащих готеривских отложений, повышенное содержание глауконита, наличие слоев мощностью от 2,3 до 7,0 м, в которых содержание глауконитового песка составляет 20—30%. Прослои известняков в барремских глинах мощностью 3—10 см в сравнении с нижележащими глинами встречаются несколько чаще. Здесь выделено пять слоев фосфатсодержащих пород с содержанием P_2O_5 менее 4%.

Аптский ярус. Отложения аптского яруса выделяются по комплексу фораминифер, включающему в себя такие формы, как *Miliammina ischnia* Tapp., *Rosalina dampelae* (Mjatl.). Развиты они на большей части восточной половины Сысольской впадины, где их мощность составляет 20 и более метров.

Представлен ярус очень слабоизвестковистыми глинами с конкрециями мергелей, кое-где сменяющимися слоем известняка малой мощности.

Альбский ярус. Отложения яруса завершают разрез нижнемеловых пород. Они были выделены по находкам руководящих для данного яруса фораминифер *Guembelitra aff. eugeniae* Vas. При максимальной мощности нижнемеловых отложений, равной 150,4 м, мощность альбских пород составляет 67 м. Распространены они очень ограниченно в пределах восточной части района. Представлены алевритистыми и слюдистыми глинами, с прослоями и конкрециями мергелей или глинистых известняков.

Сланценовость. Вскрытый в пределах Сысольского сланценосного района разрез волжских отложений представлен нижней частью средневолжского подъяруса, включающий зону *Dorsoplanites panderi* и низы зоны *Dorsoplanites maximus*. Горючих сланцев в разрезе зоны *Dorsoplanites maximus* не встречено. Отмечены лишь керогенсодержащие глины. Разрез зоны *Dorsoplanites panderi* является сланценосным на всю его мощность.

В темпоцветных отложениях на всей территории Сысольского сланценосного района прослежено, в основном, два пласта горючих сланцев, имеющих практическое значение. В южной части района в подстилающих сероцветных породах также установлен пласт горючих сланцев, имеющий промышленное значение.

Нумерация пластов приведена в соответствии с Айювинским месторождением горючих сланцев Ижемского района, которое в течение долгого времени было эталонным (табл. 8).

**Корреляция пластов горючих сланцев
сланценосных районов
европейского Севера СССР**

| Ижемский район Айювинское месторождение (Клевенский П. М., 1941 г.) | Сысольский район (Васильева Л. Ф., 1981—1983—1986 гг.) | Яренский район (Капитанов В. М., 1985 г.) | Принятая в работе |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|
| I | «темноцветная толща» | I «темноцвет- ная толща» | I «темноцвет- ная толща» |
| II | не рабочий | III | II |
| III | не рабочий | нет аналога | III |
| IV | III | нет аналога | IV |

Пласту Айювинского месторождения в Сысольском сланценосном районе соответствует «темноцветная толща», маломощные и нестабильные прослои и пропластки горючих сланцев самой верхней части разреза.

Пласт I-в залегает в верхней части пласта I и широко распространен на территории Сысольского района, однако мощность его невыдержанная (0,5—5,0 м), на некоторых участках пласт представляет собой линзообразные залежи. Участки пласта мощностью более 1,2 м обособлены и сосредоточены преимущественно в восточной части района. В некоторых случаях (например, в центральной части Поингской площади) в меридиональной полосе шириной 6—7 км наблюдается расщепление единого пласта на два. Общая тенденция увеличения мощности пласта наблюдается в восточном и юго-восточном направлениях. Глубина залегания пласта изменяется в очень широких пределах: от первых метров до 150 и более. Наибольшие глубины характерны для восточной и юго-восточной части Сысольского сланценосного района. Общее погружение пласта наблюдается с северо-запада на юго-восток, с воздыманием его в краевых, восточных частях Сысольской мульды. Максимальное погружение пласта (это относится и ко всей сланценосной толще) отмечается в юго-восточной части района. Здесь абсолютные отметки подошвы пласта колеблются от +7,3 до —33,9 м.

Пласт I-в сложного строения и содержит в себе обычно несколько слоев пород, в разной степени обогащенных органическим веществом. Средневзвешенная теплота сгорания пласта (особенно это относится к наиболее перспективным участкам) превышает 1 800 ккал/кг (7,56 МДж/кг), выход смолы в среднем 7—12%, содержание общей серы 1,5—3,5%.

Следующий пласт горючих сланцев приурочен к основанию темноцветной толщи (или подошве пласта I), в основном к контакту ее с сероцветами. Согласно принятой в работе схеме, в

дальнейшем он будет именоваться как пласт I-н. Последний на территории Сысольского сланцевого района развит повсеместно, хотя на отдельных участках теряет свое промышленное значение по мощности и качеству. От пласта I-в он отделяется керогенсодержащими глинами мощностью 1,2—6,9 м. Среди залегают 1—2, реже 5 прослоев горючих и глинистых горючих сланцев, мощностью не превышающей 0,3—0,6 м. Мощность пласта I-н от 0,5 до 5,7 м, и она более стабильна, чем у пласта I-в. Преобладают значения мощности в пределах 1,2—2,5 м. Как и для пласта I-в, увеличение мощности пласта I-н также происходит в восточном и юго-восточном направлениях. Характер залегания пласта I-н аналогичен характеру залегания пласта I-в. Пласт I-н, также как и вышележащий, имеет сложное строение. Его слагают до 5 слоев горючих сланцев или же их более глинистых разностей с теплотой сгорания более 1 800 ккал/кг (7,56 МДж/кг), выход смолы в среднем 7—12%, содержание общей серы 1,5—3,5%.

Пласт IV приурочен к сероцветным отложениям волжского яруса. В северной части района горючие сланцы, соответствующие зоне пласта IV, не имеют промышленного значения ввиду их незначительной мощности и крайне невыдержанного площадного распространения. В южной части Сысольского сланцевого района пласт IV представляет промышленный интерес только в восточной и центральной частях. Его мощность здесь 0,5—1,4 м, в среднем 0,6 м; Q^d_s сланцев составляет в среднем более 1 800 ккал/кг (7,56 МДж/кг), выход смолы иногда достигает 28%, содержание общей серы до 7,0%. Пласт IV имеет довольно сложное строение, его слагает до 5—6 слоев горючих сланцев и их более глинистых разностей.

В результате специализированных работ в Сысольском сланцевом районе выделены три перспективные площади: Поингская в северной части, Восточная и Центральная в южной. На участках производилось сгущение сети скважин.

Наиболее перспективной для постановки геологоразведочных работ считается Поингская площадь, а в ее составе — северная и западная части, где горючие сланцы залегают на глубинах не более 50 м, что подходит для открытой разработки. Сланцы Восточной площади залегают на значительных (до 150 м) глубинах, что не позволяет рассматривать их в качестве первоочередного объекта для освоения в ближайшем будущем (рис. 15).

Были подвергнуты испытаниям все пробы горючих сланцев и керогенсодержащих пород. Основным видом анализа, определяющим качество сланцев, является технический, включающий определение теплоты сгорания, зольности, влаги аналитической, минеральной углекислоты, серы общей на сухое топливо. Выделено пять групп сланцев с нижними пределами теплоты сгорания 1 200; 1 500; 1 800; 2 200; 3 000 ккал/кг (5,04; 6,36; 7,56; 9,24; 12,6 МДж/кг).

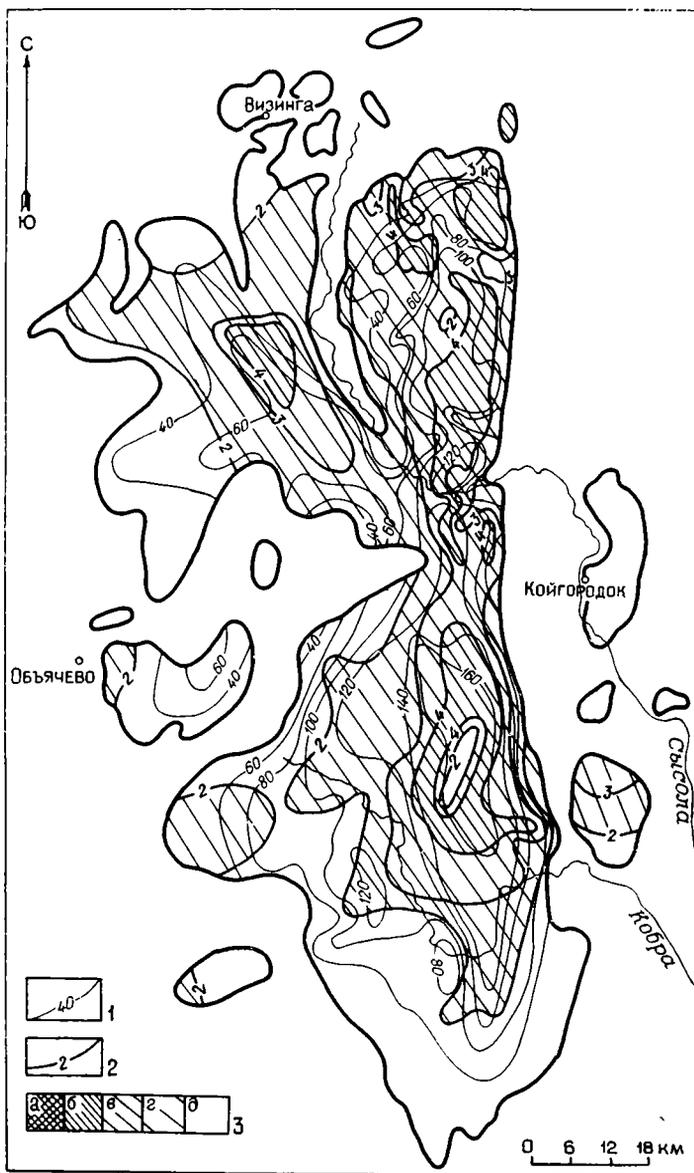


Рис. 15. Карта общей сланцевости волжских отложений Сысольского района. 1 — изопакиты (м) пород вскрыши; 2 — изопакиты (м) суммарного сланцевого пласта; 3 — мощность суммарного пласта: а) более 8 м, б) 6—8 м, в) 4—6 м, г) 2—4 м, д) менее 2 м.

Географо-экономическое положение. Яренгский сланценосный район в административном отношении располагается большей частью в пределах Удорского района Коми АССР; его самая южная часть попадает на территорию Ленского, а крайняя западная — на территорию Верхнетоемского и Пинежского административных районов Архангельской области.

В структурном отношении Яренгский сланценосный район занимает центральную часть Мезенской синеклизы, сложенной здесь осадками средней и верхней юры.

Сланценосны отложения волжского яруса верхней юры, которые в пределах района образуют два разрозненных выхода, разделенных долиной р. Вашки. Участок на левобережье р. Вашки получил название Северо-Западного (иногда его называют Ертомской синклиналью), второй участок известен как Чим-Лоптюгский.

Северо-Западный участок волжских отложений вытянут в меридиональном направлении протяженностью 70 км, шириной — не менее 12 км. Чим-Лоптюгский участок вытянут с юго-запада на северо-восток. Протяженность его 80 км при средней ширине 25 км.

Яренгский район характеризуется в основном пологоволнистым, уплощенным рельефом, лишь для западной части Северо-Западного участка — холмисто-грядовым. Обычные абсолютные отметки 80—85 м, максимальная 236 м (Северо-Западный участок). Наиболее крупная река района — Вашка, левый приток р. Мезени. Из главных притоков р. Вашки следует назвать реки Ертом и Лоптюгу; притоки р. Яренги — небольшие реки Уктым, Очая.

Яренгский район находится в зоне средней тайги. Преобладает ель (70—90%), меньше сосны, еще меньше березы.

Климат района умеренно-континентальный с умеренно холодной зимой и коротким сравнительно теплым летом. Средняя температура января минус 15°, июля — плюс 16°. Длительность безморозного периода 80—90 дней (примерно с 1 июня по 1 сентября). Годовая сумма осадков 550—600 мм.

В экономическом отношении территория Яренгского сланценосного района практически неосвоенная и очень мало заселена. Однако непосредственно по территории Чим-Лоптюгского участка, в северо-восточной его части, проходит железная дорога Микунь—Кослан. В последние годы в районе в широких масштабах ведутся лесоразработки.

История изучения горючих сланцев. Первое подробное описание горючих сланцев в Яренгском районе принадлежит Н. С. Кобозеву, проводившему в 1932 г. в бассейне р. Вашки геологическую съемку. Верхнеюрский возраст сланцев был им подтвержден фаунистически.

В 1936 г. М. П. Раюшкиным проведена геологическая съемка масштаба 1:200 000 в бассейне р. Яренга и ее притоков. В ходе съемки были встречены горючие сланцы, которые по факту были отнесены к двум зонам средневожского подъяруса: к зоне *Dorsoplanites panderi* (в основании подъяруса) и к зоне *Virgatites virgatus* (верхи подъяруса). Мощность зоны *Dorsoplanites panderi* определена им в 20,4 м; горючие сланцы, по его данным, сосредоточены в основном в верхней половине зоны мощностью 12 м, представляющей собой переслаивание пластов глин мощностью 0,5—1,0 м с горючими сланцами мощностью от 0,1 до 0,5 м (в отдельных точках до 1,0 м). Всего, по данным М. П. Раюшкина, разрез сланценой толщи содержит девять прослоев горючих сланцев суммарной мощностью 4,4 м. Вскрытая мощность зоны *Virgatites virgatus*, по его данным, составила 1,3 м; в этой зоне им были отмечены прослои сланцев, не превышающие по мощности 10 см. Качество сланцев изучено только по одной пробе. В 1938 г. М. П. Раюшкин установил наличие горючих сланцев (зоны *Dorsoplanites panderi*) по р. Лоптюге.

В 1968 г. Э. Г. Костюнин проводил опытную геологическую съемку на большей части Чим-Лоптюгского участка. Им были отобраны две пробы сланцев, по которым определены влажность, аналитическая зольность, выход летучих на горючую массу, содержание аналитической серы, содержание углерода, водорода и азота на горючую массу и теплота сгорания сланцев.

В 1972—1973 гг. В. И. Розанов, по результатам опытной геологической съемки южного замыкания Чим-Лоптюгского перспективного участка, дает отрицательную оценку перспектив сланценоности в целом.

В 1976—1979 гг. И. А. Шевченко и А. И. Слуцкий в ходе геологической съемки, охватившей большую часть Северо-Западного перспективного участка, изучили отложения вожского яруса, однако горючих сланцев не обнаружили. Горючие сланцы были ими описаны и опробованы из одного обнажения на площади Чим-Лоптюгского участка. По пробам было дано детальное петрографическое описание, выполненное А. И. Гинзбург, и выполнены технические анализы горючих сланцев.

В 1977 г. Л. Ф. Васильевой были проведены поисково-опробовательские работы на горючие сланцы с целью оценки перспектив сланценоности восточной части Яренгского сланценового района. Были обследованы естественные выходы горючих сланцев, проведено детальное их опробование. Выявлена перспективная Чим-Лоптюгская площадь. В 1981 г. поисково-опробовательские работы были продолжены А. М. Павловым.

В 1980—1985 гг. В. М. Капитановым в восточной и частично в западных частях Яренгского сланценового района проведены поисковые работы с бурением скважин и детальным описанием и опробованием горючих сланцев. По результатам работ

составлен сводный отчет с пересчетом прогнозных ресурсов Чим-Лоптюгского участка.

Геологическое строение. В настоящем разделе приводится описание лишь юрских отложений, которыми сложен верхний структурный этаж, и контуром распространения которых определяются границы Яренгского сланцевого района (рис. 16).

Средний отдел. Естественные обнажения среднеюрских пород на территории Яренгского сланцевого района имеются по рекам Ертым, Бульдз, Мыдмас, Лоптюга, Ус, Лунмич, Яренга, Уктым и другим более мелким водотокам. Кроме того, отложения средней юры вскрыты довольно большим количеством скважин.

Полная мощность среднеюрских отложений колеблется от 30,5 до 62,9 м обычно составляя около 40 м.

Повсеместно на всей территории Яренгского сланцевого района среднеюрские отложения залегают несогласно на пестроцветной толще нижнего триаса. Граница между юрской и триасовой системами четко определяется по смене пестроцветных глин или зеленоцветных песчаников на сероцветные юрские осадки. На контакте изредка отмечаются окатыши триасовых глин и единичные гальки кварца.

Разрез отложений начинается светло-серыми, участками желтовато-серыми, мелкозернистыми, слюдисто-кварцевыми, косо-слоистыми песками с тонкими прослоями темно-серых, слюдистых глин и глинистых песков. На отдельных участках пески переходят в слабые песчаники того же цвета на глинистом, реже карбонатно-глинистом цементе. В песках наблюдаются распыленный углефицированный растительный детрит, единичные стяжения пирита.

На северо-западе описываемой территории и на юго-востоке в нижней части разреза наблюдаются переходы песков в конгломераты и галечники. В составе гальки отмечены кварц, кремль, изверженные и метаморфические породы (диабаз, гранит, гнейс), а также песчаники и мергели верхней перми. Размер галек от 1—5 до 20 см.

Минералогический состав песчаных и алевритовых фракций в общих чертах выдерживается по всему разрезу. В легкой фракции преобладают кварц, кремнистые породы, слюда; в тяжелой — пирит, ильменит, гранат, хлорит. Присутствуют эпидот, сидерит, рубин, дистен. Отмечены глауконит, графит, сфен, циркон, ставролит, амфибол. Глины состоят, главным образом, из минералов группы гидрослюд, иногда с примесью монтмориллонита.

Выше по разрезу залегает пачка переслаивающихся глин, алевритов, песков, песчаников и углистых глин и углей с преобладанием глинистых пород. Глины серые и темно-серые до черных, в свежем изломе с коричневатым оттенком, песчано-алевритовые, слюдистые, некарбонатные, тонкослоистые за счет

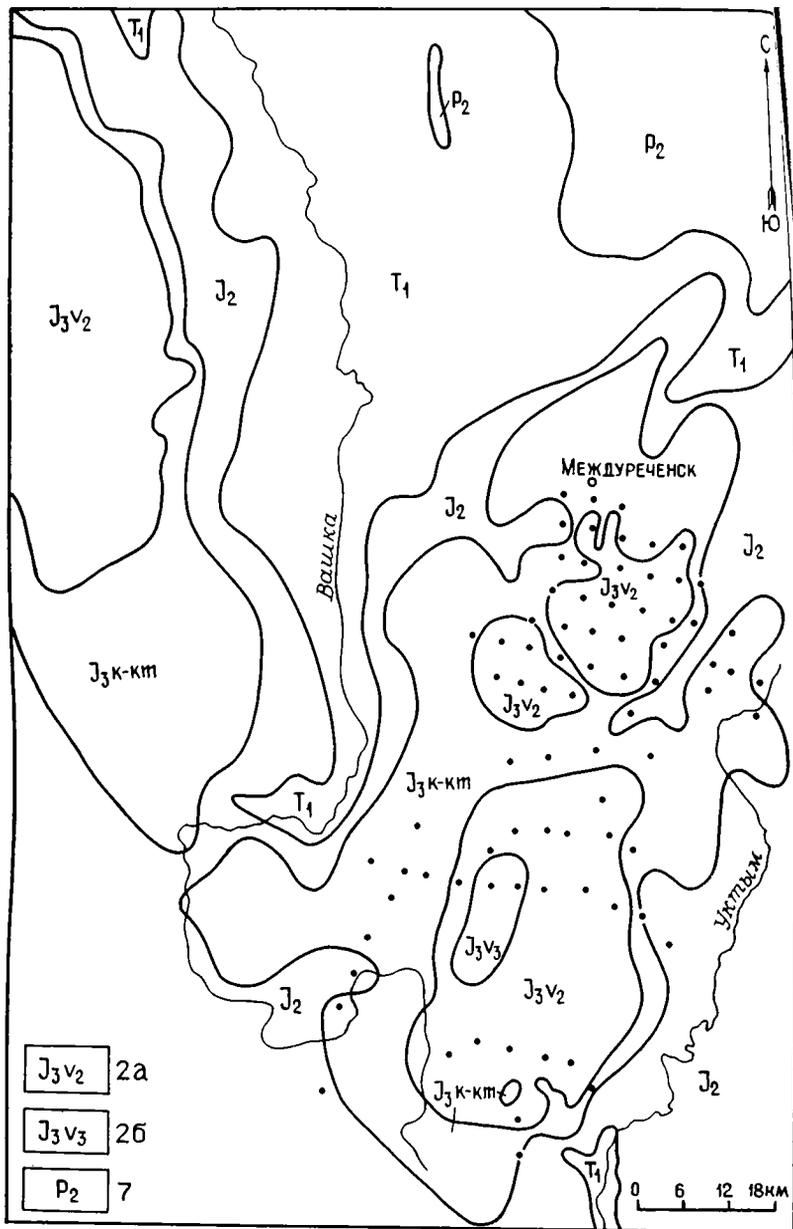


Рис. 16. Геологическая карта Яренского сланцевого района. Отложения: 2а — средневожского подъяруса; 2б — верхневожского подъяруса; 7 — верхней перми. Остальные усл. обозн. см. на рис. 10.

микрослойков кварцевого алеврита, участками сланцеватые. В глинах много конкреций пирита причудливой формы, включений пиритизированного песчаника, углефицированной древесины. Песчано-алевролитовые породы аналогичны вышележащим, но более глинистые.

Толща углей и углистых глин мощностью до 1,45 м содержит 1—2 пласта. Пласты относительно простого строения мощностью 0,1—0,95 м.

Эта толща прослеживается по р. Яренге на 8,5 км, что свидетельствует о значительной протяженности пластов.

Угли и углистые глины темно-серые до черных, в свежем изломе коричневые (на воздухе быстро чернеют), плотные, массивные, реже слоистые, некарбонатные, содержат по плоскостям напластования углефицированный растительный детрит. В пламени спички тлеют с запахом горелой резины. Контакт с вмещающими породами — четкий.

Завершается разрез средней юры толщей светло-серых до белых, реже желтовато-серых, тонкозернистых, горизонтально-слоистых, слюдисто-кварцевых песков и алевролитов с прослоями темно-серых глин и углистых глин (в нижней части). От нижней пачки пески отличаются большей сортированностью, меньшей глинистостью, горизонтальной слоистостью. Углистые глины распространены в виде линз протяженностью в несколько десятков или первых сотен метров. Наблюдаются лишь в южной части района, в долине р. Яренги.

Угли по внешнему виду несколько отличаются от нижележащих. Это темно-коричневые породы массивной текстуры, реже тонкослоистые, некарбонатные. При выветривании распадаются на обломки, близкие к плитчатым. По плоскостям напластования много слюды, мелких углефицированных остатков высших растений. В углях, как правило, наблюдается множество тончайших прослоев кварцевого песка и алеврита. Контакты углей с вмещающими песками резкие.

Большинство исследователей отложения средней юры относят к континентальным — вследствие латеральной невыдержанности толщи, характерных для континентальных осадков типов слоистости пород (косой, перекрестной, дельтовой, эоловой), полного отсутствия в породах морской фауны и, наоборот, наличия многочисленных растительных остатков и прослоев угля.

Среднеюрско-нижнекелловейский возраст описываемых отложений подтверждается комплексом микрофитофоссилий с *Cingulatisporites pseudoalveolatus*, *Sciadopityspollenites mesozoicus*.

Верхний отдел. Верхнеюрские отложения в отличие от среднеюрских относятся к образованию морской формации, что подтверждается находками морской фауны (аммонитов, белемнитов, двустворок и фораминифер) по всему разрезу верхней юры. В составе верхней юры на территории Яренгского сланце-

носного района установлено присутствие келловейского, оксфордского, кимериджского и волжского ярусов.

Естественные обнажения келловей-кимериджских пород (нерасчлененных) известны лишь в юго-восточной части территории: по рекам Лоптюге, Усе, Яренге и притокам последней — Уктыму, Очее, Большому Восиму и Торе. На северо-западе Яренгского района разрез келловей-кимериджских пород изучался по керну единичных скважин.

Келловейский, оксфордский и кимериджский ярусы на геологической карте Яренгского сланценосного района отдельно не выделяются, так как более или менее полно представлен лишь келловейский ярус. Отложения оксфорда достаточно выдержаны по площади и литологически обособлены, однако их мощность слишком мала. Кимериджские осадки помимо малой мощности еще трудно различимы в разрезе по литологическим признакам, хотя микрофаунистические исследования указывают на их присутствие в разрезе. Зачастую кимериджские осадки определяются в более широком возрастном диапазоне: оксфорд-кимеридж, кимеридж-волжские отложения. На отдельных участках кимеридж вообще отсутствует в разрезе.

Нижняя граница отложений келловейского яруса выделяется по смене «немых» слюдисто-кварцевых песчаных отложений средней юры на глинистые отложения, содержащие морскую фауну. Кроме того, отложения различаются по цвету и структурно-текстурным особенностям. В некоторых скважинах переход между этими стратиграфическими подразделениями сложен переслаиванием песчаных и глинистых отложений, и в таких случаях граница проводится условно по появлению в разрезе светло-серых, слюдисто-кварцевых песков.

Келловейский ярус. В отложениях келловей выделяются все три подъяруса, однако данные столь малочисленны, что не удастся проследить особенности распространения выделяемых подъярусов ни по площади, ни по разрезу.

Отложения келловейского яруса представлены глинами темно-серыми с характерным коричневатым, иногда зеленоватым оттенками, алевритовыми, слабослюдистыми, некарбонатными, в большинстве случаев массивной текстуры, с прослоями глинистого песка и алеврита. Песчаность разреза увеличивается сверху вниз, и в нижней части разреза пески могут преобладать. Пески, как правило, темно-серые, зеленовато-серые, разнозернистые, полимиктовые, глинистые, слабослюдистые с единичными гальками кварца, кремня. По всему разрезу отмечаются мелкие стяжения пирита, единичные мелкие обломки углефицированной древесины.

По минералогическому составу легкой фракции песчаных и алевритовых отложений келловейские осадки мало отличаются от среднеюрских. Здесь явно преобладают кварц, слюда и кремнистые породы. Присутствуют в незначительных количествах

карбонаты, хлорит, графит. В тяжелой фракции — пирит, сидерит и единичные знаки ильменита, граната, лимонита, амфибола. Окатанность минеральных зерен средняя или хорошая, это так же, как и наличие кальцита и незначительного количества углефицированного органического вещества, может свидетельствовать об образовании келловейских осадков в условиях мелководного морского бассейна при незначительном удалении от суши. Состав келловейских глин монтмориллонито-слюдистый.

Отложения келловея содержат обломки и раковины аммонитов, двустворок, белемнитов плохой сохранности и зачастую неопределимых. Все же из скважин, расположенных севернее ЧИМ-Лоптюгского участка, определены аммониты, указывающие на келловейский возраст пород. М. И. Раушкин выделял в разрезе келловея все три подъяруса на основе находок руководящих для нижнего подъяруса аммонитов *Cadoceras elatmae* (Nik.); для среднего — аммонитов *Rondiceras milashevici* (Nik.), *R.tschefkini* (Orb.), *Stenocadoceras stenolobum* (Keys.); для верхнего — аммонитов *Quenstedtoceras lamberti* (Sow.).

На келловейский возраст отложений указывают фораминиферы *Kutsevilla calloviensis* Jakovl., *Lenticulina tatariensis* (Mjatl.), *Recurvoides ventosus* (Chab.), *Trochammina fimbriata* E.Вук., *Dorothia conappa* Jakovl., которые дают возраст от нижнего до верхнего келловея включительно. Это подтверждается спорово-пыльцевыми комплексами, для которых характерно доминирование пыльцы *Classopollis* (до 40%), уменьшение (по сравнению со среднеюрскими) количества *Sciadopituspollenites*. В споровой части комплекса отмечается большое видовое разнообразие *Gleicheniidites* и количественное уменьшение *Lycopodiumsporites*.

Максимальный разрез келловейских отложений достигает 22,4 м. В целом отложения келловея выдержаны и по составу и по мощности.

Оксфордский ярус. На размытой поверхности келловейских отложений залегают отложения оксфордского яруса, которые довольно четко выделяются по цвету. Граница проводится по смене темно-серых с коричневатым оттенком глин келловея на зеленоцветные породы оксфорда. Базальный горизонт оксфорда сложен песчаной глиной с обломками белемнитов, гравием и галькой кварца, кварцита, известняка, мергеля, аргиллита. Однако этот горизонт не всегда четко выражен, нередко ему соответствует просто увеличение песчаности глин. В единичных случаях на контакте келловея и оксфорда наблюдается прослой известняка.

Разрез оксфорда сложен глинами серыми и темно-серыми с четко выраженным зеленым оттенком разной интенсивности, вплоть до ярко-зеленого цвета, вследствие чего отложения названы «зеленоцветными». Глины плотные, алевритистые, глауконитовые, в разной степени карбонатные, массивные, с рако-

вистым изломом, с прослоями зеленовато-серого, глинистого песка.

М. П. Раюшкин в одном из обнажений по р. Яренге описал мергелистые глины с частыми желваками фосфоритов; в последних встречены аммониты *Amoeboceras alternans* Buch, указывающие на верхнеоксфордский возраст вмещающих пород.

Все разности пород содержат пирит в виде пыли, мелких включений, стяжений, гнезд. Часто в глинах наблюдается множество ходов илоедов, выполненных кварцевым алевритом или пиритом. Пласт известняка мощностью 0,15—0,3 м, разбитый трещинами, выполненными пиритом, наблюдается среди глин на севере Чим-Лоптюгского участка. В нижней части оксфордских глин нередко наблюдается сланцеватость. Породы разбиты двумя системами трещин, ориентированных под углом 45° и 70° к вертикальной оси. Трещины заполнены глинистым веществом; встречаются зеркала скольжения.

Песчаные прослои оксфорда характеризуются следующим минералогическим составом. В тяжелой фракции резко преобладают пирит, ильменит, гранат. В легкой — кварц, карбонаты, слюда, обломки кремнистых пород. Кроме того, присутствуют циркон, рутил, сфен, дистен, анатаз, турмалин, хлорит, полевошпат, глауконит, графит. Окатанность зерен минералов средняя. Глинистая часть представлена гидрослюдой.

В оксфордских глинах встречается большое количество обломков белемнитов, чаще всего неопределимых. Реже встречаются аммониты и двустворки также неудовлетворительной сохранности.

Возраст вмещающих пород определен по фораминиферам: *Eristomina uhligi* Mjatl., *Lenticulina compressaeformis* (Paalz.), *Lectypa costata* Cordey, *Recurvoides* cf. *disputabilis* Dain.

Максимальная мощность оксфордских отложений в пределах Чим-Лоптюгского участка составляет 9,2 м. Мощность оксфорда подвержена значительным колебаниям, закономерность изменения пока не установлена.

Кимериджский ярус. Отложения кимериджского яруса по литологическим признакам отделить от оксфордского очень сложно. Судя по сходству литологического состава, отсутствию перерывов в осадконакоплении, контакт оксфорда и кимериджа в большинстве случаев, по-видимому, стратиграфически согласный.

Отложения представлены глинами темно-серыми с зеленоватым оттенком, алевритистыми, карбонатными, массивной текстуры, с рассеянным раковинным детритом, стяжениями мелкокристаллического пирита. Наблюдаются ходы илоедов.

Отложения кимериджского яруса, подтвержденные определениями фауны, обнажаются по рекам Чим, Тора, Очя, Большой Восим. Возраст пород в этих обнажениях установлен по комплексу аммонитов и белемнитов. Из аммонитов были, в част-

ности, определены: *Rasenia* cf. *stephanoides* Opp., *Amoeboceras* (*Amoebites*) cf. *cricki* (Salf.), *A.* (*A.*) ex gr. *kitchini* (Salf.), *A.* (*A.*) *alticarinatum* Mesezhn. et Romm, из белемнитов *Pachyteuthis ingens* Krimh., *P.excentralis* (Joung et Bird), *P.panderiana* (Orb.), *P.* (*Simobelus*) *priva* Gust., *Acroteuthis* (*Boreioteuthis*) *absoluta* Fisch., *Lagonibelus* (*L.*) *kostromensis* (Geras.), *Cylindroteuthis* (*C.*) *oweni* (Pratt.), *C.* (*C.*) *spicularis* midica Sachs et Naln.

Присутствие кимериджских отложений в разрезе скважин установлено по комплексу фораминифер: *Epistomina stelicostata* Dain, *E. praetatarsiensis* Umansk., *E.* cf. *cognita* Jakovl., *Lenticulina* cf. *gerassimovi* Umansk.

Максимальная мощность кимериджских отложений определена по канаве, расположенной по р. Чим, и составила 5,6 м. Обычно мощность кимериджских отложений не превышает 1—2 м.

Волжский ярус. Отложения данного яруса венчают разрез мезозоя на описываемой территории и повсеместно залегают на породах келловей-кимериджского возраста.

Естественные обнажения пород волжского яруса на северо-западе Яренгского сланцевого района имеются в верховьях р. Мыдмас и в среднем течении р. Ертом. В пределах Чим-Лоптюгского участка отложения волжского яруса вскрыты в обнажениях по р. Лоптюге и ее притокам Кывью и Усовью, по р. Чим и ее правому притоку р. Асучим, по рекам Тора и Большой Восим.

В составе волжского яруса в результате последних исследований установлено присутствие среднего и верхнего подъярусов (последнего — в пределах Южной площади).

Средний подъярус. Отложения среднего подъяруса, являющиеся основным объектом исследований, широко распространены в районе, вскрыты многими поисковыми скважинами. Залегают средневожские отложения на келловей-кимериджских осадках в большинстве случаев без видимого перерыва.

На территории Северо-Западного участка разрез средневожского подъяруса представлен монотонной толщей сильно известковистых глин с богатой фауной двустворок, аммонитов и белемнитов. На основании определения фораминифер отложения отнесены к нижней части средневожского подъяруса, отвечающей зоне *Dorsoplanites panderi*. В составе фораминифер определены: *Lenticulina ornatissima* (Furss. et Pol.), *L. uralica* (Mjatl.), *L. hyalina* (Mjatl.), *L. kaschpurica* (Mjatl.), *Lenticulina* cf. *munda* Dain, *L.* cf. *hoplitiformis* K. Kuzn., *Astacolus parallela* (Schwag.), *A. suprajurassica* (Schwag.), *A. aquilonicus* (Mjatl.), *Planularia longocamerata* K.Kuzn., *Saracenaria pravoslavlevi* Furss. et Pol., *S. prolata* K. Kuzn., *Marginulina robusta* (Reuss), *Dainitella explanata* Putrja.

Максимальная вскрытая мощность разреза составила 32,2 м. В пределах Чим-Лоптюгского участка средневожские осад-

ки развиты в виде трех обособленных площадей. В северной части выделяются два участка, разделенные долиной р. Лоптыги. Контурь участков изрезаны, причудливой формы, что является следствием ледниковой эрозии и деятельности современной гидросети. К югу контур распространения средневожских отложений единый и менее изрезан. Здесь также все границы эрозионные (рис. 17).

По литологическим признакам отложения средневожского подъяруса четко разделяются на три обособленные части — «пеструю», «сероцветную» и «темноцветную».

Контакт между келловей-кимериджем и вожским ярусом, как правило, резкий, в отдельных случаях наблюдается плавный переход от темно-серых вожских глин к зеленоцветным в виде постепенного осветления породы и появления зеленоватых оттенков.

Средневожский разрез начинается с пестрых отложений, представленных глиной черной, алевроитовой, массивной, участками неяснослоистой, некарбонатной. В глинах наблюдается обилие белой точечной вкрапленности по всей массе породы, вследствие чего глина приобретает пеструю окраску. Порода трещиноватая, содержит немногочисленные обломки раковин двустворок, белемнитов, стяжений пирита. Отмечаются интервалы, обогащенные органикой, мощностью 0,03—0,07 м с присутствием им коричневатый оттенок. Состав глин монтмориллонит-гидрослюдистый, среди минеральных включений преобладает пирит. По гранулометрическому составу глины соответствуют алевропелитам.

Характерной особенностью описываемых отложений является их выдержанность на значительных расстояниях, практически во всех скважинах, вскрывших вожские осадки. Это делает пестрые глины надежным репером нижней части вожского яруса.

Выше по разрезу залегают сероцветные отложения, представленные переслаивающимися мергелистыми глинами, глинистыми и горючими сланцами. В их разрезе преобладают светло-серые тона. Контакт между пестрыми и сероцветными отложениями, как правило, четкий по цвету, литологии и карбонатности. На отдельных участках в нижней части сероцветов наблюдается слой глин мощностью 0,2—1,0 м, имеющий пятнистую текстуру. Такая текстура обусловлена обилием небольших, тонких линз овальной формы серых мергелистых глин, в массе темно-серых. Эта переходная зона от сероцветов к пестрым отложениям свидетельствует о постепенной смене условий осадконакопления.

Основная часть сероцветов сложена мергелистыми глинами серыми, светло-серыми, голубовато-серыми, массивной текстуры, с обилием распыленного раковинного детрита, обломков белемнитов, двустворок, реже аммонитов. Нередко отмечается пиритизация, причем чаще в нижней части разреза.

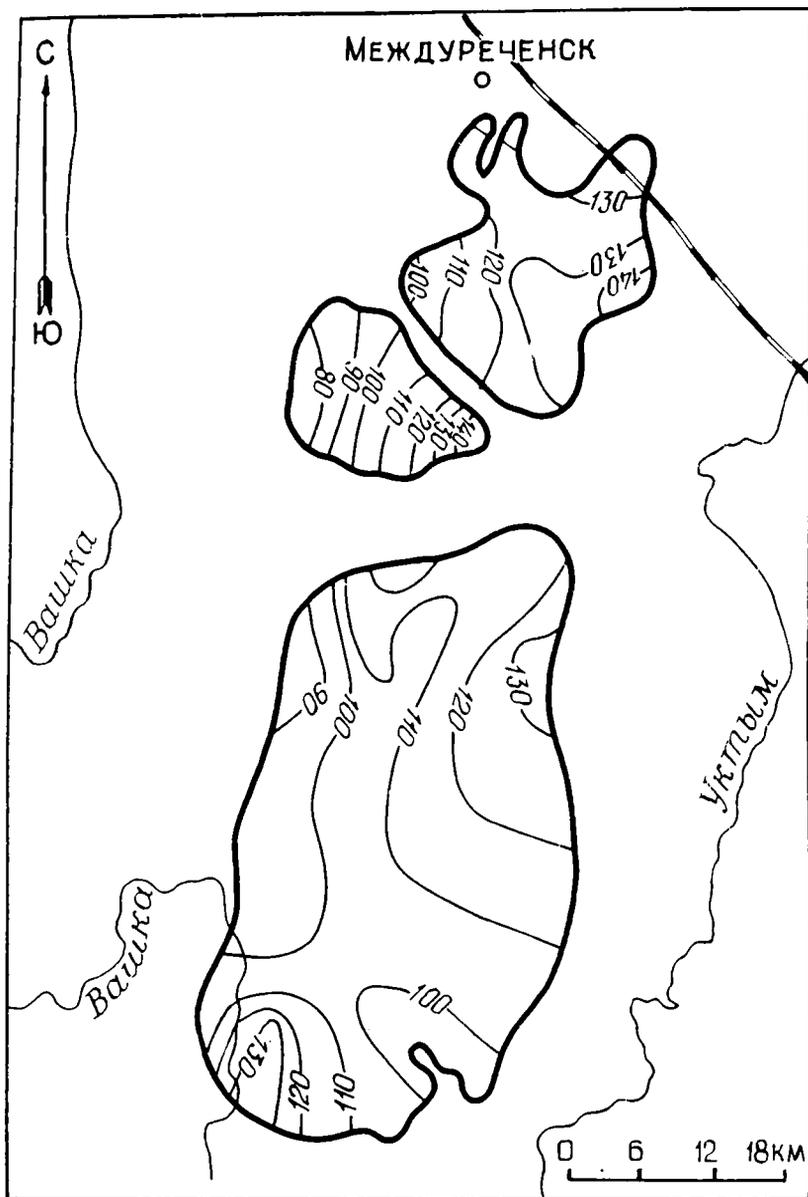


Рис. 17. Структурная карта подошвы волжских отложений. Условные обозн. см. на рис. 11.

По гранулометрическому составу мергелистые глины относятся к алевропелитам. Состав глинистой части монтмориллонитовый или монтмориллонит-гидроослюдистый. Основная масса алевритовой и песчаной фракции состоит из аутигенного кальцита. В значительных количествах присутствует пирит. Встречаются отдельные зерна кварца, рутила.

Сероцветные отложения содержат от 1 до 5 слоев горючих сланцев, мощностью от первых сантиметров до 0,9 м. Наибольшее количество слоев и максимальную мощность имеют сланцы северной части района. В юго-западной части сланцы в сероцветах практически отсутствуют.

Горючие сланцы сероцветов не отличаются выдержанностью по площади и разрезу. Слои часто выклиниваются, расщепляются, замещаются глинистыми сланцами или керогенсодержащими глинами. Границы горючих сланцев и вмещающих мергелистых глин, как правило, резкие.

Разрез сероцветов во всех случаях заканчивается серыми мергелистыми глинами.

На сероцветных отложениях залегают темноцветные, представленные на большей части территории мощным пластом горючих сланцев очень сложного строения, являющимся стратиграфическим аналогом пласта I Ижемского и Сысольского районов. При общей мощности пласта, достигающей 10 м, в нем отмечается до 10—15 прослоев горючих сланцев, разделенных керогенсодержащими и «чистыми» глинами. В кровельной и почвенной частях пласта прослеживаются по всему району две пачки сланцев, имеющих промышленное значение с теплотой сгорания более 1 200 ккал/кг, которым, по аналогии с Сысольским районом, даны наименования пластов I-го верхнего и I-го нижнего.

На севере участка в подошве пласта I наблюдается прослой ракушняка мощностью 1—3 см. Ракушняк светло-серого цвета, состоит из обломков и целых раковин двустворок с единичными экземплярами белемнитов, сцементирован карбонатным веществом. Кровля и подошва ракушняка, как правило, бугристая. В случаях отсутствия ракушняка (южная часть района) контакт темноцветов и сероцветов ровный и не показывает признаков перерыва в осадконакоплении.

Темноцветы своей окраской обязаны присутствию органического вещества (керогена) и представлены всеми переходными типами пород, от «чистых» глин до высококачественных горючих сланцев.

Породы, различающиеся по содержанию органического вещества, отличаются и по внешнему виду. Собственно горючие сланцы, как правило, темно-коричневые и коричневато-серые, серые, иногда с зеленоватым оттенком, тонкослоистые, тонкоплитчатые до листоватых, в разной степени карбонатные, с обилием раковинного детрита, отпечатками и раздавленными раковинами пеллеципод и аммонитов по плоскостям напластования.

Глинистые горючие сланцы темно-серые до черных, иногда с коричневатым оттенком, толстоплитчатые или массивные, менее крепкие, большего удельного веса, карбонатные. Характерным для глинистых сланцев является обилие раковин двусторок и аммонитов. Местами раковины занимают до 30% объема пород.

Керогенсодержащие и «чистые» глины по внешнему виду практически не отличаются друг от друга и наличие в породе органического вещества определяется путем прокаливания образцов в пламени свечи. Все керогенсодержащие породы при этом издают характерный запах жженой резины. Глинистые породы темно-серые до черных, как правило, массивные, карбонатные, аргиллитоподобные, с раковинами пелеципод, аммонитов и белемнитов.

Установлено, что белемниты встречаются только в глинистых породах и никогда — в горючих сланцах. Этот факт служит доказательством различия в условиях образования горючих сланцев и глин, так как белемниты являются единственной свободноплавающей формой из всех встреченных моллюсков.

По гранулометрическому составу темноцветных пород наблюдается некоторая зависимость содержания органического вещества от размера частиц, слагающих породу. Так, в минеральной части горючих сланцев наблюдается некоторое преобладание алевритовых и песчаных фракций над глинистыми, т. е. это песчано-алевритовая глина или песчаный алеврит. Глинистые породы чаще всего характеризуются как алевритовые глины.

Минеральная часть горючих сланцев содержит пирит, кварц, карбонаты, глауконит, слюду, фосфаты, полевошпат, хлорит, глинистые минералы. Органическая часть представляет собой сочетание, в основном, двух групп микрокомпонентов — альгинита и псевдовитринита. Из группы альгинита преобладает бесструктурное вещество — коллоальгинит. Талломоальгинит встречается значительно реже и представлен простыми планктонными бесклеточными зелеными и желто-зелеными водорослями. Согласно данным А. И. Гинзбург [8], можно выделить три петрографических типа горючих сланцев: глинистый псевдовитринито-коллоальгинитовый, известково-глинистый псевдовитринито-коллоальгинитовый, известково-глинистый коллоальгинитовый. Наиболее высоким содержанием керогена обладает первый тип.

Керогенсодержащие и «чистые» глины отличаются только содержанием ОВ — глинистая фракция представлена смешанослойными минералами типа гидрослюда-монтмориллонит с неустойчивым количеством набухающих слоев. В тяжелой фракции преобладает пирит, встречаются знаки амфиболов, гранатов. В легкой обломочной фракции основную массу составляют карбонаты, присутствует кварц.

Сланценосная толща средневожского подъяруса в разрезе охватывает отложения сероцветные и темноцветные. Мощность

ее изменяется в широких пределах. Связано это прежде всего деятельностью четвертичной эрозии, срезающей осадки волжского яруса на различных уровнях. Максимальные мощности отмечаются в наиболее погруженных частях структуры, т. е. в центральной части Южной площади. Здесь мощность сланцевой толщи достигает 12—13 м.

Максимальная плотность разреза средневолжского подъяруса установлена на Чим-Лоптюгской площади, где в темноцветных отложениях выделяется два интервала, в которых отдельные слои имеют теплоту сгорания до 2300 ккал/кг (9,63 МДж/кг) и более. Эти интервалы разделены, как правило, керогенсодержащими глинами. Сероцветные отложения также содержат несколько сближенных слоев горючих сланцев, теплота сгорания их достигает 5300—5700 ккал/кг (22,18—23,86 МДж/кг).

Разрез средневолжского подъяруса заканчивается, как правило, темно-серыми глинами, не содержащими керогена. Во многих случаях непосредственно на сланцевосные ложатся четвертичные отложения.

Вскрытая толща средневолжских отложений по фауне аммонитов, белемнитов, двустворчатых моллюсков и фораминифер относится к нижней части средневолжского подъяруса, отвечающей фаунистической зоне *Dorsoplanites panderi*. Это подтверждается определением аммонитов — *Dorsoplanites ex gr. panderi* (Orb.), *Pavlovia cf. pavlovi* (Mich.); белемнитов — *Lagonibelus (Holcobeloides) volgensis* Orb., L. (H.) *rosanovi* Gust., L. (H.) *sitnikovi* Sachs et Naln., L. (L.) *sibiricus* Sachs et Naln., *Pachyteuthis* (P.) *insignis* Sachs et Naln., P. (*Simobelus*) *obtusiformis* Sachs et Naln., *Acroteuthis (Boreioteuthis) prolateralis* Gust., A. (*Microbelus*) *russiensis* (Orb.); двустворок — *Buchia mosquensis* (Buch), B. cf. *rugosa* (Fisch.), B. cf. *krotovi* (Pavl.); фораминифер — *Lenticulina infravolgaensis* (Furss. et Pol.), *Margipulinopsis embaensis* (Furss. et Pol.), *Saracenaria prolata* K. Kuzn., *Geinitzinita nodulosa* (Furss. et Pol.), *Planularia poljenvae* K. Kuzn.

М. П. Раюшкин в своем отчете по геологической съемке бассейна р. Яренги указывал на наличие по р. Большой Восим отложений зоны *Virgatites virgatus*. Однако последующими исследованиями это не было подтверждено.

Верхний подъярус. Отложения верхнего подъяруса волжского яруса вскрыты в Вычегодском сланцевом бассейне впервые. Развита они в виде небольшого обособленного поля в южной части Чим-Лоптюгского участка на Южной площади и залегают на средневолжских отложениях со значительным стратиграфическим перекрытием. Граница между подъярусами условно проводится по изменению фораминиферных комплексов и карбонатности пород. Перекрываются четвертичными образованиями.

Низы этой толщи представлены переслаиванием глин и го-

рующих сланцев. Глина темно-серая, до черной, иногда с коричневатым оттенком, плотная аргиллитоподобная, алевритистая, массивная, реже неяснослоистая, как правило, некарбонатная. В глине отмечаются пятна глауконита, присыпки мелкозернистого глауконитового песка. Порода содержит раковинный детрит и раковины моллюсков. В легкой песчано-алевритовой фракции резко преобладает кварц, кремнистые породы, углистые обломки. Присутствуют глауконит, слюда. В тяжелой фракции преобладает пирит. Присутствуют сфен, рутил, циркон, ильменит, гематит, гранат, турмалин, магнетит, лимонит.

В разрезе верхневолжских отложений отмечается до трех слоев горючих сланцев мощностью 0,1; 0,15; 0,75 м. Горючие сланцы темно-серые с коричневатым оттенком, участками серовато-коричневые, плотные, крепкие, тонкослоистые, плитчатые, некарбонатные. Иногда по плоскостям напластования отмечаются присыпки мелкозернистого глауконитового песка. Согласно утверждению А. И. Гинзбург, верхневолжские сланцы принадлежат к глинистому коллоальгинитовому петрографическому типу, который не характерен для средневолжских горючих сланцев.

Минеральная составляющая сланцев (11—12% объема породы) представлена фрамбоидами пирита, обломками кальцита, чешуйками слюды, зёрнами глауконита и единичными мелкими обломками полевого шпата. Содержание органического вещества в сланцах достигает 55%, теплота сгорания составляет 3 000—3 500 ккал/кг (12,6—14,7 МДж/кг).

Верхневолжский возраст вмещающих пород определен по фораминиферам *Reophax cf. subhelveticus* Jakovl., *Lenticulina pseudoarctica* E. Ivan., *Marginulina transmutata* Bass., *M. impropria* Bass., *Astacolus aquilonicus* (Mjatl.), *Bullopora vivejae* Jakovl., *Globulina chetaensis* Bass., что предопределяет принадлежность отложений к зоне *Craspedites nodiger*.

В верхней части описываемого комплекса пород были определены меловые фораминиферы *Kutsevella*, *Haplrophragmoides*, *Gaudryina*, характерных для берриасского яруса нижнего мела. Присутствие меловых форм отмечается только в одной точке и это не дает основания для достоверного выделения нижнего мела в мезозойском разрезе данного региона.

Видимая мощность верхневолжских отложений 9,8 м.

Сланценость. Сланценостыми в пределах Яренгского сланценосного района являются отложения волжского яруса верхней юры.

Вопрос о наличии горючих сланцев на территории Северо-Западного участка остается открытым. Территория Чим-Лоптюгского участка, как показали поисковые работы, является весьма перспективной. Выше отмечалось, что сланценосная толща волжского яруса имеет сложное строение и охватывает сероцветные и темноцветные пачки. Сланценость сероцветов в пределах Чим-Лоптюгского участка неравномерная, наиболь-

шая — на Чим-Лоптюгской площади. Здесь наблюдается 2-сближенных слоя горючих сланцев мощностью от первых сантиметров до 0,9 м. Теплота сгорания горючих сланцев колеблется в пределах 2 500—5 700 ккал/кг (10,5—23,9 МДж/кг), выход смол от 12—13 до 27%. Слои сланцев разделены керогенсодержащими или мергелистыми глинами. На большей части Чим-Лоптюгской площади сланценосность довольно устойчива и только на северо-западе мощность сланцев значительно сокращается, а большая часть разреза сложена керогенсодержащими глинами.

Южная площадь характеризуется более низкой сланценосностью. Здесь в разрезе сероцветов наблюдается до 5 слоев горючих сланцев, но мощность их редко превышает 0,3 м, а слои, разделяющих керогенсодержащих или мергелистых глин, достигают 2 м. К югу и западу качество горючих сланцев снижается, постепенно они переходят в глинистые горючие сланцы или керогенсодержащие глины. В крайней западной и юго-западной частях сероцветные отложения вообще не содержат керогенсодержащих пород.

Темноцветные отложения, соответствующие зоне пласта I, отличаются присутствием повышенных количеств органического вещества. «Чистые» глины имеют подчиненное значение и приурочены к верхней части разреза. Мощность темноцветов и их сланценосность подвержена значительным колебаниям вследствие фациальной изменчивости и активной денудации в четвертичное время.

Наиболее полный разрез темноцветной пачки наблюдается в центральной части Южной площади. Однако сланценосность здесь низкая, так как в разрезе преобладают керогенсодержащие глины и глинистые горючие сланцы. Имеется 1—2 прослоя горючих сланцев с преобладающей мощностью от 0,3 до 0,8 м. Качество сланцев невысокое, теплота сгорания редко превышает 1 500 ккал/кг (6,3 МДж/кг). К северу мощность слоев горючих сланцев возрастает до 1,5—2,1 м, теплота сгорания — до 1 800—2 000 ккал/кг (7,6—8,4 МДж/кг). На крайнем юго-западе Южной площади горючие сланцы практически отсутствуют.

Тенденция увеличения сланценосности сероцветов в северном направлении сохраняется и для темноцветной пачки. На Чим-Лоптюгской площади в темноцветах отмечается 1—6 слоев горючих сланцев, мощность которых достигает 2,5 м, с преобладающими значениями 0,8—1,2 м. Возрастает значения теплоты сгорания горючих сланцев, с преобладающими значениями 1 800—2 000 ккал/кг (7,6—8,4 МДж/кг), а в отдельных случаях даже 5 100 ккал/кг (21,4 МДж/кг). Сланценосность темноцветного разреза севера Чим-Лоптюгской площади более устойчива, чем Южной и нарушается лишь четвертичными размывами, срезающими осадки на различных уровнях.

Промышленная сланценосность Чим-Лоптюгской площади Яренгского сланценосного района связана как с сероцветными,

так и с темноцветными отложениями. В разрезе сланценосных отложений можно условно выделить три промышленных пласта горючих сланцев. Пласты представляют собой сближенные слои горючих сланцев, разделенные маломощными прослоями керогенсодержащих глин. Два пласта залегают в темноцветных отложениях и один в сероцветах.

Верхний пласт соответствует пласту I-в горючих сланцев Сысольского сланценосного района.

Пласт I-в имеет в пределах участка ограниченное распространение. Наибольшим развитием он пользуется в пределах Чим-Лоптюгской площади, где распространен в виде пятен причудливой формы, ограниченных, в основном, зонами размыва. На юго-западе Чим-Лоптюгской площади происходит фациальное замещение горючих сланцев керогенсодержащими глинами. Мощность пласта подвержена значительным колебаниям, что связано как с размывом, так и с условиями сланцеобразования. В западной части мощность пласта 0,75—1,0 м с увеличением к востоку до 1,6—1,8 м, и достигает 3,2 м на северо-востоке. Наблюдается также случай расщепления пласта мощностью 1,1 м на два с увеличением суммарной мощности до 2,3 м.

Пласт I-в содержит от 2—3 до 6 слоев керогенсодержащих пород. Слои горючих сланцев характеризуются теплотой сгорания 1 500—3 000 ккал/кг (6,3—12,6 МДж/кг) с преобладающими значениями 1 600—2 000 ккал/кг (6,7—8,4 МДж/кг), теплота сгорания разделяющих глин редко превышает 1 000 ккал/кг (4,2 МДж/кг). Средневзвешенная теплота сгорания пласта 1 806—2 020 ккал/кг (7,6—8,5 МДж/кг), выход смол от 8,4 до 11,4%; глубина залегания кровли пластов изменяется в пределах от 6,7 до 42,9 м.

На Южной площади Чим-Лоптюгского участка распространение пласта I-в еще более ограничено. Здесь он пересечен только в трех точках: в двух на севере и в одной на юге. На севере пласт I-в представляет собой единый слой сланцев мощностью от 0,5 до 1,3 м, который на юге расщеплен на два мощностью по 0,5 м каждый. Средневзвешенная теплота сгорания пласта изменяется от 1 800 до 2 010 ккал/кг (7,8—8,4 МДж/кг).

Промышленное значение пласт I-в имеет в пределах северной части Чим-Лоптюгской площади и на севере Южной.

Пласт I-н сланцев приурочен к основанию темноцветной толщи (к контакту ее с сероцветами) и лишь в отдельных случаях располагается на 0,3—1,8 м выше контакта. Пласт I-н отделен от вышележащего пласта I-в керогенсодержащими глинами мощностью 1,2—3,5 м.

В пределах Чим-Лоптюгской площади пласт I-н развит повсеместно, хотя в некоторых местах теряет свое промышленное значение по качеству или мощности. Пласт с кондиционными параметрами качества и мощности имеет общее простирание с юго-запада на северо-восток. Эрозийными процессами он, как пра-

вило, не затронут, за исключением нескольких точек, где на эродированной кровле пласта залегают четвертичные отложения. На большей части территории пласт единый, но иногда наблюдается его расщепление на два маломощных. Мощность пласта I-н в пределах Чим-Лоптюжской площади более стабильна, чем пласта I-в. Преобладающие значения мощности 0,9—1,5, максимальная — 2,4 м на самом севере площади. Закономерности в изменении мощностей пласта по площади не наблюдается.

Пласт I-н более простого строения, чем вышележащий. Чаще всего он состоит из двух сближенных слоев горючих сланцев, разделенных керогенсодержащей глиной. В одном случае пласт представлен одним слоем горючих сланцев мощностью 0,75 м с теплотой сгорания 4 493 ккал/кг (18,9 МДж/кг), выход смолы 21,8%. Слои горючих сланцев, слагающие пласт, имеют теплоту сгорания в пределах 1 500—4 500 ккал/кг (6,3—18,9 МДж/кг) с преобладающими значениями 1 800—2 100 ккал/кг (7,6—8,8 МДж/кг), керогенсодержащие глины — 700—1 200 ккал/кг (2,9—5,0 МДж/кг). Средневзвешенная теплота сгорания пласта изменяется от 1 805 до 2 140 ккал/кг (7,6—9,0 МДж/кг), выход смол от 9,2—11,0%.

На Южной площади пласт I-н вскрыт лишь на севере и также простирается с юго-запада на северо-восток. Строение пласта здесь такое же, мощность изменяется от 0,5 до 2,45 м без видимой закономерности. Теплота сгорания сланцев 1 800—2 800 ккал/кг (7,6—11,8 МДж/кг).

Промышленное значение пласт I-н имеет на Чим-Лоптюжской и на севере Южной площади.

Следует отметить, что вследствие резкой литологической неоднородности сланценосного разреза, фацальной невыдержанности слоев горючих сланцев, а также отсутствия надежных коррелятивов, синонимика выделенных в темных цветах пластов на данной стадии изученности весьма затруднительна. Особенно это справедливо в случае сближения пластов I-в и I-н. Кроме того, картина еще более усложняется на участках, где часть сланценосных отложений уничтожена эрозионными процессами.

Горючие сланцы пласта II связаны с сероцветными отложениями и являются в районе наиболее перспективными. Вследствие литологической обособленности вмещающих пород пласт II в разрезе опознается достаточно уверенно, и сопоставление разрезов не вызывает особых трудностей. Пласты I-н и II разделены мергелистыми глинами с прослоями керогенсодержащих глин, общей мощностью 0,2—2,5 м.

В пределах Чим-Лоптюжского участка пласт II развит повсеместно, хотя на отдельных участках он теряет свое промышленное значение по мощности или качеству. Пласт сложного строения и состоит из 2—3 слоев высококачественных горючих сланцев, разделенных прослоями мергелистых и керогенсодержащих глин. Наиболее сложно построенный пласт наблюдается в за-

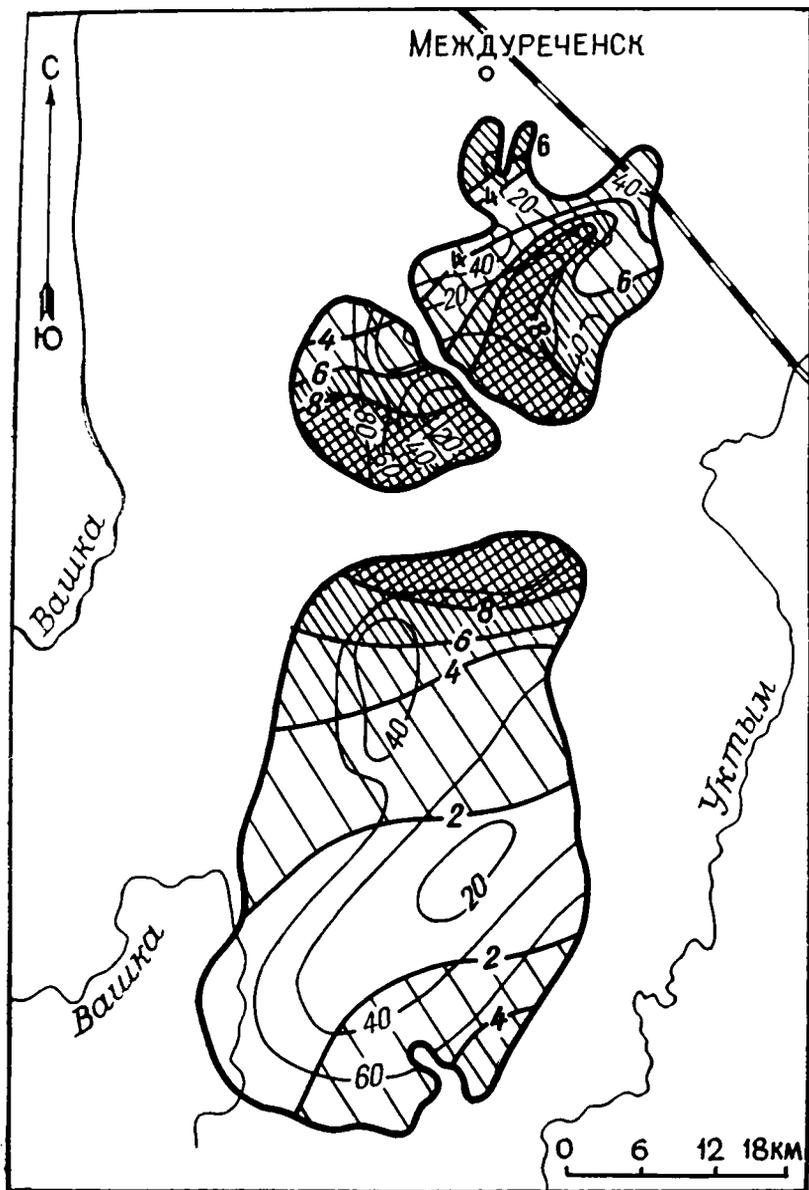


Рис. 18. Карта общей солёности волжских отложений Яренгского района. Условные обозн. см. на рис. 15.

падной части Чим-Лоптюгской площади, к востоку возрастает концентрация органического вещества, и отдельные прослои горючих сланцев объединяются в более мощные слои. Слои горючих сланцев, слагающие пласт II, обладают теплотой сгорания 2 500—5 700 ккал/кг (10,5—23,9 МДж/кг), выход смол до 27,8%. Разделяющие прослои имеют теплоту сгорания до 1 500 ккал/кг (6,3 МДж/кг). Качество горючих сланцев также возрастает в восточном направлении. Средневзвешенная теплота сгорания пласта II изменяется от 1 815 до 3 616 ккал/кг (7,6—15,2 МДж/кг), выход смол от 9,6 до 17,8%.

Мощность пласта относительно устойчивая, в среднем 1,2—1,5 м при колебаниях от 0,55 до 2,15 м. Закономерностей в распределении мощностей пласта по площади не наблюдается.

На Южной площади пласт II кондиционной мощности и качества отмечается только на ограниченной площади, на северо-западе территории. На остальной площади пласт не имеет промышленного значения или же вообще отсутствует в разрезе серцветов. Мощность пласта довольно стабильная (там, где он удовлетворяет промышленным требованиям) и находится в пределах 0,6—0,9 м. На большей части территории намечается тенденция к увеличению мощности слоев горючих сланцев с запада на восток. Теплота сгорания пласта достаточно стабильная и колеблется в пределах от 2 011 до 2 233 ккал/кг (8,4—9,4 МДж/кг).

Таким образом, наиболее сланценосной, а следовательно, и перспективной является Чим-Лоптюгская площадь, где в большинстве скважин вскрывается не менее двух пластов горючих сланцев суммарной мощностью до 4,7 м, залегающих местами на глубинах до 50 м, где, по нашему мнению, возможна обработка пластов (рис. 18).

Южная площадь, вследствие более низкого качества горючих сланцев и некондиционных мощностей на ее большей части, признана менее перспективной, хотя ее северная часть при благоприятных условиях также может представлять промышленный интерес.

ИЖЕМСКИЙ СЛАНЦЕНОСНЫЙ РАЙОН

Географо-экономическое положение. Ижемский сланценосный район расположен в центральной части Коми АССР на территории Усть-Цилемского, Ижемского и Сосногорского административных районов и на территории, подчиненной Ухтинскому горсовету.

Район характеризуется пологоволнистым рельефом и имеет отметки от 15 до 200 м, редко немного более. В зоне возвышенности, состоящих из Тиманскую гряды, абсолютные отметки достигают величин 280—320 м. Площади с отметками ниже 50 м приурочены к долинам рек Печоры, Ижмы, Нерицы и других.

Речная сеть принадлежит к бассейну р. Печоры. Наиболее крупным ее притоком на территории района является р. Ижма.

Ижемский сланценосный район вытянут в направлении с северо-запада на юго-восток и имеет протяженность около 240 км. Общая площадь территории с установленной сланценосностью составляет примерно 18 тыс. км², а территория, в пределах которой отмечено наличие пластов мощностью 0,5 и более метров — 12 тыс. км². Сланценосность приурочена к верхнеюрским отложениям волжского яруса.

Ижемский сланценосный район располагается в зоне тайги, большая часть его относится к подзоне северной тайги и лишь самый север бассейна — к подзоне крайней северной тайги. Его площадь принадлежит к двум климатическим районам. Север относится к приполярно-равнинному климатическому району, которому свойственна длительная умеренно-суровая зима и прохладное лето, с незначительным числом жарких дней и коротким безморозным периодом. Норма осадков понижена. Средняя температура воздуха самого теплого месяца (июль) +13°C, самого холодного (январь) —19°C. Годовая сумма осадков 400—500 мм.

Основная часть района находится в центральном холмистом климатическом районе, где холодная и продолжительная зима и умеренно-теплое лето. Средняя температура воздуха января —18°C, июля +16°C. Годовая сумма осадков 450—600 мм.

Территория Ижемского сланценосного района на большей части весьма слабо освоена. Наиболее благоприятным в промышленном освоении является район Айювинского месторождения горючих сланцев, находящийся в непосредственной близости от Ухтинского промышленного района с городами Ухта и Сосногорск, являющимися крупными центрами нефтегазопереработки на Северо-Востоке европейской части СССР.

Центральную часть Айювинского месторождения пересекает Северная железная дорога, связывающая Коми АССР с центральными районами европейской части СССР.

История изучения горючих сланцев. Первое упоминание о горючих сланцах Ижемского района встречается в работе Аслина и представляет собой сообщение об открытии выходов лигнита в районе р. Айювы [4]. В 1928 г. Б. К. Лихарев исследовал «битуминозные» сланцы на р. Айюве при детальном изучении верхнеюрских и меловых отложений. Сланцы были отнесены к низам волжского яруса. При геологических исследованиях на юго-восточном склоне Тимана в 1932 г. А. А. Аносов обнаружил «горящие битуминозные сланцы» на р. Нижний Одес, правый приток р. Ижмы. В том же году горючие сланцы, выходящие в обнажениях по р. Айюве, описаны А. С. Аблецовым и И. Г. Добрыниным.

В период с 1941 по 1943 гг. был выполнен ряд специализированных работ на горючие сланцы, выходящих в долине

р. Айювы, благодаря которым впервые была доказана перспективность района на данный вид полезного ископаемого, и впервые были подсчитаны запасы горючих сланцев. Площадь, в пределах которой были подсчитаны запасы сланцев, получила наименование Айювинского месторождения.

В 1941 г. работы здесь выполнялись под руководством П. М. Клевенского. Горючие сланцы были им детально описаны в обнажениях, в которых вскрываются наиболее полные разрезы сланценосной толщи средневожского подъяруса. Для вскрытия и опробования сланцев проходились разведочные каналы, что позволило получить вполне представительные данные по мощности и строению сланцевых пластов. Опробованию подверглись все четыре известных на р. Айюве пласта горючих сланцев, которым были присвоены (сверху вниз) следующие индексы: I, II, III, IV. Наиболее детально был изучен пласт II, характеризующийся лучшим качеством. По отобраным пробам установлены зольность, содержание минеральной углекислоты, выход летучих, содержание основной органической массы и общей серы; по нескольким пробам были определены также теплота сгорания сланцев, выход продуктов полукоксования и химический состав золы. По нескольким пробам проведено петрографическое описание сланцев в шлифах. Помимо описания обнажений по р. Айюве в 1941 г. было пробурено несколько скважин в районе станций Керки, Вис и Айюва Северной железной дороги. Скважины бурились с отбором керна, и в некоторых из них были встречены горючие сланцы. По скважинам были произведены довольно многочисленные сборы и определения фауны, что позволило надежно доказать принадлежность отложений к юрской и меловой системам.

По материалам подсчета запасов горючих сланцев Айювинского месторождения, произведенного П. М. Клевенским, в 1942 г. Н. Н. Гавриловым сделана попытка технико-экономического обоснования развития сланцедобычи в этом районе. Он продолжил изучение качества и технологических свойств горючих сланцев, выходящих по р. Айюве. Для выяснения эффективности использования сланцев в качестве энергетического топлива из пласта II была отобрана промышленная проба весом 50 т и проведено опытное сжигание сланцев. Результаты опытного сжигания были признаны удовлетворительными. Одновременно велись расширенные технологические исследования, включавшие в себя полный анализ продуктов полукоксования с определением состава сланцевой смолы, подсмольной воды и газов, фракционной разгонкой смолы. Были предприняты, но не закончены опыты по выяснению возможности использования золы сланцев в цементном производстве. В этот же период были произведены опыты по выяснению возможностей и эффективности извлечения ванадия из сланцев.

В целом в результате исследований, выполненных в 1941—

1942 г., была получена довольно полная характеристика качества сланцев Айювинского месторождения, однако окончательных выводов о направлении возможного использования и целесообразности использования сланцев в народном хозяйстве не было сделано; это связано, главным образом, с высоким содержанием серы в сланцах и продуктах их химической переработки.

В 1943 г. Б. К. Поповым была предпринята разведка горючих сланцев в районе обнажений на р. Айюве с помощью скважин механического колонкового бурения. Пробурено 6 скважин, пройдена одна канава, работы были законсервированы и более не возобновлялись.

В 1952 г. изучением горючих сланцев района р. Айювы на редкие и рассеянные элементы занимался Д. К. Осинцев.

В 1955—1957 гг. В. П. Пономарев первым указывает на наличие горючих сланцев в районе р. Нерицы.

В 1956 г. детальные технологические исследования горючих сланцев Айювинского месторождения с фракционной разгонкой сланцевой смолы и анализами продуктов полукоксования (полукокса, смолы, подсмольной воды и газов полукоксования) проведены во Всесоюзном научно-исследовательском институте по переработке сланцев. Исследованиям подверглись сланцы пласта II. Был проведен опыт по высокотемпературному разложению сланцев, которое было признано бесперспективным в связи с более низким выходом смолы в сравнении с данными низкотемпературного полукоксования.

В 1959 г. Б. М. Овчинниковым и Б. Я. Дембовским детально описан ряд обнажений горючих сланцев, выходящих по рекам Ижме и Кедве. В нескольких точках отобраны пробы сланцев, по которым определен выход продуктов полукоксования и выполнен анализ золы сланцев. Впервые для территории Ижемской впадины указывается на наличие горючих сланцев не только в низах волжского яруса, но и в верхней его части.

В 1959 г. Я. Я. Василенко и И. С. Хаматов описали все известные к настоящему времени обнажения горючих сланцев по р. Нерице с определением мощности сланцевых пластов во всех точках. В нескольких точках сланцы были опробованы, по отобраным пробам произведен сокращенный технический анализ, и по одной пробе определен выход сланцевой смолы.

А. М. Павлов и И. П. Казначеев в 1973 г. обобщили все имеющиеся к тому времени материалы по качественной характеристике горючих сланцев Айювинского месторождения.

В 1978 г. партией № 22 объединения «Аэрогеология» проводилось контрольное опробование горючих сланцев, выходящих по рекам Нерице и Ижме. По отобраным пробам горючих сланцев выполнен полный технический анализ и определен выход продуктов полукоксования.

В 1981 г. А. М. Павловым были завершены исследования горючих сланцев Ижемского сланценосного района, обобщившие

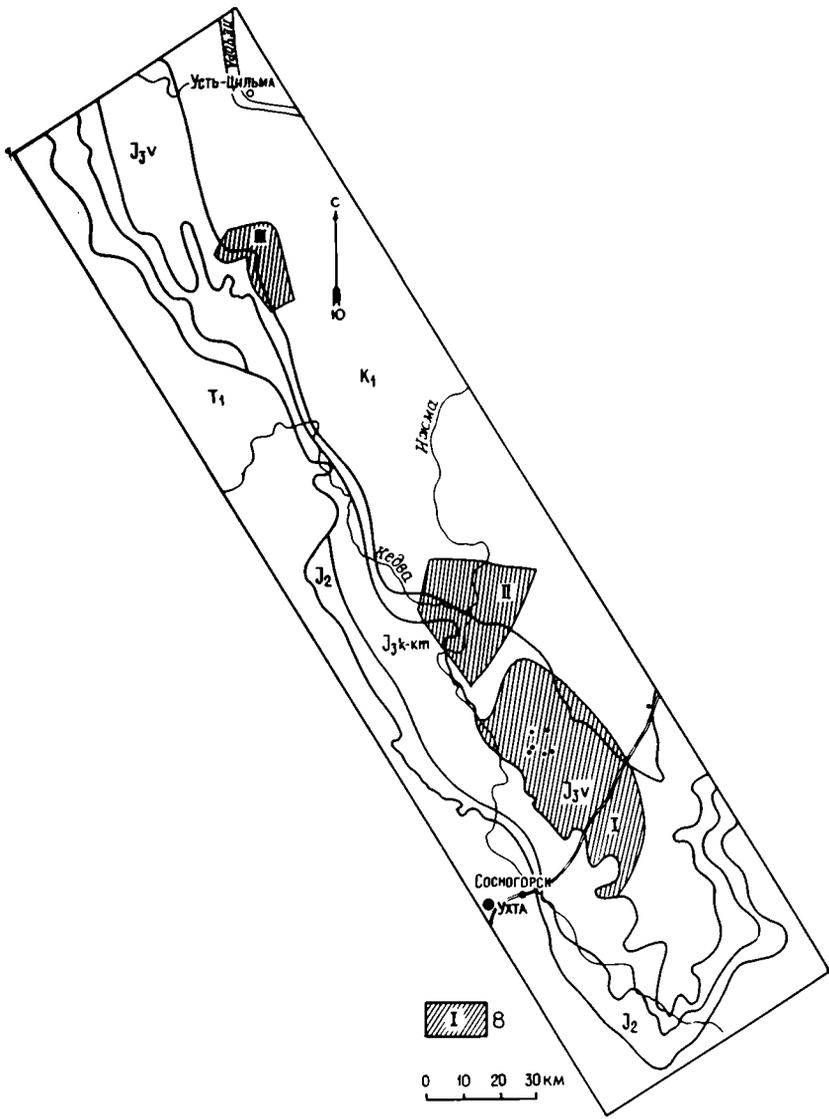


Рис. 19. Геологическая карта Ижемского сланценосного района. 8 — участки с достоверно установленной сланценосностью: I — Айвовинский; II — Ижма-Кедвинский; III — Нерицкий.

все предыдущие работы предшественников, с анализом всего сохранившегося кернового материала, и подсчитаны прогнозные ресурсы сланцев по всему региону.

Геологическое строение. Юрская система. В составе юрских отложений, развитых в пределах Ижемского сланценового района, выделяются среднеюрские (?) и верхнеюрские отложения. Мощность юрских отложений оценивается в 280—300 м (рис. 19).

Средняя юра — нижний келловей неразделенные. Детальными стратиграфическими исследованиями, выполненными ВНИГРИ на европейском Севере, песчаные отложения, залегающие под фаунистически охарактеризованными глинами нижнего келловей верхней юры и относимые ранее к батскому ярусу средней юры, ныне датируются как среднеюрско-нижнекелловейские отложения. Об этом свидетельствуют аммониты, найденные в песчаной толще на р. Дрещанке, указывающие на зону *Arcticoceras ishmae*. Ниже д. Паромес на р. Ижме в песчаниках заключены аммониты более высоких горизонтов нижнего и среднего келловей. В этих выходах встречаются одиночные фораминиферы большого вертикального диапазона. В целом на р. Ижме обнаженная часть песчаной толщи относится к нижнему — среднему келловей. С. А. Чирва и Н. К. Куликова пишут, «...комплексы фораминифер с *Ammodiscus pseudoinfimus* и *Lenticulina volganica* и с *Riyadhella sibirica*, приуроченные к песчаным отложениям, не встречены совместно с аммонитами. По таксономическому составу они сопоставимы со среднеюрскими (байосскими — батскими?) ассоциациями Саратовской области и Средней Сибири, возраст которых обоснован аммонитами. Это позволяет с определенной условностью, связанной с удаленностью сравниваемых месторождений, предполагать такой же стратиграфический объем приведенных комплексов. Однако, учитывая, что комплекс с *Riyadhella sibirica* залегает над комплексом с *Ammodiscus pseudoinfimus*, но ниже находок *Cadoceras elatmae* (д. Чуркино на р. Пижме) представляется возможным рассматривать его в интервале средней юры (батский ярус ?) нижние слои келловей, хотя иногда он относится только к нижнему келловей на основании сопоставления с зоной *Arcticoceras ishmae*» [61, с. 95, 96].

Среднеюрско-нижнекелловейские отложения залегают несогласно на различных подстилающих породах, с возрастом от верхнего девона до верхнего триаса включительно. На севере Ижемского района отложения подстилаются в основном нижнетриасовыми, а на юге — пермскими отложениями. Контакт с более древними отложениями (карбона и девона) отмечается в основном в районе выходов под четвертичные отложения. Контакт с отложениями верхнего триаса отмечается в скважинах, пробуренных на юго-восточном борту Ижма-Печорской впадины. Мощность среднеюрско-нижнекелловейских отложений на

территории Ижемского района изменяется в довольно широких пределах: от 20—30 до 150 и более метров, не превышая, как правило, 90—120 м. Минимальные мощности (20—60 м) фиксируются в районе южного замыкания впадины, а увеличение до 120 и более метров наблюдается на северо-западе и вдоль юго-восточного борта впадины.

Отложения средней юры — нижнего келловея представляют собой переслаивание песчанистых и алевритистых глин и алевритов с песками, слабосцементированными песчаниками и конгломератами.

В опорном разрезе среднеюрско-нижнекелловейских отложений выделяются по литологическому составу две толщи: нижняя и верхняя. В основании нижней толщи залегает слой, мощностью до 16 м, сложенный слабосцементированными конгломератами, разнозернистыми песчаниками и песками. В конгломератах отмечаются валуны до $1,2 \times 0,6$ м в поперечнике; заполнителем служит разнозернистый песок.

Над базальным горизонтом залегают преимущественно глины песчанистые, слюдяные с прослоями песка. В тех и других отмечается галька, обычно редкая, но местами достигающая 20—30% по объему. Петрографический состав галечного материала: известняки, кварциты, диабазы, метаморфические сланцы, кремни. В песках и глинах наблюдаются обугленные растительные остатки и включения лигнита. Наличие включений и прослоев лигнита является характерным признаком для отложений средней юры — нижнего келловея по всей территории Ижемского сланценосного района. Мощность нижней толщи средней юры оценивается в 51 м.

Верхняя толща представлена косо- и горизонтально слоистыми кварцево-слюдяными глинистыми песками, песчаниками и алевритами с подчиненными маломощными прослоями песчаных глин. Пески почти всегда светло-серые неравномерно зернистые, с прослоями гравия и галечника. Пески местами переходят в песчаники, а галечники — в конгломераты. Мощность верхней толщи — 82—91,5 м.

По всему разрезу средней юры — нижнего келловея встречаются многочисленные кристаллы и конкреции пирита и пиритизированные песчаники. Наличие пирита, как и включений и прослоев лигнита, — характерный признак среднеюрско-нижнекелловейской толщи на всей территории Ижемского района.

Среднеюрско-нижнекелловейские отложения отчетливо выделяются на диаграммах электрокаротажа по высоким удельным сопротивлениям пород всего разреза средней юры. В особенности это относится к диаграммам, снятым потенциал-зондом. Всеми геологами, проводившими исследования на территории Ижемского сланценосного района, разрез среднеюрских отложений условно относится к батскому ярусу.

Верхний отдел. В составе верхнеюрских отложений на

территории Ижемского сланценосного района выделяются келловейский, оксфордский, кимериджский и волжский ярусы. Мощность этих отложений 140—150 м.

Келловейский ярус. Отложения яруса на территории района развиты повсеместно. Естественные обнажения пород келловейского яруса известны по рекам Печорской Пижме, Вяткиной, Усе, Нерице, Черной и Белой Кедве, Ижме, Айюве и Нижнему Одесу. Выделение келловейского яруса в указанных обнажениях основывается, как правило, на определениях фауны. На полную мощность разрез келловейских отложений изучен лишь по керну буровых скважин, пробуренных в самой южной части района. Мощность пород келловейского яруса оценивается в 70—75 м.

Во всех пробуренных скважинах отложения данного яруса залегают на породах средней юры — нижнего келловея с видимым несогласием и лишь изредка контактируют с отложениями триаса и перми. Состав пород келловейского яруса в сравнении с нижележащими несколько более разнообразный. Это в основном переслаивание глин с песками и песчаниками, но заметную роль играют также мергели, известняки, сидериты и фосфориты, залегающие в виде конкреций и маломощных линзовидных прослоев среди глин и песков. В целом келловейский разрез в сравнении с подстилающими породами значительно более глинистый. Сами глины и песчаники, встречаемые в разрезе, в отличие от среднеюрско-нижнекелловейских нередко сильно известковистые. По всему разрезу встречается довольно разнообразная по составу морская фауна двустворок, брахиопод, гастропод, аммонитов, белемнитов и фораминифер. Наличие этой фауны и является как раз важнейшим отличием келловейских отложений от среднеюрско-нижнекелловейских пород нерасчлененных.

По видовому составу фауны в опорных разрезах келловея по рекам Ижме и Печорской Пижме выделяются три подъяруса: нижний, средний и верхний, а в составе подъярусов — отдельные зоны, обозначаемые по названию руководящих форм.

Нижнекелловейский подъярус. В разрезе выделяются снизу вверх две зоны: зона *Arcticoceras ishmae* и зона *Cadoceras elatmae*. Отложения, заведомо относящиеся к зоне *Arcticoceras ishmae*, обнажены по р. Ижме. По материалам детального описания опорного разреза, выходящего по р. Ижме вблизи устья ее правого притока р. Дрешанки, зона *Arcticoceras ishmae* представлена здесь снизу вверх следующим чередованием пород:

а) 2,5 м и более — песчаники от мелко- до крупнозернистых, известковистые, плитчатые, в свежем изломе темно-серые, содержат конкреции пирита, многочисленные разнообразные обугленные и пиритизированные обломки древесных стволов и ветвей, раковины брахиопод, гастропод и аммонитов. Из аммонитов определены: *Arcticoceras ishmae* (Keys.), из белемнитов — *Pachy-*

teuthis subrediviva (Lem.), P. tschernyschevi (Krimh.), Cylindroteuthis bodylevskii Sachs et Naln., из двустворчатых моллюсков — Gresslya major Ag., Camptonectes (Boreionectes) broenlundii Ravn., Pleuromya aff. securiformis (Phill.), Liostrea eduliformis (Schloth.), L. ex gr. delta (Sow.).

б) 2,8 м и более — пачка алевритов и песков глинистых и глин алевритистых, слюдистых, темно-серого цвета с коричневатым оттенком, линзовидно выклинивающихся. Для пачки характерны: плохая сортировка обломочного материала, невыдержанность пластов по простиранию, наличие неотсортированных песчано-алевритово-глинистых пород, где ни одна из составляющих не достигает 50%, стяжения пирита, рассеянные по всей мощности пачки, обугленные и пиритизированные обломки древесины, мелкий растительный детрит в глинистых пропластках, линзовидные стяжения сидерита. Встречаются единичные раковины двустворчатых моллюсков и фораминифер.

в) 1,75 м и более — песчаники от мелко- до крупнозернистых с линзами гравелита и редкой мелкой галькой, темно-серые в свежем изломе. У подошвы слоя в песчаниках содержится много раковин двустворок и ростов белемнитов, выше — раковины рассеяны в меньшем количестве, редко встречаются раковины аммонитов. Видовой состав фауны, встреченной в верхнем слое песчаников, такой же, как и в нижнем слое.

Ширина полосы выхода пород зоны *Arcticoceras ishmae* составляет примерно одну треть общей ширины выхода келловей-кимериджских отложений. Исходя из этого, можно предположить, что и мощность пород зоны *Arcticoceras ishmae* также составит одну треть от общей мощности келловей-кимериджских отложений, т. е. примерно 25—30 м.

Верхняя граница зоны *Arcticoceras ishmae* с вышележащими породами зоны *Cadoceras elatmae* достоверно ни в одной точке на территории Ижемского сланценосного района не установлена.

Породы, заведомо относящиеся к зоне *Cadoceras elatmae*, выходят в обнажениях по рекам Усе, Монастырской Виске, Вяткиной и Печорской Пижме. Разрез по р. Печорской Пижме принят за опорный для этой зоны.

В основании зоны залегает слой горизонтально и косослоистых гравелитов мощностью до 11 м. Гравий и галька в гравелитах представлены известняками, кремнями, песчаниками и яшмой. Цемент гравелитов обломочный и карбонатный. Гравелиты содержат редкие обугленные растительные остатки и редкую, но довольно разнообразную по видовому составу, фауну, среди которой определена и руководящая для этой зоны форма *Cadoceras elatmae*. Самая верхняя часть слоя настолько обогащена карбонатом, что порода приобретает облик массивного известняка с гравием и галькой. Мощность известняков достигает 2 м. В юго-восточном направлении гравелиты замещаются раз-

нозернистыми полимиктовыми песчаниками и песчаными глинами с обугленными растительными остатками.

Верхняя часть зоны *Cadoceras elatmae* мощностью в 29 м представлена глинами гидрослюдистыми серыми с караваями известковистого песчаника, со скоплениями фауны, прослойками конкреционного сидерита, обугленной древесинной и плоскими стяжениями пирита; участками глина переходит в глинистый песок с гравием и мелкой галькой. Обычно переходы глин в глинистый песок наблюдаются на контакте глин с сидеритовыми конкрециями. Фауна в массовых количествах встречена в септариях известковистого песчаника. В глинах фауна распределена по всему слою, но содержится в меньшем количестве и характеризуется плохой сохранностью. В составе встреченной фауны определены: аммониты — *Cadoceras elatmae* (Nik.), *C. cf. glabrum* Imlay, *C. (Bryocadoceras) simulans* Spath; двустворчатые моллюски — *Oxytoma aff. expansa* (Phill.), *Meleagrinnella ovalis* (Phill.); фораминиферы — *Lituolid nodus* Kosyr., *Ammodiscus pseudoinfimus* Gerke et Sossip., *Recurvoides ventosus* (Chab.), *Haplophragmoides infracallovienensis* Dain, *Ammobaculites ex gr. fontinensis* (Terq.), *Lenticulina tatariensis* (Mjatl.), *L. limata* (Schwag.), *Marginulina mjatliukae* Shokh., *M. frankei* Mjatl. Верхняя часть разреза мощностью 12 м сложена алевритистыми слюдястыми глинами и алевритами, содержащими септарии известняка. В алевритах наблюдаются линзы песчаника и песчанистого ракушняка со скоплениями раковин *Aquilerella*. В глинах много раздавленных раковин аммонитов. В конкрециях известняка определены двустворки *Nucula* и аммониты *Cadoceras (Paracadoceras) ex gr. elatmae* (Nik.).

Среднекекловейский подъярус. Выходы пород среднекекловейского подъяруса на территории Ижемского района отмечены в обнажениях по рекам Айюве и Ижме.

На р. Ижме разрез среднекекловейского подъяруса мощностью до 30 м сложен пачкой серых песчанистых слюдястых глин с линзообразными прослоями сильно известковистых песчаников, глинистых известняков и мергелей, с конкрециями фосфорита и пирита. Известковистые песчаники содержат аммониты *Kosmoceras aff. jason* (Rein), *Cadoceras sp.*, *Quenstedtoceras sp.*, подтверждающие отнесение разреза к среднему подъярсу.

Структура глин под микроскопом пелитовая, текстура брекчиевидная, микрослоистая, чешуйчатая, обусловленная параллельным расположением чешуек биотита и гидрослюды. В составе глин отмечены гидробиотит, глауконит, кварц; отдельные участки породы обогащены тонкорассеянным углистым веществом. Кластический материал в количестве не более 10% представлен кварцем.

Песчаники, залегающие среди глин, характеризуются различной структурой: от мелко- до крупнозернистой. По составу

песчаники кварцевые, реже глауконито-кварцевые, известковатые, неравномерно глинистые. Часто в песчаниках наблюдаются включения мелких хорошо окатанных гравийных зерен кварца, кремня, опок. Под микроскопом структура песчаников псаммитовая, текстура грубослоистая, массивная. Цемент кальцитовый, глинисто-кальцитовый и пиритовый. Кластический материал представлен кварцем (до 45%), глауконитом (до 35%), обломками пород (глины, кремни, микрокварциты). В виде примесей встречаются мусковит, плагиоклаз, халцедон, микроклин, циркон. Отсортированность зерен средняя.

Септарии известняка, как правило, залегают в толще глин непосредственно ниже прослоев песчаника. Известняки мелкозернистые, светло-серого цвета, глинистые, неравномерно песчанистые, пиритизированные. Песчанистый материал (до 20%) в известняках представлен в основном кварцем (до 80%), реже обломками кремнистых пород (до 19%), плагиоклазом (до 2%), микроклином, биотитом, мусковитом, нередко в известняках встречается мелкая галька кварца и кремния. Вокруг песчаных частиц под микроскопом повсеместно наблюдаются кристаллические каемки чистого кальцита, свободного от примесей глины. Мелко- и среднезернистый обломочный материал в известняках окатан очень плохо, в то время как галька — хорошо. Повсеместно в известняке отмечается неравномерно распределенное глинистое вещество. Аутигенный пирит и глауконит тонко рассеяны по всей массе известняка.

Местами в глинах наблюдаются конкреции мергеля и фосфорита (?) диаметром до 10—15 см. Мергели светло-серого цвета, доломитизированные, песчанистые, пиритизированные, иногда слабо фосфатизированные. В виде примеси в мергелях встречаются глауконит, чешуйки мусковита и биотита и обугленные растительные остатки. Песчанистый материал представлен также в основном кварцем. Доломит развивается по кальциту, а иногда вокруг углистых или пиритовых частичек.

Верхнекелловейский подъярус. Отложения верхнего келловоя, относимые к зоне *Longaeviceras keyserlingi*, развиты в пределах северной половины Ижемского сланценосного района и достигают мощности до 40 м.

Наиболее характерный разрез верхнего келловоя вскрывается в обнажениях по р. Печорской Пижме. Отложения представлены серыми известковистыми глинами, местами уплотненными до состояния аргиллитов, содержащими конкреции мергеля диаметром от 5 до 20 см. Отмечен также известняк с текстурой конус в конус. По всему слою глин рассеяны мелкие стяжения пирита, обугленная и пиритизированная древесина, встречаются раковины двустворчатых моллюсков, ростры белемнитов и пиритизированные раковины аммонитов. В конкрециях мергеля — аммониты, среди которых определены *Quen-*

stedtoceras sp., *Longaeviceras nikitini* (Sok.), *L. cf. keyserlingi* Sok., *Stenocadoceras stenolobum* (Keys.).

Оксфордский ярус. Отложения данного яруса развиты на территории Ижемского района повсеместно. Естественные обнажения имеются по рекам Печорской Пижме, Ижме, Дрещанке, Айюве и Нижнему Одесу. Мощность отложений оксфордского яруса всего 4—5 м. Залегают они на различных горизонтах келловейского яруса.

Повсеместно оксфордский ярус представлен лишь верхним подъярусом. О былом присутствии на территории Ижемского района пород нижнего оксфорда указывают в обнажениях по р. Ижме находки аммонитов *Pavloviceras*, встречающихся совместно с верхнекелловейскими аммонитами в переотложенных фосфоритовых конкрециях в основании верхнего оксфорда.

В обнажениях по р. Ижме верхнеоксфордский подъярус представлен известняком афанитовым светло-серым с зеленоватым оттенком, со скоплениями зерен глауконита, гравиом и мелкой галькой, шаровыми желваками фосфорита. Количество обломочного материала в известняке достигает 30%. Представлен обломочный материал обломками основных эффузивов (часто хлоритизированных), глинистых кварцево-сланцев, кварцитов и зерен кварцита, неотсортированных по размеру. Желваки фосфорита диаметром 5—12 см приурочены к нижней части пласта. В них определены аммониты: *Eboracioceras cf. rybinskianum* (Sok.), *E. subordinarium* Buckm., *E. cf. ordinarium* Buckm., *E. carinatum* (Eichw.), *Stenocadoceras stenolobum* (Keys.), *Longaeviceras keyserlingi* (Sok.); белемниты — *Pachyteuthis* (P.) *kirghisensis* (Orb.); двустворчатые моллюски — *Grammatodon ex gr. schourociskii* (Rouill.), *Musculus strajeskianus* (Orb.), *Plagiostoma aff. incrassata* (Eichw.), *Melloagrinnella ovalis* (Phill.), *Camptonectes lens* (Sow.).

По скважинам, пройденным без отбора керна, интервалы залегания пород оксфордского яруса фиксируются нередко достаточно четко благодаря наличию в шламе песчаников и алевроитов специфичной зеленой окраски. На диаграммах электрокаротажа (потенциал-зонда) эти интервалы совпадают с зонами повышенных сопротивлений, более низких по сравнению со среднеюрскими породами, но отчетливо выделяющихся на фоне низкоомных пород нижележащих келловейских и вышележащих пород волжского яруса.

Кимериджский ярус. Вопрос о распространении отложений данного яруса на территории Ижемского сланценового района не вполне ясен. Отложения заведомо кимериджского яруса установлены в обнажениях по рекам Печорской Пижме и Ижме. В разрезе по р. Печорской Пижме отложения кимериджа залегают в одних случаях на отложениях оксфорда, в других — на верхнекелловейских породах.

По составу фауны отложения кимериджского яруса подраз-

деляются на нижний и верхний подъярусы. Нижний подъярус сложен черными алевритистыми глинами и зеленовато-серыми глауконитовыми алевритами. Как глины, так и алевриты содержат линзы и конкреции белого мергеля. В последних отмечена многочисленная фауна. Верхний подъярус сложен зеленовато-серыми глинистыми алевритами со слоистыми стяжениями известковистого алевролита, переполненными аммонитами и бучиями, и стяжениями фосфорита.

Примесь алевритового материала в глинах нижнего кимериджа обычно незначительна (как правило, менее 10%); в составе глинистых материалов резко преобладает монтмориллонит, тогда как в нижележащих келловей-оксфордских глинах и в вышележащих глинах волжского яруса преобладают гидростлюды.

В глинах и алевритах нижнего подъяруса определены аммониты — *Amoeboceras* (*Amoebites*) *kitchini* (Salf.), *A. (A.) pulchrum* Mesezhn. et Romm, *Prorasenia* aff. *quenstedti* Schind.; белемниты — *Pachyteuthis* (*P.*) *panderiana* (Orb.), *Cylindroteuthis* (*C.*) *obeliscoides* (Pavl.), *C. (C.) oweni cuspidata* Sachs et Naln.; двустворки — *Buchia bronni* (Rouill.), *B.* aff. *polita* (Keys.), *Entolium demissum* (Phill.); фораминиферы — *Lenticulina undosa* Dain, *L. ex gr. proloculus* Kosyr., *L. kuznetsovae* Umansk., *Vaginulinopsis* cf. *gjavkinoensis* Kosyr.

В верхнем подъярусе в обнажениях по р. Печорской Пижме определены аммониты — *Amoeboceras* (*Nannocardioceras*) *krauzei* (Salf.), *Aulacostephanus* (*Aulacostephanoceras*) cf. *eudoxus* (Orb.), *A. (A.) subundorae* (Pavl.), *A. (A.) kirghisensis* (Orb.), *A. (A.) volgensis* (Orb.), *A. (A.) autissiodorensis* (Cotl.); двустворки — *Buchia* ex gr. *mosquensis* (Buch), *Liostrea plastica* (Tod.).

Мощность кимериджского яруса 8—12 м. На диаграммах электрокаротажа отложения яруса выделяются совместно с отложениями оксфордского яруса единой зоной несколько повышенных сопротивлений.

Волжский ярус. Отложения волжского яруса, венчающие разрез верхней юры, представляют собой продуктивную толщу. Все перспективы Ижемского сланценосного района на горючие сланцы целиком определяются характером сланценосности разреза волжского яруса.

Развиты отложения волжского яруса в пределах Ижемского бассейна повсеместно и их полная мощность оценивается в 80—85 м.

Разрез волжского яруса, в отличие от нижележащих среднеюрских и келловей-кимериджских отложений и вышележащих меловых отложений, представляет собой на большей части бассейна монотонную толщу сильно известковистых глин серого и темно-серого цвета, почти не содержащую прослоев других пород, кроме горючих сланцев. Последние сосредоточены пре-

имущественно в основании разреза. Содержание карбонатов в глинах довольно постоянное по всему разрезу толщи и составляет (по $\text{CaO} + \text{MgO}$) 18,4—24,4%. Приведенные величины $\text{CaO} + \text{MgO}$ в 1,5—2 раза превышают содержание их в наиболее известковистых разностях кимериджских глин. В пластах горючих сланцев и в глинах междупластий содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$, как правило, еще более высокое, достигающее 27—35%. Столь значительные содержания обусловлены присутствием тонкодисперсного карбоната (кальцита), а также обилием раковин ископаемой фауны. Особенно многочисленны находки фауны в пластах горючих сланцев, в которых иногда выделяются прослои мощностью до одного метра, почти нацело сложенные ракушняком. В подавляющем большинстве своем встреченная фауна представлена только двустворками.

Известково-глинистый состав разреза и обилие фауны бухий позволяют практически безошибочно выделять отложения волжского яруса в полевых условиях.

По содержанию глинистых частиц (фракции менее 0,005 мм) 55,2—69,5%, алевритовых 20,2—30,0% и песчаных 1,6—6,4% все глины волжского яруса следует квалифицировать как алевритовые. В отличие от келловей-кимериджских глины волжского яруса почти не содержат слюды.

По данным термических анализов, глины представляют собой глинисто-карбонатную смесь типа мергеля. Тяжелая фракция глины состоит в основном из карбонатов (кальцита) с вкраплениями пирита, марказита, даллита и глауконита. Обнаружены также циркон, турмалин, гранат, эпидот, амфибол, ставролит, цоизит, сфен, апатит, кианит. В глинах низов разреза волжского яруса, выходящих в обнажениях по р. Ижме в районе д. Порожск, минералогический анализ по всем пробам показал наличие барита. Легкая фракция глин представлена глинистым веществом каолинито-гидрослюдистого состава, пропитанным кальцитом. В небольших количествах в легкой фракции содержатся слюдястые минералы (до 3,5%) и кварц (до 1,5%).

Горючие сланцы представляют собой тонкозернистую породу темно-серого цвета с характерным коричневатым оттенком. В зависимости от содержания ОВ густота коричневатой окраски меняется от слабой до сильной — темно-коричневой. В керне скважин сланцы нередко имеют зеленовато-серую окраску, напоминая внешне глауконитовые алевриты и песчаники оксфорда. Не исключено, что это внешнее сходство и послужило причиной того, что при поисково-структурном бурении горючие сланцы, как правило, отмечены были лишь в малом количестве скважин.

Плотность сланцев возрастает и по мере увеличения содержания органического вещества. При низком его содержании сланец напоминает обычную пластичную и слабо пластичную глину, именовавшуюся ранее как «битуминозная» глина или как

«битуминозный» сланец. При содержании ОВ более 20% сланец становится твердым. Плотность сланцев повышается и по мере увеличения содержания карбонатов.

Текстура сланцев в зависимости от содержания ОВ меняется по мере его увеличения от неяснослоистой до тонко-листоватослоистой за счет растительного детрита и обилия отпечатков фауны. Сланцы распадаются на плитки толщиной до нескольких миллиметров до 3—5 см, длиной от 5 до 15 см. Размер плиток зависит от густоты трещин кливажа, секущих сланцы под углом 80—90° к плоскостям напластования.

Минеральная часть сланцев представляет собой сильно известковистое пелитоморфное глинистое вещество, находящееся в тонкой смеси с органикой. Содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$ в минеральной части сланцев колеблется в пределах от 27,7 до 39,9%, а в пересчете на $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ — от 50 до 70%. Помимо глинистого вещества и карбоната в составе минеральной части сланца присутствуют кварц, пирит, глауконит, даллит, арагонит, халцедон.

Взгляды на стратиграфическое расчленение волжского яруса с течением времени существенно менялись. Ранее весь разрез волжского яруса относился к нижнему подъярсу, в составе которого выделялись две фаунистически охарактеризованные зоны: зона *Dorsoplanites panderi* — в нижней части подъяруса и зона *Eprivirgatites nikitini* — в верхней его части. Мощности обеих зон вследствие слабой обнаженности территории оценивалась сугубо ориентировочно.

В результате последних исследований в разрезе волжского яруса выделены отложения всех трех подъярусов: нижнего, среднего и верхнего. Наиболее полно представлен средневолжский подъярус. Этим возрастом датируются в настоящее время и обе названные выше фаунистические зоны.

Отложения, датируемые нижеволжским подъярусом, в пределах территории Ижемского сланцевого района, выделены всего в двух обнажениях по рекам Печорской Пижме и Ижме.

В обнажении по р. Печорской Пижме к нижнему подъярсу отнесена пачка глинистых алевритов мощностью всего 0,4 м. В алевритах содержатся многочисленные фосфоритовые стяжения. Граница с подстилающими верхнекимериджскими отложениями проводится по изменению состава фауны внутри единой пачки глинистых алевритов, по внешним признакам неразличимых.

В составе фауны нижеволжского подъяруса в данном обнажении определены аммониты — *Pectinatites (P.) pishmae* Mesezhn.; белемниты — *Lagonibelus (Holcobeloides) volgensis* (Orb.), *Pachyteuthis (P.) cf. explanata* (Phill.); двустворки — *Buchia mosquensis* (Buch), *Liostrea plastica* (Trd.); фораминиферы — *Verneuilinoides kirillae* Dain, *Lenticulina infravolgaensis*

(Furss. et Pol.), *L.sokolovi* K.Kuzn., *Astaculus* ex gr. *klahni* (Mjatl.), *Marginulina striatocostata* Reuss.

В обнажении по р. Ижме к нижеволжскому подъярсу отнесена пачка глин мощностью 1 м, содержащих баритовые стяжения. В составе фауны определены белемниты — *Lagonibelus* (L.) ex gr. *nikitini* (Sok.), *L. (Holcobeloides) cf. memorabilis* Gust.; двустворки — *Buchia mosquensis* (Buch); фораминиферы — *Pseudonodosaria tutkowskii* (Mjatl.), *Lenticulina cf. sokolovi* K.Kuzn., *Planularia cf. mariae* K.Kuzn., *Citharinella* spp., *Marginulina* sp., *Nubecularia masoviensis* (Biel. et Poz.), *Pseudolamarckina* ex gr. *polonica* (Biel. et Poz.).

Вследствие столь незначительной мощности отложений нижеволжского подъяруса (0,4—1,0 м), говорить об их площадном распространении по имеющимся материалам затруднительно.

В отложениях средневолжского подъяруса общей мощностью 62—63 м выделены три фаунистически охарактеризованные зоны (снизу вверх): *Dorsoplanites panderi*; *Dorsoplanites maximus*; *Epivirgatites nikitini*.

Отложения зоны *Dorsoplanites panderi* являются сланценосными. Горючие сланцы залегают в нижней половине зоны, от нижней ее границы на 8—17 м вверх по разрезу. Такие различия мощности сланценосного разреза обусловлены в основном колебаниями мощности (от 0,5 до 10,0 м) самого верхнего пласта I.

По р. Печорской Пижме в основании разреза залегают пачка алевритов, мелкозернистых алевритовых песков и известковистых песчаников вместо обычной для всей территории Ижемского района сланценосной толщи. Пачка алевритов и песчаников содержит многочисленные фосфоритовые конкреции и достигает мощности до 5 м. В алевритах и песчаниках, а также в покрывающих их глинах (обычных для волжского яруса), определена руководящая для зоны *Dorsoplanites panderi* фауна аммонитов и двустворок. В частности, определены аммониты — *Pavlovia cf. pavlovi* (Mich.), *P. menneri* (Mich.); белемниты — *Pachyteuthis (Simobelus) abbreviata* (Mill.), *Lagonibelus* (L.) *magnificus* (Orb.), *L. (Holcobeloides) cf. volgensis* (Orb.), *L. (H.) memorabilis* Gust.; двустворки — *Buchia mosquensis* (Buch), *Liostrea plastica* (Trd.); фораминиферы — *Dorothia tortuosa* Dain et Komiss., *Ammodiscus giganteus* Mjatl., *Evolutinella emeljanzevi* Schleif., *Ammobaculites labythnangensis* Dain; *Saracenia pravoslavlevi* Furss. et Pol., *Marginulina robusta* Reuss, *M. striatocostata* Reuss, *M. pseudolinearis* K.Kuzn., *Planularia multicotata* K.Kuzn., *Nodosaria osynkiensis* Mjatl.

Аналогичный состав фауны определен в глинах и горючих сланцах, обнажающихся по р. Ижме в районе д. Порожска. Дополнительно к перечисленным формам определены также руководящие для этой зоны аммониты — *Dorsoplanites cf. panderi* (Orb.), *Zaraiskites cf. scythicus* (Vischn.). Примечательно для

данного разреза наличие в составе верхнего пласта горючих сланцев прослоя мощностью от 0,3 до 1,0 м, сложенного нацелобухиевым, или, как прежде его называли, ауцелловым ракушняком (плитняком). При увязке разрезов зоны указанный ракушняк служил в качестве своеобразного стратиграфического репера.

Сланценосная толща в центральной и южной частях Ижемского района повсеместно заключает в себе четыре пласта горючих сланцев, получивших сверху вниз индексы I, II, III и IV. Мощность как самих пластов, так и мощности разделяющих сланцы слоев глины непостоянны. Тем не менее корреляция разрезов сланценосной толщи зоны *Dorsoplanites panderi* по обнажениям и скважинам, как близкорасположенным, так и находящимся на значительном удалении друг от друга, осуществляется вполне уверенно. Это оказывалось возможным благодаря, прежде всего, индивидуальным различиям мощностей и строения пластов горючих сланцев. Резко выделяется самый верхний пласт I, мощностью до 6—10 м, в то время как мощность остальных пластов не превышает 0,6—1,0 м. Корреляция трех нижних пластов горючего сланца осуществляется по положению их в разрезе толщи по отношению к пласту I и друг к другу. Важным признаком является и качество сланцев, соответственно — различие их по зольности, теплоте сгорания и выходу смол. По этому признаку резко выделяется пласт II, зольность сланца в котором на 20—30% ниже, чем в остальных пластах. При полевом описании пласт II выделяется благодаря темно-коричневой окраске и тонколистоватой текстуре.

Кроме этих корреляционных признаков, касающихся пластов сланцев, наблюдаются отличия и в составе глины сланценосной толщи. Здесь выделяется почва пласта IV, представленная типичным мергелем светло-серого, почти белого цвета, ниже которого залегает еще один пропласток горючего сланца мощностью от 2—3 до 10 см.

На р. Верхний Одес наблюдаются переходы этого мергеля в типичные плитчатые известняки белого цвета. Близки к мергелям и глины, залегающие между пластами III и IV; они отличаются заметно более светлой (голубовато-светло-серой) окраской в сравнении с глинами, залегающими между пластами II и III. Пласт IV уверенно распознается и по появлению в 1,0—1,5 м ниже его зеленых глауконитовых алевритов оксфорд-кимериджского возраста.

В отложениях зоны *Dorsoplanites panderi* по р. Печорской Пижме имеется 1—2 пропластка горючих сланцев мощностью от 0,1—0,4 м. Они отвечают, скорее всего, пластам I и II.

Породы, заведомо относящиеся к зоне *Dorsoplanites maximus* встречены в обнажениях по р. Ижме. Среди глин в этих обнажениях залегают довольно многочисленные известковые, пиритовые и фосфоритовые конкреции. В последних определены ам-

мониты — *Dorsoplanites* cf. *panderiformis* Mich., *D. maximus* Spath., *D. triplex* Spath., *D. gracilis* Spath.; белемниты — *Pachyteuthis* (*Simobelus*) *abbreviata* (Mill), *Lagonibelus* (L.) *nikitini* (Sok.), *L. (L.) magnificus* (Orb.), *L. (Holcobeloides) volgensis* (Orb.); двустворчатые моллюски — *Buchia piochii* (Gabb.), *B. fischeriana* (Orb.); фораминиферы — *Ammodiscus giganteus* Mjatl., *Haplophrvagmoides* sp., *Ammobaculites labythnangensis* Dain, *Dorothia tortuosa* Dain et Komiss., *Lenticulina ponderosa* Mjatl., *Saracenaria prolata* K.Kuzn., *Marginulina robusta* Reuss, *M. striatocostata* Reuss, *Nodosaria osynkiensis* Mjatl.

Отложения зоны *Epirvirgatites nikitini* встречены в обнажениях по рекам Ижме и Верхнему Одесу. Для разреза характерно присутствие в глинах крупных караваеобразных известковых конкреций-септарий диаметром 0,4—0,6 м. По этому признаку к данной зоне можно отнести также глины, выходящие в обнажении по р. Айюве. Конкреции известняка содержат разнообразную фауну, среди которой из обнажений по р. Ижме определены аммониты — *Epirvirgatites* cf. *lahuseni* (Nik.); белемниты — *Lagonibelus* (*Holcobeloides*) *rosanovi* Gust.; двустворки — *Buchia mosquensis* (Buch), *B. fischeriana* (Orb.); фораминиферы — *Ammodiscus giganteus* Mjatl., *Ammodiscus zaspelovae* Kosyr., *Ammobaculites labythnangensis* Dain, *Recurvoides canningensis* (Tap.), *Lenticulina ponderosa* Mjatl., *L. ex gr. kolvaensis* E. Ivan., *Marginulina robusta* Reuss, *M. striatocostata* Reuss, *Guttulina ex gr. dogieli* Dain.

Отложения, заведомо относящиеся к верхневолжскому подъярсу, наблюдаются в обнажениях по р. Ижме и Кедве. Здесь в разрезе подъяруса общей мощностью 20—30 м выделяются все три слагающие его фаунистические зоны *Kaschpurites fulgens*, *Craspedites subditus* *Craspedites podiger*. Снижение мощности до 20 м в отдельных пересечениях обусловлено выпадением из разреза (вследствие берриасской трансгрессии) пород самой верхней зоны (*Craspedites podiger*). Помимо перечисленных форм аммонитов руководящее значение в целом для верхневолжского подъяруса имеют двустворки *Buchia unshensis* (Pavl.), *B. obliqua* (Tullberg), *B. lahuseni* (Pavl.) и комплекс фораминифер с *Bullopora vivejae* Jakovl. Весьма характерны для разреза подъяруса в целом двустворки *Buchia terebratuloides* Lah., *B. fischeriana* (d'Orb.), встречающиеся и в вышележащем берриасском ярусе, а также *Buchia russiensis* (Pavl.), встречаемая и в верхах средневолжского подъяруса.

В обнажениях по р. Ижме, протягивающемся на 1,7 км в виде изолированных выходов по 80—90 м, отмечен прослой горючих сланцев, что позволяет говорить о сланценосности и верхневолжских отложений. По данным силикатного анализа зола горючих сланцев из обнажения по р. Ижме характеризуется низким содержанием CaO — всего 6,9% против 22,8—40,3% в золе сланцев зоны *Dorsoplanites panderi*. Низкое содержание карбо-

натов отмечено и в сланцах, выходящих в обнажении по р. Кедве. По данным технического анализа содержание минеральной углекислоты здесь всего 3,9% (в пересчете на CaCO_3 —8,9%), тогда как в сланцах зоны *Dorsoplanites panderi*, выходящих в других обнажениях по р. Кедве, содержание CO_2 составляет 11,9—24,0% (27—55% в пересчете на CaCO_3).

Верхневолжским возрастом можно датировать сильно алевролитистые глины и мергели, выходящие в обнажениях по р. Айюве и Нярю, где встречены руководящие формы *Buchia terebratuloides* (Lah.), *B. russiensis* (Pavl.), *Buchia* cf. *lahuseni* (Pavl.).

В обнажениях по р. Верхнему и Нижнему Одесу определены: *Buchia lahuseni* (Pavl.), *B. volgensis* (Lah.), *B. cf. keyserlingi* (Lah.), *B. cf. okensis* (Pavl.), *B. aff. crassicolis* (Keys.), *B. russiensis* (Pavl.), относящиеся к верхневолжскому подъярсу и руководящие для мела формы: *Pachyteuthis lateralis* (Phill.) и *Polypptychites* sp. К верхневолжскому подъярсу относится сланценосная толща, выходящая и по р. Нерице. Здесь определены *Buchia* cf. *russiensis* (Pavl.), *Pachyteuthis kirghisensis* (Orb.) и *P. aff. explanata* Phill., указывающие на верхние горизонты волжского яруса.

Об этом же свидетельствует и корреляция разрезов, выходящих в обнажениях по р. Нерице, согласно которой верхний пласт горючих сланцев залегает примерно в 12 м ниже фаунистически охарактеризованных (*Pachyteuthis lateralis* (Phill.) и *Buchia volgensis* (Lah.)) глин нижнего мела. В данном районе нижние горизонты мела и верхние слои волжского яруса суммарной мощностью около 7 м, залегающие ниже слоев с меловой фауной, представлены песчанистыми слюдястыми глинами, содержащими в довольно большом количестве рассеянные кристаллы гипса. В основании этих глин иногда прослеживается горизонт фосфоритовых конкреций (по-видимому, аналогичный горизонту этих конкреций, встреченных в обнажениях по р. Ижме). Интервал разреза мощностью 5—6 м, залегающий непосредственно над верхним пластом горючих сланцев, повсеместно представлен обычными для волжского яруса слабо алевролитистыми глинами с обилием бухий. Выдержанность литологического состава пород по всей площади указывает на отсутствие сколько-нибудь значительного стратиграфического перерыва по границе мела и волжского яруса.

Сланцы р. Нерицы резко отличаются от сланцев зоны *Dorsoplanites panderi* и по вещественному составу, особенно по карбонатности. Содержание CO_2 в сланцах всего 3,4—5,9% (7,7—13,4% в пересчете на CaCO_3), тогда как в сланцах зоны *Dorsoplanites panderi* из обнажения по р. Печорской Пижме доля CO_2 составляет 16,2% (29% в пересчете на CaCO_3). При близкой зольности со средневолжскими сланцы р. Нерицы отличаются также большими теплотой сгорания и выходом смол.

Как видно, по карбонатности сланцы р. Нерицы полностью аналогичны верхневолжским сланцам Ижмы и Кедвы. Поэтому можно высказать предположение о сланценоности разреза верхневолжских отложений на всей северной части территории Ижемского бассейна от р. Нерицы на севере до р. Кедвы — на юге.

Горючие сланцы, вскрытые в двух обнажениях по р. Нерице, расположены ниже от описанного выше верхнего пласта примерно в 15 м по вертикали. В этом случае нижняя граница сланценоносной толщи должна попасть в зону *Kaschpurites fulgens* средневолжского подъяруса, а общая мощность сланценоносной толщи будет оцениваться ориентировочно в 30 м.

Меловая система. Нижний отдел. Меловые отложения, представленные нижним отделом, венчают разрез мезозоя. Наиболее широкое распространение в пределах Ижемского сланценоносного района меловые отложения получают в северо-западной его половине, где ими сложена приосевая часть впадины.

Наиболее многочисленны естественные обнажения нижнемеловых пород в бассейне р. Нерицы, в меньшем количестве отмечаются по рекам Печорской Пижме, Ижме, Черной и Белой Кедве. Единичные естественные выходы нижнемеловых отложений встречаются по р. Айюве. Скважины, вскрывшие разрез нижнего мела на территории Ижемского сланценоносного района, весьма немногочисленны; с отбором керна пробурено только 9 скважин.

Максимальная мощность меловых пород, равная примерно 110—112 м, зафиксирована в приосевой части структуры на самом севере бассейна.

По всему разрезу нижнего мела, включая аптский ярус, обнаружены остатки морской фауны, в связи с чем отложения нижнего мела по всей территории Ижемского бассейна рассматриваются в качестве морской формации.

Берриасский ярус. К отложениям данного яруса отнесены песчаные глины, выходящие в ряде обнажений по р. Нерице. Большая часть глин берриасского яруса в отличие от глин вышележащего валанжинского яруса характеризуется низкой известковистостью. По этому признаку берриасские глины легко отличимы и от нижележащих сильно известковистых глин волжского яруса.

Фауна в разрезе берриасского яруса, встречаемая в прослоях глин, а еще чаще в конкрециях фосфоритов, в количественном отношении немногочисленна. Руководящее значение для берриасского яруса имеют встреченные здесь аммониты *Surites sparskensis* (Nik.), *S. cf. tzikwinianus* (Bog.), *Peregrinoceras cf. albidum* Casey., *Subcraspedites* (Borealites) aff. *anglicus* Schulg., *Hectoceras kochi* Spath., *Bojarkia mesezhnikovi* Schulg., *Tollina tolli* Pavl., двустворки *Buchia okensis* (Pavl.), комплекс фораминифер с *Ammobaculites pseudogoodlandensis* Mjatl., *Lenticulina sossipatrovae* Gerke, *Gaudryina gerkei* Vassilenko. Нередки в

берриасском ярусе находки двустворок *Buchia volgensis* (Lah.), *B. keyserlingi* (Lah.), встречаемых и в вышележащем нижневаланжинском подъярусе. Мощность берриасского яруса в опорном разрезе по р. Ижме составляет 26 м.

Валанжинский ярус. Нижневаланжинский подъярус. Отложения нижнего валанжина широко развиты в обнажениях по рекам Ижме, Кедве и многочисленным ручьям. Опорный разрез вскрыт в обнажении по р. Ижме, где мощность его составляет 25 м. Здесь нижние 12 м разреза сложены глауконитовыми зеленовато-серыми песчаниками (переходящими местами в пески) с прослоями до 0,5—0,8 м глинистых алевролитов. По всей толще отмечаются фосфоритовые конкреции, образующие иногда конгломератовидные линзы. В ядрах конкреций встречаются аммониты. В самих песчаниках и алевролитах встречаются скопления бухий и редкие белемниты, углефицированная и окаменелая древесина. Верхняя часть разреза представлена глауконитовыми глинами зеленовато- и голубовато-серого цвета, от слабо алевролитистых до сильно песчанистых, и глинистыми алевролитами зеленовато-серого цвета. В самой верхней части разреза мощностью в 2,0 м среди глин встречаются линзы бухиевого ракушняка.

Минералогический анализ проб песчаников и алевролитов берриаснижневаланжинского возраста показал: в легкой фракции — кварц (69—77%), полевые шпаты (7,5—17,0%), обломки кремнистых пород (14—15%) и глауконит; в тяжелой фракции — черные рудные минералы (28—53%), лейкоксен (12%), циркон (6—10%), гранаты (5—8%). Цемент глинистый, хлорито-глинистый, карбонатно-глинистый и глауконито-хлорито-глинистый.

Глины нижнего валанжина имеют монтмориллонитовый состав.

Нижневаланжинский возраст описываемого разреза определяется находками аммонитов *Temnoptychites*; *Polyptychites michalskii* Vog.

Верхневаланжинский подъярус. Обнажения пород верхневаланжинского возраста имеются по рекам Нерице, Заижемской, Средней, Гаревой. В основании разреза залегают глины с линзами и прослоями зеленого глауконитового песка. В песках, залегающих в основании разреза, отмечены шаровидные известковистые конкреции. По всему разрезу наблюдается довольно многочисленная фауна белемнитов и бухий. Последние иногда образуют прослой ракушняка. В составе фауны, встреченной в самих глинах и ракушнике, определены *Buchia cf. crassa* (Pavl.), *B. cf. keyserlingi* (Lah.), *B. cf. sublaevis* (Keys.), *B. cf. bulloudes* (Lah.), *B. crassicolis* (Keys.), *B. cf. okensis* (Pavl.). Мощность глин с линзами глауконитового песка — 17—19 м.

Выше этих глин залегает мощная пачка (17—18 м) неравномернозернистых (от мелко- до среднезернистых) песчаников с

зернами кварца, мелкой галькой известняка, кремня, кварца и крупными (до 3,5 м в диаметре) каравеобразными конкрециями известковистого песчаника. Местами песчаники переходят в песок. По р. Нерице пачка песчаников перекрывается пачкой сильно слюдистых глин мощностью 5 м, содержащих известковистые и мергелистые конкреции, а также иголки гипса. В глинах отмечена редкая фауна двустворок, белемнитов и аммонитов.

В составе тяжелой фракции глин — 5—20% рутила, 25—77% циркона, 10—65% пирита-марказита. Электромагнитная фракция почти нацело (99%) представлена лимонитом.

Пачка сильно слюдистых глин перекрывается пачкой песчаных мощностью в 5—6,5 м. Глины содержат зерна кварца, конкреции алевролита, мергеля и известняка эллипсоидальной формы. Изредка встречаются сидеритовые конкреции до 1—7 см в поперечнике. Встречен прослой глины, содержащий гальку кварца и песчаников. В обнажении по р. Заижемской среди песчаных глин отмечается прослой опоквидного алевролита.

Самая верхняя часть разреза верхнего валанжина по рекам Нерице, Заижемской, Гаревой сложена песчаниками с прослоями глауконитового песка. Песчаники содержат кремнистую и известковую гальку, в прослоях глауконитового песка отмечены конкреции известняка. Мощность этих песчаников 8 м.

Полная мощность верхнего валанжина составляет, согласно приведенному выше описанию, 55 м.

Вскрытая мощность верхневаланжинских отложений в обнажениях по р. Ижме равна 7—8 м. Разрез представлен чередованием пачек песка и песчаника мощностью до 3—4 м и глин такой же мощности. Песчаники и пески серые и зеленовато-серые за счет глауконита, слабоглинистые, с песчано-фосфоритовыми желваками, с многочисленной фауной бухий и редкими белемнитами. Глины черные и зеленовато-серые с линзами глауконитового песка. Верхневаланжинский возраст этого разреза обоснован находками аммонитов *Polyptychites polyptychus* Keys., *Dichotomites petschorensis* Bog. и двустворок *Vuchia sublaevis* (Keys.), *V. crassicollis* (Keys.).

Готерив-барремский ярус неразделенный. Изученная здесь мощность разреза готерив-барремского яруса оценивается в 10 м. Разрез сложен темно-серыми до черных глинами, в которых повсеместно отмечаются гнезда ярко-зеленого глауконита и редкие желваки черного пелитоморфного известняка. Глины нередко тонкослонистые за счет присыпок светло-серого алеврита по паслоению, вследствие чего порода приобретает облик типичных ленточных глин. В основании нередко отмечается прослой гравелита невыдержанной мощности — от 0,1 до 1,0 м, сменяющегося по простиранию песками с гравием и галькой. В указанных песках в нескольких обнажениях встречены аммониты *Spreetoniceras*, а в вышележащих глинах фораминиферы *Nechti-*

па ср., указывающие на раннеготеривский возраст базальных слоев.

Аптский ярус. К отложениям данного яруса отнесены пески, выходящие в обнажениях по правому берегу р. Печоры. Возраст песков был определен А. П. Павловым по петрографическому сходству их с приволжским аптом, а также по находкам в плитообразных конкрециях *Deshayesites* ex gr. *deshayesi* Leud. Мощность аптских отложений достигает 12 м. Разрез представлен мелко- и среднезернистыми песками буровато-желтого и серого цвета различной плотности (от рыхлых до плотных) с линзами и поясами конкреционного песчаника с гравием и галькой, мощность линз 0,5—2,0 м. В нижней половине разреза встречаются два прослоя буровато-желтой и желтовато-серой глины мощностью 0,1 и 0,45 м.

Сланценосность. Сланценосными в пределах территории Ижемского района являются отложения волжского яруса верхней юры. Общая площадь, с установленной сланценосностью, составляет примерно 18 тыс. км², а территория, в пределах которой намечено наличие пластов горючих сланцев мощностью 0,5 м, составляет более 12 тыс. км².

В пределах Ижемского района выделяются два перспективных по сланценосности участка. Первый (с максимальной сланценосностью) располагается в южной части бассейна, в районе среднего течения р. Айювы. Он известен под названием Айювинского месторождения горючих сланцев. Сланцы приурочены к основанию разреза волжского яруса, к зоне *Dorsoplanites pandegii* средневожского подъяруса. Второй перспективный участок находится на самом севере площади, в районе среднего течения р. Нерицы. Здесь промышленная сланценосность приурочена к верхам верхневожского подъяруса.

Кроме того, в качестве потенциально перспективного может рассматриваться еще один участок — Ижма-Кедвинский, расположенный в центральной части района. Здесь промышленная сланценосность в верхах волжского яруса прослеживается в нижнем течении р. Кедвы и по правобережью р. Ижмы от устья р. Кедвы на севере до д. Поромес — на юге.

Нерицкий участок. Три пласта и пропластка горючих сланцев суммарной средней мощностью в 1,85 м приурочены к верхневожскому подъярусу и один пропласток сланца средней мощностью 0,3 м приурочен к зоне *Dorsoplanites pandegii* средневожского подъяруса.

Самый верхний пласт располагается примерно в 12 м ниже границы волжского яруса с нижним мелом. Ему присвоено наименование «пласта Нерицкого», мощность его составляет 0,8—1,2 м (в среднем 0,85 м). Сланцы пласта Нерицкого характеризуются теплотой сгорания 1487—2083 ккал/кг (6,2—8,7 МДж/кг), в среднем 1868 ккал/кг (7,8 МДж/кг), что представляет промыш-

денный интерес. Пласт имеет большое площадное распространение.

В разрезе сланценосной толщи выделяются еще два пласта горючих сланцев, верхний из которых расположен в 10—15 м ниже пласта Нерицкого. Мощность его 0,5—0,8 м, теплота сгорания 1416—2168 ккал/кг (5,9—9,1 МДж/кг). Отмечается увеличение зольности горючих сланцев вверх по пласту. Третий пласт располагается в 1,4 м ниже второго. Мощность его около 0,35 м. Встречен лишь в одной точке.

Зона *Dorsoplanites panderi* на Нерицком участке представлена одним (редко двумя) пропластком горючих сланцев мощностью до 0,4 м, который промышленного интереса не представляет.

Ижма-Кедвинский участок. В пределах данного перспективного участка сланценосны отложения верхневолжского и зоны *Dorsoplanites panderi* средневолжского подъярусов. В первых установлен лишь один пласт сланца, сопоставляемый с пластом Нерицким. Он встречен в обнажениях по рекам Ижме и Кедве и состоит из одной или двух пачек сланца суммарной мощностью до 1,0 м. Строение пласта довольно простое, по составу сланцы идентичны сланцам пласта Нерицкого.

В отложениях зоны *Dorsoplanites panderi* на Ижма-Кедвинском участке выделяются все четыре пласта горючих сланцев, известные в опорном разрезе Айювинского месторождения. По аналогии с Айювинским месторождением им присвоены те же индексы (сверху вниз): I, II, III, IV.

Мощность пласта I составляет от 0,2 м на севере участка, до 1,4 м в центральной части и 0,3—0,5 м на юге. Верхняя часть пласта представлена ракушечником, обогащенным ОВ, нижняя — сравнительно высокозольным сланцем с теплотой сгорания, редко превышающей 1100 ккал/кг (4,6 МДж/кг).

Пласт II отстоит от пласта I по разрезу в 0,2—0,55 м. Мощность пласта изменяется от 0,2 до 0,4 м. В разрезе отчетливо выделяется благодаря характерной тонколистовой текстуре.

Пласт III отстоит от пласта II на 0,9—1,3 м. Пласт состоит из одной-двух пачек сланца рабочей мощностью от 0,3 до 1,0 м. Сланцы отличаются очень низкой теплотой сгорания, а на юго-западе участка пласт нерабочий по мощности.

Пласт IV отстоит от пласта III на 0,5—1,7 м. В разрезе уверенно выделяется по наличию сильно мергелистых глин голубовато-светло-серого цвета в кровле и мергелей светло-серого, почти белого цвета в его почве. Пласт сложен одной (редко двумя) пачкой сланца удовлетворительного качества, достигая мощности 1,0 м (обычно 0,4 м).

Помимо этих четырех пластов в основании разреза сланценосной толщи отмечается еще один пропласток сланца мощностью 0,1—0,2 м, отстоящий от пласта IV на 0,7—1,3 м. Указанный пропласток сланца залегает непосредственно на контак-

те глин волжского яруса с глауконитовыми зеленовато-серыми алевритами оксфорд-кимериджских отложений.

Максимальная сланценосность разреза зоны *Dorsoplanites panderi* на Ижма-Кедвинском участке (по сумме четырех пластов и одного пропластка) — 3,9 м. Суммарная сланценосность разреза волжского яруса на Ижма-Кедвинском участке с учетом аналога пласта Нерицкого, выявленного в верхневолжском подъярусе, составит 2,5—4,8 м.

Общая мощность отложений волжского яруса достигает 85 м. Отсюда коэффициент общей сланценосности волжского яруса составит 0,03—0,06. Рабочая (промышленная) сланценосность Ижма-Кедвинского участка определяется лишь аналогом пласта Нерицкого средней мощностью 0,8 м.

Айювинское месторождение горючих сланцев. Сланценосными на Айювинском месторождении являются отложения зоны *Dorsoplanites panderi* средневолжского подъяруса. Мощность сланценосной толщи составляет 17,5 м, она содержит четыре самостоятельных пласта, которым П. М. Клевенским были (сверху вниз) присвоены индексы I, II, III, IV, а также маломощный пропласток сланцев, залегающий в самом основании разреза волжского яруса.

Пласт I мощностью 4,8—11,5 м имеет очень сложное строение. Он состоит из 8—14 слоев горючих сланцев и 4—7 слоев керогенсодержащих глин. Слои сланцев мощностью от 0,1 до 0,7 м достигают суммарной мощности 3,5—4,5 м. Сланцы с теплотой сгорания немногим более 800 ккал/кг (3,4 МДж/кг) приурочены к низам пласта и вверх по разрезу они сменяются сланцами еще более низкого качества и керогенсодержащими глинами.

Пласт II отделен от вышележащего I-го пачкой глин голубовато-серого цвета мощностью 0,95—2,7 м.

Горючие сланцы пласта II представлены двумя пачками (реже одной, качество сланцев в которой ухудшается снизу вверх). Верхняя пачка сложена высокзолными сланцами с теплотой сгорания всего 500—600 ккал/кг (2,1—2,5 МДж/кг), а нижняя — сланцами со средней теплотой сгорания около 3000 ккал/кг (12,6 МДж/кг). В подсчет запасов по пласту II включается только нижняя пачка. Высокое качество сланцев пласта сохраняется и в обнажениях по р. Ижме. Для суждения же о характере распространения пласта к востоку и юго-востоку от р. Айювы достоверных данных не имеется.

Пласт III от II-го отделен пачкой голубовато-серых глин мощностью в 0,8—2,9 м. Он состоит из двух-трех пачек зольного сланца, разделенных одним-двумя прослоями керогенсодержащих глин. Мощность пласта 0,7—1,12 м, качество сланцев довольно низкое. Теплота сгорания, определенная по сумме сланцевых и породных прослоев, составляет всего 1100—1300 ккал/кг (4,6—5,5 МДж/кг) (редко 1400—1800 ккал/кг (5,9—7,6

МДж/кг). При подсчете запасов на Айювинском месторождении сланцы пласта III не учитываются.

Пласт IV изучен наиболее слабо. От пласта III он отделен пачкой сильно мергелистых глин голубовато-светло-серого цвета. Почва пласта представлена типичным плотным мергелем светло-серого, почти белого цвета. По характерным породам почвы и кровли пласт IV уверенно выделяется в разрезе. Мощность его 0,7—1,5 м. Пласт имеет сложное строение, представлен 2—3 пачками сланцев удовлетворительного качества с теплотой сгорания 1880—2000 ккал/кг (7,9—8,4 МДж/кг). Пласт принят к подсчету запасов.

Кроме того, в основании разреза волжского яруса прослеживается еще один маломощный пропласток сланца, отстоящий от границ волжского яруса с оксфорд-кимериджскими породами на 0,2—0,5 м. Мощность его 0,03—0,1 м.

Суммарная сланценоность разреза волжского яруса в центральной части Айювинского месторождения колеблется в пределах от 8,5 до 14,5 м; рабочая сланценоность, представленная пластами II и IV со средней мощностью 0,7 и 1,0 м, составляет 1,7 м.

Коэффициент общей сланценоности, определенный по отношению к общей мощности зоны *Dorsoplinites panderi* (35 м), составит 0,24—0,42; по отношению к общей мощности волжского яруса (75 м)—0,11—0,19. В дальнейшем при продолжении на месторождении геологоразведочных работ с отбором проб вне зоны выветривания может оказаться, что промышленное значение помимо пластов II и IV приобретает и пласт III, по которому в ряде обнажений были встречены сланцы удовлетворительного качества с теплотой сгорания до 1500—2000 ккал/кг (6,3—8,4 МДж/кг). В этом случае рабочая сланценоность на месторождении возрастает до 2,5 м.

БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКИЙ СЛАНЦЕНОСНЫЙ РАЙОН

Географо-экономическое положение. Большеземельский сланценосный район располагается на крайнем севере европейской части СССР и находится на территории Ненецкого автономного округа Архангельской области и Усть-Цилемского и Усинского административных районов Коми АССР. Он занимает большую часть Малоземельской и Большеземельской тундры. Площадь распространения сланценосных юрских отложений составляет 85 тыс. км².

Территория представляет собой пологую равнину с абсолютными отметками от 0 до 200 м. Минимальные высоты приурочены к прибрежным районам Баренцева моря и долинам р. Печоры и ее притоков. Речная сеть преимущественно принадлежит к бассейну Печоры, а также к небольшим речкам, впадающим в Баренцево море. Сланценосный район располагается в зоне

тундры и лишь южная его оконечность захватывает зону лесотундры. Район характеризуется длительной умеренно-суровой зимой и прохладным летом. Безморозный период короток. Средняя температура самого теплого месяца (июль) $+13^{\circ}\text{C}$, самого холодного (январь) -20°C . Годовая сумма осадков 400—500 мм. Территория находится в полосе распространения вечной мерзлоты, мощность которой достигает 200 м, убывая к югу. Мерзлота отсутствует в долинах р. Печоры и ее наиболее крупных притоков.

Район расположен в слабо развитой в экономическом отношении зоне и очень мало заселен. Находящийся в центральной части бассейна административный центр Ненецкого автономного округа г. Нарьян-Мар имеет предприятия пищевой и деревообрабатывающей промышленности.

История изучения горючих сланцев. Первые сведения о горючих сланцах мезозоя в Большеземельском районе были получены в 1958—1960 гг. в результате поисково-структурного бурения на Нарьянмарской площади. Вскрыты они были на большой глубине и, поэтому практического интереса не представляли. В дальнейшем специальные работы по разведке и изучению горючих сланцев не проводились. Возможно по этой причине до сих пор пачка горючих сланцев, хорошо отбиваемая на геофизических кривых, служит только геологическим репером волжского яруса при корреляции разрезов бескерновых скважин на нефть и газ в пределах Печорской синеклизы.

Все же некоторые данные о горючих сланцах Большеземельского района имеются. Г. М. Фирером и Г. В. Чернявским [58] определены некоторые качественные параметры сланцев: зольность, выход летучих и калорийность на органическую массу. В. П. Абрамовым [2] и В. С. Кравец [28] оконтурены перспективные участки и определены геологические позиции продуктивных горизонтов в общем разрезе мезозоя.

Геологическое строение. Юрская система. Эта часть разреза мезозойского комплекса представлена континентальной угленосной олигомиктовой песчаной формацией нижней и средней юры и темноцветной песчано-глинистой морской формацией верхней юры.

Нижний отдел. Стратотипический разрез харьягинской свиты, которая включает все нижнеюрские отложения [23] Большеземельского района, описан по керну скважины 260 — Харьяга, в интервале глубин 655—713 м.

Здесь над красноцветными породами триаса залегают: интервал 713—673 м — в основании песчаник разнозернистый с гравием и мелкой галькой кремня, выше — песчаник кварцевый, слюдястый, серый и светло-серый, мелкозернистый, прослоями среднезернистый, слабо сцементированный, встречаются маломощные прослои песчаника известковистого, алевrolита глинистого и глины зеленовато-серой, слабо алевритистой;

интервал 673—663 м — глина зеленовато-серая, неравномерно алевритистая, плитчатая, с маломощными прослоями алеврита глинистого известковистого;

интервал 663—655 м — переслаивание глин, алевролитов и песчаников; глина серая с буроватым оттенком, прослоями с примесью сидерита и слюды по наслоению; песчаники и алевролиты серые, слоистые, с растительным детритом.

Средний отдел. Среднеюрские континентальные отложения в районе развиты повсеместно. В его западной части среднеюрские отложения представлены песками светло-серыми мелкозернистыми, олигомиктовыми, слюдистыми, прослоями переходящими в алевриты, в подошве крупнозернистыми с примесью мелкого гравия. Породы лежат на нижнеюрских слабоцементированных песчаниках. Для песков характерны обломки обугленной древесины, растительный детрит, пирит по растительным остаткам. Минералогический анализ показал, что состав тяжелой фракции песков отличается высоким содержанием ильменита (5—52%), магнетита до 8%, группы граната 6—18%, ставролита 2—4%, группы эпидота 1—7%, сидерита до 5%, дистена 1—10%, циркона 7—8%, лейкоксена 6—7%, рутила 5—10%, в единичных знаках присутствуют минералы группы пироксенов, амфиболов, турмалина, шпинели, а также гематит, гидроокислы железа, монацит.

Широко распространены отложения средней юры в Денисовском прогибе, где мощность их достигает 149 м, и в Хорейверской впадине. К востоку от Хорейверской впадины среднеюрские континентальные отложения в едином комплексе с харьгинской свитой распространены в пределах Варандей-Адзвинской структурной зоны. Нижне-среднеюрские отложения залегают на различных горизонтах триаса, перми и карбона и представлены светло-серыми песками с подчиненными прослоями серых глин. В основании разреза отмечаются разнозернистые пески и песчаники с галькой кварца, кварцита, кремней, сланцев. Мощность этих отложений варьирует от 10 до 57 м.

Верхний отдел. На континентальных отложениях средней юры залегают морские верхнеюрские отложения, представленные алеврито-глинистыми породами. Они развиты почти повсеместно, но характерны многочисленные перерывы. Верхнеюрские отложения согласно или со стратиграфическим перерывом перекрываются морскими нижнемеловыми породами. Верхняя юра представлена всеми четырьмя ярусами: келловейским, оксфордским, кимериджским и волжским (рис. 20). Мощность отдела составляет 200 м.

Келловейский ярус. Эти отложения широко распространены от Тимана на западе до р. Адзвы на востоке. В районе известны отложения трех подъярусов.

В нижней части нижнекелловейского подъяруса выделяется пачка коричневых, серых очень плотных тонкоотмученных или

алевритистых глин, содержащих фораминиферовый комплекс с *Riyadhella sibirica* (Mjatl.). Мощность пачки 20—30 м.

Выше нижнекелловейские отложения представлены переслаивающимися серыми с зеленоватым и коричневатым оттенком глинами с прослоями алевритов и песков (песчаников). Глины тонкоотмученные и алевритистые с частыми стяжениями пирита, мелкими ходами илоедов. Состав глин полиминеральный. Песчаники серые, темно-серые, разнoзернистые, глауконитсодержащие, часто с глинистой примесью в виде гнезд. На нижнекелловейский возраст указывает присутствие в породах фораминифер *Haplophragmoides infacallovienensis* Dain, *Lenticulina tataricensis* (Mjatl.), соответствующих аммонитовой зоне *Cadoceras elatmae* [64]. Мощность нижнего келловоя достигает 71 м.

Средний келловей сложен 20-метровой толщей переслаивающихся алевролитов, песчаников и глин. В юго-восточной части Хорейверской впадины грубозернистые разности пород составляют более 50% мощности разреза. В песках и песчаниках присутствуют мелкая галька и гравий. В среднекелловейских породах — фораминиферы ассоциаций *Kutsevelia instabile* Jakovl. и *Astacolus batrakiensis* (Mjatl.) соответствующие аммонитовой зоне *Rondiceras milashevici* [64]. Максимальная мощность среднего келловоя 58 м.

Верхний келловей характеризуется глинистым составом разрезов по всему Большеземельскому району, за исключением его восточной окраины, где преобладают пески. Глины светло-серые с зеленоватым оттенком, тонкоотмученные, тонкоплитчатые с присыпками алевритового материала. В глинах часты пиритизированные ходы илоедов, включения обугленной древесины, стяжения мергелей, сидеритов и редко конкреций фосфоритов. В этих разрезах выделены слои с комплексом *Pseudolamarckina gjanensis* Uhlig, соответствующие аммонитовым зонам *Longaeviceras lamberti* + *Longaeviceras keyserlingi*.

Мощность верхнего келловоя не превышает 30 м.

Оксфорд-кимериджский ярусы неразделенные. Отложения оксфордско-кимериджского ярусов довольно широко распространены в разрезах района. Небольшая мощность, наличие размывов, неполный выход керна и литологическая однородность нижних и верхних частей разреза затрудняют их расчленение. Этот интервал разреза верхней юры представлен своеобразной толщей преимущественно глинистых отложений. Глины серые и зеленовато-серые с ярко-зелеными пятнами в нижних слоях и темно-серые до черного в верхней половине. Среди них встречаются прослой глинистых алевритов, песчаников и алевролитов. Грубозернистые разности пород приурочены к низам разреза. Для некоторых частей разреза характерны глауконитовые, оолито-лептохлоритовые и гидрогетитшамозитовые отложения. Глины известковистые, отмечаются

прослой и стяжения мергелей; обломки аммонитов, двустворки, белемнитов иногда образуют маломощные ракушняки.

Мощность отложений варьирует от 0,7 до 20,0 м; на восточной окраине района мощность до 100 и более метров.

Волжский ярус. Волжские отложения в районе известны повсеместно. Они вскрыты в большинстве скважин и обнажаются по многочисленным притокам р. Печоры.

Нижневолжский подъярус. В 1973 г. появилась работа М. С. Месежникова и др. [40], в которой было доказано выдержанное распространение в бассейне Печоры самых верхних горизонтов нижневолжского подъяруса, представленных темно-серыми глинами с глауконитом. Мощность их 0,5 м.

Средневолжский подъярус имеет максимальное развитие. Отложения подъяруса залегают с несогласием на кимериджских и оксфордских глинах (рис. 20) и представлены серыми, темно-серыми, голубовато-серыми известковистыми глинами и глинистыми мергелями. Глины часто алевритистые. Прослой и линзы алевролитов, алевритов и песчаников, подчеркивающих горизонтально-слоистую текстуру породы, обычно незначительны по мощности и составляют 2—5% от мощности подъяруса.

В основании средневолжских отложений хорошо прослеживается пачка темно-серых глин с прослоями горючих сланцев. Эта пачка соответствует аммонитовой зоне *Dorsoplanites rapideri*. Кроме аммонитов, присутствуют бухии, белемниты, остракоды и фораминиферы *Haplophragmoides emeljancevi* Schleich., *Dorothyia tortuosa* Dain et Komiss., *Fronicularia nodulosa* Furr. et Pol. Мощность базальной пачки 8—10 м. На каротажных диаграммах она характеризуется резкими аномальными значениями КС.

Выше выделяются слои зоны *Dorsoplanites maximus*. От нижней части средневолжского подъяруса слои отделены бухиевым ракушняком мощностью до 0,5 м и сложены алевритистыми известковистыми глинами серого и темно-серого цвета. Максимальная мощность зоны составляет 40 м.

Верхняя часть подъяруса представлена глинами зоны *Ervirgatites nikitini*. Литологические породы аналогичны низам подъяруса, но прослой горючих сланцев маломощные и единичные, часто вообще отсутствуют. Мощность этой пачки глин 15—20 м, максимальная 60 м. Глины характеризуются комплексом фораминифер.

Мощность средневолжских отложений в Большеземельском районе изменяется от 20 до 70 м.

Верхневолжские отложения в районе распространены также широко. По составу это те же гидрослюдистые, гидрослюдистомонтмориллонитовые глины серого, голубовато-серого цвета, известковистые. Содержание карбонатной примеси изменяется от 5—10 до 20—30%. В пределах Нарьянмарской площади в верхней части верхневолжских отложений обнаружены единичные

тонкие прослои горючих сланцев. Мощность верхнего подъяруса 35—40 м.

Мощность волжского яруса варьирует от 20 до 100—120 м.
Меловая система. Нижний отдел. Отложения меловой системы в пределах Большеземельского района представлены только нижним отделом.

К настоящему времени биостратиграфическое расчленение нижнего мела до ярусов проведено во многих скважинах. По электрокаротажу нижнемеловая толща делится на две части: нижнюю, преимущественно глинистую, и верхнюю, глинисто-алеврито-песчаную, сопоставимую с аптским и альбским ярусами. В сравнении с отложениями волжского яруса в подошве нижнего мела часто повышается содержание алевритистого и песчаного материала вплоть до появления песчаных слоев. На электрокаротажных диаграммах отложения берриас-баррема характеризуются низкими кажущимися сопротивлениями и слабо-расчлененной кривой спонтанной поляризации. В наиболее полных и хорошо изученных разрезах по комплексам фораминифер, а также на основе сопоставления разрезов, в составе нижнего мела выделяются все его ярусы.

Берриасский ярус. Представлен алевритовыми и алевритистыми темно-серыми глинами и алевролитами. Глины в разной степени известковистые, монтмориллонит-гидрофлюидные, глауконитсодержащие. Текстуры массивные, тонкослоистые, линзовиднослоистые. Алевролиты полевошпат-кварцевые на глинистом цементе, в них почти всегда присутствует глауконит, часто фосфаты.

Берриасский ярус выделен в многочисленных скважинах по характерным комплексам фораминифер, скоплениям бухий (*Buchia unshensis* (Pavl.), *B. volgensis* (Lah.), белемнитов, реже аммонитов.

Мощность отложений до 22—30 м.

Валанжинский ярус. Мощность оценивается по данным понсково-структурного и картировочного бурения в 55—60 м. На крайнем северо-востоке территории отложения валанжинского яруса выпадают из разреза. В литологическом отношении разрез валанжинского яруса по площади не выдержан. В одних скважинах преобладают серые и зеленовато-серые глауконитсодержащие алевриты и глины, в других — глауконитсодержащие глины, в третьих — много песков и песчаников, пачки которых иногда достигают мощности 18—20 м.

По всему разрезу валанжина встречается фауна аммонитов, белемнитов и двустворок. В верхней половине яруса скопления фауны приурочены, как правило, к прослоям известняков и известковистых глин, а в низах — к линзам конкреционного песчаника и горизонтам фосфоритовых конкреций.

Отложения валанжина повсеместно характеризуются фосфоритоносностью, большая часть проявлений приурочена к нижне-

валанжинскому подъярису и, возможно, к самым низам верхне-валанжинского подъяруса. Скопления фосфоритов в некоторых случаях могут представлять практический интерес.

Готеривский ярус. В основании яруса в ряде скважин отмечен пласт гравелита невыдержанной мощности от 0,1 до 1,0 м, сменяющийся по простирацию песками с гравием и галькой. Выше породы готерива сходны с породами верхнего валанжина: это темно-серые до черного тонкослоистые глины с присыпками светло-серых алевритов по наслоению, вследствие чего порода приобретает вид типичных ленточных глин. В глинах отмечаются гнезда ярко-зеленого глауконита. Готеривский ярус выделяется по находкам аммонитов *Speetonicerias* sp. и по комплексу фораминифер с *Ammobaculites gomelensis* Akim., *A. prosper* Mjatl., *Trochammina giroidiniformis* Mjatl.

Максимальная мощность яруса составляет 56 м.

Барремский ярус. Представлен внизу глинами глауконитсодержащими, черного цвета с мелким гравием кремней и кварца. Очень редки в глинах маломощные (до 5 см) прослои пелитоморфных пиритизированных известняков с неравномерно рассеянным глауконитом. Глины обычно гидрослюдисто-монтмориллонитовые. Выше разрез более алевритистый, сложен глинистыми алевролитами с прослоями (до 1 м) мелкозернистых песков и песчаников с растительным детритом. Алевролиты глауконитсодержащие, известковистые. В самых верхах яруса глины с гнездами и линзами глауконита.

В черных глинах с глауконитом содержатся фораминиферы *Miliammina mjatliukae* Dain, *Conorbinopsis* (?) *barremicus* (Mjatl.), *Gyroidinoides sokolovae* (Mjatl.).

Мощность барремских отложений достигает 65 м.

Апт-альбский ярусы неразделенные. Данные отложения развиты на Печоро-Кожвинском мегавале, в Денисовском прогибе, в Малоземельско-Колгуевской моноклинали, в Хорейверской впадине. Естественные обнажения пород аптского и альбского ярусов известны по правым притокам рек Сосью, Заостровке, Большой и Малой Вольме и по левому притоку р. Печоры — р. Ляминой.

Мощность апт-альбских отложений в пределах Большеземельской тундры может достигать 200—250 м, что составит около половины мощности всего нижнего мела. Разрез представлен однообразной толщей разнозернистых неизвестковистых песков кварц-полевошпатового состава, слюдистых, с довольно многочисленными растительными остатками по наслоению. В отличие от песков и песчаников ниже по разрезу апт-альбские пески характеризуются высоким содержанием полевых шпатов, составляющим 35—45%, и, наоборот, практически полным отсутствием глауконита. Среди песков отмечаются тонкие прослои коричневатых глин и углистые прослои, а в самой нижней части разреза прослои крепко сцементированных карбонатных песчаников.

На Нарьянмарской площади разрез апт-альба представлен преимущественно алевролитами и алевритами с маломощными прослоями глин и песчаников. Алевролиты темно-серые и серые, часто с зеленоватым оттенком, мелко- и разнозернистые, слюдястые, ясно-горизонтально-слоистые, с темными прослоями и линзами глин, алевритов и светло-серых песков. В алевритах в большом количестве встречается растительный детрит. Основными породообразующими минералами являются кварц, плагиоклаз, хлорит, биотит, серицит, редкие зерна эпидота, сфена и амфибола. Цемент представлен пелитоморфным каолинитоподобным веществом. Глины темно-серые, иногда с зеленоватым оттенком, слабослюдястые, комковатые, с многочисленными линзами и прослоями алеврита и темно-зеленого песка. Встречаются единичная галька осадочных пород, стяжения пирита и очень редкие линзы гравелита мощностью до 15 см. Вскрытые в разрезе темно-серые пески разнозернистые, чаще мелкозернистые, неслоистые или неяснослоистые, с прослоями глин и алевролитов. В разрезе присутствуют небольшие обломки угля. Мощность отложений до 96 м.

Аналогичные разрезы вскрыты структурно-поисковыми скважинами в междуречье рек Шапкиной и Лаи, на о-ве Колгуев. Мощность апт-альба здесь немного превышает 100 м.

Сланценосность. Горючие сланцы в Большеземельском районе приурочены к трем стратиграфическим горизонтам: 1) основанию средневожского подъяруса, к аммонитовой зоне *Dorsoplanites panderi*; 2) верхней части средневожского подъяруса, к зоне *Epirvirgatites nikitini*; 3) верхней части верхневожского подъяруса, к зонам *Graspedites subditus*+*Craspedites nodiger*.

Сланценосный горизонт, приуроченный к зоне *Dorsoplanites panderi* средневожского подъяруса имеет широкое площадное развитие и прослеживается до Варандей-Адзвинской структурной зоны, где глинистые отложения замещаются мелкозернистыми известковистыми песками и песчаниками. На Нарьянмарской площади этот горизонт имеет промышленное значение, здесь (скв. 4) наблюдаются четыре пласта горючих сланцев.

I пласт (самый верхний) залегает на глубине 273,8 м. Горючие сланцы коричневатого-черного цвета, расщепляются на тонкие пластинки в 0,5—1 м. На плоскостях наложения скопления мелкого детрита фауны, алевритового и слюдястого материала. Мощность по керну 0,4 м.

II пласт внешне аналогичен I-му, сложный по строению, в нем наблюдаются маломощные прослои глинистых песчаников и ракушняков. Мощность этих прослоев 2—4 см. Редко наблюдаются целые створки бухий и аммонитов, очень редко — ростры белемнитов. Мощность по керну 5,2 м.

III пласт содержит горючие сланцы черного цвета, на плоскостях наложения которых присыпки темно-зеленого глауконита и мелкого растительного детрита. Мощность 0,6 м.

IV пласт горючих сланцев, мощностью по керну 0,25—0,30 м, залегает на глубине 281,8 м.

Вмещающими породами сланценой пачки являются темно-серые и серые глины слегка алевритистые с тонкой неясной слоистостью; в отдельных слоях наблюдаются скопления глауконитовых зерен песчаной размерности. Глины слабо известковистые и известковистые с остатками двустворок и аммонитов. Вниз по разрезу глинистость уменьшается, появляются глинистые алевролиты темно-серого и серого цвета с морской фауной. В подошве пачки — песчаники темно-зеленые, глинистые, глауконитовые, мелкозернистые с детритом фауны моллюсков.

Общая мощность сланценой пачки — 10—20 м.

Горючие сланцы зоны *Epirvirgatites nikitini* средневожского подъяруса и сланцевый горизонт, соответствующий двум аммонитовым зонам *Craspedites nodiger* и *C. subditus*, маломощные; в сланценосных пачках содержится от 1 до 4 слоев и прослоев горючих сланцев. Эти сланценосные горизонты в скважинах слабо фиксируются по геофизическим данным. По сравнению с горючими сланцами зоны *D. panderi* они имеют еще более ограниченное распространение в Большеземельском районе.

На Нарьянмарской площади сложнопостроенный пласт верхневожских горючих сланцев с максимальной мощностью 0,7 м аналогичен «пласту Нерицкому» в Ижемском сланценосном районе (Нерицкий и Ижма-Кедвинский участки), где горючие сланцы имеют промышленное значение. Возможно, отсутствие пачек горючих сланцев зоны *Dorsoplanites panderi*, *Epirvirgatites nikitini*, а также верхневожского сланценосного горизонта объясняется внутриформационными размывами, а не только фациальными замещениями пластов горючих сланцев.

Качество средневожских сланцев (зоны *Dorsoplanites panderi*) на Нарьянмарской площади определялось всего по одной пробе из скважины НК-14 (южное замыкание Нарьянмарского куполовидного поднятия): зольность — 78—79%, выход летучих — 18,1%, теплота сгорания органической массы 8 077 ккал/кг (33,9 МДж/кг). При полукоксовании выход смолы от 6 до 12,5%, выход полукокса (на горючую массу) — 69—78%.

Имеются сведения о качестве горючих сланцев в естественных выходах по р. Суле (бассейн Печоры). Мощность слоев горючих сланцев здесь 0,15—0,20 м. Анализ одной пробы показал: зольность — 27,04%, выход летучих — 35,73%, серы — 3,05%, теплота сгорания — 5 229 ккал/кг (22 МДж/кг). В целом горючие сланцы зоны *Dorsoplanites panderi* вожского яруса на юго-западной окраине Большеземельского района залегают на глубине более 200 м, для них характерны: зольность — 76—78%, влага аналитическая — 2,9%, сера общая — 3,34—3,64%, теплота сгорания — 1 330—1 450 ккал/кг (5,6—6,1 МДж/кг).

Прогнозные запасы сланцев Большеземельского района превышают 5 млрд. т.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Первые обобщенные сведения о качестве горючих сланцев Коми АССР приводятся в монографии А. Ф. Добрянского [15]. В настоящее время горючие сланцы европейского Северо-Востока СССР привлекают к себе внимание многих научно-исследовательских, проектных и производственных организаций. Начаты работы по изучению технологических свойств и комплексного использования сланцев в Коми научном центре Уральского отделения АН СССР. Исследованиями в области химии и технологии горючих сланцев давно и плодотворно занимаются в Эстонии, г. Ленинграде. Сернистые горючие сланцы являются объектом исследований научных учреждений г. Саратова.

Горючие сланцы могут явиться дополнительным мощным резервом органического топлива и углеводородного сырья для химической промышленности в связи с возможной структурной перестройкой Тимано-Печорского топливно-энергетического комплекса в сторону повышения удельного веса топливоперерабатывающих производств. Если на севере региона имеются довольно крупные ресурсы нефти, угля и природного газа, то на юге Коми АССР горючие сланцы пока являются практически единственным топливным ресурсом [47]. По основным технологическим характеристикам лучшими являются горючие сланцы II и IV пластов [3, 18, 47, 63], хотя они и наиболее сернистые (табл. 9). Последнее, с учетом экологических соображений, сильно влияет на выбор способа переработки горючих сланцев. По содержанию серы горючие сланцы относятся к сернистым (содержание серы достигает 8%). До 50% и выше от содержания общей серы в горючих сланцах приходится на органическую разновидность. Остальное — это пиритная сера. Содержание сульфатной серы незначительно. Преобладание S_o в сланцах приведет к повышенному содержанию сернистых соединений в жидких и газообразных продуктах переработки сланцев. Более высокая карбонатность сланцев Ижемского района благоприятна для их промышленной переработки, поскольку при сжигании карбонаты золы связывают сернистые компоненты газа. Содержание условной горючей массы $[100 - (A^d + (CO_2)^d)_M]$ выше в сланцах Яренгского района и варьирует от 22 до 53%. По эле-

**Физико-химические показатели качества
горючих сланцев**

| Сланцевосный район, проба, пласт | Влаж-ность, % | Угле-кислота минераль-ная, % | Золь-ность, % | Сера общая, % | Теплота сгорания, Мдж/кг Ккал/кг | Выход смолы, % | Элементный состав ОБ, % | | | | |
|----------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------|---------|------|-------|----------|
| | | | | | | | Углерод | Водород | Сера | Азот | Кислород |
| Ижемский | | | | | | | | | | | |
| Обн. 200, пл. I | 5,7 | 16,3 | 72,0 | 1,3 | 3,5/840 | 5,0 | 76,9 | 10,5 | 3,9 | 2,1 | 6,6 |
| Обн. 523, пл. II | 6,0 | 12,1 | 51,1 | 5,0 | 13,2/3157 | 15,6 | 82,4 | 10,4 | 3,7 | 1,6 | 1,9 |
| —, — пл. III | 5,3 | 15,2 | 68,4 | 2,2 | 5,5/1305 | 6,5 | 79,2 | 10,4 | 1,1 | 2,2 | 7,1 |
| —, — пл. IV | 5,2 | 11,3 | 62,5 | 5,3 | 9,8/2340 | 10,5 | 80,5 | 11,3 | 2,1 | 2,4 | 3,7 |
| р. Айюва, пл. II | 4,1 | 12,0 | 44,9 | 5,2 | 15,3/3650 | 17,8 | — | — | — | — | — |
| Сысольский | | | | | | | | | | | |
| шурф 18, пл. I-в | 2,5 | 0,6 | 61,9 | 4,0 | 10,0/2390 | 8,8 | 61,5 | 8,4 | 2,4 | 28,1* | — |
| шурф 28, пл. I-в | 5,1 | 5,7 | 66,4 | 3,0 | 8,3/1970 | 10,9 | 63,6 | 7,2 | 6,5 | 1,7 | 21,0 |
| р. Поннга, пл. I-н | — | 8,0 | 65,0 | 3,2 | — | 10,2 | — | — | — | — | — |
| —, — пл. I-н | — | 10,5 | 64,0 | 2,3 | — | 9,2 | — | — | — | — | — |
| Яренгский | | | | | | | | | | | |
| пр. 5001, пл. I-в | 2,6 | 8,5 | 60,0 | 2,1 | 9,5/2260 | 9,1 | 72,6 | 9,8 | 2,0 | 15,6* | — |
| пр. 365/1, пл. II | 3,2 | 6,5 | 40,7 | 5,8 | 18,3/4360 | 21,1 | 80,1 | 9,7 | 5,0 | 5,2* | — |
| пр. 8702, пл. I-в+I-н | 1,3 | 15,1 | 67,3 | 2,4 | 5,3/1270 | 5,2 | 70,0 | 9,9 | 1,3 | 18,8* | — |
| шурф 362, пл. II | 5,6 | 12,4 | 54,6 | 2,9 | 12,7/3000 | 13,8 | 70,4 | 7,9 | 5,5 | 1,5 | 14,7 |
| р. Чим, пл. II | 2,5 | 13,5 | 59,0 | 2,1 | — | 10,9 | — | — | — | — | — |

* Сумма содержания азота и кислорода в ОБ.

ментному составу органическое вещество (ОВ) сланцев всех трех сланценосных районов характеризуется повышенным содержанием гетероэлементов и в первую очередь ОВ сланцев Сысольского района.

Основным продуктом низкотемпературной деструкции горючих сланцев является смола. Выход ее при лабораторном полукоксовании сланцев изменяется от 5 до 25%. Фракционной разгонкой сланцевых смол можно получить до 29% бензинового дистиллята (табл. 10). Основная масса смол полукоксования выкипает до 350°C. Основным химическим компонентом смол являются нейтральные масла (до 95%), представленные в основном парафиновыми и ароматическими углеводородами. Нейтральные масла смол полукоксования сланцев Яренгского района более ароматичны: содержание ароматических углеводородов в них составляет 58%, в маслах сланцев Сысольского района 70% приходится на долю парафиновых углеводородов. Повышенное содержание кислорода в ОВ сланцев Сысольского и Яренгского районов сказалось на содержании в их смолах карбоновых кислот и фенолов. Кроме того, смолы полукоксования всех исследованных горючих сланцев характеризуются высоким содержанием (до 14%) асфальтенов — высокомолекулярных гетероциклических соединений.

При любом способе термической переработки горючих сланцев в большом количестве (до 90%) будет получаться твердый зольный остаток (полукокс). У менее зольных горючих сланцев наиболее высокое содержание серы в полукоксах: содержание серы в полукоксе сланцев Ижемского района достигает 3,5%, несколько ниже оно в полукоксах сланцев Сысольского и Яренгского районов (до 2,5%). В золах сжигания горючих сланцев, преобладающими компонентами являются SiO_2 и CaO (табл. 11). Сланцы Сысольского района характеризуются значительным содержанием в золе SiO_2 , а Ижемского — CaO . Зола сернистых горючих сланцев содержит большое количество SO_3 , поскольку при сжигании сланца часть серы переходит в золу в виде сульфатов. Особенно интересен макро- и микроэлементный состав золы сжигания горючих сланцев. В Институте геологии Коми научного центра УрО АН СССР полуколичественным спектральным анализом (аналитик К. А. Чупрова) обнаружены в зольных остатках горючих сланцев высокие содержания никеля, ванадия, молибдена, меди, марганца, бария, цинка (табл. 12). Содержание отдельных рассеянных металлов в золах свидетельствует о необходимости проведения исследований по их концентрированию и выделению.

Выход газов полукоксования горючих сланцев обратной зависимостью связан с зольностью сланца (табл. 13). В большинстве своем газы обладают низкой плотностью и высокой теплотой сгорания, что обусловлено преобладанием в них метана и водорода. Вследствие сернистости исходных сланцев в газе от-

Характеристика смол лабораторного полукоксования горючих сланцев

| Сланцевосный район, проба, пласт | Теплота сгорания, — МДж/кг — Ккал/кг | Молеку- лярная масса | Сера общая, % | Фракционный состав, % до | | Групповой химический состав, % | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------|--------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|
| | | | | 200°C | 350°C | Фенолы | Карбо- новые кислоты | Азотные основания | Асфаль- тены | Ней- траль- ные |
| Ижемский | | | | | | | | | | |
| Обн. 200, пл. I | 38,7/9260 | 209 | 3,7 | 14,4 | 76,2 | 1,1 | 1,0 | 1,7 | 2,1 | 91,7 |
| Обн. 523, пл. II | 37,6/9000 | 138 | 7,8 | 22,7 | 86,5 | 3,7 | 0,1 | 0,2 | 1,0 | 91,8 |
| —, — пл. III | 39,4/9420 | 192 | 5,7 | 20,0 | 81,6 | 2,5 | 0,1 | 0,7 | 1,6 | 92,5 |
| —, — пл. IV | 38,4/9185 | 195 | 4,9 | 26,5 | 82,7 | 2,4 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 95,2 |
| Сысольский | | | | | | | | | | |
| Шурф 18, пл. I-в | 37,7/9000 | 217 | 6,9 | 27,8 | 85,0 | 3,4 | 2,4 | 1,5 | 6,6 | 83,6 |
| Шурф 28, пл. I-в | 38,9/9300 | 283 | 5,8 | 12,0 | 39,0 | 4,3 | — | — | — | — |
| Яренгский | | | | | | | | | | |
| пр. 5001, пл. I-в | 37,1/8850 | 203 | 5,3 | 24,1 | 90,4 | 0,4 | 2,7 | 2,5 | 13,5 | 76,8 |
| пр. 365/1, пл. II | 36,5/8720 | 201 | 7,9 | 28,6 | 90,7 | 10,8 | 0,4 | 0,8 | 6,8 | 78,4 |
| пр. 8702, пл. I-в+I-н | 37,4/8920 | 142 | 6,0 | 23,7 | 79,8 | 1,5 | 0,4 | 1,9 | 10,2 | 80,4 |

Химический состав золы сжигания горючих сланцев, %

| Сланцевосный район, проба, пласт | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | Кремне- земный модуль, п | Глино- земный модуль, р |
|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Ижемский | | | | | | | | | | | |
| Обн. 200, пл. I | 38,1 | 7,0 | 5,4 | 40,5 | 2,8 | 3,7 | 0,3 | 1,8 | 0,4 | 3,1 | 1,3 |
| Обн. 523, пл. II | 33,5 | 9,3 | 8,9 | 37,3 | 2,5 | 9,4 | 0,2 | 0,8 | 0,4 | 1,8 | 1,0 |
| —, — пл. III | 38,9 | 12,0 | 5,7 | 35,8 | 1,4 | 4,7 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 2,2 | 2,1 |
| —, — пл. IV | 34,5 | 8,7 | 10,8 | 28,8 | 1,4 | 13,3 | 0,4 | 1,7 | 0,4 | 1,8 | 0,8 |
| Сысольский | | | | | | | | | | | |
| Шурф 18, пл. I-в | 57,0 | 18,0 | 9,7 | 2,8 | 1,9 | 2,2 | | Σ5,2 | 1,1 | 2,0 | 1,8 |
| Шурф 28, пл. I-в | 46,1 | 13,3 | 7,5 | 17,5 | 2,6 | 7,3 | 0,4 | 4,0 | — | 2,2 | 1,8 |
| Яренгский | | | | | | | | | | | |
| пр. 5001, пл. I-в | 44,6 | 13,8 | 5,5 | 22,2 | 1,2 | 5,9 | | Σ6,1 | 0,7 | 2,3 | 2,5 |
| пр. 365/1, пл. II | 39,1 | 11,5 | 5,8 | 22,8 | 1,3 | 14,3 | | Σ4,5 | 0,7 | 2,3 | 2,0 |
| пр. 8702, пл. I-в+I-п | 35,5 | 10,3 | 4,5 | 27,4 | 1,4 | 7,6 | | Σ12,9 | 0,4 | 2,4 | 2,3 |
| Шурф 362, пл. II | 39,6 | 10,8 | 7,0 | 21,7 | 2,1 | 9,5 | 0,1 | 1,6 | — | 2,2 | 1,5 |

Содержание элементов в золе горючих сланцев ($n \cdot 10^{-3}\%$)

| Сланцевосный район, проба, пласт | Ni | Co | Ba | V | Cr | Mo | Cu | Pb | Ag, г/г | As | Zn | Be | Sr | Zr | Cd | P, (P ₂ O ₅) | Mn | Nb | |
|-------------------------------------|----|----|-----|-----|----|----|----|-----|------------|----|-----|-----|-----|----|-----|----------------------------------------|-----|-----|--|
| Ижемский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обн. 200, пл. I | 5 | 1 | 300 | 20 | 5 | 10 | 3 | 1 | 0,1 | — | 30 | 0,1 | 30 | 5 | 0,5 | 100 | 50 | — | |
| Обн. 523, пл. II | 10 | 2 | 50 | 55 | 5 | 30 | 5 | 0,8 | 0,15 | 2 | 30 | 0,1 | 50 | 15 | 1 | 200 | 100 | 0,2 | |
| —, — пл. III | 10 | 1 | 20 | 40 | 10 | 10 | 10 | 2 | 0,2 | 2 | 50 | — | 20 | 10 | 1 | 100 | 70 | — | |
| —, — пл. IV | 20 | 2 | 20 | 70 | 10 | 30 | 10 | 1 | 0,1 | 2 | 40 | 0,1 | 20 | 10 | 1 | 200 | 70 | 0,1 | |
| Сысольский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Шурф 18, пл. I-в | 30 | 10 | 200 | 100 | 25 | 10 | 30 | 3 | 0,5 | 7 | 100 | 0,2 | 10 | 15 | 1,5 | 450 | 25 | 0,2 | |
| Шурф 28, пл. I-в | 34 | 2 | 70 | 35 | 20 | 19 | 25 | 3 | — | — | 27 | 0,2 | 30 | 10 | — | 0,п | 20 | — | |
| Яренский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| пр. 5001, пл. I-в | 40 | 10 | 100 | 100 | 17 | 10 | 25 | 3 | 0,4 | 5 | 100 | 0,1 | 60 | 15 | 1,5 | 300 | 35 | 0,3 | |
| пр. 365/1, пл. II | 40 | 10 | 150 | 100 | 10 | 10 | 30 | 3 | 0,5 | 7 | 150 | 0,1 | 50 | 15 | 2 | 500 | 50 | 0,3 | |
| пр. 8702, пл. I-в+I-п | 20 | 5 | 150 | 30 | 10 | 5 | 10 | 1 | 0,2 | 3 | 15 | — | 100 | 15 | 1 | 100 | 30 | — | |

Выход и состав газов полукоксования горючих сланцев

| Сланцевый район, проба, пласт | Выход, м ³ /т | Теплота сгорания, Q _s ^d | | Азот | Углекис- лый газ | Серово- дород | Водо- род | Метан СН ₄ | Алканы C ₂ -C ₅ | Алкены C ₂ -C ₄ | н-алканы изопреноиды |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|---------|------|---------------------|------------------|--------------|--------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|
| | | МДж/кг | Ккал/кг | | | | | | | | |
| Ижемский | | | | | | | | | | | |
| Обн. 200, пл. I | 14,8 | 23,3 | 5570 | 8,0 | 27,7 | 5,7 | 18,4 | 23,7 | 32,8 | 2,1 | 42,6 |
| Обн. 523, пл. II | 63,2 | 29,5 | 7044 | 1,4 | 23,1 | 5,4 | 17,5 | 32,8 | 44,6 | 2,6 | 66,4 |
| —, — пл. III | 28,0 | 26,5 | 6350 | 12,8 | 20,3 | 5,7 | 14,6 | 27,0 | 38,6 | 2,6 | 50,5 |
| —, — пл. IV | 55,0 | 24,8 | 5920 | 14,1 | 19,8 | 6,5 | 17,6 | 23,9 | 34,0 | 2,5 | 44,6 |
| Сысольский | | | | | | | | | | | |
| Шурф 18, пл. I-в | 24,4 | 24,1 | 5447 | 8,4 | 9,2 | 20,5 | 32,5 | 13,5 | 19,7 | 1,6 | 31,7 |
| Шурф 28, пл. I-в | 55,0 | 22,6 | 5405 | 3,8 | Σ26,9 | | 29,6 | 19,7 | 30,7 | 3,2 | 23,2 |
| Яренгский | | | | | | | | | | | |
| пр. 5001, пл. I-в | 34,5 | 27,7 | 6612 | 10,3 | 9,4 | 11,2 | 37,2 | 14,2 | 21,9 | 1,9 | 28,8 |
| пр. 365/1, пл. II | 50,4 | 29,8 | 7110 | 10,2 | 6,6 | 12,5 | 34,7 | 16,9 | 27,0 | 2,1 | 35,5 |
| пр. 8702, пл. I-в+I-п | 15,6 | 26,7 | 6374 | 9,6 | 10,1 | 14,6 | 40,5 | 11,5 | 18,3 | 2,0 | 24,4 |
| Шурф 362, пл. II | 77,5 | 26,3 | 6280 | — | 26,8 | 17,5 | 16,0 | 18,4 | 9,0 | 5,6 | 9,8 |

мечается высокое содержание сероводорода и невысокое — непредельных углеводов. Применение газов полукоксования горючих сланцев для бытовых и промышленных целей предусматривает обязательную предварительную очистку их от сернистых соединений. Общим для исследованных горючих сланцев является отсутствие или незначительное содержание в газах полукоксования тяжелых (C_4 и выше) углеводов [36, 37]. Повышенное содержание углекислого газа в газах полукоксования горючих сланцев Ижемского района связано с их повышенной карбонатностью. Последующее выделение углекислоты приведет к увеличению доли горючих компонентов и возрастанию ценности газа в качестве сырья для дальнейшей переработки. Это тем более перспективно, что газы полукоксования горючих сланцев Ижемского района довольно высококалорийны при сравнительно небольшом содержании в них сероводорода. И наоборот, газы полукоксования горючих сланцев Сысольского и Яренгского районов могут представлять интерес как источник сероводорода для производства серной кислоты.

С целью изучения ОВ из горючих сланцев выделяли битумоиды последовательной экстракцией хлороформом и спиртобензольной смесью [45]. Суммарный выход битумоидов для сысольского, ижемского и яренгского сланцев составил соответственно 2,1; 2,5 и 2,7% на ОВ [7, 54, 57]. Анализ состава экстрактов хроматографическими методами с привлечением ИК-спектроскопии показал, что главными структурными элементами битумоидов являются n -углеводородные цепи с преобладанием «нечетных» гомологов. Отмечается высокая концентрация изопреноидных углеводов до C_{20} . Причем содержание фитана выше, чем пристана. Среди структур ароматических углеводов преобладают конденсированные. Для битумоидов яренгского сланца характерно высокое содержание кислотных соединений [54]. В составе битумоидов сысольского сланца много алифатических структур [7], о чем свидетельствует и более высокое атомное отношение H/C , равное 1,6. В составе жирных кислот преобладают «четные» гомологи с максимумами C_9 , C_{11} (для сысольского сланца), C_{10} , C_{16} (для яренгского) и C_8 (для ижемского). Нейтральные гетеросоединения представлены метил- и алкилкетонами, симметричными n -алканонами, диалкил- и ароматическими сульфидами. Фенолы имеют типичный для сланцев состав: алкилфенолы, крезолы, ксиленолы, нафтолы, что не вызывает затруднений в использовании их в органическом синтезе.

О сложности строения органического вещества горючих сланцев свидетельствует недостаточная четкость некоторых областей поглощения исследованных битумоидов (рис. 21). Интенсивные полосы поглощения в области $3\ 000—2\ 800\text{ см}^{-1}$ характерны для алифатических структур. О присутствии в битумоидах гидроксильных групп сложных гидроксилсодержащих соединений свидетельствует широкая полоса поглощения в области $3\ 600—$

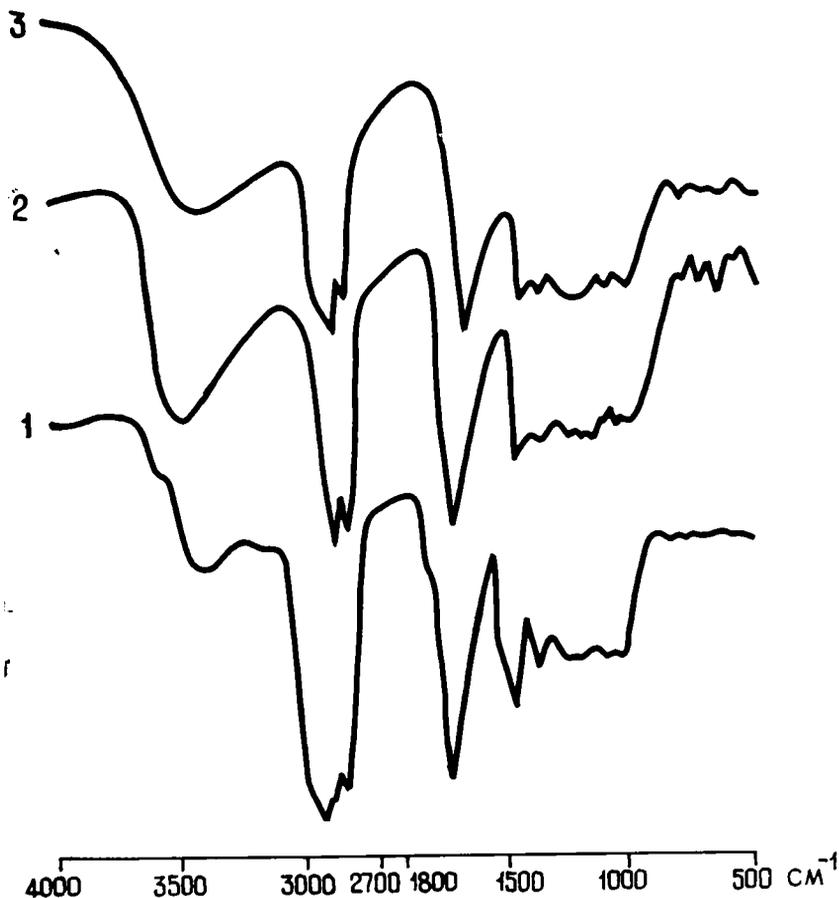


Рис. 21. ИК-спектры битуменов горючих сланцев Коми АССР. 1—3 — сланцевые районы: 1 — Ижемский, 2 — Сысольский, 3 — Яренгский.

3200 см^{-1} . Четкие пики в области 1720 см^{-1} принадлежат карбонильной группе. Общим для исследованных проб сланцев является существенная преобразованность их ОВ в результате интенсивной бактериальной деятельности [8, 54, 57].

По классификации И. М. Озерова [17] исследованные пробы горючих сланцев относятся к малокарбонатной сернистой технологической группе. Наибольшим выходом жидких продуктов низкотемпературной деструкции обладают горючие сланцы Яренгского сланцевого района. Они более калорийны, их минеральная часть более карбонатна. Сланцы Ижемского района характеризуются несколько меньшей зольностью и большей калорийностью по сравнению со сланцами Сысольского района. Органическое вещество их содержит меньше гетероатомов. По

**Сравнительная характеристика технологических свойств
горючих сланцев месторождений СССР**

| Месторождение | Влажность, % | Зольность, % | Углекислота минераль- ная, % | Сера общая, % | Теплота сгорания, Ккал/кг МДж/кг | Полукоксувание по Фишеру, % | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------|----------------|
| | | | | | | Смола | Пироген- ная вода | Полу- кокс | Газ+ потери |
| Эстонское | 10,0 | 47,0 | 18,0 | 1,5 | 3150/13,2 | 25,5 | 2,9 | 63,8 | 7,8 |
| Ленинградское | 10,0 | 48,7 | 17,0 | 1,6 | 3100/13,0 | 22,0 | 1,9 | 70,5 | 5,6 |
| Кашпирское | 20,0 | 58,9 | 12,1 | 5,3 | 2500/10,5 | 12,9 | 2,0 | 78,7 | 6,4 |
| Сысольское | 5,1 | 66,4 | 5,7 | 3,0 | 1970/8,2 | 10,9 | 6,5 | 81,4 | 1,1 |
| Ижемское | 5,5 | 60,3 | 8,2 | 1,1 | 2738/11,5 | 13,8 | 6,4 | 76,1 | 3,7 |
| Яренгское | 4,9 | 45,6 | 12,4 | 2,9 | 3070/12,5 | 13,8 | 6,0 | 71,8 | 8,4 |

выходу смолы, по содержанию серы и химическому составу смол горючие сланцы относятся к сапропелево-гумусовому генетическому типу. По химическому составу минеральной части — к смешанному типу, что скажется на пригодности минерального остатка переработки сланцев либо в сельском хозяйстве, либо в производстве строительных материалов.

По технологическому качеству горючие сланцы Коми АССР не уступают сланцам Поволжья, перерабатываемым в настоящее время, и являются перспективными для промышленного освоения (табл. 14).

Сравнительная характеристика девонских и юрских горючих сланцев

На территории Советского Союза имеются огромные (более 600 млрд. т) ресурсы горючих сланцев девонского возраста [30]. В Коми АССР сланценосной является доманиковая свита франского яруса на р. Ухта, Лыя-Июль, Чуть и других. Вследствие сложных горногеологических условий их шахтной разработки, крайне изменчивой мощности пластов и качества сланцев, в настоящее время они промышленного интереса не представляют. Данных о составе и свойствах девонских горючих сланцев мало [9, 56, 57]. Сравнительная характеристика юрских (р. Айюва) и девонских сланцев Ижемского сланценосного района показывает большую зольность, более низкое содержание органической составляющей, серы девонских сланцев (табл. 15). Явно выраженная прямая зависимость между двумя последними показателями свидетельствует об органическом происхождении сернистых соединений как юрских, так и девонских горючих сланцев Коми АССР. Последние значительно более битуминозны. Суммарный выход битумоидов из них в 2,5 раза выше, чем из юрских, и составляет 2,35% на сухой сланец. Значительную часть битумоидов обоих сланцев составляют нейтральные высо-

Таблица 15

Характеристика горючих сланцев Ижемского сланценосного района

| Показатели | Юрские (р. Айюва) | | | Девонские | |
|--------------------------------|-------------------|------|------|-------------------|-------------|
| | 115] | 157] | 147] | р. Доманк 157] | р. Чуть 19] |
| Зольность, % | 51,6 | 48,1 | 44,9 | 76,4 | 61,8 |
| Углекислота минеральная, % | 14,1 | 11,9 | 12,0 | 13,0 | 18,9 |
| Условная органическая масса, % | 34,3 | 40,0 | 43,1 | 10,6 | 20,5 |
| Сера общая, % | 4,1 | 5,1 | 5,2 | 0,4 | 2,1 |
| Выход смолы, % на сухой сланец | 11,8 | 14,7 | 17,8 | 4,3 | 9,0 |

комолекулярные гетероатомные соединения. В смоле полукоксования дебитумированного девонского сланца, как и в битумоидах, больше конденсированных ароматических углеводородов, высокомолекулярных кислородсодержащих соединений, но меньше сероорганических компонентов. В битумоидах и смолах полукоксования юрского сланца выше суммарное содержание гетероатомов [57]. Особенностью смол полукоксования горючих сланцев является преобладание в составе алифатических углеводородов *n*-алканов с нечетным числом атомов углерода в молекуле, что, по-видимому, указывает на относительно хорошую сохранность в керогене обоих сланцев особенностей исходного биологического материала [56]. В составе углеводородов битумоидов и смол полукоксования обнаружены изопреноиды состава C_{13} — C_{20} . Наиболее значительно они представлены в керогене девонского сланца. К. Э. Уров и А. И. Листрем в своей работе [57] объясняют столь необычный углеводородный состав исследованных сланцев эпигенетической природой его битумоида.

НАПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Основными направлениями использования горючих сланцев в настоящее время являются энергетическое, энерготехнологическое и энергоклинкерное. Разработаны три основных проекта переработки сланцев: полукоксование для получения жидкого топлива и химического сырья, газификация для получения энергетического газа и синтез-газа, прямое сжигание для выработки электроэнергии.

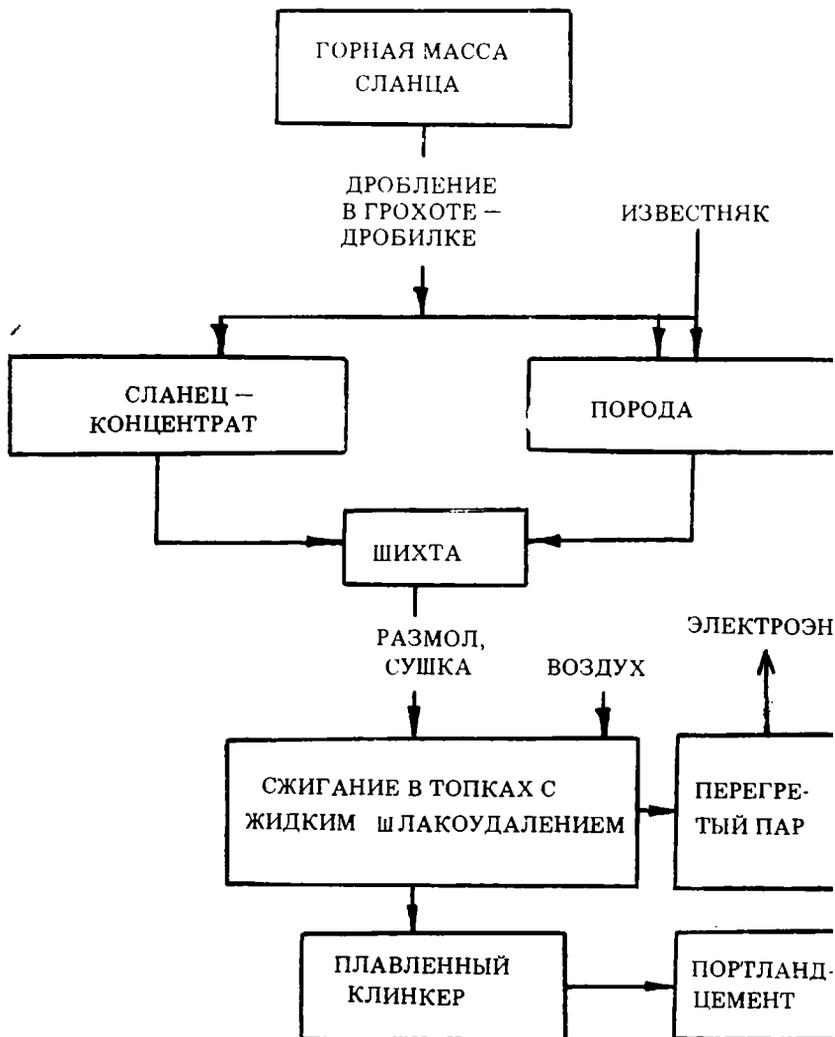
Низкотемпературная переработка (450—580°C) позволяет превратить в смолу и газ до 90% органического вещества топлива в зависимости от природы сланцев, получить высококачественные жидкие и газообразные полупродукты и продукты. Метод комплексной энерготехнологической переработки твердого топлива основан на высокотемпературной тепловой переработке и использовании всех отходов процесса. Основными продуктами являются различные виды энергетического, металлургического топлива, а также сырья для химической промышленности. При энерготехнологической переработке многозольных и сернистых топлив выброс золы и серы заметно снижается по сравнению с их прямым сжиганием. Для промышленной переработки кускового горючего сланца на смолу в настоящее время существует практически единственный промышленный агрегат — сланцевый генератор, разработанный НИИсланцев, ПО Сланцехим, Ленгипронефтехимом. Агрегат по конструкции надежен, имеет автоматическое управление процессом, высокопроизводителен. Создаются генераторы с производительностью 3 000 т сланца в сутки [50]. Для мелкозернистого сырья ЭНИНом им. Г. М. Кржижановского разработана технология переработки на установке с твердым теплоносителем (УТТ) [19]. Теплоносителем служит собственная зола, а ее нагрев до 800—900°C осуществляется дымовыми газами сжигания полукокса сланца. В результате получают с высоким (до 20%) выходом смолы и богатый непредельными углеводородами газ. Недостатком обоих процессов является то, что и зольный и коксовый остатки токсичны и в промышленности не используются. Кроме того, смола УТТ содержит много минеральных примесей из-за их тонкодис-

перности трудноотделяемых. Меньшее загрязнение смолы механическими примесями обеспечивается использованием в качестве теплоносителя керамических шаров (схема ТОСКО в США) [44].

НИИсланцев предложен другой процесс переработки мелкозернистого горючего сланца — полукоксование в кипящем слое [53]. На непрерывно действующей пилотной установке пропускной способностью до 100 кг/сут в качестве теплоносителя использовались продукты сжигания сланцевого камерного газа с температурой 750—800°C. Смола по выходу и свойствам близка к генераторной. Для промышленного осуществления процесса рекомендуется использовать сланец класса 1—5 мм совместно с полукоксом из реакторов с кипящим слоем. Путем газификации на парокислородном дутье в газогенераторах с жидким шлакоудалением получают высококачественный газ. Агрегаты этого типа уже хорошо зарекомендовали себя за рубежом для газификации практически всех видов твердого топлива. Обязательным условием устойчивой работы аппаратов с кипящим слоем является использование достаточно однородных по размерам частиц. На ТЭЦ Ахтме в Эстонии планируется освоение сланцевой топки с кипящим слоем под котлом с производительностью пара 90 т/час (расход сланца около 750 т/сут) [1].

Оценка перспективы использования горючих сланцев Коми АССР для энергетических целей показала принципиальную возможность снабжения топливом КЭС на юге республики [24]. Окончательный вывод об экономической целесообразности прямого сжигания горючих сланцев республики можно сделать лишь после проведения всего необходимого объема геологоразведочных работ, точного определения экономических показателей добычи сланцев на перспективных месторождениях, глубокого и детального изучения качества и свойств сланцев. Однако целесообразнее горючие сланцы рассматривать как комплексное энерготехнологическое сырье [26]. Полное использование органической и минеральной части сланцев, а также вмещающих пород возможно только на основе безотходной технологии. В этом случае решается и такая острая проблема, тормозящая вовлечение в переработку этого вида топлива, как охрана окружающей среды: воздушного бассейна и земельных угодий. В этом отношении несомненный интерес представляет разработанный ЭНИНом им. Г. М. Кржижановского и Гипроцементом метод энергоклинкерного использования сланцев (табл. 16). Он предусматривает их сжигание в топках с жидким шлакоудалением для производства электроэнергии и портландцементного клинкера [11, 55]. Жидкое шлакоудаление позволяет значительно интенсифицировать процессы сжигания сланца и получения цементной смеси, обеспечить довольно полное использование минерального остатка. При разработке технологии энергоклинкерного сжигания горючих сланцев республики необходимо учиты-

СХЕМА КОМПЛЕКСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ И ПЛАВЛЕННОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА



вать их технологические показатели качества, потребности региона в получаемых продуктах и социально-экологические факторы.

Для оценки пригодности горючих сланцев к промышленному использованию были отобраны технологические пробы сланцев на Поингской площади Сысольского (шурф 28) и на Чим-Лоп-

Понгской площади Яренгского (шурф 362) сланценосных районов. По основным физико-химическим характеристикам пробы сланцев являются представительными для данных районов (см. табл. 9).

Технологические испытания горючих сланцев Сысольского района

Для изучения термической стабильности сланца и влияния кислорода воздуха на его термическую деструкцию применяли метод термического анализа [10, 31]. В атмосфере азота снимали дериватограммы в интервале температур 20—900°C при скорости нагрева 5 град/мин. В воздушной среде — со скоростью 5 и 10 град/мин. Анализ кривых дифференциально-термического анализа (ДТА) и дифференциально-термогравиметрических кривых на дериватограмме, снятой в инертной среде, показывает стадийность термической деструкции сланца (рис. 22). На стадии предварительного нагрева пробы удаление воды характеризуется эндотермическим эффектом на кривой ДТА с максимумом при 125°C. Неопределенность верхней температурной границы эндопика объясняется начавшимся переходом керогена в пластическое состояние, что подтверждается незначительной потерей массы в интервале 190—220°C (кривая ТГ). Небольшой эндозффект на кривой ДТА при 240°C, вероятно, связан с разложением лабильных кислородных соединений. С 270 до 540°C происходит интенсивная деструкция органической массы сланца (кривые ДТА, ДТГ, ТГ). В этот период образуется основная масса газообразных и жидких продуктов полукоксования сланца. Максимальная скорость потери массы сланца

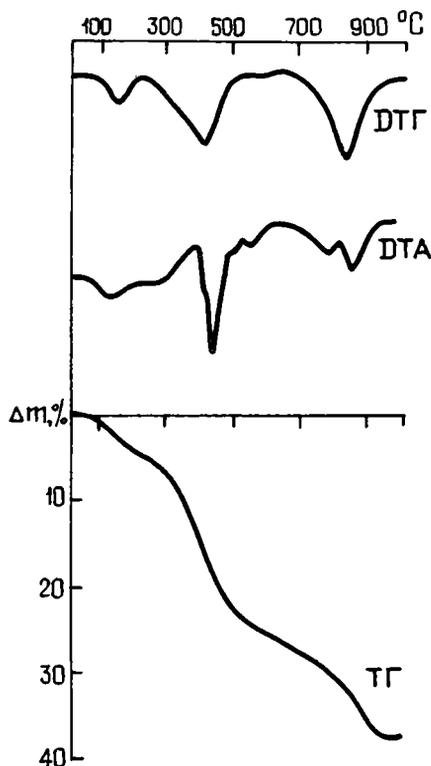


Рис. 22. Дериватограмма горючего сланца Понгской площади в инертной среде.

при 270°C. Максимальная скорость потери массы сланца

ца наблюдается при 410°C (кривая ДТГ), ей соответствует эндозффект на кривой ДТА с максимумом при 440°C. Постепенное разложение органического вещества сланца продолжается до 700°C. На кривой ДТА на этой стадии наблюдаются два (слабой интенсивности) эндотермических эффекта при 505 и 555°C. Они могут быть объяснены деструкцией органоминерального комплекса горючего сланца, разложением органических высокомолекулярных соединений [10], идущими, как правило, с образованием небольшого количества летучих продуктов (кривая ТГ). Выше 555°C происходят процессы дококсовывания твердого остатка сланца. Скорость потери массы сланца в этом интервале температур изменяется незначительно (кривая ДТГ) вплоть до начала разложения карбонатов (780°C). Небольшое увеличение скорости потери массы при 580°C, вероятно, объясняется выделением конституционной воды глинистых минералов. Ярко выраженные пики на кривых ДТГ и ДТА с максимумом при 820°C соответствуют разложению карбонатов с соответствующей потерей массы. Суммарная же потеря массы сланца составила всего 37,3% вследствие преимущественно силикатной природы минерального вещества сланца [6, 34]. Количественным рентгенодифрактометрическим исследованием минерального вещества сланца установлено преобладание глинистых минералов (75,1%), основная масса которых представлена гидрослюдой и монтмориллонитом. Сланец содержит также значительное количество пирита (3,8%) [6].

За период полукоксования разложению подверглось 60,0% органического вещества сланца. Основные потери массы (17,2%) приходятся на интервал температур 270—500°C и обусловлены выделением летучих продуктов из органического вещества. Верхняя температурная граница интенсивного разложения ОВ сланца (480°C) находится ниже температуры конца нагрева (520°C), установленной ГОСТом, что говорит о полноте разложения органического вещества при полукоксовании в стандартных условиях. Пониженная термическая устойчивость ОВ может быть обусловлена высоким содержанием алифатических структур. Этим объясняется и легкая окисляемость сланца, установленная термическим анализом в атмосфере воздуха [34]: монотонный подъем кривой ДТА до 300°C после удаления воды, некоторое увеличение массы сланца в интервале температур 200—260°C (кривые ДТГ и ТГ) (рис. 23). На дериватограммах, снятых при скорости нагрева 5 и 10 град/мин, наблюдается сдвиг верхней границы интервала интенсивной термоокислительной деструкции до 280 и 325°C соответственно. Максимумы второй стадии термоокислительной деструкции, связанной с выгоранием менее реакционноспособного твердого остатка, наблюдаются при 380°C (5 град/мин) и 475°C (10 град/мин). Наибольшая интенсивность термоокислительной деструкции сланца приходится на температурный интервал от 200 до 400°C при скорости 5

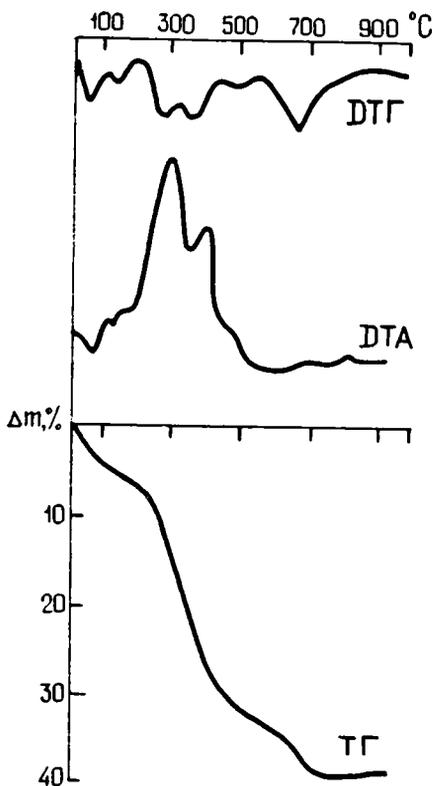


Рис. 23. Дериватограмма горящего сланца Поингской площади в воздушной среде.

нию с исходным (3,0%) подтверждает преобладание органической серы в сланце. При кислотном обогащении не удаляется и пирит [6]. Полукоксование обогащенного сланца в стандартных лабораторных условиях позволило получить смолу с выходом 19,1% на сухой сланец и 25,4% на ОВ. Выход твердого остатка составил 52,4%, резко возрос выход пирогенетической воды с 6,5 до 14,0% и газа — с 1,1 до 14,5%. В газе полукоксования сланца повысилось содержание тяжелых углеводородов, в первую очередь алканов, что свидетельствует о менее глубоком пиролизе летучих продуктов обогащенного сланца по сравнению с исходным [37, 51]. Полученные данные, а также результаты обогащения сланца Сысольского района в Институте обогащения твердых горючих ископаемых АН СССР (г. Люберцы) свидетельствуют о трудной обогатимости сланца, что является следствием прочной связи ОВ с минеральной частью сланца, представленной главным образом глинистым веществом. Про-

град/мин и от 200 до 500°C при скорости нагрева 10 град/мин. Общая потеря массы сланца при 900°C составила 38,6 и 36,4% соответственно. Относительная термостабильность сланца и невысокий выход смолы от ОВ (42%) объясняются сапропелево-гумусовым генетическим типом ОВ, карбонатно-глинистым составом минеральной части сланца.

Для повышения выхода смолы полукоксования проводили предварительное лабораторное химическое обогащение последовательным разложением карбонатной составляющей сланца соляной кислотой, силикатов — смесью концентрированных плавиковой и соляной кислот [6, 37]. Выход керогена достигал 73%. Обогащенный сланец обладал влажностью — 6,8%, зольностью — 24,3%; содержание серы — 6,1%. Повышенное содержание серы в обогащенном сланце по сравне-

Результаты переработки горючих сланцев

| Показатели | Яренский район | Сысольский район | |
|--------------------------------------------|----------------|------------------|-------|
| | Генератор | Генератор | УТТ |
| Характеристика сланца: | | | |
| Влажность рабочая, % | 18,5 | 12,4 | 8,4 |
| Зольность, % | 51,8 | 66,2 | 70,1 |
| Углекислота карбонатная, % | 8,5 | 7,7 | 7,8 |
| Содержание серы, % | 4,2 | 3,4 | 3,6 |
| Условная органическая масса, % | 39,7 | 26,1 | 22,1 |
| Теплота сгорания, Ккал/кг | 3030 | 2000 | 1554 |
| МДж/кг | 12,7 | 8,37 | 6,49 |
| Пропускная способность агрегата, кг/сут | 713 | 720 | 360 |
| Продукты переработки: | | | |
| Выход смолы, %: на сланец | 7,9 | 7,6 | 5,5 |
| на ОВ | 19,9 | 29,0 | 24,94 |
| Теплота сгорания смолы, Ккал/кг | 9240 | 9380 | 9070 |
| МДж/кг | 38,70 | 39,27 | 37,94 |
| Влажность смолы, % | 40 | 40 | 9,2 |
| Удельный выход газа, м ³ /т | 845 | 690 | 52,1 |
| Теплота сгорания газа: Ккал/м ³ | 580 | 360 | 7908 |
| МДж/м ³ | 2,43 | 1,49 | 33,05 |
| Выход сухой золы, кг/т | 494 | 720 | 852 |
| Теплота сгорания твердого остатка, Ккал/кг | 750 | 240 | — |
| МДж/кг | 3,14 | 1,00 | — |
| Химический КПД переработки | 44,6 | 49,4 | 65,8 |

водимое предварительное обогащение более карбонатных эстонских сланцев вполне оправдано. Для сланцев Сысольского района была бы более экономически оправданной и целесообразной переработка всей горной массы сланца [26, 46].

В 1983 г. Институтом НИИсланцев технологическая проба сланца класса 10—50 мм и влажностью 12,4% без какой-либо дополнительной подготовки была успешно переработана на пилотном генераторе ПО «Сланцехим» (г. Кохтла-Ярве). Полупромышленные испытания на установке с твердым теплоносителем (УТТ) СХЗ «Кивныли», проведенные Энергетическим институтом им. Г. М. Кржижановского в 1985 г., показали пригодность УТТ для термической переработки мелочи сысольского горючего сланца.

В результате переработки сланца были получены смола, газ полукоксования и твердый остаток. Химический КПД процессов составил для генератора и УТТ соответственно 49,4 и 65,8%

(табл. 17). В изучении состава, свойств и возможных направлений использования продуктов переработки сланца на генераторе принимали участие Институт химии АН ЭССР, отдел химии Коми научного центра УрО АН СССР, НИИИ строительства ЭССР, Саратовский политехнический институт, Белорусский дорожный научно-исследовательский институт и ряд других организаций.

Смолы, полученные на генераторе и УТТ, отличаются по плотности и фракционному составу. Генераторная смола тяжелее и содержит свыше 70% соединений, выкипающих при температуре выше 300°C. Смола УТТ имеет более низкую температуру начала кипения и характеризуется высоким содержанием (32%) бензиновой фракции (табл. 18). Генераторная смола более гетероатомна, главным образом за счет более значительного содержания кислородсодержащих соединений: нейтральных карбонилсодержащих соединений и кислот. В обеих смолах отмечено невысокое содержание суммарных фенолов. С повышением температуры выкипания генераторной смолы содержание гетероатомов понижается. Основными компонентами остаточной фракции смолы являются асфальтены и твердые парафины [37]. Отсутствие олефиновых углеводородов и повышенная цикличность соединений во фракции выше 300°C объясняются процессами низкотемпературной полимеризации и поликонденсации,

Таблица 18

Характеристика смол переработки горючих сланцев

| Показатели | Яренгский район | Сысольский район | |
|--------------------------------------|-----------------|------------------|-------|
| | Генератор | Генератор | УТТ |
| Плотность, кг/дм ³ | 1,038 | 1,017 | 1,005 |
| Зольность, % | 0,50 | 0,21 | 0,30 |
| Элементный состав, % | | | |
| С° | 78,5 | 79,9 | 82,3 |
| Н° | 8,6 | 9,5 | 9,0 |
| S° | 6,2 | 4,3 | 4,3 |
| N° | 0,7 | 0,9 | 1,2 |
| O° | 6,0 | 5,4 | 3,2 |
| Фракционный состав, об. %: | | | |
| Начало кипения, °С | 190 | 176 | 105 |
| Выкипает до 200°C | 3 | 2 | 32 |
| —, — 250°C | 19 | 17 | 46 |
| —, — 300°C | 41 | 33 | 64 |
| Групповой состав, %: | | | |
| Парафины+олефины | 4,4 | 7,2 | — |
| Ароматические углеводороды | 44,6 | 44,9 | — |
| Нейтральные гетероатомные соединения | 44,4 | 43,7 | — |
| Фенолы и карбоновые кислоты | 6,6 | 4,2 | — |
| Суммарные фенолы | — | 3,8 | 3,4 |

наиболее интенсивно протекающими в смоле в интервале температур 300—400°C. Все физико-химические превращения генераторной смолы полностью заканчиваются к 485°C с суммарной потерей массы 87,5% [35].

Обе смолы высокосернисты (4,3% серы). Сера в смоле связана в основном с ароматическими фрагментами органического вещества. Использование смолы с такой сернистостью в качестве топлива невозможно. Эти соединения необходимо предварительно удалить или снизить их содержание в смоле. Одной из возможностей получения сланцевых смол с пониженным содержанием серы является каталитическое гидрирование в лабораторном автоклаве. В Институте химии АН ЭССР была проведена термическая деструкция сырьевых сланцев в автоклаве при каталитическом гидрировании в среде бензола при 375°C, что позволило получить смолу с более низким содержанием серы (2,0 против 4,6% в исходной смоле) [20, 21]. Исследования состава смолы гидрогенизации показали более ароматизированный характер по сравнению со смолой лабораторного полукоксования.

Большие различия наблюдаются в выходе и составе газов полукоксования на генераторе и УТТ. Газ с меньшим удельным выходом, но значительно калорийнее получен на УТТ (табл. 17). В табл. 19 приведен состав безвоздушных газов полукоксования

Таблица 19

**Характеристика газов
переработки горючих сланцев**

| Показатели | Яренгский район | Сысольский район | |
|-------------------------------------------|-----------------|------------------|-------|
| | Генератор | Генератор | УТТ |
| Плотность газа, кг/м ³ | 1,231 | 1,243 | 1,266 |
| Состав газа, об. % | | | |
| H ₂ | 12,5 | 12,0 | 12,0 |
| CO | 20,4 | 17,1 | 12,9 |
| CO ₂ +H ₂ S | 58,8 | 66,4 | 31,3 |
| CH ₄ | 5,5 | 3,0 | 19,1 |
| C ₂ H ₆ | 0,7 | 0,4 | 6,6 |
| C ₂ H ₄ | 1,1 | 0,5 | 5,1 |
| C ₃ H ₈ | 0,2 | 0,1 | 1,9 |
| C ₃ H ₆ | 0,3 | 0,2 | 4,5 |
| i+n— C ₄ H ₁₀ | 0,1 | 0,04 | 0,5 |
| C ₄ H ₈ | 0,2 | — | 3,6 |
| i+n— C ₅ H ₁₂ | 0,04 | — | 0,6 |
| C ₅ H ₁₀ | 0,04 | — | 1,0 |
| C ₆ H ₁₄ | — | — | 0,2 |
| C ₆ H ₁₂ | — | — | 0,1 |
| Алканы/Алкены | 3,9 | 5,1 | 2,0 |
| Содержание сероводорода, г/м ³ | 12,7 | 7,8 | 133,4 |

на промышленных агрегатах. Генераторный газ содержит 72% азота, что, безусловно, и отразилось на теплоте сгорания газа. В составе газа полукоксования на УТТ отмечается повышенное содержание сероводорода. Перед использованием газа в качестве энергетического топлива, сероводород целесообразно выделить для самостоятельного использования. Содержание газового бензина в газе УТТ весьма незначительно. В газах преобладают предельные углеводороды n-строения: в генераторном — C_1-C_4 , в газе УТТ — C_1-C_6 . Отсутствие в генераторном газе углеводородов выше C_4 свидетельствует о более глубоком пиролизе летучих продуктов. В генераторном газе обнаружено повышенное количество углекислоты (табл. 19), что может быть объяснено не только разложением карбонатов, но и взаимодействием углерода с водяным паром [46]. Выделение этого компонента сделает газ более ценным для дальнейшей переработки, а саму углекислоту — сырьем для получения дополнительных продуктов.

Термическая переработка горючих сланцев приводит к образованию твердых отходов (полукоксов), в настоящее время практически нигде не используемых и идущих в отвалы. В зависимости от способа переработки образующиеся полукоксовые остатки одного и того же сланца отличаются по химическому составу (табл. 20). Полукокк высокотемпературного генераторного процесса характеризуется более высоким содержанием по-

Таблица 20

**Характеристика полукоксов
переработки горючих сланцев**

| Показатели | Яренгский район | | Сысольский район | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|------------------|------|
| | Генера:ор | Генератор | Генератор | УТТ |
| Зольность, % | 82,8 | 96,0 | | 95,7 |
| Углекислота карбонатная, % | 7,4 | 1,0 | | 2,4 |
| Сера общая, % | 2,9 | 1,9 | | 1,9 |
| Химический состав, % | | | | |
| SiO ₂ | 31,8 | 45,9 | | 59,4 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,8 | 6,7 | | 4,2 |
| Al ₂ O ₃ | 9,1 | 16,6 | | 5,0 |
| CaO | 29,6 | 16,0 | | 11,9 |
| MgO | 1,7 | 2,0 | | 2,5 |
| Na ₂ O | 0,5 | 0,3 | } | 11,3 |
| K ₂ O | 1,6 | 1,5 | | |
| SO ₃ | 7,5 | 4,3 | | |
| Модули: | | | | |
| п (кремнеземный) | 2,2 | 2,0 | | 6,2 |
| р (глиноземный) | 1,8 | 2,5 | | 1,2 |
| КН (коэффициент насыщения известью) | 0,14 | — | | 0,3 |

луторных оксидов, особенно оксида алюминия. В составе полукоса УТТ значительно больше кремнезема и щелочных оксидов.

По составу основных компонентов твердый остаток переработки сланца на генераторе следует отнести к смешанному типу. Исследования по использованию золы генераторного процесса переработки сысольского сланца в строительной индустрии показали возможность производства на ее основе аглопорита в смеси с углем. Ориентировочный состав шихты для получения аглопорита (мас. %): зола — 84, уголь — 16, возврат — 20 (сверх 100%). По прочностным показателям полученный аглопоритовый щебень соответствует требованиям ГОСТ 11991—83. Насыпная плотность аглопоритового песка фракции 0—5 мм составляет 775 кг/м³, что соответствует требованиям ГОСТ 9757—83, марке «800». Особенности химического состава золы сланца позволяют на ее основе получать шлакоциталлы, имеющие широкое применение в строительной промышленности для производства самых разнообразных изделий. Предварительная проработка экономической эффективности применения шлакоциталловых изделий в строительной промышленности Коми АССР при общей потребности сланцевой золы 40 тыс. т. (32 тыс. т изделий) осуществлена кафедрой «Строительные материалы» Саратовского политехнического института. Экономический эффект определен в 4,8 млрд. рублей. НИИ Строительства Госстроя ЭССР (г. Таллин) исследовал возможность использования сланцевой золы в качестве активной гидравлической добавки. Установлено, что она отвечает требованиям, предъявляемым к добавкам ГОСТ 6269—63. Прочность образцов на сжатие при добавке золы в портландцемент марки «400» в количестве 20—50% превышала его прочность и составила 62,8—67,4 МПа. При этом прочность возрастает лишь на 7,3% при увеличении добавки золы с 20 до 50%. Зола может быть использована и в качестве компонента для получения смешанных вяжущих, что позволит экономить вяжущие типа портландцемента и извести.

Технологические испытания горючих сланцев Яренского района

Для технологических испытаний взята крупнотоннажная проба горючих сланцев из шурфа 362 на Чим-Лоптюгской площади Яренского сланценосного района. По теплоте сгорания и содержанию ОВ проба близка к технологической пробе прибалтийского сланца (табл. 14), но отличается более высоким содержанием серы. Сера, как и в сланцах Сысольского района, представлена в основном органической разновидностью.

Особенности термического разложения сланца были изучены методом дериватографии [10, 31] в инертной и воздушной средах в интервале температур 20—900°C при скорости нагрева

5 град/мин. Установлено, что разложение протекало стадийно. Так, в инертной среде до 300°C происходило удаление воды и переход керогена в пластическое состояние. Потеря массы сланца в этот период составляла всего 3%. При 300°C начинала разлагаться органическая масса сланца с максимумом при 390°C. Верхняя температурная граница интенсивного разложения ОВ приходилась на 450°C. За период нагрева с 300° до 540°C разложилось 27% сланца или 62% ОВ. В этот период образовалась основная масса жидких и газообразных продуктов полукоксования. Максимальная скорость потери массы наблюдалась при 400°C. Процессы дококсовывания твердого остатка сланца происходили с незначительными потерями массы. Разложение ОВ полностью заканчивалось при t 665°C. Ярко выраженный максимум на кривой ДТА при t 752°C соответствует разложению карбонатной составляющей минерального вещества сланца. Основные потери массы (30%) приходились на интервал температур 250—550°C.

Термоокислительная деструкция сланца также двустадийна. На первой стадии (максимум при 320°C) происходит интенсивное окисление ОВ сланца и последующее разложение продуктов окисления с выделением летучих веществ. Этот период характеризуется наибольшей потерей массы сланца. Вторая стадия соответствует выгоранию обедненного водородом твердого остатка сланца. Интенсивность экзотермического эффекта второй стадии (максимум при 420°C) меньше, чем первой. Скорость потери массы в этот период наибольшая. Выход летучих веществ при нагреве сланца Яренгского района в инертной (52,5%) и воздушной (54%) средах выше, чем при нагреве сланцев Сысольского района. Это объясняется, по-видимому, различиями в структуре ОВ и составе минерального вещества сланцев. Они сказались и в лучшей обогатимости горючего сланца Яренгского района по сравнению с Сысольским. Обогащение сланцев проводил Институт обогащения твердых горючих ископаемых АН СССР в полупромышленных условиях Жилевской обогатительной фабрики.

При полукоксовании сланца Яренгского района во вращающейся реторте с высоким выходом на сухой сланец получены жидкие (25,7%) и газообразные (10,1%) продукты полукоксования. Следует отметить высокую калорийность газа полукоксования (25,0 МДж/кг, или 5 970 ккал/кг), обусловленную повышенным содержанием в нем метана (39,2 об. %) и водорода (26,0 об. %). Суммарное содержание кислых компонентов (углекислоты и сероводорода) составляет 16,0 об. %. Среди углеводов преобладают алкановые структуры. Смола с теплотой сгорания 31,7 МДж/кг содержит всего 1,1% суммарных фенолов, много (57%) гетероатомных соединений (в основном серосодержащих) и ароматических углеводов (30%) высокой степени конденсации.

В 1985 г. технологическая проба горючих сланцев Яренгского района была успешно переработана НИИСланцев (г. Кохтла-Ярве) на пилотном газогенераторе с целью получения смолы, газбензина и других продуктов (табл. 17). Химический КПД процесса составил 44,6%. Основной продукт переработки — смола получена с выходом 7,9% на сухой сланец. Очень низкий выход смолы от ОВ (19,9%), а также ее высокая плотность (1,038 кг/дм³) свидетельствуют о сапропелево-гумусовом типе ОВ сланца. Смола очень влажная (воды 40%), высокосернистая (серы до 6,2%), содержит много механических примесей (2,3%). Температура начала кипения смолы близка к 200°C. Поэтому выход бензиновых фракций очень невелик. Большая часть смолы (59%) выкипает при t° выше 300°C (табл. 18). В химическом составе смолы необходимо отметить незначительное количество неароматических углеводов и «кислых» компонентов (фенолов и карбоновых кислот). Смола сильно ароматизирована как за счет углеводов, так и за счет гетероатомных соединений. Сернистость смолы может быть понижена каталитическим гидрированием в автоклаве [20, 21].

Удельный выход генераторного газа высок и составляет 845 м³/т. Однако он имеет низкую теплоту сгорания (2,43 МДж/м³), что может быть объяснено высоким содержанием в нем азота (72,5 об. %) и углекислоты (14,1 об. %). В табл. 19 приведен состав безвоздушного газа. Основными компонентами являются водород, окислы углерода и метан. Получено 3,6 г/м³ газового бензина (C₅ и выше), что свидетельствует о менее глубоком пиролизе летучих продуктов переработки сланцев Яренгского района по сравнению с сысольскими. В генераторном газе обоих сланцев предельные углеводороды преобладают над олефиновыми. Низкая теплота сгорания газа и высокое содержание в нем сероводорода (12,7 г/м³) делают его непригодным для использования в качестве энергетического топлива.

В результате генераторного процесса переработки сланцев образуется твердый остаток с высокой теплотой сгорания (табл. 17). Значительно содержание в ней и углекислоты карбонатов (табл. 20). Из химических компонентов в золе преобладают SiO₂ (31,8) и CaO (29,6%). Свободной CaO всего 0,9%.

По химико-минералогическому составу золы генераторного процесса переработки сланцев Яренгского района НИИСтроительства Госстроя ЭССР (г. Таллин) отнес ее к классу среднекальциевых сульфатных. Установлена пригодность золы в качестве вяжущего компонента в условиях термовлажностной обработки при повышенном давлении. Однако по прочностным характеристикам пропаренных образцов она не соответствует требованиям, предъявляемым к активным минеральным добавкам (ОСТ 21-9-81). Образцы всех составов с применением золы сланцев Яренгского района имели значительно более низкие прочностные характеристики, чем при использовании золы слан-

цев Сысольского района. Так, предел прочности на сжатие в 28-суточном режиме составил лишь 22,6—36,1 МПа, а добавка кремнеземистого компонента привела к снижению прочности на сжатие до 14,1 МПа при минимальной добавке золы в 5%. Причина этому — более высокое содержание сульфатов (7,53%) в золе сланцев Яренгского района. Сырьевая смесь из 50% извести, 20% сланцевой золы и 30% тонкомолотого кварцевого песка является оптимальным составом для изготовления мелкозернистого автоклавного бетона с прочностью на сжатие до 22,2 МПа. Такой бетон может быть использован при малоэтажном строительстве.

Проведенные исследования технологической пробы горючих сланцев Яренгского района показали в целом их пригодность для промышленной переработки на пилотном газогенераторе. Однако на результаты испытаний оказали отрицательное влияние большая влажность сланца, его неоднородность и повышенное содержание мелочи в перерабатываемой пробе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На Всесоюзной научно-практической конференции «Развитие производительных сил Тимано-Печорского ТПК и задачи научно-технического прогресса» (Сыктывкар, 1986 г.) и региональном совещании «Геология и минеральные ресурсы южных районов Коми АССР» (Сыктывкар, 1987 г.) неоднократно высказывалась мысль, что необходимо сделать первые практические мероприятия с целью изучения возможности и рентабельности освоения горючих сланцев в регионе. Для этого было признано целесообразным продолжить работы в Сысольском, Яренгском сланценосных районах и приступить к геологическому изучению Ижемского района. Параллельно рекомендовано ускорить опытно-промышленные и химико-технологические исследования горючих сланцев с акцентированием внимания на проблемы их комплексного использования. При этом необходимо дать исчерпывающую характеристику горногеологических условий перспективных площадей, определить и изучить весь комплекс полезных ископаемых, сопутствующих горючим сланцам, а именно: фосфориты, глауконитовые пески, стройматериалы, подземные воды.

Исследования по переработке горючих сланцев ведутся в настоящее время в двух направлениях: путем совершенствования технологии комплексной переработки сланцев традиционным методом полукоксования в газогенераторах и способом переработки горючих сланцев в конвейерной обжиговой машине, предложенным ВНИПИ-Механобр. Второй способ предполагает комплексную переработку всего твердого сланца. Он дает более высокую степень перехода керогена в смолу, позволяет рассчитывать на значительное сокращение продолжительности процесса переработки, значительно снижает в смоле содержание примесей и расширяет возможности использования продуктов обжига сланцев для производства цемента.

Стройиндустрия Коми АССР требует значительных затрат цемента. В связи с этим плановые органы республики весьма заинтересованы в получении дополнительного количества цемента за счет переработки горючих сланцев. В настоящий момент только два сланценосных района могут претендовать на роль

цементнопроизводящих: Сысольский и Яренгский. Их сравнительная характеристика приведена в табл. 21.

Таблица 21

**Сравнительная геолого-экономическая характеристика
сланценосных районов**

| Показатель | Сысольский район | | Яренгский район | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|
| | В целом | Поингская площадь | В целом | Чим-Лоптюгская площадь |
| Площадь распространения сланценосных отложений, км ² | 7150 | 1150 | 1600 | 460 |
| Плотность скважин в контуре отложений, скв/км ² | 24 | 8 | 42 | 23 |
| Площадь распространения горючих сланцев, км ² с глубиной залегания до 40 м (% от общей площади отложений) | — | 310(27) | — | 310(67) |
| Площадь распространения суммарного пласта горючих сланцев, км ² мощностью более 4 м (% от общей площади отложений) | — | 450(39) | — | 410(89) |
| Сланцеплотность, $\frac{\text{млн. т}}{\text{км}^2}$ с $Q > 7,5$ МДж/кг | — | 5,1 млн. т/км ² | — | 4 млн. т/км ² |
| Ресурсы горючих сланцев с глубиной залегания до 50 м с $Q > 7,5$ МДж/кг, млн. т | — | 1010 | — | 1388 |
| Мощность пластов, принятая к подсчету запасов | — | I-в—1,3 м I-н—1,49 м | — | Суммарный пласт 2,5 м |

На значительной части Сысольского района горючие сланцы залегают на больших глубинах. Поэтому для открытой разработки можно рассматривать только две площади: Поингскую и Левобережную. На обеих площадях перспективны северные и западные участки. На Поингской площади распространены лучшие пласты горючих сланцев. Здесь же и более высокая степень геологической изученности, так как завершены поисково-оценочные работы. Поэтому западную его часть следует признать наиболее перспективным объектом для проведения предварительной разведки.

В Яренгском сланценосном районе, в сравнении с Сысольским, меньшая глубина залегания горючих сланцев, лучшее их качество. Суммарные ресурсы сланцев, пригодные для открытой разработки, особенно на Чим-Лоптюгской площади, выше, хотя рабочие пласты горючих сланцев здесь часто расщепляются и замещаются более глинистыми разностями. Так как сланценосные отложения непосредственно выходят под четвертичные от-

ложения, пласты горючих сланцев частично эродированы. Из трех выделенных пластов горючих сланцев ни в одном пересечении сланценосой толщи пока не обнаружено наличие всех трех рабочих пластов. Тем не менее неглубокое залегание пластов горючих сланцев и их высокая теплота сгорания выводят Чим-Лоптюгскую площадь Яренгского района в число первоочередных объектов возможной сланцедобычи.

В заключение можно рекомендовать направления дальнейших исследований горючих сланцев с целью их комплексного использования.

Химический состав и технологические свойства сланцевых смол неблагоприятны для использования ее в качестве жидкого топлива. Повышенная сернистость, преимущественно ароматическая структура сероорганических соединений сланцевых смол делают их перспективными для получения тиофена — исходного сырья для получения важных в народном хозяйстве биологически активных и лекарственных препаратов, пластмасс, красителей. Качество сланцев и условия термической переработки влияют на содержание тиофена в сланцевой смоле. Весьма значительное количество тиофена может быть получено при высокотемпературной термической переработке высокосернистых горючих сланцев. В Саратовском политехническом институте разработана схема энерготехнологического комбината для переработки сернистых сланцев широкого гранулометрического состава без сложной предварительной подготовки. Схема предусматривает работу комбината по безотходной технологии с получением чистого газового энергоносителя и химических продуктов, в том числе таких, производство которых затруднено или недоступно из другого сырья [26]. Зольный остаток используется для производства строительных, дорожностроительных и теплоизоляционных материалов. Энерготехнологическое применение сланцев обеспечит резкое снижение выбросов в окружающую среду.

Выявленный тип твердых остатков полукоксования горючих сланцев позволяет рекомендовать их для использования не только в строительной индустрии (цементная промышленность), но и в сельском хозяйстве (удобрения).

В связи с повышенным содержанием сернистых компонентов в жидких и газообразных продуктах переработки горючих сланцев следует выяснить полный перечень химической продукции, который может быть получен на их основе. С этой целью эти исследования включены в региональную научно-техническую программу «Комплексная переработка сланцев». Целесообразна постановка работ по исследованию жидких продуктов сланцев как углеводородного сырья. Но в отличие от традиционных источников углеводородного сырья (нефти, газа, каменного угля) горючие сланцы рассматриваются в качестве резервных источников углеводородов.

ОПИСАНИЕ ТАБЛИЦ

Таблица I

Микрофотографии кокколлитов в горячем сланце. Сысольский сланценосный район скв. 381, глуб. 116,6 м (из коллекции Н. С. Лавренко).

Фиг. 1, 2 — плаколиты: 1 — плаколит с дистальной стороны ($\times 5000$, СЭМ); 2 — скопление плаколитов ($\times 3000$, СЭМ).

Фиг. 3, 5 — скопление плаколитов и рабдолитов ($\times 700$, СЭМ).

Фиг. 4 — рабдолиты ($\times 4000$, СЭМ).

Таблица II

Скопление расплюснутых раковин моллюсков по плоскостям напластования горячих сланцев. Сысольский сланценосный район, скв. 301.

Фиг. 1. гл. 77,1 м.

Фиг. 2—4 гл. 77,5 м.

Фиг. 5. гл. 77,3 м.

Таблица III

Миоспоры ($\times 600$)

Фиг. 1, 2. *Syathidites australis* Coup.

препарат 17^а; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.

Фиг. 3. *Syathidites triangularis* Rom.;

там же.

Фиг. 4. *Syathidites* cf. *junctus* (K.—M.),

препарат 51; скв. 6, глуб. 80 м. Ааленский (?) ярус.

Фиг. 5, 6. *Syathidites minor* Coup.,

препарат 3 490^б; скв. 74, глуб. 31,9 м. Байосский ярус.

Фиг. 7, 8. *Syathidites* sp.,

препарат 3 379; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.

Фиг. 9. *Ornamentifera echinata* (Bolch.);

там же.

Фиг. 10. *Toroisporis solutionis* Krutzsch,

препарат 17^а; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.

Фиг. 11. *Toroisporis phleboteroides* Barch.,

препарат 3 246; скв. 32, глуб. 110,6 м. Келловейский ярус.

Фиг. 12—14. *Toroisporis* sp.,

препарат 51; скв. 6, глуб. 80 м. Ааленский (?) ярус.

Фиг. 15, 16. *Gleicheniidites angulatus* (Naum.),

15 — препарат 3 390^а; скв. 88, глуб. 34,5 м. 16 — препарат 3 379; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.

Фиг. 17, 18. *Gleicheniidites laetus* (Bolch.),

препарат 43^а; скв. 68, глуб. 75 м. Волжский ярус.

Фиг. 19. *Gleicheniidites senonicus* Ross.,

препарат 3 379; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.

Таблица IV

Миоспоры ($\times 600$)

Фиг. 1, 2. *Gleicheniidites senonicus* Ross.,

препарат 3 379; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.

Фиг. 3. *Tripertina variabilis* Mal.,

препарат 17^а; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.

Фиг. 4. *Heterolateritriletes incertus* (Bolch.);

там же.

Фиг. 5. *Osmundacidites wellmanii* Coup.,

препарат 3 379; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.

Фиг. 6, 7. *Osmundacidites* sp.

6 — препарат 3 493^а; скв. 74, глуб. 35,7 м. Келловейский ярус. 7 — препарат 17^а; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.

- Фиг. 8. *Stereisporites congregatus* (Bolch.),
 препарат 17^a; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.
- Фиг. 9. *Densoisporites velatus* Krasn.,
 препарат 3 246¹; скв. 32, глуб. 110,6 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 10. *Densoisporites* sp.,
 препарат 3 379¹; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 11. *Neoraistrickia baculifera* (Mal.),
 препарат 3 390⁴; скв. 88, глуб. 34,5 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 12. *Neoraistrickia rotundiformis* (K.—M.),
 препарат 3 493²; скв. 74, глуб. 35,7 м. Байосский ярус.
- Фиг. 13. *Neoraistrickia truncata* (Cook.),
 препарат 3 246¹; скв. 32, глуб. 110,6 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 14. *Lycosporidiumsporites subrotundus* (K.—M.),
 препарат 3 379¹; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 15. *Leptolepidites* sp.,
 препарат 3 379¹; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 16. *Camptotriletes cerebriiformis* Naum.,
 препарат 17^a; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.
- Фиг. 17. *Klukisporites variegatus* Coupr.,
 препарат 3 379¹; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 18. *Foveosporites multifoveolatus* Dörr.,
 препарат 3 493; скв. 74, глуб. 35,7 м. Байосский ярус.
- Фиг. 19. *Duplexisporites problematicus* (Coupr.),
 препарат 51; скв. 6, глуб. 80 м. Ааленский (?) ярус.

Таблица V
 Мноспоры (×600)

- Фиг. 1, 2. *Duplexisporites problematicus* (Coupr.).
 1 — препарат 51; скв. 6, глуб. 80 м. Ааленский (?) ярус. 2 — препарат 17^a;
 скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.
- Фиг. 3. *Vitreisporites pallidus* (Reiss),
 препарат 17^a; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.
- Фиг. 4. *Piceapollenites magnificus* (Bolch.),
 препарат 3 490⁵; скв. 74, глуб. 31,9 м. Байосский ярус.
- Фиг. 5. *Piceapollenites mollicellus* (Bolch.),
 препарат 3 379¹; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 6. *Piceapollenites monstificabilis* (Bolch.),
 препарат 3 493²; скв. 74, глуб. 35,7 м. Байосский ярус.
- Фиг. 7. *Piceapollenites variabiliformis* (Mal.),
 препарат 3 490; скв. 74, глуб. 31,9 м. Байосский ярус.
- Фиг. 8. *Podocarpidites multiformis* (Bolch.);
 там же.

Таблица VI
 Мноспоры (×600)

- Фиг. 1. *Piceapollenites exilioides* (Bolch.),
 препарат 3 379; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 2, 3. *Piceapollenites aff. vastus* (Bolch.),
 2 — препарат 3 489³; скв. 74, глуб. 29,6 м. 3 — препарат 3 492²; скв. 74, глуб.
 33,9 м. Байосский ярус.
- Фиг. 4. *Podocarpidites major* (Naum.),
 препарат 3 493¹; скв. 74, глуб. 35,7 м. Байосский ярус.
- Фиг. 5. *Podocarpidites lunatus* (Bolch.),
 препарат 3 492²; скв. 74, глуб. 33,9 м. Байосский ярус.
- Фиг. 6. *Podocarpidites unicus* (Bolch.),
 препарат 3 246²; скв. 32, глуб. 110,6 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 7. *Quadraeculina limbata* Mal.,
 препарат 3 490⁵; скв. 74, глуб. 31,9 м. Байосский ярус.

Таблица VII
Миоспоры (×600)

- Фиг. 1. *Quadraeculina limbata* Mal.,
препарат 3 490^b; скв. 74, глуб. 31,9 м. Байосский ярус.
- Фиг. 2. *Classopollis classoides* Pflug,
препарат 51; скв. 6, глуб. 80 м. Ааленский (?) ярус.
- Фиг. 3, 4. *Classopollis itunensis* Ros.,
препарат 9^a; скв. 40, глуб. 67 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 5, 6. *Classopollis minor* Ros.,
препарат 3 379; скв. 87, глуб. 17,1 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 7. *Classopollis torosus* (Reiss.),
препарат 3 390^a; скв. 88, глуб. 34,5 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 8. *Sciadopityspollenites mesozoicus* (Cour.),
препарат 17^a; скв. 41, глуб. 123,8 м. Байосский ярус.
- Фиг. 9. *Sciadopityspollenites multiverrucosus* (Sach.),
препарат 3 492^b; скв. 74, глуб. 33,9 м. Байосский ярус.
- Фиг. 10. *Chasmatosporites* sp.,
препарат 51; скв. 6, глуб. 80 м. Ааленский (?) ярус.
- Фиг. 11, 12. *Callialasporites trilobatus* (Balme).
11 — препарат 3 379^a; скв. 87, глуб. 17,1 м. 12 — препарат 3 246^b; скв. 32,
глуб. 110,6 м. Келловейский ярус.
- Фиг. 13. *Callialasporites dampieri* (Balme),
препарат 52; скв. 187, глуб. 109,3 м. Волжский ярус.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аарна А., Эпик И. Использование горючих сланцев в Эстонской ССР // Горючие сланцы.—1984.—Т. 1.—№ 1.—С. 7—15.
2. Абрамов В. П. Юрские отложения Северо-Востока Русской платформы и приуроченные к ним горючие сланцы // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР.—Сыктывкар, 1972.—Сб. 7.—С. 151—160.
3. Ананьев В. Н., Илларионов В. А., Капитанов В. М. Горючие сланцы бассейна р. Сысолы // Литология и рудогенез осадочных толщ европейского Северо-Востока СССР / Тр. IX геол. конф. Коми АССР.—Сыктывкар, 1982.—С. 52—55.
4. Аслин. Об открытии минерального угля и медных руд в Архангельской губ. // Горный журнал.—1856.—Ч. 1.—С. 388—389.
5. Биргер Т. И., Маляревская А. Я. и др. Физиологические аспекты адаптации моллюсков к абиотическим и биологическим факторам среды, обусловленным синезелеными водорослями // V-ое Всесоюзное совещ. по изучению моллюсков: Атореф. докл.—Л., 1975.—С. 91—94.
6. Бондарь Е. Б. Исследование горючих сланцев Сысольского месторождения Коми АССР. 1. Общая характеристика сланцев // Горючие сланцы. 1985.—Т. 2.—№ 3.—С. 246—253.
7. Бондарь Е. Б., Куузик М. Г. Исследование горючих сланцев Сысольского месторождения Коми АССР. 2. Состав битумоидов // Горючие сланцы.—1986.—Т. 3.—№ 1.—С. 13—22.
8. Гинзбург А. И., Гаврилова О. И., Летушова И. А. Петрография горючих сланцев европейского Севера СССР и химическая характеристика их керогена // Горючие сланцы.—1986.—Т. 3.—№ 4.—С. 357—364.
9. Гинзбург А. И., Летушова И. А. Вещественный состав и исходный материал горючих сланцев доманиковой свиты Ухтинского района // Химия тв. топлива.—1984.—№ 5.—С. 75—79.
10. Глушенко И. М. Термический анализ твердых топлив.—М.: Металлургия, 1968.—192 с.
11. Гольдштейн Л. Я. Комплексные способы производства цемента.—Л.: Стройиздат.—1985.—160 с.
12. Гречухин В. В. Поиски и разведка углей и горючих сланцев // Комплексирование геофизических методов при решении геологических задач.—М., 1976.—С. 191—219.
13. Грязева А. С. Палинологическое обоснование стратиграфии нижнемеловых отложений Печорского бассейна // Микрофитофоссилии в нефтяной геологии: Тр. / ВНИГРИ.—Л., 1980.—С. 96—112.
14. Добруцкая Н. А. Спорово-пыльцевые комплексы юрских и нижнемеловых отложений северных районов Русской платформы и их значение для стратиграфии и палеофлористики // Палинология мезофита: Тр. III Межд. палинолог. конф.—М., 1973.—С. 108—116.
15. Добрянский А. Ф. Горючие сланцы СССР.—Л.: Гостоптехиздат, 1947.—232 с.
16. Дрё Ф. Экология.—М.: Атомиздат, 1976.—186 с.
17. Зеленин Н. И., Озеров И. М. Справочник по горючим сланцам.—Л.: Недра, 1983.—248 с.
18. Зытнер И. Я., Зинченко В. А. Ресурсы горючих сланцев Коми АССР // Литология и рудогенез осадочных толщ европейского Северо-Востока СССР: / Тр. IX геол. конф. Коми АССР.—Сыктывкар, 1982.—С. 46—51.
19. Иорудас К. А., Мамай В. И., Стельмах Г. П. и др. Термическая переработка высокосернистых сланцев Поволжья методом теплоносителя // Горючие сланцы.—1984.—Т. 1.—№ 2.—С. 126—132.
20. Исследование горючих сланцев Сысольского месторождения Коми АССР. 5. Превращение смолы полукоксования в автоклаве / Л. Наппа, И. Клесмент, И. Винк, Х. Луйк // Изв. АИ ЭССР. Химия.—1986.—Т. 35.—№ 1.—С. 7—18.

21. Исследование горючих сланцев Сысольского месторождения Коми АССР. 6. Термическая деструкция в автоклаве / Л. Наппа, И. Клеммент, Н. Винк, Х. Луйк // Горючие сланцы.—1986.—Т. 3.—№ 1.—С. 1—12.
22. Ищенко В. С. Первые результаты изучения спорово-пыльцевого состава мезозойских отложений северной части Печорской депрессии // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока европейской части СССР.—М., 1962.—С. 17—23.
23. Калантар И. З., Голубева Л. П. О нижнеюрских отложениях Печорской синеклизы // Особенности геологического строения Северо-Востока европейской части СССР и Севера Урала.—Сыктывкар, 1976.—С. 93—98.
24. Калининна А. А. Горючие сланцы в структуре перспективного энергетического баланса Коми АССР // Горючие сланцы.—1984.—Т. 1.—№ 2.—С. 113—118.
25. Кассин Н. Г. Горючие сланцы севера Вятской губ. // Вестник Геол. Ком.—1925.—№ 5.—С. 19—21.
26. Каширский В. Г. Экспериментальные основы комплексного энерготехнологического использования топлив.—Саратов: СГУ, 1981.—143 с.
27. Комплексирование методов разведочной геофизики. Справочник геофизика / Под ред. В. В. Бродового, А. А. Никитина.—М., 1984.—384 с.
28. Кравец В. С. Юрско-меловой терригенный комплекс и перспективы его нефтегазоносности // Перспективы нефтегазоносности Тимано-Печорской провинции. Тр. / ВНИГРИ.—Л., 1979.—С. 56—65.
29. Кротов П. И. Материалы для геологии Вятской губернии // Тр. общ. естеств. при Казанском ун-те.—1879.—Т. 8.—Вып. 2.—С. 18—26.
30. Кузнецов Д. Т. Горючие сланцы мира.—М.: Недра, 1975.—360 с.
31. Кундель Х. А., Петая Л. И. Термогравиметрический анализ горючих сланцев в воздушной среде // Горючие сланцы.—1985.—Т. 2.—№ 4.—С. 373—377.
32. Лутугин Л. И. Доклады о геологических и географических исследованиях в 1890 и 1891 гг. в районе р. Сысолы // ИРГО.—1891.—Т. 27.—С. 538; 1892.—Т. 28.—С. 608—610.
33. Маслов В. М., Розанов В. И. Среднеюрские отложения бассейнов рек Вычегды, Лузы и Мезени // Советская геология.—1973.—№ 10.—С. 147—151.
34. Мельникова Л. А. Исследование органического и минерального вещества горючих сланцев Коми АССР // Горючие сланцы.—1987.—Т. 4.—№ 3.—С. 209—215.
35. Мельникова Л. А., Хиженкова О. Ф. Физико-химические методы в изучении структуры сланцевой смолы // Химия и физика природного сырья Коми АССР: Тр. / АН СССР. Коми фил.; № 92.—Сыктывкар, 1988.—С. 110—115.
36. Мельникова Л. А., Хиженкова О. Ф., Дудкина Н. А. Физико-химическая характеристика горючих сланцев Коми АССР // Химия и химическая переработка природного сырья Коми АССР: Тр. / АН СССР. Коми фил.; № 78.—Сыктывкар, 1986.—С. 116—122.
37. Мельникова Л. А., Хиженкова О. Ф., Дудкина Н. А. Химический состав продуктов термической деструкции горючих сланцев Коми АССР // Химия и химическая переработка природного сырья Коми АССР: Тр. / АН СССР. Коми фил.; № 78.—Сыктывкар, 1986.—С. 53—61.
38. Месежников М. С., Балабанова Т. Ф. и др. Палеогеография Севера СССР в юрском и меловом периодах // Тр. ВНИГРИ.—Л., 1971.—Вып. 304.—С. 3—132.
39. Молин В. А. Палинологическая характеристика среднеюрских отложений полуострова Канин // Тр. НИИГА.—Л., 1961.—Т. 124.—С. 85—86.
40. О нижневолжских отложениях бассейна р. Печоры / М. С. Месежников, В. С. Кравец, Г. Я. Козлова, С. П. Яковлева.—Доклады АН СССР.—1973.—Т. 211.—№ 6.—С. 1415—1418.
41. Орлова Е. Д. Палинологическая характеристика отложений волж-

ского яруса южной части Оренбургского Приуралья // Вопросы стратиграфии и палеонтологии.— Саратов, 1976.— Вып. 2.— С. 54—57.

42. Орлова Е. Д. Сопоставление спорово-пыльцевых комплексов среднеюрских отложений Нижнего Поволжья и Вятско-Камского междуручья // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья.— Саратов, 1969.— Вып. 2.— С. 151—162.

43. Орлова Е. Д. Спорово-пыльцевая характеристика юрских и нижнемеловых отложений Ершовской разведочной площади в Саратовском Заволжье // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья.— Саратов, 1974.— Вып. 9.— С. 105—114.

44. Пат. США № 4118309, 1978; № 4152245, 1979; № 4160719, 1979.

45. Побуль Л., Клесмент И., Куузик М. Исследование органического вещества кендерльских горючих сланцев // Изв. АН ЭССР. Химия.— 1982.— Т. 31.— № 1.— С. 25—32.

46. Проблемы комплексного использования горючих сланцев Белорусской ССР / Ю. И. Горький, З. К. Лукьянова, Г. П. Стельмах, И. А. Яременко.— Минск: Наука и техника, 1983.— 104 с.

47. Прогноз сланченности европейского Севера СССР / В. А. Дедев, Ю. А. Анисимов, Л. Ф. Васильева и др.— Сыктывкар, 1981.— 35 с. (Сер. препринтов сообщений «Науч. рекомен.— народн. хоз.» / АН СССР. Коми фил., Вып. 29).

48. Розанов А. Н. Горючие сланцы европейской части СССР. (Объяснительная записка к карте распространения залежей горючих сланцев в европейской части СССР в масштабе 150 верст в дюйме). 1 карта // Матер. по общей и прикл. геол.— 1927.— Вып. 73.— 59 с.

49. Розанов В. И. Новые данные о стратиграфии юры севера Московской синеклизы // Юрские отложения Русской платформы: Тр. ВНИГРИ.— Л., 1986.— С. 102—110.

50. Роокс И. Х. Технология переработки горючих сланцев.— Л.: Химия, 1987.— 96 с.

51. Салусте С. Я., Клесмент И. Р., Кягу К. Л. Исследование горючих сланцев Сысольского месторождения Коми АССР. 3. Групповой состав смолы полукюкования // Горючие сланцы.— 1985.— Т. 2.— № 4.— С. 329—340.

52. Самеонов А. М., Телибченко М. М. Зависимость токсичности синезеленых водорослей от их физического состояния // Бюл. МОИП. Отд. биол.— 1967.— Т. 12.— Вып. 5.— С. 165.

53. Сравнительная характеристика и опытная переработка горючих сланцев различных месторождений / В. М. Ефимов, С. К. Дойлов, Х. А. Кундель и др. Науч. тр. НИИсланцев.— 1978.— Вып. 22.— С. 126—132.

54. Сумберг А. И., Уров К. Э. Состав органического вещества яренгского горючего сланца Коми АССР // Горючие сланцы.— 1987.— Т. 4.— № 2.— С. 158—165.

55. Тагер С. А., Мотин Н. И., Книга А. А. и др. Сжигание прибалтийского сланца с жидким шлакоудалением и получением цемента из минеральной части топлива // Разработка и использование запасов горючих сланцев.— Таллин, 1970.— С. 447—454.

56. Уров К. Э., Клесмент И. Р. Сравнительная характеристика органического вещества докембрийских и нижнепалеозойских сланцев // Геохимия.— 1979.— № 11.— С. 1679—1685.

57. Уров К. Э., Листрем А. И. Сравнительная характеристика органического вещества девонского и юрского периодов горючих сланцев Ухтинского месторождения // Химия тв. топлива.— 1977.— № 2.— С. 71—77.

58. Фирер Г. М., Чернявский Г. В. Стратиграфия и нефтегазоносность мезозойских отложений северо-западной части Тимано-Печорской провинции (район г. Нарьян-Мар) // Геология нефти и газа северо-востока европейской части СССР.— М., 1964.— С. 151—162.

59. Хименков В. Г. Очерк геологического строения и фосфоритных залежей бассейна р. Сысолы и Б. Визинги в Усть-Сысольском уезде Воло-

годской губернии // Тр. комиссии Моск. ин-та по исслед. фосфоритов.— 1915, сер. 1.— Т. 6.— С. 91—200.

60. Худяев И. Е. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 106, западная часть, Сыктывкар—Кажим—Подъельск. Л.— М.: ОНТИ НКТП СССР, 1936.— 120 с.

61. Чирва С. А., Куликова Н. К. Сопоставление среднеюрских-келловейских песчаных отложений бассейнов рек Сысолы, Яренги и Печоры // Юрские отложения Русской платформы: Тр. / ВНИГРИ.— Л., 1986.— С. 87—102.

62. Чирва С. А., Месежников М. С., Яковлева С. П. Верхнеюрские отложения Сысольского и Яренгского сланцевосных районов Русской платформы // Известия АН СССР, сер. геол.— 1988.— № 4.— С. 38—50.

63. Явхута Г. В. Верхнеюрские формации горячих сланцев Русской платформы: Автореф. дис. канд. г.-м. наук.— М., 1978.— 20 с.

64. Яковлева С. П. Печорская синеклиза // Вностраниграфия верхнеюрских отложений СССР по фораминиферам.— Вильнюс: Мокслас, 1982.

65. Ercegovic A. La vegetation des lithopytes sur les calcaires et les dolomites en Croatie // Acta Botan. Inst. Sagreb.— 1925;— Vol. 1.— P. 64—114.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| А ^d | — зольность |
| БТК | — боковой токовый каротаж |
| ДТА | — дифференциально-термический анализ |
| ДТГ | — дифференциально-термогравиметрический анализ |
| Г-З | — градиент-зонд |
| ГГК—П | — плотностной гамма-гамма-каротаж |
| ГГК—С | — селективный гамма-гамма-каротаж |
| ГИС | — геофизические методы исследования скважин (-каротаж, -промысловая геофизика) |
| ГК | — гамма-каротаж |
| К _n | — пористость горных пород |
| КВ | — кавернометрия |
| КС | — метод кажущихся сопротивлений |
| НГК | — нейтронный гамма-каротаж |
| НК—Т | — нейтронный каротаж по тепловым нейтронам |
| ОВ | — органическое вещество |
| П-З | — потенциал-зонд |
| ТГ | — термогравиметрический анализ |
| УТТ | — установка с твердым теплоносителем |
| δ | — минеральная плотность горных пород |
| σ | — объемная плотность горных пород |
| d _c | — диаметр скважины |
| J _γ | — интенсивность естественного гамма-излучения |
| J _{γγ} | — интенсивность рассеянного гамма-излучения |
| J _{γγ_{пл}} | — интенсивность рассеянного гамма-излучения по данным плотностного гамма-гамма-каротажа |
| J _σ | — интенсивность тока по данным бокового токового каротажа |
| Q _σ | — теплота сгорания |
| ρ _к | — кажущееся сопротивление горных пород |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение (В. А. Дедеев, В. А. Молин) | 3 |
| Состояние изученности и ресурсы горючих сланцев | 5 |
| Сланцевосные бассейны европейского Севера СССР (В. А. Дедеев, В. А. Молин) | 5 |
| Условия образования горючих сланцев (С. В. Льюров) | 11 |
| Методы корреляции пластов горючих сланцев и сланцевосных толщ | 15 |
| Палинологическое обоснование расчленения и корреляции сланцевосных толщ (Н. А. Колода, Л. А. Дурягина) | 15 |
| Применение геофизических методов исследования скважин при поисках месторождений горючих сланцев (Н. В. Конанова) | 28 |
| Сланцевосные районы европейского Севера СССР | 40 |
| Сысольский сланцевосный район (Л. Ф. Васильева, А. М. Павлов, С. В. Льюров) | 40 |
| Яренгский сланцевосный район (В. М. Капитанов, А. М. Павлов, С. В. Льюров) | 63 |
| Ижемский сланцевосный район (А. М. Павлов) | 82 |
| Большеземельский сланцевосный район (Н. С. Лавренко, А. М. Павлов) | 107 |
| Технологические свойства горючих сланцев (Л. Ф. Васильева, Л. А. Мельникова, А. И. Птушко) | 116 |
| Направления промышленного использования горючих сланцев (Л. Ф. Васильева, Л. А. Мельникова, А. И. Птушко) | 128 |
| Заключение (В. А. Дедеев, В. А. Молин) | 142 |
| Литература | 149 |

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СССР

Редактор Т. В. Цветкова
Техн. редактор М. А. Сазанская
Художник А. А. Оплеснин

Подписано в печать 29.03.89. Ц02526. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. мелованная
Печать высокая. Уч.-изд. л. 10. Усл. печ. л. 9.5. Тираж 525. Заказ № 2049
Цена 65 коп.
Коми республиканское производственное полиграфическое объединение
г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 70.

65 к.