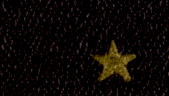
ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ СССР



II

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ СССР

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ:

И. И. Аммосов, Д. Н. Бурцев, Г. А. Иванов, Г. В. Коротков, В. А. Котлуков, И. А. Кузнецов, К. В. Миронов, И. И. Молчанов, В. Е. Некипелов, В. С. Попов, С. П. Прохоров, С. А. Скробов (гл. редактор), *А. В. Тыжнов* (зам. гл. редактора), *Н. В. Шабаров* (зам. гл. редактора), *В. И. Яворский*

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1968

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ СССР

ТОМ

11

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ СССР

Редакционная коллегия тома:
В. А. Котлуков (редактор),
С. С. Бауков, Э. А. Мустйыги

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1968

УДК 553.068.6(47)

Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Том 11. Горючие сланцы СССР. Коллектив авторов. 1967 г., стр. 1—608.

Территория СССР богата месторождениями разнообразных горючих сланцев, из которых некоторые, например, прибалтийские, широко используются и являются одними из лучших среди горючих сланцев мира.

В работе впервые обобщен весь имеющийся большой геологический материал по отечественным горючим сланцам и дано систематическое описание не только важнейших бассейнов и отдельных крупных месторождений, но и перспективных площадей, еще малоизученных и не вовлеченных в сферу промышленного освоения и геологоразведочных работ.

Описательная часть предваряется общими сведениями о типах горючих сланцев и о размещении их на территории СССР.

В заключительной части работы затрагиваются некоторые вопросы геолого-экономического порядка, приводятся общие геологические и балансовые запасы по СССР и по отдельным бассейнам и месторождениям, а также намечаются общие контуры проблемы использования горючих сланцев в качестве энергетического топлива и сырья для извлечения нефтепродуктов.

Таблиц 202, иллюстраций 96, библиография 270 названий.

2—9—4

ВВЕДЕНИЕ

В данном томе «Геологии месторождений угля и горючих сланцев СССР» описываются бассейны, площади, месторождения и проявления горючих сланцев Советского Союза (см. приложение 1).

В нашей стране горючие сланцы распространены очень широко. Они привлекали внимание государственных, плановых, народнохозяйственных и научных учреждений еще в конце 20-х и начале 30-х годов.

Сразу же после Великой Отечественной войны начались и проводятся до сих пор большие по масштабу геологоразведочные работы в Ленинградской области и Эстонской ССР в связи с использованием прибалтийских горючих сланцев для электрификации и газификации ленинградской промышленности, получения жидкого топлива и т. п.

В последние годы произведена геолого-экономическая оценка Кендерлыкского месторождения Юго-Восточного Казахстана, исследовались менелитовые сланцы Карпат. Сейчас осуществляется разведка крупного Болтышского (Тясминского) месторождения в южной части Украины, горючих сланцев Кировской области и Байсунского месторождения в Узбекской ССР.

Проблема горючих сланцев не только как энергетического топлива, но и как нового сырьевого источника для получения нефтепродуктов, газа, а также ряда строительных и пластических материалов займет соответствующее место в Большой химии. Поэтому при работе над данной монографией коллектив авторов стремился к тому, чтобы геологические данные о горючих сланцах были по возможности более полными. Однако в ряде случаев пришлось столкнуться с недостатком фактического материала, в особенности по качественной характеристике полезного ископаемого, а также со слабостью теоретических построений, касающихся генезиса горючих сланцев и др.

Начавшийся сейчас новый этап развития геологоразведочных, химико-технологических и научно-исследовательских работ по горючим сланцам позволит в ближайшем будущем восполнить те пробелы, которые имеются в этой первой геологической монографии о горючих сланцах СССР.

Работа над монографией была сосредоточена во ВСЕГЕИ и в Государственном производственном геологическом комитете Эстонской ССР.

В написании вошедших в том отдельных разделов и статей принимал участие большой коллектив геологов и других специалистов. Большая часть текста была написана сотрудниками ВСЕГЕИ.

В основу изложенного материала, помимо опубликованных работ, вошли данные, заимствованные в различных научно-исследовательских институтах и производственных геологических организациях: Институт геологии Львовского филиала АН УССР, Институт геологии АН Эстонской ССР, Всесоюзный институт по переработке и использованию твердого топлива (ВНИИТ), Научно-исследовательский институт геологии Арктики (НИИГА), Ленинградский горный институт, Всесоюзный науч-

но-исследовательский нефтяной геологоразведочный институт (ВНИГРИ), Государственные производственные геологические комитеты БССР и УССР (трест «Киевгеология»), Государственные производственные геологические комитеты Эстонской ССР, Азербайджанской ССР, Грузинской ССР, Армянской ССР, Узбекской ССР, Киргизской ССР, Таджикской ССР и Туркменской ССР; Северо-Западное, Средне-Волжское, Ухтинское, Башкирское, Северо-Кавказское, Западно- и Восточно-Казахстанское, Западно-Сибирское, Иркутское, Читинское, Бурятское, Северо-Восточное геологические управления и другие организации.

Ценные материалы были получены от Е. С. Корженевской, Е. С. Тихомировой, А. В. Тыжнова, М. С. Газизова, А. П. Саломона, Н. Г. Паукера, И. М. Озерова и ряда других лиц.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ СССР И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В литературе по поводу определения понятия «горючие сланцы» содержатся самые противоречивые высказывания. Еще более спорные и неясные представления о горючих сланцах укоренились в геологоразведочной практике.

Наиболее раннее и, может быть, лучшее определение горючих сланцев дано А. Н. Розановым (1927): «Под этим названием понимают глинистую или мергелистую породу..., обладающую способностью раскалываться на тонкие плитки или листочки в сухом виде и в тонких кусках нередко загорающуюся от спички и горящую коптящим пламенем, распространяя характерный запах битумов, при сухой перегонке способную давать нефтеобразные продукты, но не дающую таковых при обработке ее растворителями... Горючие сланцы... должны быть отнесены к типу сапропелевых образований».

Большинство отечественных горючих сланцев А. Н. Розанов относит к сапропелитам морского происхождения.

Ральф Х. Мак-Ки в работе о сланцах, изданной в 1925 г. и опубликованной в русском переводе в 1934 г., считает, что подлинный горючий сланец представляет глинистую или песчаную породу, из которой путем перегонки, но не путем обработки растворителями, можно добыть нефтеподобное вещество (смолу).

Г. Л. Стадников (1935) и Б. К. Климов (1948), не давая четкого определения, указывают, что горючими сланцами являются все более зольные, чем угли, твердые горючие ископаемые, заключающие свыше 30% золы. Однако Г. Л. Стадников отмечает, что горючие сланцы с чистой гумусовой органической массой чрезвычайно редки.

А. Ф. Добрянский (1947) отмечает, что собственно горючими сланцами являются сланцеватые многозольные горючие породы, в органической массе которых сапропелевое вещество явно преобладает над гумусовым (содержание последнего менее 25%).

А. А. Гапеев (1949), Ю. А. Жемчужников и А. И. Гинзбург (1960) термин «горючие сланцы» применяют к породам, загорающимся от пламени спички и содержащим углеводородные вещества, извлекающиеся из породы органическими растворителями (битуминозные сланцы) или выделяемые при сухой перегонке (пиробитуминозные сланцы). Ко второй группе относится большинство горючих сланцев, являющихся теми же сапропелевыми образованиями, что и кеннельские угли, богхеды и др., но содержащих больше минеральных примесей (золы).

В Геологическом словаре (1955 г.) горючие сланцы определяются как «глинистые, песчанистые и известковистые горные породы, обладающие горючими свойствами вследствие присутствия в них продуктов разложения органического вещества. Все типы горючих сланцев характеризуются повышенным содержанием водорода (до 7—8%) и летучих (30—70%)».

В соответствующей инструкции ГКЗ и в сводке «Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых» под редакцией В. И. Смирнова и А. П. Прокофьева (1960) горючие сланцы определяются как осадочная порода (ископаемый морской или озерный сапропелевый ил), способная при нагревании до 500° выделить органическое вещество в виде нефтеподобной смолы и газообразных продуктов. В отличие от ископаемых углей высокое содержание золы в горючих сланцах не препятствует их промышленному использованию, так как обильное газовыделение при нагреве способствует интенсивному горению.

Таким образом, горючим сланцем в более узком понимании термина, исходя из геологических данных и требований промышленности, следует считать содержащую органическое вещество осадочную породу: глинистую (глина, аргиллит), известковистую (мергель), редко кремнистую, тонкослоистую, при выветривании листоватую («бумажные сланцы») или массивную, коричневато-бурую, иногда почти черную, реже оливковую или желто-коричневую, нередко загорающуюся от спички и дающую длинное коптящее пламя. Горючие свойства этой породы определяются наличием в ней (условно от 15 до 50%) сапропелевого или гумусово-сапропелевого органического вещества, распределенного в преобладающей минеральной массе чрезвычайно равномерно. Это вещество путем нагревания сланца до 500° без доступа воздуха, а в иных случаях до 1000° с доступом воздуха выделяется из породы в виде нефтеподобной смолы (сланцевого масла и горючего газа). В элементарном составе органической массы горючих сланцев диагностично содержание водорода 7—10%.

Природа органического вещества горючих сланцев не вполне ясна, хотя в ряде случаев массовые скопления остатков микроскопических водорослей (часто сине-зеленых) указывают на близость осадка, давшего впоследствии горючие сланцы, к сапропелевым илам и сапроколлам с той или иной примесью остатков высших растений (гумусового материала, смол и т. д.).

Среди каустобиолитов к горючим сланцам ближе всего стоят угли группы сапропелитов (богхеды, кеннель-богхеды, касьянито-богхеды, черемхиты и др.).

Из других пород к горючим сланцам примыкают сапропелевые глины и аргиллиты, а также глинистые и известковистые мергели, в заметном количестве содержащие органическое (сапропелевое или гумусово-сапропелевое) вещество.

Таким образом, к собственно горючим сланцам не следует относить углистые аргиллиты (сланцы) и высокозольные липтобиолиты, а также битуминозные сланцы, минеральная часть которых пропитана озокеритом, асфальтом или нефтью, извлекаемыми из породы бензолом, хлороформом и другими органическими растворителями.

Среди немногих работ, освещающих петрографию горючих сланцев, привлекает внимание оставшаяся неопубликованной статья Е. С. Корженевской, относящаяся еще к довоенному времени (1938 г.).

В этой работе на основании изучения относительно небольшого коллекционного материала были предварительно намечены следующие две петрографические группы горючих сланцев.

Первая группа сланцев микроскопически характеризуется наличием бесструктурной гомогенной, часто хлопьевидной основной массы, светло-желтой или коричневатой. В ней хорошо различимы ярко-желтые овальные тельца, образующие скопления, или одиночные, представляющие более или менее хорошо сохранившиеся остатки микроводорослей. Кроме последних, могут присутствовать остатки высших растений (линзы витрена и ксиловитрена, кусочки фюзена и др.). Минеральная часть может иметь самый разнообразный состав и величину зерен. Часто встречаются обломки и целые известковые скелеты различных представителей беспозвоночных.

Таким строением обладают прибалтийские кукерситы, некоторые волжские сланцы, доманиковые сланцы Кузбасса и др. (табл. I, фото 1; табл. V, фото 1; табл. VI, фото 3).

Вторая группа горючих сланцев в шлифах обнаруживает наличие бесструктурной гомогенной хлопьевидной или комковатой основной органической массы, желтого, коричневого и красновато-бурого цвета, равномерно смешанной с пелитовым или обломочным минеральным материалом. Остатки микроводорослей высших растений в ней не обнаруживаются.

Такова микроструктура кембрийских сланцев с р. Оленека, доманиковых сланцев Башкирии, менилитовых сланцев Карпат и т. д. (табл. I, фото 2; II, фото 1, 2; VI, фото 1, 2).

По данным, полученным в самое последнее время, к указанным двум петрографическим группам сланцев следует добавить третью: при изучении шлифов палеогеновых горючих сланцев Болтышского месторождения (Южная Украина) установлено, что основная органическая масса, занимающая меньшую часть площади препарата, имеет гумусовый состав. Она вместе с глинистой тонкодисперсной примесью как бы цементирует огромное количество прекрасно сохранивших клеточное строение колоний водорослей ярко-желтого цвета. Между водорослями в основной массе располагаются чешуйки слюды, зерна кварца, обрывки гелифицированных и фюзенизированных тканей, пыльца и пирит (табл. III, фото 1, 2; IV, фото 1, 2).

Наиболее чистые (малозольные) разности этих сланцев Е. С. Корженевская (1964 г.) относит к богхедам (альголитам), близким к маргуниту Бразилии, описанному Штуцером (Жемчужников и Гинзбург, 1960).

Очевидно, при развитии петрографического изучения разнообразных по составу горючих сланцев Советского Союза среди них будут выявлены новые группы, типы и разновидности по комплексу петрографических признаков, а не только по характеру органической массы и наличию водорослей.

По генезису горючие сланцы связаны с более широким кругом обстановок седиментации, чем угли. В ряде случаев, присутствуя вместе с последними в составе болотно-озерных комплексов, они распространены и среди лагунных и, пожалуй, особенно широко — среди морских отложений.

Высказанное много лет тому назад одним из первых наших исследователей горючих сланцев А. Н. Розановым мнение о том, что большинство отечественных горючих сланцев принадлежит к сапропелитам морского происхождения, действительно и в настоящее время.

Не приходится сомневаться в морском происхождении оленекских сланцев, кукерситов Прибалтики, волжских горючих сланцев, сланцев Приуралья и др. Некоторые из них, например кукерситы, отлагались в удалении от берега в неглубоком спокойном морском бассейне с нормальным солевым и газовым режимом вод, на что указывает наличие в этих сланцах остатков чрезвычайно разнообразной типичной морской фауны (табл. VII, IX, X, фото 1).

Условия накопления доманиковых горючих сланцев востока Европейской части СССР были своеобразными. По представлениям Н. М. Страхова (1960), эти сланцы, заключающие остатки нормальной морской фауны, являются осадками удаленной от берега зоны моря с нормальным газовым режимом. Биомасса, послужившая для наколле-

ния органического вещества сланцев, представляла планктон, цветение которого было периодическим. Горючие сланцы такого типа Н. М. Страхов называет планктоногенными.

В отличие от доманиковых сланцев Н. М. Страхов считает юрские сланцы Волжского бассейна бентогенными, накопившимися также в морском бассейне с нормальным кислородным режимом, но с органической массой, произошедшей за счет развития фитобентоса (донные луга), а не планктона. Обнаружение в волжских сланцах хлорофилла указывает на наличие высокоорганизованных растений типа современной *Zoastera*.

Оленекские (кембрийские) горючие сланцы Восточной Сибири также морского происхождения. Однако следует подчеркнуть, что данных о их генезисе в настоящее время собрано еще недостаточно. Особые черты носило эоценовое сланценакопление в области Карпат. Мелководный характер морского бассейна, полуокислительная среда, специфические особенности солевого состава воды способствовали массовому развитию фитопланктона. Все это — особенности, характерные для условий формирования менилитовых сланцев.

Сланценосные отложения Кендерлыка и Болтышского месторождения на Украине образовались, по-видимому, в бассейнах лагунного типа (табл. XI, фото 2, 3).

Горючие сланцы мезозойских депрессий Забайкалья, как, вероятно, и некоторые другие сланцы, — типичные пресноводные (озерные) образования.

Геотектонический режим сланценакопления для ряда месторождений недостаточно выяснен. Однако принадлежность наиболее крупных бассейнов горючих сланцев СССР к тому или иному геотектоническому типу уже может быть намечена.

Так, кембрийские горючие сланцы Оленекского поднятия являются платформенными образованиями, как и литологически близкие им богатые органическим веществом более древние породы хатыспытской свиты верхнего протерозоя и кембрийские битуминозные аргиллиты восточного склона Анабарского массива и северного склона Алданского щита. М. В. Чуринов, И. М. Цыпина и В. П. Лазарева (1962) отмечают необычайное постоянство массового накопления органического материала на огромных участках морских бассейнов северо-востока Сибирской платформы в конце протерозоя — начале палеозоя.

На южном склоне Балтийского щита на площади, измеряемой тысячами квадратных километров также в платформенных условиях происходило накопление ордовикских морских горючих сланцев. Общий стабильный характер режима седиментации нарушался лишь незначительными вертикальными колебательными движениями дна моря, зафиксированными в разрезе ритмичным чередованием слоев известняков и горючих сланцев. Более подробные сведения об этом содержатся в работе С. С. Баукова (1956).

Более сложный геотектонический режим был во время формирования доманиковых отложений Приуралья, западного склона Урала и Печорской синеклизы. Богатые органическим веществом глинистые аргиллиты и известняки «доманиковой фации» занимают громадную площадь, измеряемую сотнями тысяч квадратных километров. Во франском веке эта площадь была восточной окраиной Русской платформы и западной частью Уральской геосинклинали.

Таким образом, собственно горючие сланцы, спорадически встречающиеся среди отложений «доманиковой фации», могут иметь как геосинклинальный (краевой прогиб), так и платформенный характер.

К типичным образованиям устойчивой древней платформы относятся верхнеюрские горючие сланцы Волжского бассейна и Тимано-Печорской области (Волжско-Печорская провинция). Мезозойские сланценосные (и угленосные) отложения Юго-Восточного Забайкалья сформировались в небольших прогибах подвижной эпигерцинской платформы.

В палеотектоническом отношении весьма интересно Болтышское месторождение, расположенное в центральной части Украинского щита, т. е. в области древней платформы. Площадь месторождения, имеющая форму круга диаметром 20 *км*, в эоцене представляла мобильную зону опускания, возможно, на месте древней очень крупной вулканической или своеобразной грабеновой структуры, в пределах которой мощность отложений эоцена (сланценосных) во много раз больше, чем на соседних стабильных участках щита.

С типичным геосинклинальным режимом связано образование палеогеновых сланцев Карпат и Апшеронского полуострова.

Все сказанное свидетельствует о том, что палеогеографические и геотектонические условия сланценакопления на территории СССР разнообразны и не менее сложные, чем условия угленакопления.

На обзорной карте масштаба 1 : 15 000 000 (см. приложение 1) показано фактическое и частично прогнозируемое распределение главнейших бассейнов и месторождений горючих сланцев на территории СССР. Эта карта, составленная впервые, еще очень бедна знаками, обозначающими наличие горючих сланцев в различных частях страны.

Но эта бедность кажущаяся, так как местами на поверхности, а главным образом на глубине во многих районах Белоруссии, в Приуралье и в Закавказье, в Узбекистане, в Туркмении и в Сибири по имеющимся геологическим предпосылкам и отрывочным данным бурения возможно наличие не учтенных на предлагаемой карте, но в действительности имеющихся сланценосных толщ.

На карте площади, занятые горючими сланцами, разделены по возрасту полезного ископаемого и степени достоверности (разведанности и изученности). Следует отметить, что доманиковая фация на карте не выделена из-за неясности вопроса о том, в каких частях площади ее распространения находятся собственно горючие сланцы (за исключением районов Башкирии).

Общая картина распределения горючих сланцев такова, что при настоящей степени геологической изученности наиболее богата ими Европейская часть СССР. Нет установленных сланцепроявлений на большей части Туранской плиты, в Западно-Сибирской низменности, на Дальнем Востоке, Сахалине, Камчатке и в некоторых других регионах.

Предпринятые Геологической службой мероприятия по комплексной геологической съемке и глубинному изучению равнинных закрытых районов, несомненно, в ближайшие годы уточнят и, главное, пополнят имеющиеся представления о распространении горючих сланцев на территории Советского Союза. Выпуск в свет настоящей монографии, нужно надеяться, поможет сделать более успешными шаги в этом направлении.

Вследствие того, что горючие сланцы по своей природе в большинстве представляют полезное ископаемое регионального распространения, следует думать, что вопрос о распределении их провинций бассейнов и месторождений на территории Советского Союза станет более ясным после завершения составляемого в настоящее время Атласа литолого-палеогеографических карт СССР масштаба 1 : 7 500 000 и более крупного.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Горючий сланец по вещественному составу и практической ценности занимает особое положение среди природных твердых топлив. Органическое вещество в сланцах отдельных месторождений составляет лишь 15—35% и реже больше. Остальная часть приходится на минеральную массу. Горючие сланцы имеют теплоту сгорания от нескольких сотен до 4000 *ккал/кг* и более. По своим свойствам горючие сланцы — комплексное сырье, пригодное как для энергетических целей, так и для производства химических продуктов и разнообразных строительных материалов. Эту особенность горючих сланцев нельзя не учитывать при промышленной оценке любого месторождения.

Комплексное использование горючих сланцев в зависимости от их состава и свойств может быть осуществлено по энергетической или энерготехнологической схеме.

Чистые сапропелитовые сланцы отличаются однородностью органического вещества, повышенным содержанием его и малой зольностью (50—60%). Теплота сгорания таких сланцев ($Q_б^c$) до 3500—4000 *ккал/кг*. Выход смолы на сланец достигает 20—24%. Этот тип сланцев наиболее высококачественный, и термическая переработка его с успехом может быть осуществлена по энерготехнологической схеме, точнее энергогазохимической, с получением разнообразных продуктов: газ бытовой, сланцевое масло, вяжущие и другие продукты.

Сапропелито-гумусовый тип сланцев пользуется бóльшим распространением, чем сапропелитовый. Он по сравнению с сапропелитовым многозолен (60—70%). Выход смолы на сланец небольшой — 10—12%, реже больше. По содержанию органического вещества такие сланцы неоднородны. Теплота сгорания сланцев изменяется в широких пределах — от 700—800 до 2500—2800 *ккал/кг* и больше. Сланцы отдельных месторождений в зависимости от их состава прежде всего могут использоваться по энерготехнологической схеме, т. е. по энергогазохимической или энергоклинкерной переработке. Термическая переработка сланцев позволяет получать химические продукты для медицинских нужд — ихтиол, альбихтоловая паста и т. д.

Наиболее распространены в природе сланцы, бедные органическим веществом, многозольные (A^c 70—90%). Выход смолы обычно не превышает 8—10%. Теплота сгорания колеблется от 500 до 2000 *ккал/кг* и реже до 2500 *ккал/кг*. Большая часть таких сланцев не имеет промышленного значения. Но отдельные пласты с теплотой сгорания не менее 1500 *ккал/кг*, возможно, могут быть использованы преимущественно для производства электрической и тепловой энергии.

Советский Союз располагает большими геологическими запасами горючих сланцев, что создает предпосылки для развития в крупных масштабах добычи, сжигания и переработки данного полезного ископаемого. Удельные капиталовложения (в руб. на 1 *т* ц. т. в год)

в сланцевую промышленность, например, в Прибалтике почти в 2 раза меньше капиталовложений в нефтяную промышленность и мало чем отличаются от капиталовложений в угольную промышленность.

Роль и значение горючих сланцев особенно возрастает в тех экономических районах страны, где нет угля, нефти и газа. Добыча горючих сланцев из года в год возрастает. Если в 1960 г. в Прибалтийском бассейне добывалось около 12 млн. *т*, то в 1975 г. эта цифра увеличится почти в 4 раза. Но в сферу промышленного освоения очень слабо вовлекаются горючие сланцы новых месторождений.

Большая часть добываемых горючих сланцев в нашей стране используется для энергетических нужд: по Ленинградскому месторождению 48%, по Эстонскому — 55% и по Кашпирскому — 94%. Как местное дешевое топливо в отдельных районах горючие сланцы с успехом заменяют дорогой привозной уголь.

В настоящее время тепловые электростанции используют горючие сланцы с теплотой сгорания ($Q_б^c$) 2500 *ккал/кг*. При благоприятных горнотехнических и экономических условиях, крупных масштабах добычи сланцев и совершенствовании конструкции топок котельных агрегатов не исключается возможность в отдельных случаях сжигания сланцев с меньшей теплотой сгорания.

В Советском Союзе на сланце с теплотой сгорания 2300—2500 *ккал/кг* работают многие ТЭЦ. Сызранская ТЭЦ ежегодно сжигает около 1,4 млн. *т* сланца и вырабатывает 264,5 тыс. *квт-ч* и теплоэнергии 1 305 900 *кал*. ТЭЦ и ЦЭС Ленинградского комбината «Сланцы» сжигают более 1,2 млн. *т* сланца и вырабатывают 424,2 тыс. *квт-ч* электроэнергии и 698 700 *кал* теплоэнергии.

Прибалтийская ГРЭС работает исключительно на горючем сланце Эстонского и Ленинградского месторождений Прибалтийского бассейна. Она имеет мощность 1 млн. *квт*. В перспективе предусматривается строительство второй и третьей очередей Прибалтийской ГРЭС с доведением общей мощности до 3,4 млн. *квт*.

Имеются предпосылки строительства ТЭЦ на базе Болтышского (Тясменского) месторождения сланцев, которые характеризуются теплотой сгорания 2000—3000 *ккал/кг*. Интерес представляют сланцы Байсунского месторождения с теплотой сгорания 2200—2500 *ккал/кг*.

Менилитовые сланцы Карпат в основной своей массе бедны органическим веществом. Но не исключена возможность выделения среди продуктивной толщи промышленных пластов сланца с теплотой сгорания выше 1500 *ккал/кг*. В этом случае на базе такого сырья может быть организовано значительное энергетическое хозяйство.

Важным условием использования горючего сланца как энергетического сырья является совмещенное производство электрической и тепловой энергии. Но при этом не следует забывать, что если электроэнергия от источника питания может передаваться на большие расстояния, то радиус передачи тепловой энергии весьма ограничен.

Сжигание сланца в современных топках котельных агрегатов тепловых электростанций создает значительные трудности в их эксплуатации вследствие высокой зольности и высокой абразивности золы. Все это приводит к износу поверхности нагрева, понижает нагрузку котельных агрегатов из-за сильного шлакования. Кроме того, возникают большие трудности с золоудалением и немалые затраты на транспортировку золы в отвал.

В настоящее время научно-техническая мысль направлена на разработку прогрессивной технологии сжигания и переработки горючих сланцев.

Минеральная часть горючих сланцев некоторых месторождений (Ленинградского, Эстонского и др.) богата окисью кальция и по химическому составу приближается к портланд-цементной сырьевой смеси. Сжигание таких сланцев в вихревых или циклонных топках с жидким шлакоудалением обеспечивает максимальное использование как органической, так и минеральной части сланцев.

Энергетическим институтом АН СССР им. Г. М. Кржижановского разработана новая схема энергоклинкерного сжигания прибалтийских сланцев с добавкой известняков в специальных высокоинтенсивных энергетических топках, работающих с жидким шлакоудалением. При комплексном энергоклинкерном сжигании сланцев достигается получение тепловой, электрической энергии и плавленого гранулированного цементного клинкера как попутного продукта. Применение этого метода позволит сжигать горючий сланец с теплотой сгорания 2000 *ккал/кг* и даже меньше, избавит от капитальных затрат на сооружение специальных цементных заводов и содержание карьеров по добыче известняков.

Экспериментальными исследованиями МВТУ им. Баумана были проведены опыты по получению плавленого клинкера при сжигании ленинградских сланцев в циклонной камере диаметром 800 *мм*. Л. Л. Калишевский считает, что получение плавленого клинкера из карбонатизированных сланцев возможно при содержании в золе окиси кальция 58—60% и теплоте сгорания сланцев порядка 2100 *ккал/кг*, подогреве воздуха до 650° С и обогащении его кислородом до 25—30%.

Переход на жидкое шлакоудаление при сжигании сланцев в сочетании с использованием гранулированных шлаков может дать значительный экономический эффект.

Разрешение вопросов комплексного энерготехнологического использования горючих сланцев имеет важное значение для повышения эффективности сланцевой промышленности. Совмещение процессов интенсивного сжигания сланцев с процессами образования плавленого цементного клинкера непосредственно в котельных топках рассчитано на высокую степень использования как органической, так и минеральной части сланцев с получением энергии и жидкого шлака. В том случае, когда минеральная часть сланцев по своему химическому составу близка к портланд-цементному сырью, можно рассчитывать на организацию массового производства дешевого и высококачественного портланд-цемента.

Использование горючего сланца как местного топлива выгодно отличается от угля, торфа и других видов топлива по прямым трудовым затратам и полным издержкам средств при подземной добыче. З. Ф. Чуханов (1964) считает, что подземная добыча горючего сланца по прямым трудовым затратам и полным издержкам средств в пересчете на условное топливо обходится дешевле, чем, например, угля и торфа.

Добыча сланцев открытым способом обходится в 1,5—2 раза дешевле подземной разработки.

Горючий сланец как энергетическое топливо не только в настоящее время, но и в будущем будет играть заметную роль в энергетическом хозяйстве нашей страны. Его энергетический потенциал особенно возрастает в дальнейшем при более ограниченном балансе нефти и газа и более рациональном использовании последних в народном хозяйстве для получения химических продуктов.

Использование сланца для энергетических целей, как это установлено расчетами института «Гипрошахт», экономически более выгодно,

например для Ленинграда, чем привозное топливо. Себестоимость условного топлива различных видов франко-Ленинград составит:

1.	Сланцы эстонские при открытом способе добычи	7,6 *руб/т*
2.	Нефть привозная	7,8 „
3.	Газ краснодарский	8,6 „
4.	Сланцы ленинградские при открытом способе добычи	9,2 „
5.	Уголь донецкий	16,4 „

Не менее перспективным направлением является комплексное энергохимическое использование горючих сланцев с получением жидкого сланцезольного расплава за счет минеральной части сланцев и различных химических продуктов за счет их органической части.

Изучению свойств сланцезольных расплавов и шлаков посвящены работы Института строительства и строительных материалов Госстроя ЭССР под руководством Н. Л. Дилакторского. Шлаки, содержащие от 42 до 46% CaO, могут использоваться для производства портланд-цемента. Такие шлаки отвечают минеральной части сланцев, сжигаемых в топках электростанций. Температура плавления шлаков находится в интервале 1450—1550°, следовательно, для получения расплава не потребуются подогрев воздуха и обогащение его кислородом.

При совместном помоле 85% гранулированного шлака и 15—20% клинкера с добавкой 5% гипса получается шлако-портланд-цемент. Себестоимость 1 *т* сланцешлакового портланд-цемента будет в два раза меньше стоимости выпускаемого цемента, например, заводом Пунане-Кунда (ЭССР).

Жидкое шлакоудаление на электростанциях, работающих на сланцах, открывает широкие перспективы получения минеральной ваты, аглопорита, термозита, каменных литых изделий, стеклокристаллического материала и т. д.

Горючие сланцы, как уже было сказано выше, представляют собой комплексное органо-минеральное сырье. При сжигании и термической переработке ленинградских и кашпирских сланцев ежегодно за счет минеральной части образуется огромное количество зольных остатков (табл. 1).

Таблица 1

Комбинаты, заводы, ТЭЦ и ЦЭС	Количество сланцезольных отходов, млн. *т*	
	находится в отвалах на 1/I 1965 г.	ожидаемое в 1965 г.
Комбинат „Сланцы“	Около 30,0	3,0
В том числе:		
кокс сланцевый камерных печей	Порядка 12,0	1,0
зола генераторная	„ 12,0	1,1
зола циклонная ТЭЦ и ЦЭС	„ 6—8,0	0,90
Кашпирский рудник	Порядка 16—17,0	0,60—0,70
В том числе:		
Сызранский сланцеперерабатывающий завод	2,5—3,0	0,070
Сызранская ТЭЦ	14—15,0	0,060

Минеральная часть горючих сланцев неоднородна по своему химическому составу. Месторождения сланцев одного и того же возраста и аналогичного состава исходного органического вещества не всегда

имеют одинаковый химический состав. Присутствие или преобладание в составе сланцевой золы тех или иных химических компонентов и отдельных элементов зависит как от минеральных примесей, содержащихся непосредственно в органическом веществе, так и от привноса их в водоем, а также от обменных реакций, происходивших в водоемах. Все это оказывает влияние на химический состав золы при сжигании сланцев в топочных агрегатах тепловых электростанций (табл. 2).

Зола с более высоким модулем основных (например, Ленинградского, Эстонского и Кашпирского месторождений) при незначительной подшихтовке извести может быть использована для энергоклинкерного производства. Такие золы обладают вяжущими свойствами.

Зола с силикатным модулем более 4 и глиноземным модулем выше 2 пригодна для каменного литья.

Почти все разновидности сланцевой золы могут использоваться для производства легких заполнителей типа аглопорита.

Как показали научные разработки ВНИИТ, института строительства и строительных материалов Госстроя ЭССР, сланцезольные отходы представляют большую ценность для народного хозяйства по производству вяжущих и строительных материалов, изделий и деталей.

Сланцевая циклонная зола прибалтийских сланцев содержит до 18—20% свободной окиси кальция, обладает вяжущими свойствами и пригодна для производства ячеистых и плотных бетонов, дренажных и канализационных труб, легкого заполнителя бетона — аглопорита и аглопорито-бетона. Себестоимость этих изделий на основе цементного бетона и качество их не уступают последнему.

Сланцевая циклонная зола, как показали опыты Всесоюзного института растениеводства, пригодна для известкования почв. Зола представляет тонкодисперсный материал с размером зерен менее 56 μ и не требует затраты денежных средств на обработку. Практически не содержит влаги. В состав ее входят: SiO_2 (34), Al_2O_3 (8), Fe_2O_3 (4), CaO (36,5), MgO (3), R_2O (4), SO_3 (3,5). В золе присутствуют также микроэлементы — марганец, титан, стронций, ванадий, свинец, галлий, никель, иттрий, хром и др. Содержится фосфорная кислота в количестве 0,12%.

Внесение сланцевой золы в почву от 2,5 до 4 *т* на 1 *га* повышает урожайность отдельных культур до 20%.

Сланцевая циклонная зола указанного химического состава может полностью заменить специально изготовляемую известковую муку в количестве до 400 тыс. *т* в год.

По разработанной ВНИИТом технологии производства термореактивных и термопластичных прессматериалов на сланцезольном наполнителе — слизоле — и заменяются полностью или частично такие дорогостоящие наполнители, как тальк, барит и древесная мука.

Потребность в строительных материалах в каждом экономическом районе огромна, особенно если учесть строительство в колхозах и совхозах. Она в значительной степени может быть удовлетворена за счет производства панелей и блоков, ячеистого и плотного сланцезольного бетона. Технико-экономический расчет, выполненный трестом «Оргтехстрой» Министерства строительства РСФСР, показал, что радиус перевозок сланцезольных строительных конструкций экономически оправдывается на расстояние 500 *км*. Только для строительных организаций Главзапстроя в ближайшие годы потребуется сланцезольных строительных изделий сотни тысяч кубических метров.

Кокс сланцевый камерных печей, как показали заводские опыты, проведенные ВНИИТом, Гипроцементом и Сланцевским цементным заводом, пригоден для производства портланд-цемента марки «500».

Таблица 2

Месторождения сланцев	Содержание компонентов в золе, %								Авторы
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	P_2O_5	SO_3	
Ленинградское, РСФСР	33,78	9,43	4,87	37,07	3,10	4,62	0,12	3,54	Озеров И. М.
Эстонское, ЭССР	31,00	7,80	5,80	39,00	4,50	3,20	Не опр.	4,50	Эпик И. П.
Кашпирское, РСФСР	41,90	10,22	7,70	28,70	1,80	Не опр.	Не опр.	5,74	Лапин В. Н.
Сысольское, РСФСР	42,52	20,09		28,24	1,03	»	»	4,99	Добрянский А. Ф.
Байсунское, Уз. ССР	43,46	17,15	9,62	10,92	2,34	»	»	9,21	Озеров И. М.
Верхне-Волосковское, РСФСР	53,76	20,00	6,21	9,47	2,49	»	»	4,82	»
Ухтинское, РСФСР	71,56	11,20	3,85	8,15	1,57	»	0,38	0,62	Добрянский А. Ф.
Усольское, РСФСР	59,80	13,20	16,40	4,90	3,20	»	2,9	6,30	»
Кендерлыкское, Каз.ССР	58,57	15,83	7,26	5,78	5,11	4,01	Не опр.	4,08	Гуревич Б. Е.
Лемезинское, РСФСР	58,00	27,20	2,13	4,60	Следы	Не опр.	3,0	0,37	Добрянский А. Ф.
Болтышское, УССР	57,50	19,43	6,57	7,13	2,06	»		2,94	Озеров И. М.
Синевидное, УССР	71,33	14,84	6,28	1,81	2,02	»	Не опр.	0,92	»

Сланцевский цементный завод ежегодно будет потреблять не менее 300 тыс. *т* сланцевого кокса.

ВНИИТом на основе сланцевого кокса разработана технология производства высококачественной минеральной ваты и изделий из нее — матов, полужестких и жестких плит.

Практическое значение горючих сланцев не ограничивается только органическим веществом. Из минеральной части их в отдельных случаях может быть организовано извлечение многих ценных химических элементов.

Наука о химии твердых ископаемых, в том числе и горючих сланцев, в нашей стране сыграла большую роль в создании и развитии сланцеперерабатывающей промышленности. По технологическим разработкам советских ученых на базе сланцев создана крупная сланцевая газо-химическая отрасль. Выполнение программы по развитию химии высокополимеров и других важнейших химических продуктов немыслимо без химико-технологической переработки горючего сланца.

Термическая переработка сланцев камерными печами обеспечивает получение бытового сланцевого газа с теплотой сгорания 4000 *ккал/м*^{3} в потребных количествах. Только на газосланцевом заводе комбината «Сланцы» камерными печами вырабатывается более 500 млн. *м*^{3} бытового газа, большая часть которого идет на снабжение Ленинграда. Сланцевский цементный завод в ближайшее время переходит на использование генераторного газа в количестве 150 млн. *м*^{3}.

Получаемое в больших количествах сланцевое масло перерабатывается на различные химические продукты — газовый бензин, бензол, толуол, дубитель, сольвений, фенолы, нафталин, алькидно-ситрольный лак, сера, шпалопропиточное масло, битум, мазут, пиробитум и т. д.

Из сланцевого масла получаются медицинские препараты — ихтиол, альбихтоловая паста, сульфихтол, нашатырный спирт и пр.

ВНИИТом разработана технология производства электродного кокса из сланцевой смолы. Из обогащенного сланца получен кероген с концентрацией до 70% органического вещества. Кероген используется для изготовления пресспорошков пластмасс.

Горючие сланцы — это комплексное энергохимическое сырье. Значение их особенно велико в районах, не располагающих местной сырьевой базой нефтехимической промышленности.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ВВЕДЕНИЕ

Прибалтийский сланценосный бассейн расположен на северо-западе Европейской части СССР. Он является основным источником местного твердого топлива и бытового газа для городских и индустриальных центров Эстонии, Латвии, Ленинградской и Псковской областей.

Хорошее качество и крупные запасы сланцев, большой масштаб добычи и благоприятные экономические условия обеспечивают этому бассейну первое место по его значению в народном хозяйстве по сравнению с другими бассейнами и месторождениями горючих сланцев нашей страны.

В Прибалтийском бассейне, приуроченном к крупной геологической структуре — южному склону Балтийского щита, распространены два типа горючих сланцев, различных по возрасту, вещественному составу и химико-технологическим свойствам. Это диктионемовые сланцы пакерортского горизонта нижнего ордовика и горючие сланцы (кукерситы), залегающие в карбонатной толще среднего ордовика.

В данное время лишь кукерситы являются промышленным объектом высокой ценности. Что касается диктионемовых сланцев, то как топливо они сейчас не используются из-за низкого качества. Возможно, в недалеком будущем в связи с ведущейся разработкой особого вида топочных устройств откроются новые перспективы использования диктионемовых сланцев для энергетических целей и химической переработки.

ОБЩИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Прибалтийский бассейн горючих сланцев-кукерситов занимает значительную территорию в Эстонской ССР (административные районы: Харьюский, Тапаский, Раквереский, Кохтла-Ярвеский) и в Ленинградской области (Сланцевский, Кингисеппский, Волосовский, Осьминский, Гатчинский, Лужский, Тосненский районы). Сравнительно небольшая часть сланценосной площади находится в пределах Псковской (Гдовский район) и Новгородской (Чудовский и Будогощинский районы) областей. На севере естественной границей сланценосной площади служит полоса выходов (под четвертичные отложения) кукерского горизонта среднего ордовика, совпадающая с древними уступами — куэстами — везенбергским и ордовикским (ранее называемым силурийским глинтом), протягивающимися вдоль побережья Финского залива и далее к востоку. На западе и востоке контур промышленной площади бассейна, по изолинии суммарной мощности пластов горючих сланцев 0,7 *м*, проходит от г. Тапа к Раннапунгерья, в 10 *км* к северу от Гдова, у с. Большой Сабск и к западу от с. Копорья. Судя по данным глубоких одиночных буровых скважин, непромышленная сланценосность отложений среднего ордовика прослеживается еще далее на западе до г. Хаапсалу, на юге до г. Тарту, с. Мишина гора (в 25 *км*

к юго-востоку от Гдова), городов Луги и Новгорода, а на востоке до г. Гатчины и ст. Будогощь. Площадь бассейна в указанных широких границах составляет около 60 тыс. *км*². Промышленная часть ее с общей мощностью рабочих слоев сланца выше 0,7 *м* около 5,5 тыс. *км*².

Административная граница между Эстонской ССР и Ленинградской областью (по р. Нарве и Чудскому озеру) условно разделяет бассейн на две части — западную и восточную. Западная часть по площади промышленной залежи бóльшая (3655 *км*²), а восточная — меньшая (1750 *км*²).

Разведанная площадь бассейна, расположенная к западу от р. Нарвы, носит название Эстонского месторождения, в котором выделяются следующие крупные участки: Западный, Центральный, Восточный и Южный (Поисковый).

В восточной части бассейна выделяются Ленинградское (б. Гдовское) месторождение с Лужско-Волосовской поисковой площадью (ранее рассматривавшейся как самостоятельное месторождение), Веймарнское и Чудово-Бабинское месторождения.

В западной части бассейна находится много городских и промышленных центров, из которых наиболее крупные города Раквере и Кохтла-Ярве. По соседству, к северо-востоку, расположен г. Нарва с крупной Прибалтийской ГРЭС, работающей на сланцах.

В г. Кохтла-Ярве с 1948 г. действует большой комбинат по переработке из сланца газа, смолы и разнообразных продуктов бытовой химии. На сланцеперерабатывающих предприятиях в Кивиыли и Кохтла вырабатываются топочная смола, бензин и целый ряд химических продуктов. Разработка Эстонского месторождения ведется девятью шахтами и двумя карьерами. На сланценосной площади расположен целый ряд мелких и крупных предприятий по добыче ордовикских известняков, а также четвертичных глин и песчано-гравийно-галечных материалов. У западной границы промышленной площади производится в большом масштабе добыча и переработка фосфоритов из оболовых песчаников пакерортского горизонта нижнего ордовика у Маарду. К северу от месторождения, у г. Кунда, базируется на местном сырье (кембрийские глины и известняки ордовика) крупное цементное производство, а у г. Азери — производство кирпича и дренажных труб из кембрийских глин.

В восточной части бассейна находится ряд городских и промышленных центров: Сланцы, Гдов, Волосово, Луга, Гатчина, Чудово, Будогощь. В ближайшем соседстве расположены крупнейший потребитель горючих сланцев и продуктов их переработки (газа) г. Ленинград и города Новгород, Кингисепп, Нарва, Псков.

Особое место по своему экономическому значению занимает г. Сланцы, который с прилегающими к нему рабочими поселками является единственным центром добычи и переработки сланцев в рассматриваемой части бассейна. Здесь находятся четыре шахты (им. С. М. Кирова, № 1, 2 и 3). В настоящее время производится реконструкция этих шахт. В г. Сланцы есть крупный завод, вырабатывающий из горючих сланцев бытовой газ. На местных известняках (везенбергский горизонт) работает цементный завод; имеется завод бетонных конструкций, теплоэлектростанция и другие предприятия.

В пределах восточной части бассейна находятся и менее крупные центры горной промышленности и переработки минерального сырья. Так, в районе ст. Веймарн в значительном количестве вырабатываются строительные материалы (гидравлическая и воздушная известь, бутовый камень и т. д., пос. Алексеевский) из известняков кукерского горизонта. В районе населенных пунктов Волосово, Извары, Кикерино

и др. широко разрабатываются и обжигаются на известь доломиты кегельского горизонта, применяющиеся также и в качестве облицовочного камня. В ряде других пунктов расположены известняковые, глиняные и песчано-гравийные карьеры и торфопредприятия. В 7 *км* от г. Кингисеппа завершается строительство крупного рудника и химического комбината на месторождении фосфоритов оболовых слоев.

Транспортные условия Прибалтийского бассейна хорошие. С запада на восток через всю сланценосную площадь проходит железнодорожная магистраль и шоссе Таллин—Ленинград. Через западную часть Эстонского месторождения пролегает железнодорожная линия Таллин—Москва. Ленинградское (Гдовское) месторождение соединено с Ленинградом особой железнодорожной линией (Гдов—Сланцы—Веймарн—Ленинград). Чудовское месторождение пересекает железнодорожная магистраль Ленинград—Москва. Вдоль восточной границы Лужско-Волосовской поисковой площади проходит железнодорожная линия Ленинград—Луга—Псков. Все шахты связаны между собой и с промышленными центрами автомобильными дорогами.

Водный транспорт в пределах бассейна имеет крайне ограниченное значение. Морские перевозки отсутствуют. Речное судоходство слабо развито и существует лишь по рекам Нарве, Плюссе и Луге.

Экономическое значение Прибалтийского бассейна велико. Он расположен в индустриальном густо населенном Северо-Западном районе, где проживает около 6% населения страны. Электроэнергия, получаемая на базе местных горючих сланцев, самая дешевая в этом районе. Имеются широкие перспективы для развития ряда химических производств на сырьевой базе. Стоимость 1 *т* условного топлива газа, получаемого из сланцев, не выше стоимости природного газа.

На шахтах Прибалтийского бассейна в настоящее время добывается около 18 *млн. т* горючего сланца, что составляет более 90% от общей добычи сланцев в СССР. Правительственным решением зафиксировано, что в ближайшие 5 лет добыча сланцев в Эстонской ССР и Ленинградской области должна возрасти в 2—2,5 раза. Этим определяется существенное значение Прибалтийского бассейна в общей экономике СССР.

ОРОГИДРОГРАФИЯ

В рельефе поверхности Прибалтийского бассейна выделяются следующие крупные элементы: Северо-Эстонское плато и Ижорская возвышенность (ранее выделявшаяся под названием силурийского плато), Лужско-Нарвская и Волховско-Ильменская низменности (рис. 1).

Северо-Эстонское плато находится в западной части бассейна (Эстонское месторождение) и ограничено на востоке Лужско-Нарвской низменностью с отметками 25—50 *м*.

Северо-Эстонское плато, сложенное слабо наклоненными на юг карбонатными породами ордовика, обрывается на севере крутым уступом — глинтом. На геологической карте с этим уступом почти на всем его протяжении совпадает северная граница распространения пород среднего ордовика.

Рельеф плато повышается в южном направлении к Пандивереской возвышенности, наивысшая отметка которой, южнее г. Раквере, 166 *м* (Эмумяги). Пандивереская возвышенность служит водоразделом рек северного стока, впадающих в Финский залив, и рек южного стока, впадающих в Рижский залив и в Чудское озеро. Водораздельное пространство имеет широтное протяжение; оно плоское, заболоченное, местами закарстованное. К югу от водораздела плато понижается и незаметно переходит в Средне-Эстонскую низину; на западе оно перехо-

дит постепенно в приморскую Западно-Эстонскую равнину, а на востоке — в Лужско-Нарвскую низменность и низину Чудского озера.

Эстонское месторождение прорезается реками, впадающими в Финский залив (реки Лообу, Селья, Кунда, Пуртсе, Вассавера) и Чудское озеро (реки Пунгерья, Алайыги и Мустыйги). Примерно 75% площади месторождения относится к бассейну Финского залива и 25% — к бассейну Чудского озера. Общими для этих рек являются следующие характеристики. Истоки рек находятся в заболоченной или закарстованной плоской местности водораздела. Питание их смешанное: карстовое и грунтовое. Длина 20—50 *км*; площадь водосбора 100—400 *км*^{2}; среднегодовой расход от 1 до 10 *м*^{3}/*сек*; модули стока 3—7 *л/сек*. Реки местами карстовые. Речные долины глубоко врезаны в коренные палеозойские породы, особенно в приглинтовой полосе; они часто совпадают с древними погребенными долинами, заполненными четвертичными отложениями до отметок в несколько десятков метров ниже уровня моря. Реки дренируют и питают подземные воды, что имеет значение при ведении разработок сланцевого месторождения, особенно карьерным способом и мелкими шахтами.

На поверхности плато отражается рельеф коренных пород в виде пластовых плоских возвышенностей, ограниченных с севера невысокими (местами до 10 *м*) куэстами широтного направления, совпадающими с простиранием пород. Этот рельеф древнего плато значительно осложнен ледниковыми формами — моренными равнинами и грядами, озами, камами; понижения между положительными ледниковыми формами рельефа во многих местах заболочены и заполнены озерами. Из-за малого стока местность сильно заболочена (до 25% площади месторождения). Большинство торфяных болот верхового типа.

Промышленная площадь Ленинградского месторождения горючих сланцев располагается в пределах Лужско-Нарвской низменности (междуречье Нарвы и Плюссы и междуречье Плюссы и Луги), в области преимущественного развития среднедевонских отложений, за исключением ограниченного участка карбонатных пород ордовика, обнажающихся в виде полосы шириной до 6 *км* и протяженностью 65—70 *км* от р. Нарвы (д. Омути) до р. Луги (с. Сабск). Абсолютные отметки поверхности в местах развития ордовикских отложений 40—60 *м*. Северная граница ордовикских отложений выражена в рельефе в виде невысокого уступа, получившего название Везенбергского по возрасту слагающих его пород везенбергского (раквереского) горизонта верхнего ордовика. Этот уступ является южной границей Лужско-Нарвской депрессии, выполненной среднедевонскими отложениями. Депрессия имеет в общем широтное протяжение и прослеживается от р. Нарвы до р. Луги.

Ижорская возвышенность, расположенная на северо-востоке сланцевого бассейна, имеет отметки от 60 до 168 *м* абсолютной высоты; она сложена в основном карбонатными породами нижнего и среднего ордовика, перекрытыми четвертичными отложениями относительно небольшой мощности. Ограничивающий ее с севера крутой (до 15—50°) уступ — Балтийско-Ладожский глинт денудационного происхождения — имеет ширину 1—3 *км* и высоту от 25 до 120 *м*. Этот уступ доминирует над прилегающей с севера приглинтовой низменностью, возвышаясь над нею на 40—80 *м*. На востоке бассейна территория, тяготеющая к оз. Ильмень в долине р. Волхова, представляет низменную слабоволнистую равнину с абсолютными высотами от 15 до 50—70 *м*. Волховско-Ильменская равнина сложена с поверхности рыхлыми четвертичными и девонскими отложениями. Четвертичный покров здесь достигает местами большой (до 100 *м*) мощности.

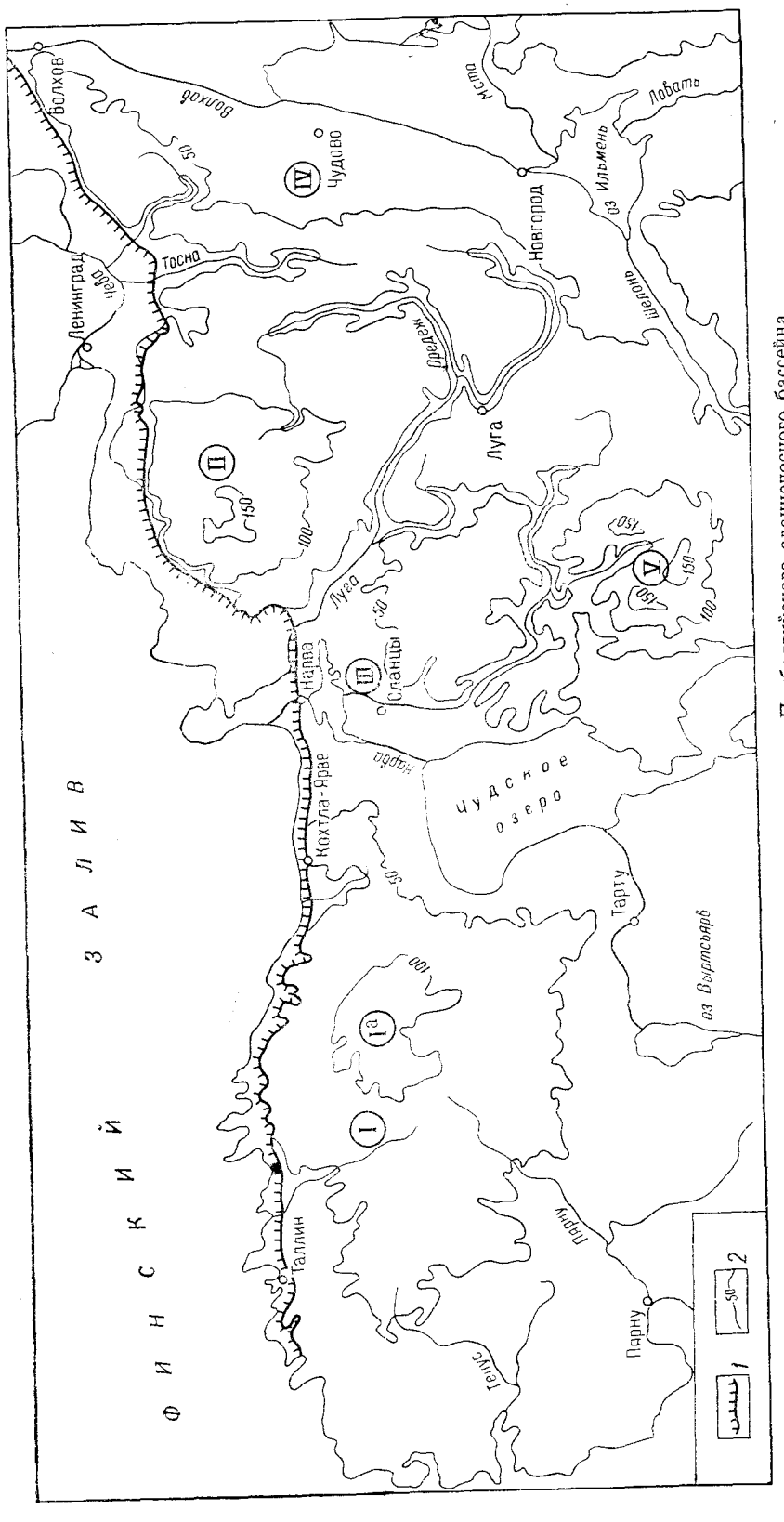


Рис. 1. Схема орогидрографии территории Прибалтийского сланценосного бассейна

Римские цифры на карте обозначают орографические районы: I — Северо-Эстонское плато, Ia — возвышенность Пандивере, II — Ижорская возвышенность, III — Лужско-Нарвская низменность, IV — Волховско-Ильменская низменность, V — Лужская возвышенность; *1* — глинт; *2* — изогипсы абсолютных отметок

Через территорию Ленинградского сланцевого месторождения протекают три реки — Нарва, Плюсса и Луга, впадающие в Финский залив.

Река Нарва, разделяющая Эстонское и Ленинградское сланцевые месторождения, самая многоводная в пределах Прибалтийского сланцевого бассейна. Ее годовой расход около 400 *м³/сек* при коэффициенте стока 0,36. Модуль среднего стока около 7 $\frac{л/сек}{км^2}$. Модуль минимального стока в 20 раз меньше максимального. Сток реки с 1953 г. зарегулирован. Имеется водохранилище, на котором построена гидроэлектростанция. Река Плюсса впадает в р. Нарву выше плотины. Протяженность ее около 200 *км*, площадь бассейна около 7 тыс. *км²*, средний расход 48 *м³/сек*, средний модуль 7,8 $\frac{л/сек}{км^2}$. Сезонные колебания уровня воды в р. Плюссе около шахты им. Кирова после сооружения Нарвского водохранилища не превышают 1,5 *м*. Реки Нарва и Плюсса до их слияния текут параллельно на расстоянии 12—15 *км* друг от друга. Участок месторождения, ограниченный с запада и востока этими реками, на севере Нарвским водохранилищем, получил наименование «Междуречье».

Река Луга протекает в восточной части Ленинградского месторождения, за пределами промышленной его площади.

Климат территории Прибалтийского бассейна умеренно влажный, переходный от континентального к морскому, с относительно низкой температурой лета и высокой температурой зимы и продолжительным безморозным периодом; в западной части бассейна климат более мягкий, что связано с интенсивной деятельностью циклонов в северной части Атлантического океана и с непосредственным влиянием Балтийского моря и его заливов. Погода неустойчивая, особенно в осенне-зимний период. Преобладают юго-западные ветры, приносящие морские воздушные массы, относительно теплые зимой и прохладные летом. Резкие изменения погоды связаны с вторжением арктического воздуха с северных и северо-восточных направлений, что, однако, наблюдается реже (обычно в мае и сентябре), чем вторжение теплых воздушных масс с юго-запада.

Самый холодный месяц года — февраль, средняя температура которого колеблется от —5 до —7°. Самые низкие температуры воздуха за период с 1891 по 1964 гг. наблюдались в январе 1940 г. (от —30 до —43°). Средняя температура июля, самого теплого месяца в году, колеблется от 16 до 18°. Средняя годовая температура 5—6°. Весна обычно прохладная, с часто повторяющимися заморозками и с небольшим количеством осадков. Лето умеренно теплое, в первой половине преимущественно с сухой, а во второй половине с дождливой погодой. Осень теплая, затяжная. Зима умеренно холодная.

За год выпадает 600—700 *мм* осадков; наибольшее число дней с осадками в году приходится на весенний период (апрель—июнь).

Разрушение устойчивого снежного покрова и вскрытие рек наступает в конце марта и начале апреля.

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Первый этап. Первая научная статья о прибалтийских горючих сланцах относится к концу XVIII в. (J. Georgi, 1791). В ней они описываются как «коричневый, состоящий из тонких слоев суглинок, или мергельная битуминозная порода (мицеран), который образует поблизости от мыса Кохала (8 *км* к северо-востоку от г. Раквере), в Ракверескоm уезде, залежи, доходящие до трех футов толщины».

Было отмечено пластообразное залегание горючих сланцев и переслаивание их с известняками.

Полученные данные о составе сланцев позволили И. Георги указать на возможность практического их использования в качестве топлива и для дистилляции смолы.

До исследования И. Георги о горючих сланцах на территории Эстонии было известно лишь по единичным находкам в различных местах «камней», которые загораются, и по рассказам о том, как пастухи жгли в кострах «коричневые камни», как один крестьянин сложил себе из таких камней печь и она сгорела и т. п. (A. Hupel, 1777; I. Giildenstädt, 1787).

В первую половину XIX в. проводились геологические исследования, в результате которых были установлены общие черты стратиграфии силура в северной части Эстонии (C. Pander, 1830; Э. Эйхвальд, 1840—1846). Были также проведены работы специально и по исследованию залежи горючих сланцев в районе Кейла (мыза Фалль) в 30 *км* к западу от г. Таллина и поблизости от д. Ванамыйза, примерно в 3 *км* к северу от места, где ранее производил исследование И. Георги (Г. Гельмерсен, 1838, 1839).

У д. Ванамыйза Г. Гельмерсен произвел разведку залежи горючих сланцев — кукерситов на площади около 1 *км²*, на которой было пройдено 16 шурфов. Разведкой была установлена возможность вести добычу сланца открытым способом. Исследования качества сланца показали, что последний может употребляться в таких производствах, где требуется «большой пламенный жар». Опытная перегонка горючего сланца дала выход смолы 9,5—12%, которая с добавкой песка и мелкой каменной дресвы «оказалась удобной для делания тротуаров и в особенности кровель». Касаясь вопроса практического использования этих сланцев, Г. Гельмерсен отмечал: «Горючий сланец в Санкт-Петербурге обойдется дороже английского каменного угля. Но для местных жителей употребление сего минерала может принести значительные выгоды».

Второй этап в развитии геологических знаний о территории Эстонии вообще и прибалтийских горючих сланцев в частности охватывает время до первой мировой войны и главным образом связан с работами Ф. Б. Шмидта, который в 1858 г. расчленил отложения нижнего палеозоя Эстонии на ряд стратиграфических горизонтов. В 1881 г. Ф. Шмидт дал детальную стратиграфическую схему нижнего силура (ордовика) и выделенные им слои с горючими сланцами впервые назвал кукерскими слоями (Kuckersche Schicht Brandschiefer — C_2, Fr. Schmidt, 1858, 1881). В том же году он отмечает наличие горючих сланцев среди известняков у ст. Веймарн. Несколько ранее А. Шамарин получил полные для того времени данные о химическом составе горючих сланцев, вскрытых в осушительной канаве у д. Кукерс (Кукрузе), их теплотворной способности и продуктах, получаемых при их сухой перегонке. Он был первым, кто научно обосновал возможность использования горючих сланцев в промышленных целях. К. Шмидт и А. Шамарин пришли к выводу, что горючие сланцы-кукерситы можно использовать в качестве топлива и сырья для получения из них продуктов перегонки — светильного газа и жидких дистиллятов (C. Schmidt, 1869; A. Schamarin, 1870).

В 1871 г. Р. Хен определил выход смолы, газа и кокса при сухой перегонке сланца, разделил полученную сланцевую смолу на фракции и изучил элементарный состав последних (R. Hehn, 1871). Судя по газетным заметкам, в конце XIX в. интерес к эстонским сланцам со стороны промышленников проявляется большой, и были даже «намерения приступить к обширным работам по добыванию этого камня».

Одновременно высказывались и мнения о нецелесообразности практического использования горючих сланцев из-за их большой зольности. В то время бурение и проходка разведочных горных выработок в крепких известняках при больших притоках грунтовых вод было делом дорогостоящим, и разведка сланцевых месторождений не особенно продвигалась вперед.

Интерес к эстонским горючим сланцам заметно повысился с 1910 г. в связи с поднятием цен на международном рынке на нефть и уголь. С этого времени начались разведочные работы в нескольких местах (Кивиыли, Кохтла и др.) с целью выяснения возможности организации здесь добычи сланца. С землевладельцами, на участках которых производились разведки, заключались договора на право производства разработок сланца.

В 1913 г. была опубликована статья Л. Ф. Фокина «О строении и продуктах распада битуминозных пород Эстляндии», имевшая в то время большое значение для оценки возможности промышленного использования горючих сланцев Эстонии. Высказанные в этой статье предположения о водорослевой природе органического вещества кукерсита были большим шагом вперед в познании происхождения горючих сланцев (Фокин, 1913).

В годы первой мировой войны Петроград, потреблявший главным образом привозное топливо, стал испытывать топливный голод. Домбровский угольный бассейн (Польша), снабжавший тогда углем Петроград, был оккупирован немцами, привоз угля из Англии прекратился, доставка бакинской нефти и донецкого угля была крайне затруднена. Требовалось срочно искать новые ресурсы топлива. В связи с этим проблема использования горючих сланцев Эстонии требовала безотлагательного решения.

До 1916—1918 гг. практическое использование эстонских горючих сланцев считалось малоперспективным. Основной причиной этого было существовавшее в то время представление о небольшой мощности сланцевых слоев. Н. Ф. Погребов указал на необходимость проверить правильность такого вывода, и проведенные под его руководством разведочные работы с 1916 по 1918 г. дали положительные результаты и послужили основой для создания сланцевой промышленности. Это короткое время в истории изучения Прибалтийского сланцевого бассейна по своему значению можно рассматривать как особый третий период.

Летом 1916 г. вдоль железной дороги между городами Раквере и Иыхви (ныне часть г. Кохтла-Ярве) П. Ф. Крутиковым и В. М. Козловским под руководством Н. Ф. Погребова были начаты большие для того времени поисково-разведочные работы на горючий сланец. В результате их были выявлены богатые залежи сланцев и установлены наиболее благоприятные для производства детальных геологоразведочных работ участки. Впервые была составлена геологическая карта Эстонского сланцевого месторождения, которая явилась основой для оценки его промышленных границ. Одновременно проводились лабораторные опыты по перегонке сланца в Тартуском университете и Таллинской городской химической лаборатории. Около д. Тюрпсаль (ныне территория г. Кохтла-Ярве) была организована пробная добыча сланца (к весне 1917 г. добыто 820 *т*) с целью постановки опытов по использованию сланца как топлива в твердом виде, а также для получения из него светильного газа и жидкого топлива путем сухой перегонки.

Подводя итоги первых разведочных работ и пробной добычи сланца, Н. Ф. Погребов писал: «Кукерсит является одним из видов топлива, которое может в настоящий момент оказать значительную помощь Петроградскому району в смысле хотя бы частичного утоления острого топливного голода; но в будущем на кукерсит следует смотреть не как на топливо непосредственно, а как на чрезвычайно ценный сырой материал для возникновения здесь крупной химической промышленности, аналогичной широко развивающейся в последнее время в Шотландии и Северной Америке» (Погребов, 1919).

Положительные результаты геологических исследований 1916—1918 гг., изложенные в докладе Л. Г. Рабиновича Комитету по топливу, и хорошие данные опытов по сжиганию горючих сланцев в Петрограде и на цементных заводах Азери в Порт-Кунда послужили основанием для организации добычи сланца около д. Тюрпсаль. Здесь был заложен рудник производительностью до 50 тыс. *т* в месяц, который был соединен железнодорожной веткой широкой колеи со ст. Кохтла. Но развитию рудника помешала немецкая оккупация.

Изучение и освоение горючих сланцев во время буржуазной республики с 1918 г. до восстановления в Эстонии Советской власти в 1940 г. можно рассматривать как самостоятельный четвертый период. Сланцы имели тогда большое значение прежде всего как топливо. С первых лет существования буржуазной республики началось промышленное освоение сланцевых месторождений. В 1919 г. было организовано «Государственное сланцевое промышленное предприятие», занимавшееся не только добычей, но и химико-технологическими испытаниями сланцев для научного и экономического обоснования создания сланцеперерабатывающей промышленности. Одновременно в районе Кохтла-Ярве возникли два частных предприятия по добыче сланцев, которые, однако, просуществовали недолго.

Положительные результаты опытов, увеличившийся спрос на сланец, перспективы на выявление значительных запасов сланцев — все это привлекало к ним большое внимание. Начиная с 1921 по 1928 г. возникли частные предприятия по добыче и переработке сланцев, в которых участвовали эстонские акционерные общества и иностранные фирмы. К концу 1933 г., кроме участка государственного предприятия, было зарегистрировано 20 участков концессий и акционерных обществ с привлечением иностранного капитала. Однако добыча сланца велась только на семи участках, наиболее крупными из которых были район Кохтла-Ярве (Эстонское государственное сланцевое предприятие — шахты Кукрузе и Кява), участок Вийвиконна (шведская фирма), участок Кохтла (английская фирма) и участок Кивиыли (немецкая фирма). В 1925 г. в Кохтла-Ярве был пущен первый сланцеперегонный завод с пропускной способностью 200 *т* сланца в сутки, а начиная с 1930 г. — еще три сланцеперегонных завода, находившихся в руках иностранцев, из которых наиболее крупный принадлежал немецкому акционерному обществу «Кивиыли».

Геологоразведочные работы на сланец производились в небольших объемах, необходимых для юридического оформления концессий, и ограничивались, как правило, выявлением площадей, пригодных для открытой разработки или штольневой добычи. До 1940 г. на всех участках действующих в то время шахт было пробурено немногим более 500 разведочных скважин. Геологоразведочные работы проводились под руководством Горного департамента (А. И. Райнвальдом, И. М. Карком и др.).

Простое геологическое строение месторождения, сплошное распространение сланцевого пласта и постоянство мощности и качества последнего позволили таким небольшим количеством скважин в общих чертах правильно определить границы промышленного распростране-

ния сланцевой залежи, оценить запасы и выявить гидрогеологические и горнотехнические условия разработки. В это время было проведено также исследование богатой фауны кукрузеского горизонта и условий образования горючих сланцев (H. Bekker, 1921, 1924; A. Öpik, 1925, 1927, 1928, 1936).

Во время немецкой оккупации в Великую Отечественную войну на территории Эстонии геологоразведочные работы на горючий сланец проводились на шахтных полях Убья, Кохтла, № 6 (Эреда) и № 10 (Ахтме).

Горючие сланцы в Ленинградской области впервые были обнаружены Ф. Б. Шмидтом в 1881 г. среди известняков кукерского горизонта нижнего силура у ст. Веймарн. Однако изучение восточной части Прибалтийского бассейна началось лишь после Великой Октябрьской революции, с 1918 г., когда Геологическим комитетом и трестом «Битумсланец» были организованы поисково-разведочные работы и опытная добыча горючих сланцев около ст. Веймарн. Геологоразведочные работы продолжались здесь с перерывами до 1928 г. на трех участках — Веймарнском, Алексеевском и Опольском, которые объединялись под общим названием Веймарнского месторождения. На Веймарнском участке близ д. Брюмбель в конце 1918 г. был заложен рудник, а в 1930 г. началась эксплуатация на Алексеевском участке. На обоих рудниках было добыто около 100 тыс. *т* сланца. В 1933 г. разработка Веймарнского месторождения была прекращена из-за малой мощности слоев горючего сланца и значительных притоков подземных вод.

Зимой 1926—1927 гг. в 50 *км* к юго-западу от Веймарна поисковыми скважинами, бурившимися партией Геологического комитета, было открыто Ленинградское (Гдовское) месторождение с бóльшей, чем на Веймарнском месторождении, мощностью пластов горючих сланцев. Инициатива постановки поисковых работ в этом районе принадлежала Н. Ф. Погребову, активно занимавшемуся не только геологическим изучением, но и промышленным освоением прибалтийских и ленинградских горючих сланцев.

С весны 1927 г. начала работу партия Северного отделения Управления сланцевой промышленности по детальной разведке Ленинградского месторождения и две партии Геологического комитета по детальной съемке сланценосной площади (Б. П. Асаткин и Е. М. Люткевич). К 1932 г. этими работами была установлена промышленная ценность нового месторождения.

В 1931 г. на нем около д. Большие Поля была заложена опытная шахта имени С. М. Кирова, а в 1934—1935 гг. на правобережье р. Плюссы — еще две шахты (№ 1 и № 2).

С 1930 по 1938 г. геологоразведочные и гидрогеологические работы на Ленинградском (Гдовском) месторождении проводились Северо-Западным (Ленинградским) геологическим управлением.

В 1932 г. в результате широких поисковых работ в полосе, прилегающей к железной дороге Ленинград—Таллин, между станциями Веймарн и Парицы установлена значительная по размерам сланценосная площадь, являющаяся восточным продолжением Гдовской.

В 1938 г. Б. П. Асаткин, Н. Ф. Погребов и В. В. Левыкин составили на основании всех накопленных геологосъемочных, гидрогеологических и разведочных данных монографическое описание Ленинградского (Гдовского) месторождения.

В 1936 г. при бурении артезианской скважины в г. Чудово были обнаружены на глубине 150 *м* горючие сланцы в иевских слоях среднего ордовика.

Разведочные работы 1937—1938 гг., произведенные под руководством В. С. Захарченко и Е. Г. Шаховой, установили распространение сланценосных пачек на площади в 90 *км*^{2}, вытянутой вдоль линии железной дороги Ленинград—Москва к северо-западу от Чудово. Из-за сложных гидрогеологических условий и большой глубины залегания недостаточно мощного пласта горючих сланцев Чудовское месторождение не было освоено промышленностью.

В последний, п я т ы й э т а п изучения и освоения Прибалтийского бассейна, начавшийся после Великой Отечественной войны, были получены весьма ценные дополнительные геологические данные, касающиеся уточнения стратиграфии, тектоники, а также генетических и промышленных границ бассейна, вещественного состава и запасов горючих сланцев, гидрогеологических условий месторождений и т. д.

В соответствии с вышедшими в свет в 1945 и 1952 гг. правительственными постановлениями о развитии сланцевой промышленности для удовлетворения нужд Ленинграда, Таллина и прилегающих районов в бытовом газе и электроэнергии в большом масштабе производились геологоразведочные работы.

Для характеристики объема буровых работ можно указать, что только на одном Эстонском месторождении с 1945 г. по настоящее время пройдено несколько тысяч скважин.

В 1945—1950 гг. работы велись трестом «Ленуглеразведка», в 1950—1952 гг. — трестом «Южуралуглеразведка», с марта 1952 г. — Щекинской геологоразведочной партией треста «Мосбасуглеразведка» и, наконец, с 1957 г. — экспедицией Управления геологии при Совете Министров Эстонской ССР.

Основные результаты геологоразведочных работ послевоенных лет сводятся к следующему: сланцевый бассейн геологически оконтурен, в основном определены его промышленные границы, установлено сплошное распространение промышленного пласта сланца, разведаны запасы для действующих и строящихся шахт и карьеров, создан большой резерв запасов.

Горючие сланцы изучались всесторонне как энергетическое топливо и как сырье для производства жидкого топлива, бытового горючего газа и широкого ассортимента химических продуктов. Много внимания за последние годы уделяется экономике сланцевой промышленности и перспективам ее развития по пути комплексного и безостаточного использования горючих сланцев с утилизацией не только органического вещества, но и минеральной составной их части. Важность решения проблемы комплексного и безостаточного использования горючих сланцев вытекает из большой зольности последних, достигающей 65—70%, что затрудняет использование сланцев, особенно при их сжигании. Кроме того, высокие требования потребителей к качеству товарного сланца заставляют производить на шахтах неполную выемку сланцевого пласта с выборкой лучших по качеству слоев, что приводит к повышению себестоимости добычи и к большим эксплуатационным потерям сланца при добыче, достигающим 40% от отрабатываемых балансовых запасов.

Возможность решения этой важной проблемы заложена в самой природе горючего сланца, так как минеральная составная часть сланца по химическому составу пригодна для изготовления строительных материалов и для известкования и удобрения кислых почв. Изучались и вопросы происхождения горючих сланцев. Подробнее об этом будет сказано ниже.

Изучены гидрогеологические и горнотехнические условия разработки. Геофизическими методами разведки (электрометрия) выявлены

и оконтурены широко распространенные на месторождениях закарстованные зоны, генетически связанные с тектоническими трещинами северо-восточного простирания. Данные о закарстованных зонах имеют большое значение для решения практических задач строительства новых шахт и карьеров, выбора главных направлений горных выработок и борьбы с шахтными водами. Разведкой выявлены участки месторождений, пригодные для открытых разработок крупными карьерами мощностью 4—5 млн. *т* в год.

Опубликованная геологическая литература по горючим сланцам Эстонии, Ленинградской и Новгородской областей немногочисленна. Главнейшие работы следующие: Н. Ф. Погребов, 1916, 1917, 1918, 1919, 1924, 1925, 1927, 1929, 1932, 1933; Е. Около-Кулак, 1927; Б. П. Асаткин, Н. Ф. Погребов, 1932; В. В. Левыкин, 1947; Е. Г. Шахова, 1948; С. С. Бауков, 1955, 1956, 1958, 1960; М. С. Газизов, 1958, 1963; А. П. Саломон, 1960 и др.

Стратиграфической базой для развития исследований в сланценосных районах явились работы Ф. Б. Шмидта (1877, 1882) и В. В. Ламанского (1905); Беккера Х. (Bekker H.), 1921, 1924; А. Эпика (Öpik), 1927, 1928, 1930; К. Орвику (Orviku), 1940; Е. М. Люткевича, 1928, 1939; Б. П. Асаткина, 1931а, 1931б, 1934; Асаткина и др., 1937; М. Э. Янишевского, 1939; А. К. Рыымусокс, 1954, 1956, 1957, 1960; Т. Н. Алиховой, 1960 и др.

Вопросы тектоники освещены в трудах Б. П. Асаткина (1937, 1938), Н. А. Кудрявцева (1944, 1946), В. А. Котлукова и Б. Б. Митгарц, 1955; Е. М. Люткевича, М. И. Пейсика, 1957 и др. Геологическое строение территории бассейна в целом отражено в изданных листах Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (лист О-36 — Ленинград и О-34/35 — Рига—Таллин). В самые последние годы в трудах Института геологии АН Эстонской ССР опубликовано большое количество статей по стратиграфии, литологии, геофизике, гидрогеологии Эстонии, которые в той или иной мере касаются и территории сланцевого бассейна.

В изучении месторождений горючих сланцев Эстонской ССР и Ленинградской области активно участвовали: геологи Б. П. Асаткин, М. П. Астафьев, С. С. Бауков, Н. П. Георгиевский, В. С. Захарченко, Ф. Г. Ковригин, И. Ю. Кельпман, А. С. Левин, Э. А. Лугус, Е. М. Люткевич, Э. А. Мустйыги, Е. Около-Кулак, Г. А. Пильман, Н. Ф. Погребов, В. Н. Прокофьев, А. П. Саломон, В. С. Сизова, Н. С. Стулов, Е. Г. Шахова, Н. П. Шведчикова, С. П. Шоболов и др.; гидрогеологи В. В. Александров, М. А. Гатальский, М. С. Газизов, В. В. Левыкин, С. Ф. Мирошникова, Н. Г. Паукер, П. А. Шильников и др.; геофизики: Х. Р. Андра, Е. Н. Беляев, Б. М. Грищенко, И. И. Кулль, И. И. Снимщиков, А. А. Пастухова и др.

В последние годы существенные уточнения в представления о стратиграфии, тектонике и сланценосности ордовика Северной Эстонии и западной части Ленинградской области внесли геологосъемочные работы. Многие сведения, изложенные ниже, получены в результате этих работ и сообщены К. Ф. Каяком, Н. С. Кырвел, В. А. Селивановой, Э. Ю. Самметом, А. И. Шмаенком и другими исследователями.

СТРАТИГРАФИЯ

На территории Прибалтийского бассейна развиты породы архея и протерозоя, слагающие кристаллический фундамент платформы. На них залегают древние осадочные комплексы нижнего и среднего палеозоя — кембрийские, ордовикские, силурийские (развиты только в юго-

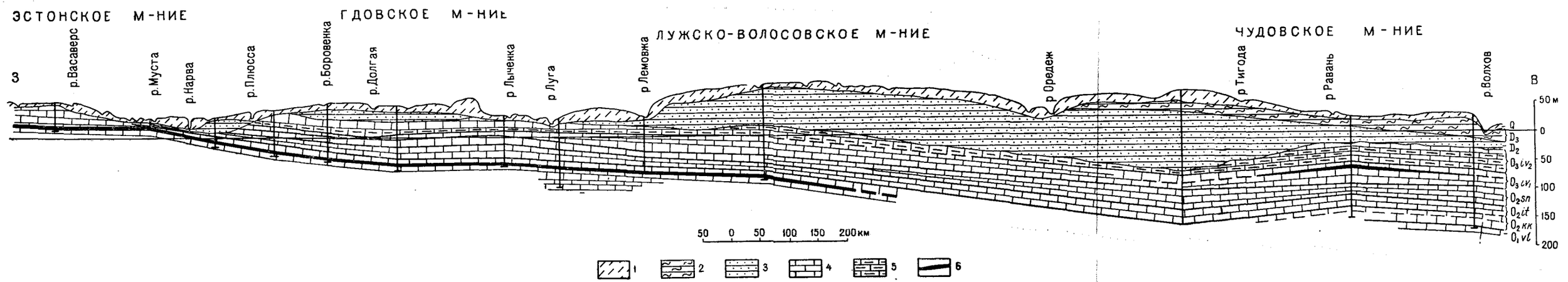


Рис. 3. Геологический разрез по линии I—I

1 — четвертичные отложения (Q) — валунные и ленточные глины, пески, гравий, торф и т. д.; *2* — верхний девон (D_3) — пески, песчаники, глина, мергели, известняки; *3* — средний девон (D_2) — пески, песчаники, глины, мергели; *4* — нижний и средний ордовик (O_{1-2}) — известняки, *5* — доломиты; *6* — пачка горючих сланцев

Зак. 673

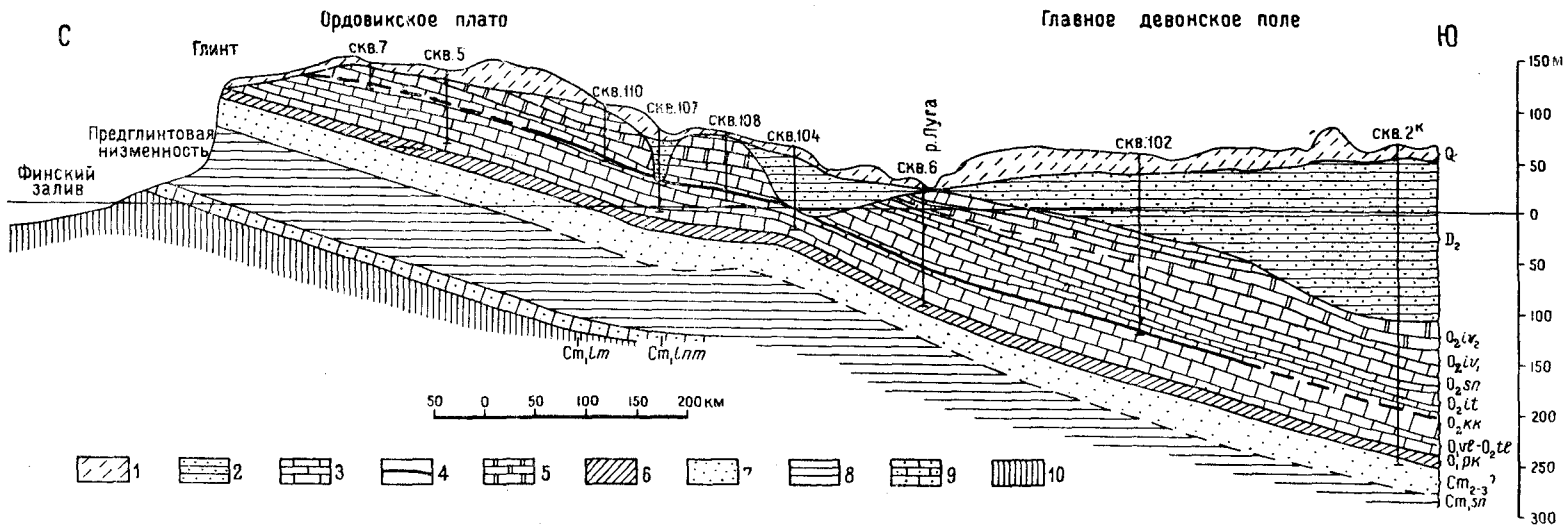


Рис. 2. Геологический разрез (меридиональный) Ленинградского месторождения

1 — четвертичные отложения (Q) — валунные и ленточные глины, пески, гравий, торф и т. д.; *2* — средний девон (D_2) — пески, песчаники, глины, мергели; *3* — нижний и средний ордовик (O_{1-2}) — известняки; *4* — пачка горючих сланцев; *5* — доломиты; *6* — нижний ордовик (O_1pk) — оболовые пески и диктионемовые сланцы; *7* — средний и верхний кембрий (Cm_{2-3})? — песчаники и пески ижорского горизонта; *8* — нижний кембрий (Cm_1) — синие глины; *9* — нижний кембрий (Cm_1) — надляминаритовые песчаники; *10* — нижний кембрий (Cm_1) — ляминаритовые глины

западных районах) и девонские. В самом верху геологического разреза находится покров четвертичных образований. Мощность всего осадочного чехла на северо-западе территории составляет 150—300 *м*, а на юге и юго-востоке доходит до 700 *м* (рис. 2, 3, 4, 5).

АРХЕЙ И ПРОТЕРОЗОЙ

По разрезам более 100 скважин, вскрывших кристаллический фундамент, и по результатам интерпретации гравиомагнитных данных на описываемой территории, принадлежащей южному склону Балтийского

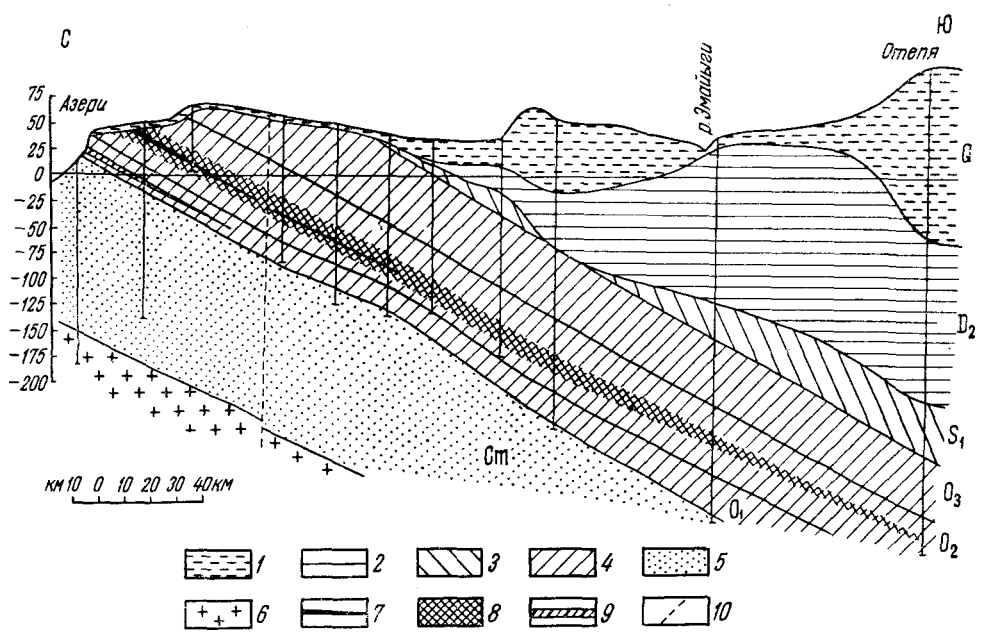


Рис. 4. Геологический разрез Прибалтийского сланцевого бассейна по линии II—II

1 — четвертичные отложения; *2* — среднедевонские отложения; *3* — нижнесилурийские отложения; *4* — ордовикские отложения; *5* — кембрийские отложения; *6* — кристаллический фундамент; *7* — промышленный пласт горючего сланца кукерсита (слои А Эстонского месторождения); *8* — сланценосная толща ухакуского и кукерского горизонтов среднего ордовика; *9* — пласт диктионемового сланца пакеркортского горизонта нижнего ордовика; *10* — нарушения

щита, развиты те же комплексы пород, что и в близких областях Южной Финляндии и Карелии.

К архейским образованиям относятся комплексы: а) гранито-гнейсов, биотитовых гнейсов и сланцев и амфиболитовых гнейсов с магнетитом, б) высокоглиноземистых гнейсов с гранатом, кордиеритом, силлиманитом и графитом, которые встречены в районах Гдовского и Чудовского месторождений.

Гнейсы часто подвергались мигматизации и гранитизации под воздействием мигматитовых гранитов. Последние широко развиты на промежуточной между указанными месторождениями площади. Возраст их еще точно не установлен (нижний протерозой, верхний архей). В районе г. Луги находится крупная интрузия гранитов типа рапакиви, относящаяся к верхнему протерозою. Магматические породы основного состава встречены скважинами только в двух пунктах; их распространение, судя по геофизическим данным, ограниченное.

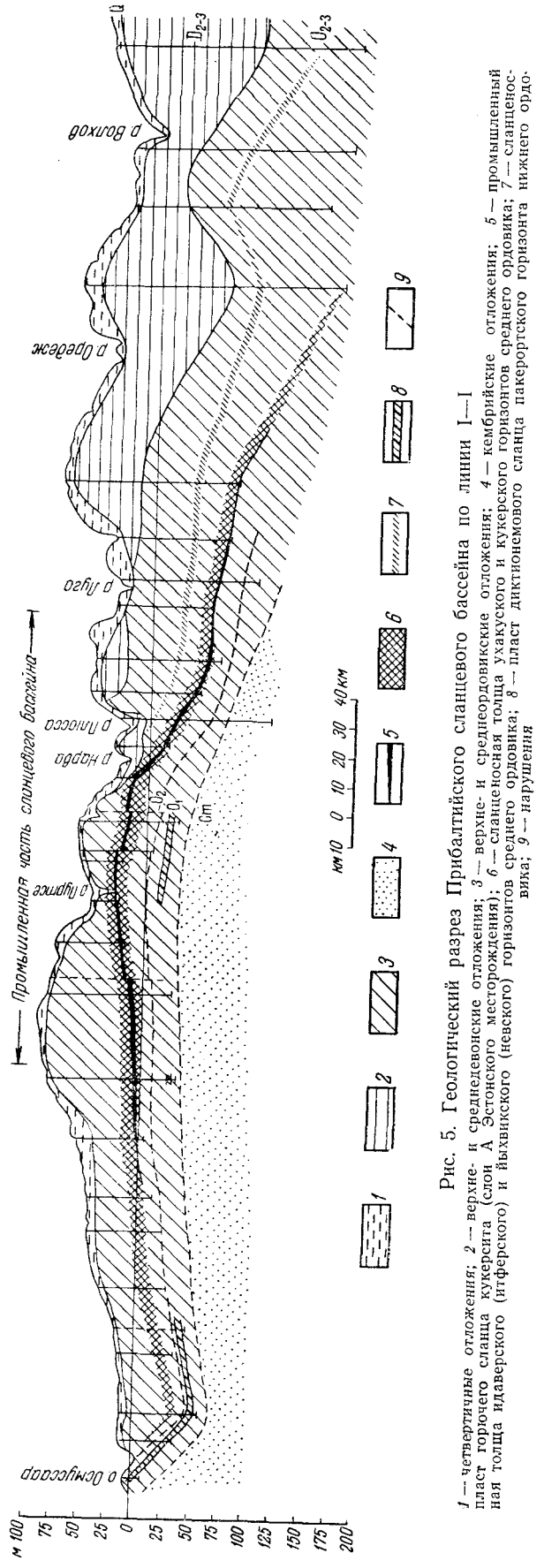


Рис. 5. Геологический разрез Прибалтийского сланцевого бассейна по линии I—I

1 — четвертичные отложения; *2* — верхне- и среднедевонские отложения; *3* — верхнесилурийские отложения; *4* — кембрийские отложения; *5* — промышленный пласт горючего сланца кукерсита (слои А Эстонского месторождения); *6* — сланценосная толща ухакуского и кукерского горизонтов среднего ордовика; *7* — сланценосная толща идаверского (итферского) и йыхвиского (невского) горизонтов среднего ордовика; *8* — пласт диктионемового сланца пакеркортского горизонта нижнего ордовика; *9* — нарушения

Л. А. Варданянц (1960) предполагает, что комплекс высокоглиноземистых гнейсов северо-запада Русской платформы входит в более обширный пояс и является аналогом сфекофеннид Южной Финляндии и Швеции.

Во многих местах скважинами фиксирована зона разрушения кристаллических пород, достигающая мощности 10—20 *м*. Рыхлый глинистый характер пород и наличие в них каолинита и гидроокислов железа свидетельствуют о развитии типичной коры выветривания на различных породах кристаллического фундамента.

ПАЛЕОЗОЙ

Сланценосные площади входят в состав ордовикского плато и Главного девонского поля, детальная стратиграфия разрезов которых была хорошо разработана уже в конце XIX в. Г. Гревингком, Ф. Б. Шмидтом, П. Н. Венюковым и др. Однако в настоящее время остается еще целый ряд стратиграфических вопросов, являющихся предметом дискуссий. В основу дальнейшего изложения положены проекты унифицированных схем палеозойских отложений Русской платформы, разработанные на ряде подготовительных стратиграфических совещаний, проведенных в 1962 и 1963 гг. по линии Межведомственного стратиграфического комитета. Ниже при описании ордовика в скобках указаны стратиграфические наименования, принятые эстонскими геологами.

ВЕНДСКИЙ КОМПЛЕКС

В вендский комплекс входят отложения валдайской серии, слагающие самую нижнюю часть разреза палеозоя и залегающие под фаунистически охарактеризованными, бесспорно нижнекембрийскими, породами балтийской серии. Среди них выделяются два горизонта — гдовский и ляминаритовых глин (котлинский).

Гдовский горизонт

Отложения гдовского горизонта (свиты), известные лишь по разрезам скважин, залегают на поверхности кристаллических пород с резким несогласием. Свидетелями длительного континентального перерыва, предшествовавшего гдовскому времени, являются упомянутые выше продукты коры выветривания, находящиеся на контакте кристаллических и осадочных пород. В основании горизонта залегают, но не везде, конгломераты и конгломератовидные песчаники и гравелиты мощностью 1,5—2 *м*. Выше следуют серые, зеленовато-серые, желтоватые и буровато-фиолетовые рыхлые песчаники и пески, кварцевые или кварцево-полевошпатовые, обычно мелко- и тонкозернистые, мощностью от 30 до 40 *м* (в Сланцевском районе). В северо-восточном направлении происходит увеличение мощности и дифференциация горизонта на три пачки, наиболее четко выраженные в Волосовском районе. Здесь нижняя пачка, так же как и в районе г. Сланцы, состоит из базальных конгломератов, гравелитов, песчаников, слабо сцементированных глинистым (каолинитовым) цементом, и песков средне-, мелко- и тонкозернистых, частью слюдистых, мощностью от 10 до 40 *м*.

Средняя пачка сложена песчаниками, алевролитами и глинами (аргиллитоподобными), местами с примесью глауконита, мощностью 15—35 *м*.

Верхняя пачка преимущественно алевролитовая. Кроме белых и серо-зеленоватых алевролитов, слюдистых и тонкослоистых, в ней присутствуют песчаники и глины; мощность пачки 25—50 *м*.

Граница с вышележащим горизонтом условная.

Ляминаритовый (котлинский) горизонт

Этот горизонт, так же как и гдовский, на поверхность не выходит. Мощность его на востоке в Чудовском районе 160 *м* и более, в то время как на западе она составляет 70—90 *м* (Веймарн, Сланцы). Сложен он почти одними серыми и зеленовато-серыми, в западных районах пестроцветными глинами, иногда аргиллитоподобными, тонкослоистыми (ленточными), с незначительными прослоями песчаников, песков и алевритов. Характерно наличие линзочек глинистого сидерита и тонких пленок органического вещества, близкого к сапропелиту, прежде ошибочно относимых к остаткам ляминариевых водорослей. Глины по минеральному составу каолинитов гидрослюдистые. В пределах Прибалтийского бассейна мощность горизонта постепенно уменьшается с востока на запад, и в районе г. Таллина отмечается его полное выклинивание[1].

КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА

НИЖНИЙ ОТДЕЛ (БАЛТИЙСКАЯ СЕРИЯ)

Нижний отдел состоит из трех горизонтов: надляминаритового, синих глин и пиритаского.

Надляминаритовый (ломоносовский) горизонт (Cm_1nlm)

Ляминаритовые глины постепенно переходят вверх по разрезу в зеленовато-серые песчаные глины, песчаники и алевролиты тонкослоистые слюдистые, не заключающие органических пленок. Мощность горизонта колеблется от 3 до 16—20 *м*.

Горизонт синих глин (лонтоваский) — Cm_1sn

Этот горизонт состоит из глин с характерной яркой зеленовато-синей окраской во влажном состоянии, иногда с фиолетово-красными бледными полосами и пятнами. Глины эти обнажаются во многих местах в уступе ордовикского плато. В глинах присутствуют дециметровые прослойки песчаника и алевролита и в одном из разрезов Чудовского месторождения — глинистого доломита. По своему составу глины гидрослюдистые. В самом верху толщи они иногда каолинитовые (зона выветривания). Горизонт плохо охарактеризован палеонтологически, повсеместно встречаются лишь остатки трубчатых червей *Serpulites petropolitanus* и *Sabellidites cambriensis*. Другие остатки встречаются очень редко: *Schmidtiellus mickwitzi* (Schmidt), *Gdovia assatkini* Jan., *Platysolenites, Hyolithes mickwitzi* Öpik. и др.

[1] На основании находок остатков трубчатых червей *Serpulites petropolitanus* Jan. и *Sabellidites cambriensis* Jan. в ляминаритовых глинах разреза Вильнюсской опорной скважины и непрерывности процесса седиментации в валдайское и балтийское время редактор считает, что отложения гдовского и ляминаритового горизонтов относятся к нижнему кембрию.

Мощность синих глин составляет в среднем около 100 *м*.

На запад толща синих глин сокращается и в окрестностях Таллина мощность ее не более 30 *м*.

Пиритаский горизонт (Cm_1pr)

Верхним членом разреза нижнего кембрия является горизонт тонкоплитчатых песчаников и алевролитов, серых и зеленовато-серых (эофитоновых), заключающих частые прослои серых и голубоватых глин, нередко содержащих зерна глауконита. С нижележащими синими глинами эта толща переслаивания связана постепенным переходом; от вышележащих белых кварцевых песчаников (ижорских) она отделена поверхностью размыва, местами выраженной очень резко. Мощность горизонта непостоянна и колеблется от 0,5 до 35 *м*. Общее нарастание ее мощности происходит на территории Ленинградского месторождения в направлении на юг. У восточной границы бассейна, в районе Красного села, г. Гатчины, а также на площади Чудовского месторождения пиритаский горизонт отсутствует, что, видимо, обусловлено интенсивным проявлением предижорского размыва.

Остатки фауны довольно многочисленны только в разрезах Эстонии (*Mickwitzia monilifera* (L i n n), *Scenella discinoides* S c h m. и др.).

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Тискреский (ижорский) горизонт ($Cm_2?ts$)

Отложения этого горизонта, условно относимые к среднему кембрию, представлены светлыми слабо сцементированными косослоистыми песчаниками, тонко- и мелкозернистыми, ранее называвшимися ижорскими и фукоидными. В отличие от нижележащих пиритаских песчаников и алевролитов тискреские песчаники чаще заключают глауконит и являются более мономинеральными кварцевыми.

Нижняя и в особенности верхняя границы отчетливые со следами размыва. Мощность песчаников рассматриваемого горизонта на Эстонском месторождении около 5—10 *м*, на Ленинградском — 15—18 *м* и на Чудовском до 30 *м*. В Волосовском и в соседних районах тискреский горизонт отсутствует в связи с последующим размывом. Определимые остатки фауны не встречены, но при отмучивании из тискреских песчаников извлекаются многочисленные мелкие обломки хитиново-известковых раковин беззамочных брахиопод величиной 0,2—0,3 *мм*.

ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА

Отложения ордовикской системы, включающие горючие сланцы — кукерситы и диктионемовые, в стратиграфическом отношении изучены исключительно полно. В помещенной ниже табл. 3 дается сопоставление двух дробных схем ордовика Русской платформы и территории Эстонской ССР.

НИЖНИЙ ОРДОВИК

Тремадокский ярус

Пакерортский горизонт (O_1pk)

В основании мощного известняково-доломитового комплекса ордовика залегает песчано-глинистая толща, носившая ранее в Ленинградской области название оболово-диктионемовой, а в настоящее время

Таблица 3

Сопоставление стратиграфических схем ордовикских отложений Русской платформы и Эстонской ССР

Унифицированная региональная стратиграфическая схема Русской платформы			Стратиграфическая схема, принятая в Эстонской ССР
Отделы ордовика	Ярусы	Горизонты	Горизонты
O_3	Ашгильский	Пиргуский	Пиргуский
	Плюсский (верхний карадок)	Вормсиский	Вормсиский
		Набалаский	Набалаский
		Везенбергский	Раквереский
			Оандуский
O_2	Иевский (средний карадок)	Кегельский	Кейлаский
		Йыхвиский (хревицкий)	Йыхвиский
	Пуртсеский (нижний карадок, лландейлский)	Идаверский: Шундоровский подгоризонт / Оямааский подгоризонт	Шундоровский подгоризонт / Оямааский подгоризонт
		Кукерский	Кукрузеский
		Таллинский (дубовикский)	Ухакуский
			Ласнамягиский
O_1	Лланвирнский, аренигский	Кундский	Азериский
		Волховский	Кундаский
	Тремадокский	Мяэкюльский	Волховский
		Пакерортский	Лээтсеский / Пакерортский

при унификации стратиграфических схем палеозоя северо-запада Русской платформы получившая наименование пакерортского горизонта.

Оболовые песчаники слагают нижнюю половину горизонта и залегают с размывом на различных слоях кембрийской системы. В некоторых местах присутствует базальный конгломерат. Переход от песчаников к вышележащим диктионемовым сланцам постепенный, выраженный пачкой переслаивания тех и других пород.

О б о л о в ы е с л о и представлены белыми и желтовато-бурыми рыхлыми песчаниками и песками, кварцевыми разнозернистыми неравномерно железистыми, заключающими скопления фосфорно-известко-

вистых раковин беззамочных брахиопод — оболид, в том числе руководящей формы *Obolus apollinus* Eichw. Последние благодаря своему темному цвету выделяются на светлом фоне породы и подчеркивают слоистость, обычно косую. Раковинный детрит в отдельных прослоях является породообразующим и вместе с фосфоритовыми гальками образует своеобразный конгломерат, являющийся объектом разработки в районах Таллина, Нарвы и Кингисеппа.

Мощность оболовых слоев на территории Эстонского месторождения 6—10 *м*, на Ленинградском изменяется от 0 до 12 *м*, а в пределах Чудовского месторождения — от 11 до 30 *м*. Для Чудовского разреза характерно наличие в оболовых слоях не только песчаников, но и глин, прослои которых обычно тонкие, местами достигают 4,5 *м*.

Диктионемовый сланец по внешнему виду резко выделяется среди других пород в разрезе ордовика Ленинградской области и Прибалтики. Это коричневато-черные тонкослоистые аргиллиты и алевролиты, заключающие до 15—20% органического вещества, равномерно пропитывающего основную глинистую массу породы. Высказывается предположение, что образование органического вещества сланца связано с продуктами распада колоний близких к граптолитам диктионем, населявших морской бассейн пакерортского времени. Вероятно, в связи с последующим размывом, отмеченным неровной поверхностью в кровле сланца, мощность последней подвержена изменениям (от 0 до 5,5 *м*), а распространение локально: диктионемовые сланцы встречены только в северной прилегающей к глинту части Эстонского и Ленинградского месторождений.

Мяэкюльский (лээтсеский) горизонт (O_1mk)

Этот горизонт представлен зеленовато-серыми рыхлыми глауконитовыми песчаниками и песками с прослоями тонкослоистых пестроокрашенных глауконитовых глин и глинисто-известковистого доломита. По составу песчаники глауконито-кварцевые с обычным преобразованием второго компонента. Как уже указывалось выше, нижняя граница глауконитовых песчаников резкая, а верхняя постепенная: переход к вышележащей карбонатной толще выражен повышением содержания углекислого кальция в толще песчаников снизу вверх по разрезу. Мощность горизонта невелика — 0,10—2,5 *м*. Фауна представлена обломками оболид и мелких форм замочных брахиопод и трилобитами *Megalaspides schmidti* Laman. и др.

Онтикаский (аренигский) ярус

Волховский горизонт (O_1vl)

Отложения волховского горизонта, представленные глауконитовыми пестроокрашенными в различной степени доломитизированными известняками, являются самым нижним членом мощной толщи карбонатных пород ордовика и силура северо-запада Русской платформы. Благодаря выдержанности, характерным литологическим признакам и своему положению в разрезе они представляют один из лучших маркирующих горизонтов. Мощность их 2—6,5 *м*.

По составу пород и фауне горизонт разделяется на несколько пачек, выдерживающихся на значительной площади.

Все слои глауконитовых известняков богаты остатками разнообразной фауны трилобитов, брахиопод, мшанок, головоногих и др.

Характерны следующие формы: *Dittopora clavaeformis* Dyb., *Productorthis obtusa* (Pand.) *forma typica, Antigonambonites planus* (Pand.), *Ingria nefedyevi* (Eichw.), *Endoceras glauconiticum* Heinr., *Primitia zonata* Öp., *Illaenus centrotus* Dalm, *Asaphus lepidurus* Niaszk., *Megalaspis planilimbata* Ang., *Meg. acuticauda* Ang., *Niobe laeviceps* Dalman и др.

Лланвирнский ярус

Кундский (кундаский) горизонт (O_1kd)

Отложения кундского горизонта мощностью 6—12 *м*, ранее выделявшиеся под названием ортоцератитовых известняков, отличаются от нижележащих волховских слоев меньшим содержанием, а часто и полным отсутствием зерен глауконита и иным комплексом фауны. Для этого горизонта характерны мелкозернисто-кристаллические светло-серые, реже пестроокрашенные, в различной степени глинистые слабо доломитизированные известняки, внизу заключающие скопления мелких (до 1—2 *мм*) фосфорно-железистых оолитов (нижний чечевичный слой). Наличие последних хорошо отмечает границу ортоцератитовых известняков с нижележащими глауконитовыми. В Чудовском районе весь разрез горизонта представлен доломитами и доломитизированными известняками.

Фаунистически кундский горизонт может быть разделен на три подгоризонта. Руководящий комплекс для горизонта в целом состоит из следующих форм: *Clitambonites adscendens* (Pander), *Lycophoria globosa* (Eichw.), *L. nucella* (Dalm.), *Orthis calligramma* Dalm., *Endoceras incognitum* Bal., *Paracyclendoceras cancellatum* (Eichw.), *Estonioceras ariense* (Schmidt.), *Asaphus expansus* Dalm., *As. raniceps* Dalm., *Cyrtometopus affinis* (Angelin), *Illaenus dalmani* (Volb.) и др.

СРЕДНИЙ ОРДОВИК

Пуртсеский (лландейльский) ярус

Таллинский горизонт (O_2tl)

(азериский, ласнамягиский и ухакуский горизонты схемы Эстонии)

Известняки и реже доломиты, глинистые, зеленовато-серые, участками пестроокрашенные, слагающие этот горизонт, ранее выделялись под названием эхиносферитовых. От нижележащих ортоцератитовых известняков они отделяются (с известной условностью) по подошве так называемого «верхнего чечевичного слоя», а также по смене комплекса многочисленной и разнообразной фауны. В ряде разрезов Эстонии железистые оолиты наблюдаются почти во всех слоях горизонта.

По литологическим признакам и главное по фауне горизонт может быть разделен на три подгоризонта. Общая мощность отложений на западе не более 10 *м*, а на востоке около 20 *м*. Характерными формами являются: *Christiania oblonga* (Pand.), *Leptestia humboldti* (Vern.), *Clitambonites absendens* (Pand.), *Asaphus cornutus* Pand., *As. kowalevskii* Lawr., *Illaenus tauricornis* Kut., *Echinosphaerites aurantium infra* Heck. и др.

Кукерский (кукрузеский) горизонт

Как показывает сопоставительная стратиграфическая схема (см. табл. 3), нижняя граница кукерского горизонта проводится различно в Эстонии и в Ленинградской области, в то время как верхняя устанавливается одинаково.

В Эстонии основанием кукерского горизонта считается подошва промышленной пачки, а там, где последняя не развита, как, например,

западнее Таллина, сильно пиритизированная поверхность перерыва, выше которой находятся многочисленные тонкие (нерабочие) прослои горючего сланца (Рыымусокс, 1957).

В Ленинградской области за основу при определении нижней границы рассматриваемого горизонта берется смена характерных для кундаского и кукерского времени комплексов фауны, что отмечается в разрезах Ленинградского месторождения примерно на 5—6 *м* ниже подошвы промышленной пачки.

В западной части Прибалтийского бассейна удается расчленить кукерский горизонт на два биостратиграфических подгоризонта: нижний — кохтлаский и верхний — хумалаский. Кроме того, А. К. Рыымусокс (1957, 1959) на основании фациальных различий отложений, в частности характера сланцепроявления, выделяет четыре пачки. В северо-западной и центральной частях Эстонского месторождения распространена внизу кукерского горизонта харьюская пачка, состоящая из синевато- и зеленовато-серых, реже коричневатых тонкослоистых комковатых известняков с тонкими (1—2 *см*) прослойками кукерсита. В восточной части месторождения развита кивиылиская пачка с более мощными прослоями горючего сланца (A, B, C, D, E, F, G и H), чередующимися с коричневато-серыми комковатыми известняками.

В верхней части кукерского горизонта по литологическим признакам выделяются: 1) хумалаская пачка, представленная тонким переслаиванием маломощных прослоев кукерсита и мергелистых синевато-серых и коричневато-серых известняков, только на юге месторождения в ней встречаются слои горючего сланца до 0,6—1,26 *м* и 2) савалаская пачка, состоящая из коричневато-серого комковатого известняка с многочисленными ходами червей и с редкими тонкими прослоями горючего сланца.

Мощность кукерского горизонта в целом подвержена значительным изменениям: от 5—8 *м* к западу от г. Таллина до 10—13 *м* в центральной и восточной частях Эстонского месторождения.

Руководящий комплекс очень богатой фауны (до 350 видов) кукерского горизонта Эстонии следующий: *Dalmanella navis* (Öpik), *Hesperorthis inostrantzefi* (Wys.), *Cliftonia dorsata* (Hising), *Clitambonites schmidti schmidti* (Pahlen.), *Cyrthonatella kukersiana kukersiana* (Wys.), *Estlandia marginata magna* Öpik, *Vellama pyramidalis* (Pahlen), *Asaphus hieszkowskii* Schmidt., *Lichas kukersianus* Schmidt., *Echinospherites aurantium supra* Hecker, *Hoploecinus grewingki* Öpik и др.

В восточной части Прибалтийского бассейна кукерский горизонт сложен серыми и зеленовато-серыми глинистыми известняками, в различной степени доломитизированными, с тонкими прослоями мергелистого доломита и битуминозных глин. В верхней половине горизонта, а на Ленинградском месторождении и в нижней, в известняках находятся прослои и примазки горючего сланца — кукерсита. Число таких прослоев на том же месторождении доходит до 16. Четыре наиболее мощных прослоя кукерсита, расположенные в нижней части горизонта, образуют промышленную пачку горючих сланцев, выдерживающуюся в пределах рассматриваемой части Прибалтийского бассейна от р. Нарвы (на западе) до района г. Луги (на востоке). На Чудовском месторождении прослоев чистого кукерсита нет, а есть лишь включения в известняках. Присутствие кукерсита, а главное, характерной очень богатой фауны позволяет определять верхнюю и нижнюю границы горизонта, литологически отчетливо не выраженные. Мощность кукерских отложений 10—35 *м*.

Руководящие формы многочисленны: *Michellinoceras kukersiense* Bal., *Leptestia musculosa* (Bekk), *Pseudocrania planissima* Eichw., *Öpekina dorsata dorsata* (Öp.), *Leptelloidea leptelloides* (Bekk), *Cyrtonotella kukersiana kukersiana* Wysog., *Echinosphaerites aurantium infra* Heck.

Идаверский горизонт (O_2id)

Этот горизонт состоит из двух подгоризонтов: итферского (оямааского) и шундоровского, в Ленинградской области ранее выделявшихся как самостоятельные горизонты.

В Эстонии отложения идаверского горизонта отделены от кукрузеских пиритизированной поверхностью перерыва. Мощность горизонта изменяется в широких пределах (от 1 до 10 *м*) с тенденцией к увеличению в восточном направлении. Горизонт разделяется на два подгоризонта. Нижний — оямааский — слагается светло-серыми известняками с мелкими включениями гидроокислов железа. Верхний подгоризонт — шундоровский — состоит из мергелистых тонкослоистых синевато-серых известняков с прослоями мергелей, глин и «метабентонита»; местами в верхней части разреза присутствует тонкий слой глинистого горючего сланца. Фауна горизонта представлена: *Echinosphaerites aurantium* var. *supra* Heck., *Clitambonites schmidti epigonus* Öpik., *Chasmops muticus* (Schm.), *Vellamo piramidalis* (Pahl.).

В Ленинградской области нижний, итферский, подгоризонт представлен серыми и зеленовато-серыми с красно-фиолетовыми пятнами глинистыми известняками с характерной узловатой текстурой. Местами известняки сильно доломитизированы. Они заключают тонкие прослои глинистого горючего сланца и светлоокрашенной глины мощностью до 0,10 *м*.

Характерно присутствие стилолитовых желваков конической формы. От выше- и нижележащих отложений итферские известняки мало отличимы: они несколько более глинистые, чем кукерские, и не заключают спикул губок, как шундоровские. Мощность их в Ленинградской области 13—16 *м*, а в районе Чудовского месторождения 18—22 *м*.

Руководящие формы: *Chasmops wrangeli* Schm., *Cyrtonella concawa* Schm., *Vellamo praemarginata* Al., *Echinoshaerites pogrebowi* Heck. и др.

Верхний шундоровский подгоризонт сложен сильно глинистыми доломитизированными темно-зеленоватыми и буровато-серыми известняками, землистыми, белыми с ярко-красными пятнами известняками и доломитами и крепкими серыми и буроватыми зернисто-кристаллическими известняками. Отличительной их особенностью является присутствие кремнистых стяжений размерами от 2 до 10 *см*, внутри которых иногда заключены остатки губок. Среди известняков находятся тонкие (0,01—0,30 *м*) прослои глинистого горючего сланца, число которых и мощность увеличиваются на Чудовском месторождении.

Мощность горизонта от 12 до 28 *м*.

Руководящее значение имеют спикулы губок: *Pyritonema subulare* (Roem.); из брахиопод характерна *Öpikina dorsata asatkini* Al.; многочисленны мшанки.

Иевский ярус

Йыхвиский (хревицкий) горизонт (O_2ich) и кегельский (кейлаский) горизонт (O_2kg)

В разрезе Северной Эстонии выше прослоя метабентонита в самом верху идавереского горизонта располагается толща мергелистых тонкослоистых синевато-серых известняков, в середине которых нахо-

дится другой слой «метабентонита». Мощность этих пород йыхвиского горизонта увеличивается с юга на север с 4 до 12 *м*. Для фауны характерны: *Hemicosmites extraneus* (Eichw.), *Clinambon anomaeis* (Schlot.), *Estlandia pyron sulicificata* Öpik, *Chasmops maximus* (Schm.) и др.

Выше располагаются породы кейлаского горизонта, внизу — синевато-серые глинистые известняки и мергели, отделяющиеся от подстилающих пород мощным (до 0,5 *м*) слоем «метабентонита» и переходящие вверх по разрезу в толщу светло-серых и желтовато-серых плотных известняков с полураковистым изломом. В пределах сланценосной площади кейлаский горизонт уменьшается в мощности в направлении с северо-запада на юго-восток от 26 до 10 *м*. По фауне кейлаский горизонт мало отличается от йыхвиского.

Эти два горизонта в восточной части Прибалтийского бассейна нигде не различаются по составу фауны. Литологические признаки позволяют отнести к хревицкому горизонту нижнюю известняковую толщу иевского яруса, тогда как верхнюю, доломитовую, условно следует считать кегельским горизонтом. Хревицкий горизонт представлен в различной степени глинистыми и доломитизированными зеленовато-серыми с красно-фиолетовыми пятнами известняками с часто встречающимися известково-кремнистыми стилолитами.

В центральной части силурийского плато (Медниково, Бабино, Померанье) этот горизонт сложен глинистыми доломитами. Кегельский горизонт всюду выражен однородной толщей чистых доломитов, местами с зернисто-кристаллической сахаровидной структурой. Окраска породы светло-желтовато-серая с серо-зеленым и фиолетовым оттенками. В пределах Ленинградского месторождения и в районах, тяготеющих к пос. Волосово, в толще хревицких известняков очень редко можно встретить тонкие линзовидные прослои горючего сланца (до 0,10—0,15 *м*). Далее на восток к границе бассейна, в районе Бабино—Чудово—Будогощь, кукерситы широко развиты в средней и нижней частях отложений иевского яруса и образуют верхнюю промышленную пачку, состоящую из трех слоев горючих сланцев. Примазки и тонкие прослои последнего наблюдаются в известняках, лежащих ниже этой пачки в самом основании иевского яруса. Мощность кегельских доломитов доходит до 30 *м* (Волосовский район), а общая мощность отложений иевского яруса до 50 *м*. Фауна приурочена главным образом к нижней известняковой толще, тогда как в кегельских доломитах она обычно перекристаллизована и только на отдельных участках богатая, сохранившаяся в виде ядер и отпечатков. Руководящие формы: *Strophomena (Actinomena) asmusi* (Vern.), *Dalmanella kegelensis* Al., *Pseudobasilicus kegelensis* (Schm.), *Clinambon anomalis* (Schl.) и др.

ВЕРХНИЙ ОРДОВИК

Плюсский ярус

Везенбергский горизонт (O_3ws)

(раквереский и частью оандуский горизонты Эстонии)

В пределах Эстонского месторождения выше кейласких известняков располагается так называемый оандуский горизонт мощностью от 1,3 до 7 *м*, имеющий сложное строение вследствие ярко выраженных фациальных изменений. Западнее Таллина в районе Вазалемма он состоит из известковых рифовых образований (грубозернистые цистоидные и плотные афанитовые известняки и мергелистые известняки биогермного типа). На остальной площади между Таллином и Нарвой развиты мергелистые известняки и мергели. Мощность горизонта от 1,5 до 5 *м*. По фауне оандуские слои эстонские геологи относят к самому верху среднего ордовика. Однако в схеме, принятой для Русской платформы, верхняя часть оандуских слоев параллелизуется с низами везенбергского горизонта верхнего ордовика.

Собственно везенбергский, или раквереский горизонт в Эстонии, выражен толщей плотных желтовато-серых афанитовых известняков с раковистым изломом мощностью от 10 до 15 *м*.

Богатая и своеобразная фауна этого горизонта заключает следующие руководящие формы: *Dalmanella wesenbergensis* (Wysog.), *Vellamo wesenbergensis* (Pahl.), *Rafinesquina inaequiclina* (Alich.), *Chasmops wesenbergensis* (Eichw.), *Encrinurus seebachi* (Schmidt) и др.

В восточной части бассейна отложения везенбергского времени развиты лишь в южной и центральной частях Ленинградского месторождения и на Чудовском месторождении. В Веймарнском (Кингисеппском) районе и на площади, прилегающей к Волосово, Гатчине и другим населенным пунктам, расположенным у северной окраины и в центральной части ордовикского (силурийского) плато, везенбергские отложения денудированы. Этот горизонт состоит из чистых известняков и нередко замещающих последние доломитов.

Известняки тонкозернисто-кристаллические, почти белые и светло-серые, желтоватые, плотные, с полураковистым изломом, с прослойками зеленовато-серой глины. Доломитизированные разности серые и темно-серые.

Доломиты имеют серую окраску с буровато-фиолетовыми пятнами, местами пористые и кавернозные.

В районе Бабино—Чудово весь разрез горизонта представлен доломитами, чистыми и глинистыми.

Средняя мощность горизонта в районе г. Сланцы 12—15 *м*, в Чудовском районе до 40 *м*, что вызывает предположение о наличии здесь более высокого набалаского горизонта. На присутствие кукерсита в везенбергских отложениях в восточных районах бассейна указаний не имеется.

Руководящая фауна горизонта следующая: *Rafinesquina inaequiolina* Al., *Dalmanella wesenbergensis* Wysog., *Wellamo wesenbergensis* (Pahl.), *Chasmops wesenbergensis* Schm. и др.

Набалаский горизонт (O_3nb)

Отложения набалаского горизонта достигают в пределах Эстонского месторождения большой мощности — до 40 *м*.

В составе набалаского горизонта находятся плотные светло-серые афанитовые доломитизированные известняки, а также зеленовато-серые глинистые известняки и мергели. Последние развиты в южной части месторождения. Руководящая фауна: *Vellamo verneuili* (Eichw.), *Sampo hiiuensis* Öpik., *Parambonites gigas, Chasmops eichwaldi* Schm. и др.

В восточной части бассейна набалаские отложения мало отличаются от везенбергских. Они выделены в окрестностях г. Сланцы, предполагаются в разрезе Чудовского месторождения. В Сланцевском районе на р. Плюссе они представлены светло-серыми, почти белыми, розоватыми и желтоватыми, иногда лиловато-бурыми доломитами с примазками голубоватой и прослоями серой глины. Максимальная

мощность горизонта 33 *м*. Из обнаруженной фауны могут быть названы *Vellamo* cf. *verneulli* Eichw., *Chasmops* cf. *eichwaldi* Schm., *Platystrophia lutkevichi* Al.

Вормсиский горизонт (O_3wr)

Отложения этого возраста, так же как и следующего пиргуского горизонта, развиты в южной части Эстонского месторождения, еще не затронутой разработками. Горизонт сложен коричневато- и синевато-серыми комковатыми известняками с прослоями мергеля; мощность их 5—7 *м*. В составе фауны многочисленны ругозы и наутилоидеи.

В восточной части бассейна (на Ленинградском и других месторождениях) отложения вормсиского горизонта не встречены.

Пиргуский горизонт (O_3pr)

Этим горизонтом заканчивается разрез ордовика Эстонии. Он представлен относительно мощной (40 *м* и более) толщей толстослоистых твердых серых и коричневато-серых известняков с тонкими прослойками темно-серого мергеля. В верхней части разреза описываемого горизонта появляются синевато-серые и светло-серые тонкослоистые глинистые известняки с прослоями мергеля, число последних увеличивается в юго-восточной части Эстонского месторождения. В Ленинградской области на сланценосных площадях пиргуские отложения не встречены.

Руководящий комплекс фауны: *Streptelasma rusticum* (Billing.), *Kiaerophyllum europaeum* (Roem.), *Palaeohalysites piirsaluensis* (Sok.), *Rafinesquina pseudoalternata* (Schm.), *Subulites subala* Koken., *Illaenus roemeri* Volb.

СИЛУРИЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Отложения силурийской системы развиты лишь у западной и южной границ Эстонского месторождения, где они залегают согласно на породах пиргуского горизонта верхнего ордовика (см. рис. 4, 5 и прил. 2). В пределах западной части Прибалтийского бассейна силур представлен карбонатной толщей (известняки, доломиты, мергели) поркуниского, юруского, тамсалуского и райккюлаского горизонтов лландоверского яруса. Первые три горизонта имеют каждый в отдельности среднюю мощность порядка 15 *м*; райккюлаский горизонт достигает 40—50 *м*.

Так как в пределах промышленной части месторождения силур не распространен, более подробное описание перечисленных горизонтов не дается.

В восточной части Прибалтийского бассейна отложения этого возраста отсутствуют.

ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА

Отложения девонской системы распространены не на всей площади Прибалтийского бассейна и отсутствуют на значительной территории в пределах ордовикского плато (см. рис. 2, 3, 4, 5 и прил. 2).

СРЕДНИЙ ДЕВОН

Живетский ярус

В Ленинградской и соседних областях, а также на территории Эстонской ССР девонская система представлена неполностью. Отсутствуют нижний девон и часть среднего девона (эйфельский ярус).

На размытой поверхности нижнепалеозойских пород и силурийских отложений несогласно залегают образования живетского яруса среднего девона.

Наровский горизонт

Отложения наровского горизонта представляют базальные слои девона, залегающие на резко размытой поверхности силурийских пород и различных толщ ордовика, начиная от кундских известняков до набаласких доломитов включительно. В пределах Эстонского месторождения изолированные выходы наровских отложений имеются только в бассейне р. Нарвы, где К. К. Орвику под этим названием выделяются глинистые доломиты и мергели, покрытые косослоистыми песчаниками. Мощность этих пестроцветных пород превышает 20 *м*.

На территории Гдовского месторождения наровские отложения также распространены не сплошным покровом, а прерываются узкой вытянутой по широте г. Сланцы, от р. Нарвы до р. Луги, полосой выходов везенбергских известняков, полого падающих на юг и уступообразно погружающихся на севере под девонские отложения.

В составе наровского горизонта участвуют базальный конгломерат мощностью до 0,3 *м*, выраженный не везде, пестроцветные (с преобладанием голубоватых и зеленоватых тонов) доломитовые и глинистые мергели, зеленовато-серые песчаники и буровато-красные глины общей мощностью 7—28 *м*. Породы эти закономерно чередуются в разрезе и по литологическим признакам расчленяются на несколько пачек, имеющих местное стратиграфическое значение.

Находки флоры и фауны в наровских отложениях сравнительно редкие. Встречены: панцирные рыбы *Asterolepis estonica* Gross, *Devonchus concinnus* (Gross), *Osteolepis fischeri* Eichw. и др.; филлоподы *Esteria membronacea* (Pacht), *Esteria pogrebovi* Lutk. и др., *Lingula bicarinata* Kut., трохилиски и плохо сохранившиеся *Avlacophycus* и *Nematophycus*, а также единичные споры.

От вышележащих лужских отложений наровские отличаются по смене ихтиофауны, по преобладанию в разрезе песчаных и глинистых пород, окрашенных в более яркие буро-красные тона.

Лужский (тартуский) горизонт (D_2lz)

Отложения лужского горизонта, а также все другие более высокие горизонты девона распространены только в восточной части бассейна. Они не резко отделяются от наровских и от вышележащих подснетогорских слоев, хотя при детальном изучении разрезов в основании последних можно установить следы размыва и присутствие гравия и галек. На территории Гдовского месторождения эти отложения, имеющие мощность от 50 до 130 *м*, залегают прерывисто. В районе Волосово и на прилегающей площади их нет.

На Чудовском месторождении они распространены повсеместно, но обладают непостоянной мощностью — от 7 до 75 *м*. Представлены они главным образом песками и алевритами с прослоями песчаников, алевролитов и глин; редко встречаются прослои глинистого доломита.

Песчаные породы кварцевые или кварцево-слюдистые, ярко окрашенные в оранжево-желтые, розоватые и кирпично-красные тона, но есть и светло-зеленоватопятнистые; слоистость их косая и горизонтальная. Глины развиты в верхней части разреза в виде прослоев от 0,1 до 3—5 *м*, цвет их темный коричневато-красный, реже фиолетово-красный.

Фаунистически лужский горизонт охарактеризован плохо. Встречены: *Lingula cornea* Sow. и *Ling. bicarinata* Kut. и остатки *Pychosteus palaeformis* Preobr., *Tartuosteus giganteus* (Gross), *Devonchus concinnus* (Gross), *Homosteus latus* (Asm) и др.

В разрезе лужского горизонта можно заметить циклическое строение, позволяющее выделить пачки слоев, имеющих местное стратиграфическое значение.

ВЕРХНИЙ ДЕВОН

Франский ярус

Подснетогорский горизонт (D_3psn)

На территории Ленинградского месторождения разрез девонских отложений заканчивается лужскими слоями. Более высокие горизонты, относящиеся уже к франскому ярусу верхнего девона, развиты только на Чудовском месторождении, где присутствуют отложения подснетогорского, снетогорского, псковского, чудовского, свинордского, ильменского и бурегского горизонтов.

По составу подснетогорские отложения мало отличаются от лужских и представлены светлыми, почти белыми, и красноцветными песками и песчаниками. При выделении горизонта служат лишь косвенные признаки (наличие в разрезе среднезернистых кварцевых белых песков, повышенная мощность нижней песчаниковой толщи девона и т. д.). Прямых палеонтологических указаний на возраст осадков не имеется.

Мощность горизонта изменяется от 2 до 38 *м*.

Наблюдается возрастание ее в направлении с северо-востока на юго-запад.

Снетогорский горизонт (D_3sn)

Снетогорские отложения, занимающие промежуточное положение между вышележащей карбонатной толщей верхнего девона и нижележащими песчано-глинистыми комплексами, состоят из песчаников, глин, мергелей, доломитов и известняков.

В одних случаях преобладающими являются карбонатные породы, а в других — терригенные. Окраска пород зеленовато-серая и темно-серая с буро-красными и фиолетово-красными пятнами.

Мощность горизонта невелика — 1,5—6 *м*.

Фауна бедная, представленная брахиоподами: *Camarotoechia livonica* Buch., *Mucrospirifer muralis* (Vern.), остракодами, эстериями и остатками рыб.

Псковский горизонт (D_3ps)

Внизу горизонта преобладают мергели, которые переслаиваются с глинами; в средней части разрез сложен известняками с прослоями глин, а вверху залегают однородные известняки. Доминирующая окраска пород серая и зеленовато-серая с желто-бурыми и фиолетово-красными пятнами. Мощность горизонта 20—24 *м*. Фауна брахиопод

разнообразная и многочисленная: *Camarotoechia pskovensis* Nal., *Atrypa tenuisulcata* Wen., *Ladogia meyendorfii* (Vern.) и др. Встречаются в большом числе пелециподы, гастроподы и остракоды.

Чудовский горизонт ($D_3čd$)

Чудовские отложения представлены глинистыми и чистыми светло-серыми с желтоватым и зеленоватым оттенками известняками с прослоями мергелей и глин более пестрой расцветки. На разных стратиграфических уровнях внутри горизонта присутствуют тонкие карбонатные прослои и линзы, состоящие из одних раковин *Mucraspirifer muralis* (Vern.).

Мощность отложений колеблется от 11 до 20 *м*. Фауна богатая и состоит из брахиопод, пелеципод, гастропод, остракод, остатков червей и рыб.

Характерны *Anatrypa heckeri* Nal., *Camarotoechia tschudovi* Nal., *Camarotoechia strugi* Nal., *Cyrtospirifer tschudovi* Nal.

Свинордский горизонт (D_3sv)

В вертикальных разрезах свинордского горизонта выделяются нижняя пачка известняков с прослоями глин и мергелей мощностью от 5 до 12 *м*, и верхняя пачка, более мощная — от 18 до 23 *м*, состоящая из алевритистых, известковистых и пластичных жирных глин без примеси алеврита и известковистых частиц. Глины эти пестроцветные, зеленовато-голубые, зеленые, желтовато-зеленые, кирпично-красные, красновато-коричневые, сиреневые, часто пятнистые. В глинах присутствуют прослои алевролитов и тонкозернистых песчаников пестрой окраски.

Руководящими для свинордских слоев являются следующие формы брахиопод: *Anathyris svinordensis* Nal., *Theodossia svinordensis* Nal., *Cyrtina demallio* Bonch., *Cyrtospirifer disjunctus* f. *schelonica* Nal.

Богат и разнообразен комплекс остракод.

Ильменский горизонт (D_3il)

Выше слоев, содержащих свинордскую фауну, располагается довольно мощная (14—18 *м*) песчано-глинистая толща, почти не заключающая остатков фауны. Эти слои девона на Чудовском месторождении горючих сланцев выражены алевритовыми и пластичными глинами, ярко окрашенными в красно-бурый, фиолетово-красный, голубовато-серый цвет с охристо-желтыми пятнами и полосами. В этих глинах наблюдаются прослои кварцево-слюдистых тонкозернистых песчаников и алевролитов светло-голубовато-серых и кирпично-красных пятнистых.

Редкая фауна ильменских слоев представлена руководящей формой *Tentaculites tragula* Ven. и единичными представителями *Cyrtospirifer disjunctus* f. *schelonica* Nal.

Бурегский и снежский горизонты нерасчлененные ($D_3br—sz$)

Выше ильменских глин в самой южной части Чудовского месторождения встречены еще более высокие слои девонских отложений, условно относимые к бурегскому и снежскому горизонтам. Они имеют непостоянный состав и мощность 8—30 *м*. Преобладающими породами

являются пески, глинистые алевриты и глины. Последние отличаются наиболее яркой пестрой окраской (охристо-зеленые, желтые, малиново-красные и др.). Пески и алевриты кварцево-слюдистые светлоокрашенные.

Остатки харовых водорослей, лингул, остракод и панцирных рыб редкие.

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

На всей площади Прибалтийского бассейна палеозойские породы залегают под покровом разнообразных по составу и генезису четвертичных отложений. Только по речным долинам на некоторых участках «коренные» дочетвертичные породы имеют выход на дневную поверхность. Четвертичные отложения по мощности очень непостоянны — 0—60 *м*.

В соответствии с решением Межведомственного стратиграфического комитета 1963 г. четвертичная система разделяется на три крупные возрастные группы: среднечетвертичные, верхнечетвертичные и современные отложения. Нижнечетвертичные отложения на данной территории встречены не были.

СРЕДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (Q_2)

Московское ледниковье (Q_2ms)

Морена московского оледенения (валунные суглинки и супеси) обнаружена только в долине р. Волхова, у д. Таремец, на глубине 57 *м* и на абсолютных отметках 26—30 *м*; мощность ее 3,6 *м*.

ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (Q_3)

Микулинское межледниковье (Q_3mk)

Отложения микулинского времени сохранились также в древней долине р. Волхова, где залегают между двумя моренами — Московской и Валдайской. Их слагают озерные пылеватые глины и главным образом тонко- и мелкозернистые пески, содержащие пыльцу, споры и диатомовые водоросли. Мощность отложений достигает 24 *м*.

Валдайское ледниковье (Q_2vd)

В Северной Эстонии древне- и среднечетвертичные отложения не обнаружены. Верхнечетвертичные отложения представлены здесь основной глинистой сероцветной мореной валдайского оледенения, местами с огромным количеством валунов. Имеются указания на наличие двух слоев морены (лужской и невской стадий), разделенных водно-ледниковыми отложениями.

Позднеледниковые отложения сложены озовыми песчано-гравийно-галечниковыми накоплениями, песками зандровых полей и ледниковых дельт, мощность которых достигает 20 *м*.

К позднеледниковым отложениям относятся некоторые делювиальные глины. К самому концу валдайского времени относятся также отложения стадии Балтийского ледникового озера, состоящие из глин, озерного мергеля, торфа, песков древних береговых дюн.

Ледниковые и межледниковые отложения валдайского оледенения в восточной части Прибалтийского бассейна широко развиты и отличаются сложным строением вследствие следов аккумуляции нескольких стадий наступания и отступания ледника. Так, в пределах Ижорской возвышенности, в древних долинах Оредежа и Луги, вскрыта морена крестецкой стадии мощностью до 15 *м*, залегающая на девонских песчаниках и покрывающаяся озерно-ледниковыми песками плюсского интерстадиала. Последние выражены песками и ленточными глинами максимальной мощности 6,85 *м*. В них обнаружен хладолюбивый пыльцевой комплекс, указывающий на стратиграфическое отложение осадков.

Ледниковые отложения следующей, лужской стадии повсеместно распространены в пределах Ижорской возвышенности (Волосовский и соседние районы) и на территории Ленинградского месторождения. Основная морена этой стадии представлена валунными глинами и песками, достигающими мощности 25 *м*. На площади развития ордовика морена имеет серую окраску, а на поле девонских пестроцветных пород она красно-бурого цвета. Часто встречаются так называемые локальные морены и иногда — морены вытаивания. В области глинта и в прилегающей к нему части силурийского плато местами хорошо выражены конечные морены напора (районы Дятлиц, Можайского и др.), сложенные раздробленными глыбами дочетвертичных пород (известняков и др.) с примесью обычного четвертичного материала.

Позднеледниковые отложения лужской стадии состоят из флювиогляциальных песчано-гравийно-галечных образований, пятнисто залегающих на основной морене; они слагают озы, камы и другие аккумулятивные формы. Мощность их изменчива, но обычно невелика, порядка нескольких метров, максимальная 20—30 *м*.

Озерно-ледниковые осадки лужской стадии, залегающие гипсометрически выше краевой линии развития ленточных глин и песков Балтийского ледникового озера-моря, а также под ними, представлены мелкозернистыми слабо глинистыми песками, неясно или горизонтально слоистыми, с прослоями безвалунных и иногда ленточных глин; мощность отложений достигает 6—7 *м*.

Отложения Балтийского ледникового озера широко развиты в северной части Ленинградского месторождения, ниже абсолютных отметок 38—39 *м*. Они состоят из песков мелко- и грубозернистых, в береговой зоне гравийно-галечных алевритов и песчаных глин, часто ленточного типа, не отличимых от глин лужской стадии. Мощность отложений 5—7 *м*, и максимальная 16 *м*. Отмечаются пыльца и редко диатомовые водоросли. На территории Чудовского месторождения озерно-ледниковые отложения песка и глины с ленточной слоистостью залегают ниже абсолютных отметок 60—62 *м* и, по-видимому, отвечают во времени осадкам лужской стадии и Балтийского озера. Мощность их здесь колеблется в широких пределах — от 1 до 38 *м*, наибольшая — в долинах р. Волхова и ее притоков. Эти отложения состоят из глин и песков, залегающих на Валдайской морене, и покрываются болотными и аллювиальными осадками. Глины имеют отчетливо выраженную слоистость, пылеватые, пластичные, жирные, однородные, буровато-серого и коричневого цвета. Образование их, по-видимому, относится к арктическому и субарктическому времени позднеледниковья.

СОВРЕМЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (Q_4)

Эти отложения генетически разделяются на эоловые, болотные, аллювиальные, озерно-аллювиальные, образовавшиеся в течение последних 10 тыс. лет. Отложения древнего Балтийского моря (иольдиевые, апциловые, литориновые, лиминиевые и мидиевые) распространены

главным образом вне пределов сланценосной площади к северу от глинта.

Эоловые отложения занимают значительную площадь только в северо-западной части Ленинградского месторождения и на юго-востоке Эстонского месторождения и представлены тонкозернистыми песками мощностью до 10 *м*. Образование невысоких дюнных гряд происходило в иольдиевое и анциловое время. Болотные образования развиты пятнисто повсеместно. Представлены они торфом (низинные залежи осоково-топяного торфа и верховые залежи, сложенные торфом типа сфагнум-фускум). Мощность торфа достигает в отдельных болотах 10—12 *м*. Образование торфяных болот началось вслед за отступанием края Валдайского ледника за пределы рассматриваемой территории, продолжалось в бореальное и атлантическое время и продолжается весьма интенсивно сейчас.

Аллювиальные отложения слагают пойменные и надпойменные террасы рек, залегают на поверхности и состоят из песков и песчаных глин, часто с гравием и галькой. Мощность аллювиальных песков доходит до 10 *м*, например в долине р. Плюссы и некоторых рек Северной Эстонии.

Озерные и озерно-аллювиальные отложения

В современных и реликтовых озерных бассейнах на дне отложились слои так называемой гиттии и илистой глины, богатые растительными остатками, мощностью 2 *м* и более.

Озерно-аллювиальные отложения слагают неширокие полосы по берегам проточных озер и в пойме р. Волхова. Они состоят из илистых глин и песков мощностью до 3—4 *м* и иногда (в долине рек Волхова и Плюссы) до 14 *м*.

ТЕКТОНИКА

Вся территория, находящаяся в пределах южного подземного склона Балтийского щита, обладает простым тектоническим строением осадочного чехла и более сложным — кристаллического фундамента. Необходимо, однако, отметить, что работы последнего периода вносят поправки и некоторые изменения в это положение. Выясняется известная зависимость между структурой фундамента и строением осадочного покрова.

Условия залегания осадочных пород в ряде мест осложнены наличием гляцио-дислокаций, отделить которые от собственно тектонических структур трудно.

Основной структурной формой, свойственной восточной части бассейна, является моноклинальное залегание палеозойских осадочных пород с падением слоев на юг и юго-восток от 1,5 до 3,0 *м* на 1 *км*, или 5′—10′ (см. рис. 2, 3, 4, 5). Это очень пологое падение слоев кембрийских, ордовикских и девонских пород согласуется, но не полностью, с общим погружением поверхности кристаллического фундамента на юго-восток со средним углом 9—16′, или 2,5—5 *м* на 1 *км*.

Рассматривая схему рельефа фундамента (рис. 6), можно заметить, что отклонения от очень спокойного характера морфологии поверхности кристаллических пород наблюдаются за пределами восточной части сланценосного бассейна. Юго-восточнее Чудовского месторождения, у г. Крестцы, поверхность фундамента падает в том же юго-восточном направлении под значительно большим углом (до 40 *м* на 1 *км*,

что составляет около 2°). К западу от г. Пскова находится крупный Локновский выступ фундамента с амплитудой поднятия до 300 *м*.

Покрывающие фундамент кембрийские и ордовикские отложения имеют почти то же среднее направление и угол падения, что и поверхность кристаллического фундамента. Однако азимут падения этих отложений более южный (165—170°), а угол более пологий. Еще более полого лежат девонские отложения, угол наклона которых редко превышает 1,5—2 *м* на 1 *км* (0° 6′—0° 8′), причем азимут падения их более восточный (около 150°). Эти отложения лишь в очень слабом виде от-

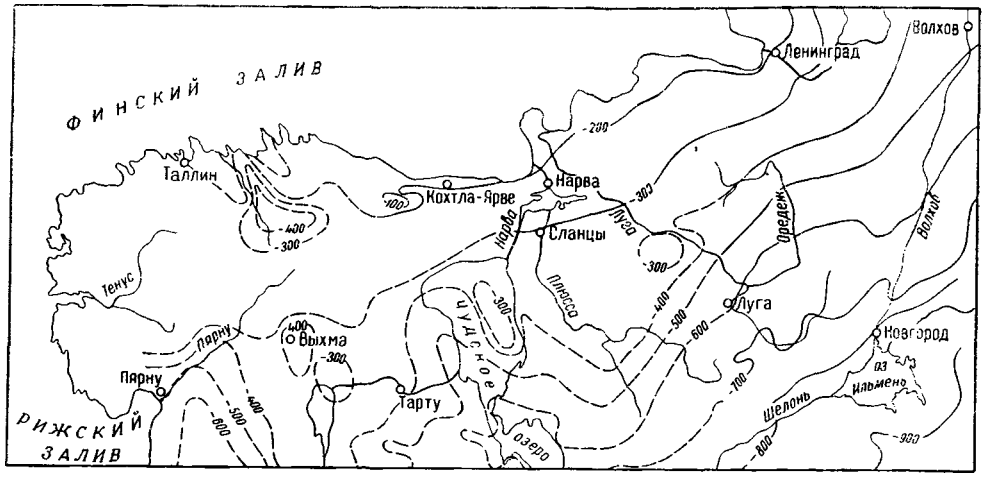


Рис. 6. Схема изогипс рельефа кристаллического фундамента территории Прибалтийского бассейна

ражают даже такие крупные структурно-тектонические элементы фундамента, как Крестецкий уступ и Локновский выступ.

На общем фоне моноклинального залегания пород в последнее время при развитии глубокого бурения и комплексных геофизических исследований устанавливаются (пока еще в небольшом числе) локальные структуры (поднятия) с амплитудой 10—60 *м* (Эльваская, Ульястеская, Гатчинская, Будогощская и Подберезинская). Возможно наличие структур в среднем течении р. Луги. Более мелкая волнистость слоев (изометрические очень пологие складки с амплитудой до 3 *м*) отмечается в слоях ордовика на Эстонском, Ленинградском и других месторождениях горючих сланцев.

Разрывные формы тектоники распространены наиболее широко и выражены как крупными разломами фундамента, так и мелкой трещиноватостью осадочных пород. Первые, выявляемые главным образом при интерпретации геофизических данных, отмечены на территории Эстонского и Ленинградского (Гдовского) месторождений у городов Луги, Гатчины и на Чудовском месторождении. Более точно фиксируется Крестецкий разлом, имеющий простирание, близкое к меридиональному. А. Н. Гейслер (1956) считает, что одновременно с образованием этого разлома в самом начале палеозоя происходили излияния эффузивов и накопление туффитов в гдовских слоях. Линия Крестецкого разлома, намечаемого не только по геофизическим, но и по буровым данным, по-видимому, совпадает с контактом архейских и

карельских (протерозойских) комплексов кристаллического фундамента.

На территории Эстонского месторождения моноклинальное залегание пород ордовика осложнено несколькими резкими нарушениями типа ступенчатых сбросов или флексур-сбросов. Наиболее крупные из них — Ахтмеское, Азериское и Вивиконнаское — имеют азимуты 30—60°, амплитуду 5—22 *м* и ширину нарушенной зоны от 200 *м* до 2 *км*. Вероятно, им отвечают разломы в кристаллическом фундаменте. Возраст нарушений, по-видимому, каледонский (см. рис. 4, 5).

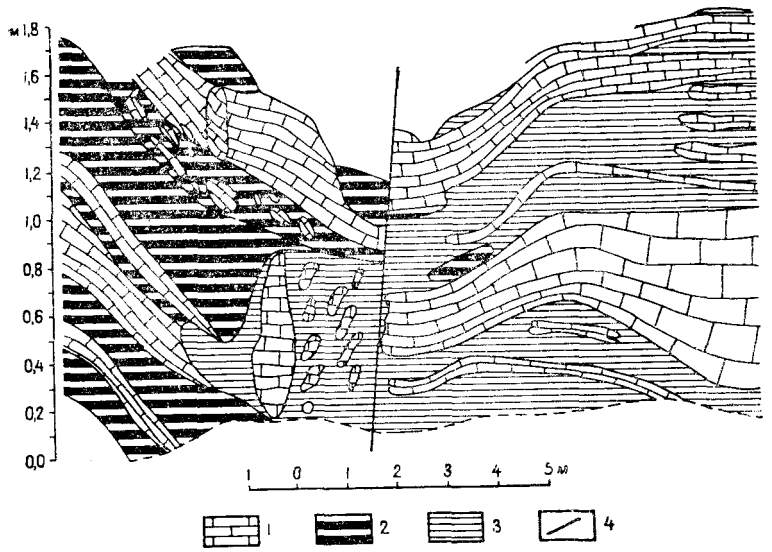


Рис. 7. Схема закарстованности в промышленном пласте горючих сланцев по тектоническим нарушениям на Гдовском месторождении, шахта № 2 (по данным шахтной геологии)

1 — известняк; *2* — сланец; *3* — глина; *4* — тектоническое нарушение

В восточной части Прибалтийского бассейна, на территории Ленинградского месторождения и по соседству, обнаружено несколько сбросов и флексур с небольшими амплитудами. Один из них со смещением в 12 *м* установлен в районе Веймарнского участка. Три сброса — один северо-восточного простирания и два его секущих почти меридионального направления с амплитудами 12—18 *м* — встречены в районе г. Кингисеппа. На р. Луге, ниже устья Лемовжи, установлен сброс северо-западного простирания с амплитудой до 20 *м*, причем нарушены только породы ордовика, а девонские отложения лежат горизонтально, что указывает на донаровский возраст сброса.

Трещиноватость ордовикских отложений на Гдовском месторождении и в соседних районах хорошо изучена в обнажениях, карьерах и на шахтах. Первыми исследователями ее были К. Тайхерт (1926), а затем Б. П. Асаткин (1937). Значительно позднее трещиноватость изучали В. В. Левыкин (1947), М. А. Гатальский (1959), М. С. Газизов (1958) и др. Они установили, что имеются следующие системы вертикальных (тектонических) трещин: северо-восточного простирания (азимут 50—65°), северо-западного (азимут 300—320°) и трещины с простиранием, близким к широтному и меридиональному направлениям (рис. 7, 8, 9).

Трещины северо-восточного простирания располагаются группами (зоны дробления). Интервалы между такими зонами до 200—500 *м*. Ширина трещин доходит до 7—12 *см*. Как правило, эти трещины заполнены глинистым и песчаным материалом, иногда с карбонатным или сульфидным цементом.

Общий облик песков и глин и находки в них обломков панцирей девонских рыб свидетельствуют о том, что трещины данной системы образовались не позднее среднего девона.

На шахтах Ленинградского месторождения из-за сильной цементации кварцевых песков карбонатами и сульфидами трещины северо-восточного простирания называются трещинами-жилами. В жилах наблюдаются тонкие извилистые прожилки (до 1 *см*) из кристалликов сульфидов (пирит, галенит и сфалерит). Местами описанные трещины путем выщелачивания пород подземными водами превращаются в широкие зоны (до 30 *м*) развития карстовых процессов и заполняются

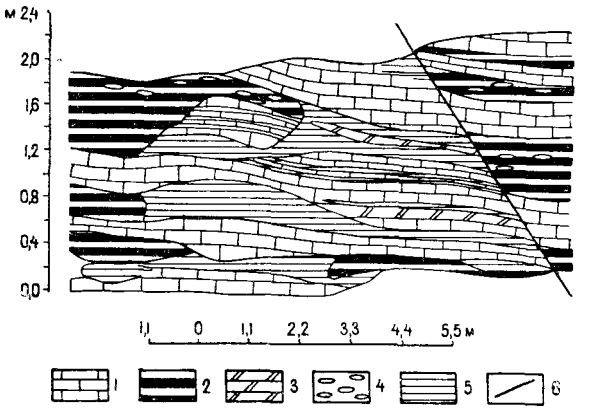


Рис. 8. Схема закарстованности в промышленном пласте горючих сланцев по тектоническим нарушениям на Гдовском месторождении по шахте № 3

1 — известняк; *2* — сланец; *3* — доломит; *4* — конкреции; *5* — глина; *6* — тектоническое нарушение

остаточным глинистым материалом, замещающим пласты горючих сланцев и известняков.

Нередко в трещинах северо-восточного простирания проявляются сбросы со смещениями до 0,4—3 *м* и более. Трещины северо-западного направления (азимут 300—320°) отличаются от ранее описанных трещин сомкнутостью стенок; ширина их редко достигает 1 *см*, а обычно всего лишь 1—2 *мм*. Расположены они равномерно, на расстоянии 40—60 *м* друг от друга. Важно заметить, что трещины северо-западного простирания секут трещины северо-восточного направления. Поэтому некоторыми исследователями делается вывод о том, что трещины северо-восточного простирания, как более древние, связаны с каледонским тектогенезом (Газизов, 1958), а северо-западного направления имеют герцинский (варисский) возраст (Гатальский, 1959).

Имеется и другая точка зрения о возрасте трещин: система трещин северо-западного и перпендикулярного — северо-восточного — простирания является варисской, а другая система, состоящая из трещин меридионального и широтного направлений, сформировалась в одну из альпийских тектонических фаз. Касаясь вопроса о возрасте трещин, следует иметь в виду, что в самые последние годы П. П. Лиепиньшем установлены аналогичные системы трещин в девонских, каменноугольных, пермских и триасовых отложениях Латвии (1963).

Еще одним проявлением нарушенности залегания пород является мелкая волнистость слоев ордовика. В отдельных местах в шахтах и карьерах на Эстонском месторождении, по данным В. А. Пуура и других исследователей, наблюдаются небольшие надвиги в породах ордовика с горизонтальным смещением до 10—15 *м* и вертикальным — до

3 *м*. На Ленинградском месторождении, на р. Плюссе, везенбергские, а в горных выработках кукерские известняки образуют очень пологие складки (на опытном руднике северо-восточного простирания) с амплитудой в несколько десятков сантиметров, прослеживаемые на расстоянии до 0,5—1 *км* (Левыкин, 1947 и др.). Аналогичные складки (есть даже лежачие) хорошо выражены в мергелисто-известняковой толще девона на р. Керести, вблизи г. Чудово, и во многих других местах. Однако их образование может быть объяснено и давлением ледника, создавшим такие сложные глыбово-складчатые сооружения, как Воронья гора, гора Кирхгоф и др. в окрестностях г. Красное село, вблизи глинта (М. Э. Янишевский), куполовидные складки пород ордовика и кембрия у с. Котлы и т. д. и брахиантиклинальные складки Синих гор вблизи г. Нарвы.

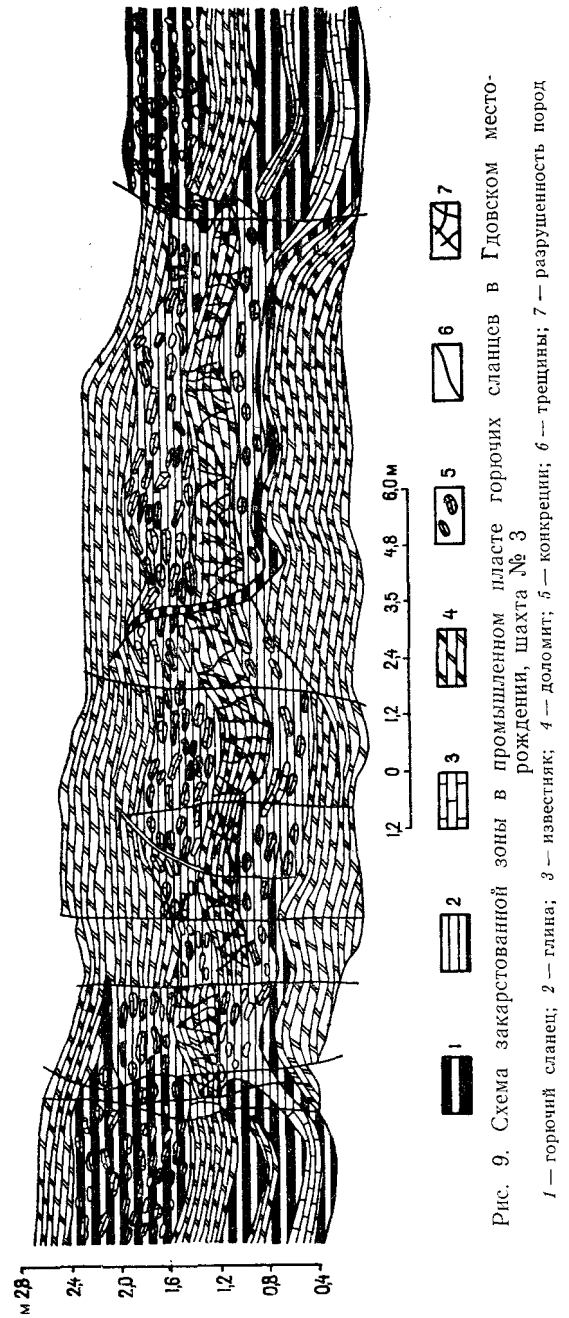


Рис. 9. Схема закарстованной зоны в промышленном пласте горючих сланцев в Гдовском месторождении, шахта № 3
1 — горючий сланец; *2* — глина; *3* — известняк; *4* — доломит; *5* — конкреции; *6* — трещины; *7* — разрушенность пород

Особого упоминания заслуживают нарушения архейских и нижнепалеозойских пород в районе с. Мишина гора, детально описанные Б. П. Асаткиным (1938) как криптовулканические.

Возраст и генезис этих дислокаций до сих пор остаются окончательно не выясненными. Возможно, что этот вопрос будет разрешен в ближайшее время в результате ведущихся сейчас в данном пункте буровых и геофизических работ.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Горючие сланцы в общем разрезе ордовикской системы занимают несколько уровней (ухакуский, кукерский, идавереский, йхвиский горизонты). В данной главе и в ряде последующих будут рассмотрены все вопросы геологии сланцев-кукерситов, представляющих главную ценность, образующих промышленные пачки в кукерском (кукрузеском) и иевском (йыхвиском) горизонтах среднего ордовика.

Диктионемовым сланцам будет уделено особое место в самом конце описания бассейна.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ОРДОВИКА

В наиболее богатом органическим веществом кукерском горизонте в западной (Эстонской) части бассейна насчитывается максимально 28—30 слоев горючего сланца с суммарной мощностью пласта около 5 *м*, что дает коэффициент общей сланценосности около 30. В той или иной мере содержат органическое вещество и разделяющие горючий сланец пласты и прослои мергелей и известняков. В восточной (Ленинградской) части бассейна наибольшее число прослоев сланца 16—20, суммарная мощность их меньше — до 2—3 *м*, соответственно и коэффициент общей сланценосности значительно ниже, чем на промышленной площади Эстонского месторождения.

Собственно промышленная пачка горючих сланцев кукерского горизонта (одна и та же в западной и восточной частях бассейна) имеет следующее строение.

Для Эстонского месторождения может быть дан в качестве типичного следующий обобщенный разрез (снизу вверх) промышленной пачки, заимствованный у Я. Ю. Кельпмана и Г. Ю. Эльтермана.

Слой А представлен плотным буро-коричневым горючим сланцем, разделяющимся на две части: верхнюю (A_1), более глинистую, и нижнюю (А), менее глинистую. Между ними местами есть тонкий (0,03—0,07 *м*) прослой известняка. Мощность слоя А ($A+A_1$) 0,25 *м*.

Слой A^1/B — «синяя плита». Известняк глинистый синевато-серый с включениями сапропелита, иногда с прослоями мергеля — 0,15—0,17 *м*.

Слой В — сланец легкий, коричневатого цвета, легко раскалывающийся на плитки, поверхности которых покрыты обильными остатками фауны с включениями (до 2—3 *см*) известняка. В нижней части слой пиритизирован. Мощность слоя 0,50—0,60 *м*.

Слой B/C — известняк с примесью сапропелевого материала, коричневато-серый — 0,07—0,16 *м*.

Слой С — горючий сланец коричневый более темный, чем слой В. Много включений известняка вытянутой эллипсоидальной формы толщиной до 0,07 *м*. Верхняя часть слоя (0,10 *м*) пронизана многочисленными ходами илоедов, заполненных известковым материалом. Переход к вышележащему слою постепенный. Мощность слоя в среднем 0,40 *м*.

Слой C/D — известняк синевато-серый скрытокристаллический — «двойная плита», раскалывающийся посредине на два слоя. Внизу слоя наблюдаются многочисленные ходы илоедов, заполненные кальцитом и сапропелитовым веществом. Мощность слоя 0,20—0,22 *м*.

Слой D — сланец зеленовато-коричневый глинистый, в средней части слоя местами включения известняка, мощность 0,08 *м*.

Слой D/E — известняк «розовая плита» желтовато-розового цвета — 0,07—0,08 *м*.

Слой Е — сланец желтовато-коричневый, местами буровато-коричневый, с включениями и прослойками известняка (сапропелевого), заключает разнообразные неправильно ориентированные остатки фауны — 0,30—0,32 *м*.

Слой E/F — известняк («чертова кожа») с двумя-тремя прерывистыми пиритизированными прослойками. Переход к слоям Е и F постепенный — 0,10—0,20 *м*.

Слой F — сланец серо-коричневый, заключающий до 30% от объема включения известняка. Верхние 0,10 *м* представлены более глинистой разностью сланца. Мощность слоя 0,7—0,9 *м*.

Слой F/G — известняк зеленовато-серый с примесью кукерсита мощностью в среднем около 1,25 *м*.

Слой G — сланец буровато-коричневый с включениями известняка — 0,25 *м*.

Слой G/H — известняк зеленовато-серый с мелкими включениями кукерсита — 0,23 *м*.

Слой H — горючий сланец коричневато-бурый с включениями известняка — 0,16 *м*.

Общая мощность промышленной пачки (от слоя A до слоя F) максимально 3,2 *м*.

На долю чистого горючего сланца приходится не более 1,6—1,8 *м*.

Глубина залегания промышленной пачки на разрабатываемой части месторождения 20—50 *м*. На юге сланценосного поля 100 *м* и более.

Обобщенный разрез промышленного пласта горючих сланцев на Ленинградском (Гдовском) месторождении, по данным В. В. Левыкина (1947) и В. С. Сизовой (1959ф), следующий.

Кровля промышленной пачки — желтовато-серый глинистый известняк, «ложная кровля» — известково-глинистый сланец с многочисленными включениями известняка. Мощность «ложной кровли» 0,10—0,53 *м*.

I слой — темно-коричневый горючий сланец, включающий значительное количество горизонтальнолежащих удлиненных желвакообразных конкреций известняка длиной до 0,50—0,60 *м* и толщиной до 0,10 *м*. Мощность слоя колеблется от 0,46 до 1,37 *м*. В нижней части слоя — пропласток известняка мощностью 0,02—0,15 *м*. Содержание конкреции известняка в I слое достигает 50%, составляя в среднем 0,25%. Этот слой соответствует слоям Д, Е Эстонского месторождения.

«Плита» — светло-серый, слабо глинистый известняк, однослойный или двухслойный, мощностью 0,14—0,45 *м*, в среднем 0,24—0,27 *м*.

II слой — довольно чистый, богатый органическим веществом, темно-коричневый горючий сланец с характерными «червеобразными ходами» — белыми известковистыми цилиндрическими включениями до 2 *мм* в диаметре; мощность 0,10—0,50 *м*, средняя 0,20—0,25 *м*. II слой отвечает слою С Эстонского разреза.

«Кулак» — глинистый желтовато-серый известняк, залегающий в виде линзовидных глыб; мощность «кулака» изменяется в пределах от 0,04 до 0,25 *м*, в среднем 0,1—0,15 *м*.

III слой представлен наиболее чистым богатым органическим веществом коричневым или светло-коричневым, легким и плотным горючим сланцем, лишенным известняковых включений мощностью от 0,09 до 0,45 *м* (средняя 0,20—0,22 *м*). Данный слой параллелизуется со слоем В Эстонии.

«Разделяющий» слой — голубовато-серый глинистый известняк мощностью 0,06—0,40 *м*.

IV слой — горючий сланец, несколько более глинистый, чем вышележащие слои. Состоит он обычно из двух пачек, нижняя из которых представлена глинистой разновидностью бурого цвета, верхняя — мергелистым сланцем. Мощность слоя 0,9—0,12 *м*, к востоку и югу от центральной части месторождения она снижается до 0,04 *м*. Этот слой соответствует слоям А и A_1 Эстонского месторождения. Почва промышленной пачки — глинистый известняк.

Общая мощность промышленного пласта в пределах Ленинградского месторождения изменяется от 1,4 до 3,25 *м*, а суммарная мощность всех составляющих его слоев горючего сланца от 0,7 до 2,08 *м*, в среднем около 1,0 *м*. Глубина залегания промышленной пачки 40—145 *м*.

Сопоставление разрезов промышленной пачки Эстонского и Ленинградского месторождений показано на рис. 10.

Наличие горючих сланцев сказывается в общем облике разреза кукерского сланценосного горизонта. Прежде всего в нем по сравнению с другими несланценосными горизонтами карбонатной серии ордовика — силура наблюдается многообразие литологических типов и разновидностей, что связано с наличием не только нескольких основных групп пород: известняков, мергелей, глин, кукерситов, но и развитием целой гаммы переходных образований. Эти типы и разновидности пород часто образуют в разрезе ритмичное чередование. Элементарные осадочные циклы нередко начинаются поверхностью перерыва (диастемой). Выше нее залегают горючий сланец или мергель, обогащенный органическим веществом — керогеном. Далее следует известняк с примесью органического вещества, переходящий вверху в известняк без керогена. Еще выше расположена другая поверхность перерыва, знаменующая начало нового цикла. Следы подводных размывов на границе двух циклов могут и не быть. Эти первичные циклы отличаются удивительной выдержанностью, что позволяет проводить послойную увязку разреза и подмечать малейшие детали в изменении характера сланценосности на площадях, измеряемых десятками и сотнями квадратных километров.

Следует отметить общую закономерность размещения слоев горючих сланцев в пространстве, состоящую в том, что их количество и мощность возрастают к середине разреза и к центру площадного распространения сланценосной толщи. Именно в более удаленной от генетических границ части бассейна, в его центральной части, на площади около 4—5 тыс. $км^2$, сближенные наиболее мощные сланцевые слои кукерского горизонта и составляют разрабатываемую ныне промышленную пачку. На остальной части бассейна и в других частях разреза сланценосной толщи пока не установлено сланцевых залежей, представляющих в настоящее время практический интерес. Можно отметить лишь увеличение мощности сланцевых слоев в самом верху кукерского горизонта, в 7—8 *м* выше кровли промышленной пачки. Эти слои, однако, подверглись разрушению в течение сравнительно продолжительного перерыва отложений между кукрузеским и идавереским временем. По данным бурения поисковых на горючий сланец скважин более мощные слои горючих сланцев в верхней хумалаской пачке кукерского горизонта находятся в южной части Эстонского месторождения, где они сохранились и от размыва. Площадь, ограниченная южной границей разведанных запасов кат. C_2 и границей распространения сланцевой залежи с полезной мощностью пласта 0,5—0,7 *м*, является перспективной для промышленных залежей сланца в верхней части кукерского горизонта.

К западу и востоку от центральной части Эстонского месторождения установлены следующие изменения в строении сланценосной толщи. В западном направлении уменьшается общая мощность продуктивной толщи и отдельных сланцевых слоев, увеличивается количество поверхностей перерыва, известняки в большей мере обогащены керогеном. В восточном направлении также уменьшается общая мощность сланценосной толщи отдельных сланцевых слоев, но количество поверхностей перерыва уменьшается и известняки менее обогащены керогеном.

Приведем описание сланцепроявления с запада на восток, вдоль более изученной северной границы сланцевого бассейна. В районе

Палдиски по побережью Балтийского моря поисковые скважины (см. рис. 5) в известняках ухакуского и кукрузеского горизонтов вскрыли лишь четыре-пять маломощных (до 3 *см*) прослоев горючих сланцев и маломощные (до 3 *см*) прослои известняка, обогащенные органическим веществом кукерситного состава. На восток количество и мощность сланцевых слоев постепенно увеличиваются. У г. Таллина количество прослоев горючего сланца возрастает в ухакуском горизонте до

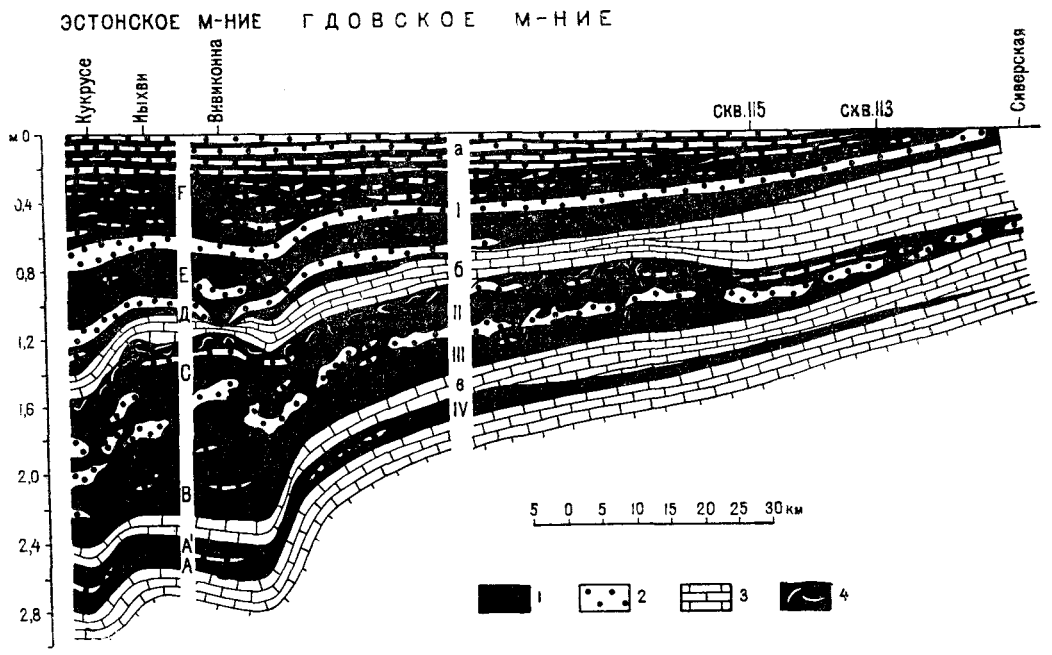


Рис. 10. Строение промышленной пачки горючих сланцев Прибалтийского сланцевого бассейна (широтный профиль), по С. С. Баукову, 1960 г.

1 — горючий сланец; *2* — известняк, обогащенный органическим веществом; *3* — известняк; *4* — червеобразные ходы в горючем сланце.
а — ложная кровля, *б* — «плита», *в* — «кулак»

3—4 и в кукерском до 7—10, мощность отдельных сланцевых слоев увеличивается до 0,35 *м* и мощность известняков, обогащенных кукерситом, до 1 *м* и более. Далее к востоку количество и мощность сланцевых слоев в ухакуском и кукерском горизонтах продолжают расти, достигая своего максимума примерно в 140—170 *км* от Таллина, в центральном районе Эстонского месторождения.

В районе сланцевых шахт Ленинградского месторождения и особенно на Веймарнском месторождении количество и мощность сланцевых слоев заметно уменьшаются.

Наиболее мощные и выдержанные по простиранию на большие расстояния (по меньшей мере на 200 *км* от г. Тапа в ЭССР до ст. Волосово в Ленинградской области) слои горючих сланцев в нижней части кукерского горизонта слагают промышленную пачку (пласт): слои A, B, C, D, E и F на Эстонском месторождении и соответствующие им слои IV, III, II и I на Ленинградском месторождении. К промышленной пачке сланца некоторые исследователи относят залегающие на 0,9—1,2 *м* выше слоя F (I) два сближенных слоя — G и H, разделенные слоем известняка мощностью 15—20 *см* (см. рис. 10).

Промышленная пачка сохраняет на всем протяжении по простиранию свое строение и особенности отдельных слагающих ее сланцевых и известняковых слоев. Наиболее характерные из этих особенностей следующие.

Верхняя часть слоя A (и соответственно слоя IV) сильно обогащена глинисто-алевритовым материалом, что послужило поводом для выделения их под символами A_1 (или IV) с сохранением обозначения A (и IV) для нижней части слоя.

В средней части слоя B (слой III) повсеместно наблюдается большое скопление мшанок, расположение которых хорошо подчеркивает горизонтальную слоистость.

В верху слоя C (слой II) много хорошо заметных на более темном коричневом фоне сланца ходов илоедов, заполненных известково-обломочным материалом. На шахтах в Эстонской ССР эта часть слоя получила местное название «лошадиная кожа».

Между слоями E и F (средняя часть слоя I) имеется прослой кавернозного пиритизированного известняка, сильно обогащенного керогеном. Из-за своей крепости на шахтах в Эстонской ССР этот слой получил местное название «чертова кожа».

Верхняя половина слоя F (самые верхние слои I и ложная кровля) состоит из переслаивания известняков и горючего сланца примерно в отношении 1 : 1; в ЭССР она называется «пирог».

Характерными являются также известняковые слои между сланцевыми слоями A_1 и B (IV_1 и III), B и C (III и II) и C и D (II и I). Известняк первого из этих слоев глинистый, ограничен ровными и параллельными плоскостями наслоения; из-за синеватого оттенка он назван «синюха», или «синяя плита». Известняк следующего слоя имеет вид конкрециевидных образований в один, два или три ряда, вытянутых по наслоению. По своей характерной форме он получил весьма образное название «кулак». Этот известняк содержит 5—10% керогена, поэтому он желтоватого цвета.

Известняковый слой C/D характеризуется ровными и параллельными плоскостями наслоения; известняк очень крепкий, светло-серого цвета, имеет хорошие строительные качества, обладает способностью раскалываться по наслоению примерно посредине на две части; слой этот называют «двойная плита».

Имеются и другие менее заметные на глаз особенности в строении промышленной пачки (контакты, слоистость, цветовые оттенки, крепость, нахождение и форма захоронения ископаемой фауны), описание которых здесь не представляет особого интереса.

Мощность промышленной пачки сланца A — F (IV—I) меняется закономерно; максимальная ее мощность равна 3,2 *м*; ею характеризуется Центральный участок Эстонского месторождения. Затем мощность постепенно уменьшается в западном и восточном направлениях: в районе Раквере она составляет 2,6 *м*, в районе сланцевых шахт Ленинградского месторождения 2,0—2,2 *м*, а в районе Вейнмарна всего 1,6 *м*. Изменение мощности отдельных слоев идет неодинаково: мощность слоев D, E и F на запад сначала (до района Раквере) увеличивается и только еще западнее уменьшается. Максимальная мощность слоев G и H между Вийвиконна и Кивиыли и равна соответственно 33 и 26 *см*.

К востоку и западу мощность слоев G и H постепенно уменьшается. В районе Веймарна она не превышает 10 *см*, а в районе Раквере соответственно равна 13 и 22 *см*.

На протяжении примерно 100 *км* на восток от ленинградских сланцевых шахт мощность промышленной пачки все уменьшается вплоть до полного выклинивания. Так, в разрезе Сиверской опорной скважины,

расположенной в 120 *км* на восток от шахт Ленинградского месторождения, в кукерском горизонте в интервале 90,2—106,8 *м* вскрыто пять маломощных прослоев (1—3 *см*, один из них 10 *см*) мергеля, обогащенного керогеном. Еще восточнее на 90 *км*, в районе г. Чудово, горючие сланцы обнаружены в кукерском горизонте в виде примазок и двух-трех прослоек мощностью 1—2 *см*.

В идавереском и йыхвиском горизонтах горючие сланцы, как уже было сказано, распространены преимущественно в восточной части бассейна.

В пределах ЭССР к востоку от Раквере в идавереском горизонте среди мергелей и глинистых известняков появляются маломощные слои (1—5 *см*) горючего сланца — кукерсита (пять слоев в метровой толще нижней части горизонта и два сближенных слоя в нижней части верхней половины горизонта). Для идавереского горизонта характерно наличие 9—10 слоев мощностью от 1 до 5 *см* черного мергеля, обогащенного (до 5—8%) органическим веществом. Эти слои размещены более или менее равномерно в известково-мергелистой толще между описанными выше прослоями горючего сланца — кукерсита. Такие прослои черного мергеля, обогащенного органическим веществом, в идавереском горизонте прослеживаются и на территории Ленинградского сланцевого месторождения.

В йыхвиском горизонте в пределах Эстонского сланцевого месторождения имеется всего два-три сланцевых прослоя мощностью 3—5 *см*.

В районе сланцевых шахт Ленинградского месторождения мощность отдельных сланцевых слоев в идавереском и иевском горизонтах увеличивается до 25—30 *см*. Согласно данным Б. П. Асаткина, по мере удаления на восток от шахт (скважины, расположенные у р. Долгая, деревень Извоз и Сосницы, примерно на расстоянии соответственно 40, 60 и 80 *км* на восток от сланцевых шахт) мощность идавереского и иевского горизонтов увеличивается, и в их более высоких частях появляются два новых сланцевых слоя. Мощность одного из нижних слоев увеличивается до 0,5 *м*. В районе Чудово в иевском горизонте имеются три слоя горючего сланца мощностью в среднем 0,2; 0,6 и 0,3 *м*, разделенных слоями известняков мощностью 0,8—4,2 *м*.

О проявлении сланценосности в меридиональном направлении имеется меньше данных. На севере сланценосный бассейн эродирован, особенно в центральной промышленной части месторождения, где линия размыва, судя по мощности горючих сланцев, достигает самой его середины. По сопоставлению данных разведочного бурения на Ленинградском и Вейнмарнском месторождениях можно видеть, что мощность сланцевых слоев на север уменьшается.

На юг от эрозионной границы сланценосность среднего ордовика уменьшается значительно быстрее, чем в широтном направлении. Уже на расстоянии 30—40 *км* от этой границы в пределах Эстонского месторождения и 60—70 *км* в пределах Ленинградского месторождения промышленная пачка сланцев отсутствует. До сих пор точно не установлено, происходит это в результате фациального замещения горючих сланцев мергелями и известняками или за счет генетического выклинивания. Характерно при этом резкое уменьшение полезной мощности промышленной пачки по южной границе ее распространения в полосе шириной до 10 *км* восток-северо-восточного простирания. Второй особенностью изменения сланценосности в направлении с севера на юг является, как уже отмечалось, увеличение мощности сланцевых слоев в верхней половине кукерского горизонта (подгоризонт Хумала) в пределах Эстонского месторождения. Здесь в 30—40 *км* к югу от северной эрозионной границы бассейна на участке 50—60 *км*, вытянутом в северо-восточном направлении между г. Тапа и с. Муствe, на западном побережье Чудского озера имеется залежь горючих сланцев, которая, возможно, будет иметь промышленное значение; глубина ее залегания 150—200 *м*.

Далее на юг от этой полосы сланценосность быстро уменьшается. Так, в Выхмаской опорной скважине, расположенной в 90 *км* от северной эрозионной границы сланцевого бассейна, горючие сланцы встречены только в кукерском горизонте в виде нескольких маломощных (до 7 *см*) слоев.

В скважинах около г. Тарту, в 100 *км* к юго-юго-востоку от г. Кохтла-Ярве, горючие сланцы обнаружены также в виде маломощных слоев и примазок, как и в Выхмаской скважине.

Состав пород сланценосного кукерского горизонта на территории Эстонии и Ленинградской области может быть кратко охарактеризован следующим образом. Преобладающей породой являются микро- и мелкокристаллические серые и зеленовато-серые известняки, в той или иной мере глинистые и доломитизированные.

Известняки и доломитизированные известняки обладают органогенной, кристаллической, детритовой, кристаллической или пелитоморфной структурами. Текстура обычно обломочная, пятнистая, иногда сланцеватая. Основная масса и органогенные включения представлены кальцитом и меньше доломитом. В качестве примеси в известняках присутствуют глинистые минералы, мусковит и серицит, кварц и пылевидный пирит. Очень часто в том или ином количестве содержится органическое вещество (гелифицированные остатки водорослей?).

В толще известняков присутствуют тонкие прослойки (0,01—0,10 *м*) тонкозернисто-кристаллического серого с фиолетово-бурыми пятнами глинистого доломита, нередко заключающего стяжения пирита.

Доломиты обладают кристаллической, неравномернозернистой, реже пелитоморфной структурой и состоят из плотно прилегающих друг к другу ромбоэдров минерала доломита (размером 0,06—0,5 *мм*). В них отмечаются гелифицированные остатки водорослей (?) и глинистое вещество. Очень редко встречаются зерна кварца и пирит. Общее представление о химическом составе карбонатных пород кукерского горизонта может дать содержание отдельных компонентов: SiO_2 9,00—17,00%, TiO_2 0,14—0,24%, Al_2O_3 2,12—4,74%, CaO 21,10—38,08%, MgO 1,20—3,52%, K_2O 1,13—1,60%, п. п. п. 33,36—57,48%.

Известняки, слагающие нижнюю и среднюю части разреза иевского горизонта, заключающие на Чудовском месторождении довольно мощные прослои кукерсита, состоят на 50—65% из кальцита и содержат 20—40% доломита; они содержат примесь глинистого вещества в количестве 5—20% и 3—5% обломки полевого шпата и кварцевых зерен размером 0,01—0,05 *мм* в количестве 3—5%.

Структура известняков органогенно-детритусовая, текстура местами слоистая. Основная масса породы состоит из тонкозернистого кальцита и доломита с неправильно распределенными обломками раковин брахиопод и остракод, члеников криноидей, колоний, мшанок и т. д. Кальцитовое вещество органических остатков участками полностью замещено вторичным доломитом.

Мергели (известковистые и реже доломитизированные), имеющие ограниченное распространение, содержат многочисленные остатки фауны. Основная масса породы состоит из тонкодисперсного глинисто-карбонатного материала с выделениями кристаллов вторичного доло-

мита. Содержание последнего в породе от 30 до 60%, кальцита 30—40% и глинистых минералов 20—40%.

Второе место после известняков в разрезе занимают горючие сланцы. Макроскопически они представляют мергелевидную желтовато-серую, светло- и темно-буровато-коричневую породу, тонкослоистую или массивную, часто переполненную послойно расположенными известковыми белыми скелетными остатками колоний мшанок, раковин брахиопод, щитков трилобитов и других морских организмов. Наиболее чистые разности кукерсита имеют удельный вес 1,5—1,7 и содержат органического вещества до 40—55%. Сланец легко загорается от спички и горит ярким коптящим пламенем, обладает характерным смолистым запахом.

По внешнему виду и микроскопически чудовские горючие сланцы сходны с эстонскими и гдовскими. Верхний слой представляет однородную сланцеватую буровато-коричневую породу, средний отличается сильной карбонатностью, а в нижнем слое присутствуют мелкие известковистые включения.

Горючие сланцы состоят из буровато-коричневой основной массы, в которой 50—60% принадлежит разложившимся остаткам водорослей и около 30% — шламу известковистых органических остатков. Глинистое вещество составляет 10—15% и 3—5% и зерна кварца, обломки полевого шпата, пирит и гидроокислы железа 3—5%. Структура кукерсита фитогамо-пелитовая органогенно-обломочная, текстура слоистая.

В зонах выклинивания промышленной пачки в северо-западном и других направлениях, кроме южного, где граница сланценосного поля не установлена (в д. Опочивалово в 12 *км* к югу от Чудова сланценосность сохраняется), развиты известняки, содержащие более или менее значительную примесь органического вещества (кукерсита). Они доломитизированные, органогенные с фитогамо-кристаллической мелкозернистой структурой. Основная масса их состоит из мелкозернистого кальцита и доломита с большим количеством гелифицированных остатков водорослей и обломков известковых скелетных образований морских организмов. Глинистое вещество представляет незначительную примесь (3—5%) и связано главным образом с прослоями и примазками кукерсита.

ЛИТОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЧКИ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПРИБАЛТИЙСКИХ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

В настоящее время литология сланценосной промышленной пачки Прибалтийского бассейна так же, как и условия образования самих горючих сланцев, выяснены недостаточно.

Более полная, чем в других работах по Прибалтийскому бассейну, петрографическая и минералогическая характеристика пород, слагающих промышленную пачку, содержится в статье Н. М. Насоновой (1962). Что касается вещественного состава и условий образования горючих сланцев — кукерситов, то они затронуты в старой, однако и в настоящее время представляющей большой интерес работе М. Д. Залесского (1917) и в статьях П. К. Когермана (P. Kogerman, 1953, 1931), А. Ф. Добрянского (1947), С. С. Баукова (1956, 1958), Х. Т. Раудсеппа (1954, 1959), А. Я. Аарна (1959), А. С. Фоминой (1959, 1962).

Классификационными признаками, которые послужили первым двум исследователям для выделения основных типов и разновидностей

пород сланценосной толщи, явились соотношения содержания органического (сапропелевого) материала, карбонатов и глинистого (терригенного) вещества в рассматриваемых породах, а также состав скелетных остатков морских беспозвоночных и структурно-текстурные особенности пород. Породы промышленной пачки разделяются на две группы, связанные тесными переходами.

Первую группу составляют горючие сланцы. Схема классификации последних, по Н. М. Насоновой, приводится ниже (табл. 4).

Таблица 4

Схема классификации горючих сланцев

Литотип	Разделение			Содержание компонентов, %		
	по текстурным признакам	по структурным признакам	по вещественному составу	Органическое вещество	Карбонаты	Глина
Горючие сланцы (глинистые карбонатно-сапропелевые породы)	Штриховатые, линзовидно-микрослоистые	Мелкодетритовые	Известковистый	50—65	25—15	25—20
	Горизонтально-слоистые, линзовидно-микрослоистые	Несортированные	Известковый	50—35	35—40	15—25
			Известковисто-глинистый	50—30	15—25	35—45
	Густо пронизанные ходами илоедов		Глинисто-известковый	40—25	35—40	25—35

Характерной особенностью микроскопического строения горючих сланцев — кукерситов является присутствие породообразующего органического вещества в виде бледно-желтой или буровато-желтой бесструктурной гомогенной основной массы, в которой в большом количестве присутствуют более темные — коричневые, черные, а в отраженном свете желтовато-белые, форменные элементы овальной и округлой формы размером от 0,01 до 0,08 *ммк* (М. Д. Залесский, Е. С. Тихомирова). Эти форменные элементы, впервые замеченные Л. Ф. Фокиным (1913) и подробно описанные М. Д. Залесским (1917), рассматриваются последним как остатки древнейших ископаемых сине-зеленых водорослей, названных им Cloecapsomorpha prisca. Колонии последней в шлифе кукерсита представляются буроватыми комочками, густо распределенными среди янтарно-желтой (слизистой) массы.

При обработке такого комочка (крупинки кукерсита) хлоралгидратом М. Д. Залесский получал расправившиеся колонии с клеточной структурой. Водорослевая природа кукерсита у М. Д. Залесского не вызывала сомнения.

В самое последнее время Н. Л. Дилакторский (1961) на основании изучения тонких (3—6 μ) срезов кукерсита подверг ревизии точку зрения М. Д. Залесского, высказав мнение о том, что в органической массе кукерсита (керогене) нет следов форменных элементов растительного или животного происхождения. Принимаемые М. Д. Залесским

остатки клеток сине-зеленых водорослей в действительности являются пустотками, заполненными газом (Дилакторский, 1960).

Несомненно, что дальнейшая разработка вопроса о природе кукерситов необходима и представляет интересную задачу. Следует подчеркнуть, что в кукерситах отсутствуют гелифицированные остатки высших растений, кутикула, примесь которых в органическом веществе горючих сланцев других бассейнов и месторождений может быть значительной.

Карбонатный материал, составляющий от 15 до 40% всей массы кукерсита, представлен микрозернистым кальцитом, зерна которого имеют неправильную форму и размеры от 0,01 до 0,05 *мм*. В одной разновидности сланца, слагающей слой A_1 (IV), кроме кальцита, присутствует доломит в виде единичных крупных (до 0,14 *мм*) ромбоэдрических кристаллов, часто с хорошо выраженным зональным строением. Доломит обычно корродирует известковые остатки фауны.

Терригенная примесь (15—45%), распределенная в породе равномерно, состоит из алевритовой (измельченный кварц и полевой шпат) и глинистой частей. Последняя, по данным Н. Л. Дилакторского, имеет гидрослюдисто-монтмориллонитовый состав; предполагается также присутствие каолинита.

Пирит содержится в сланцах в виде рассеянных мелких скоплений и более крупных включений, связанных с остатками фауны. Количество его доходит до 3—5%.

Известковые остатки фауны беспозвоночных в сланце-кукерсите разнообразны и так многочисленны, что местами переполняют породу. Особенно много различных мшанок, нередки брахиоподы, остракоды, трилобиты, иглокожие и т. д.

Наряду с хорошо сохранившимися раковинами и другими остатками заметную роль играет перетертый неопределимый детрит.

В одних разновидностях сланца остатки животных организмов ориентированы в плоскости напластования и обусловливают наличие ярко выраженной слоистости, в других они расположены беспорядочно, иногда встречаются раковины захоронения в вертикальном положении.

Местами в сланцах по расположению остатков фауны хорошо заметна флюидальная текстура, связанная, возможно, с жизнедеятельностью илоядных.

В пределах всего бассейна в слое горючего сланца С (в Эстонии) и тождественном ему III слое промышленной пачки Гдовского и Веймарнского месторождений присутствуют многочисленные ходы илоедов, выполненные карбонатным веществом, резко выделяющимся своим светло-серым цветом на буровато-коричневом фоне породы.

Вторым по распространенности литотипом в промышленной пачке Прибалтийского бассейна являются известняки, разделяющие слои горючих сланцев или образующие внутри последних многочисленные линзы и более мелкие включения неправильной формы. Все эти карбонатные образования в той или иной степени являются органогенными. Состав породообразующих остатков фауны в известняках даже в одном слое подвержен изменениям как по вертикали, так и по напластованию, что связано с различием биоценозов и танатоценозов на отдельных участках дна бассейна. На это указывает Е. С. Тихомирова, приводя в качестве примера слой известняка C/D (двойная плита), который в нижней части представлен органогенно-детритовым, криноидно-мшанково-брахиоподовым известняком, в средней — органогенно-полидетритово-глинистой его разновидностью и в верхней — органогенно-детритовым известняком с водорослями.

В этом слое известняка, в его середине, наблюдается поверхность подводного размыва, к которой приурочены многочисленные ходы илоедов, заполненные карбонатным веществом более светлого цвета, чем остальная порода.

Н. М. Насонова предлагает следующую схему классификации карбонатных пород промышленного пласта (табл. 5).

Ниже приводится краткая характеристика основных типов известняков по Е. С. Тихомировой.

1. Известняки биоморфно-детритовые, криноидно-брахиоподовые микрозернистые, обычно светло-серые с желтоватым и розоватым оттенками, иногда с неравномерным содержанием органического вещества (керогена) и с ходами илоедов, образуют невыдержанные прослои и конкреции на контакте слоев горючих сланцев A—A_1, B и C, D и E, а также присутствуют в качестве включения в слое G. На верхних поверхностях наслоения встречаются крупные поврежденные раковины брахиопод и скопления члеников криноидей. Разнообразие остатков беспозвоночных позволяет называть эти известняки полидетритовыми.

Беспорядочное расположение обломков раковин и наличие контрузивных текстур характерны для этого типа пород. Терригенный материал состоит из глинистых частиц и единичных зерен кварца.

2. Известняки органогенно-детритовые, криноидно-мшанково-брахиоподовые с редкими остатками водорослей, глинистые светло-серые со слабым желтоватым оттенком, крепкие, плотные, слагающие верхнюю часть пласта известняка, разделяющего слой горючих сланцев A_1 и B, а также в нижней части слоя, отделяющего слои горючих сланцев C и D. Цементирующая скелетные остатки масса состоит из микро- и мелкозернистого кальцита с примесью крупных (до 0,3 *мм*) зерен. Кроме органических остатков криноидей, брахиопод, остракод, трилобитов и гастропод, таких же, как и в известняках первого типа, в данной разновидности встречаются обрывки колоний мшанок и остатки водорослей, близких к *Girvanella*, плохой сохранности.

Карбонатная часть составляет около 75—80% породы, терригенная — 10—15% и органическое вещество — до 5—7%.

3. Известняки органогенно-детритовые, криноидно-мшанково-брахиоподовые, окремнелые, светло-серые с розоватым и желтоватым оттенками, крепкие, участками перекристаллизованные, распространены в виде стяжений в нижней части слоя горючих сланцев. Поверхность конкреций часто пиритизирована. Характерны многочисленные каверны и пустоты со стенками, покрытыми идиоморфными кристаллами кальцита.

Остатки фауны слагают свыше 50% породы, как можно судить по шлифам. Известковые раковины брахиопод и членики криноидей часто замещены халцедоном. Карбонатная часть составляет 75—90% породы, органическое вещество — до 10% и терригенный материал — 3—10% (легкая фракция — кварц, полевые шпаты, гидрослюды; тяжелая — циркон, рутил, анатаз, лейкоксен, эпидот, гранат, биотит, хлорит и гидроокислы железа).

По трещинам в известняке отмечаются новообразования — пирит, марказит, гипс и крупные кристаллы кальцита.

Кроме перечисленных разновидностей известняков, в промышленной пачке есть и другие, указанные в табл. 5.

Таким образом, вторичные процессы в карбонатных породах промышленной пачки протекали довольно интенсивно. Отчасти это относится к доломитизации, которая хотя и не получила в промышленной пачке широкого развития, но затронула многие типы пород. Содержа-

Таблица 5

Схема классификации карбонатных пород промышленного пласта (по Н. М. Насоновой)

Разделение						Основные составляющие компоненты, %			
по происхождению седиментационного материала	по текстурным признакам	по структурно-генетическим признакам	по размеру фрагментов	по составу фрагментов и степени перекристаллизации	по вещественному составу	карбонаты $CaCO_3$	карбонаты $CaMg(CO_3)_2$	глина	органическое вещество
Органогенные	С беспорядочной текстурой	Биоморфно-детритовые	Несортированные	Криноидно-мшанково-брахиоподовые с гастроподами, перекристаллизованные	Глинистый известняк	75		15	10
				Брахиоподово-полидетритовые					
				Криноидно-полидетритовые, перекристаллизованные					
	С беспорядочной и контрузивной текстурой	Органогенно-детритовые	Несортированные и крупнодетритовые	Криноидно-брахиоподово-полидетритовые, перекристаллизованные, частично окремнелые	Глинистый известняк				
				Брахиоподово-полидетритовые	Доломит		92	5	3
			Мелкодетритовые	Мшанково-брахиоподовые с цефалоподами	Глинистый известняк	75		15	10
				Мшанково-брахиоподовые с известковыми водорослями					
				Мшанково-брахиоподовые с сапропелевым веществом	Глинистый известняк с примесью сапропелевого вещества	65		10	15
				Криноидно-мшанково-брахиоподовые	Мергель	64		30	6

ние $CaMg(CO_3)_2$ в среднем не превышает 5—6%, и только некоторые конкреционные образования полностью представлены доломитом.

Другим постседиментационным процессом является перекристаллизация с образованием ярких блестящих в изломе породы крупных кристаллов кальцита по микрозернистой основной массе. Крупнокристаллический кальцит выполняет поры между обломками раковин, обычно состоящих из микрозернистого кальцита, или же крупными кристаллами кальцита сложены остатки беспозвоночных, а промежутки между ними заполнены микрозернистым кальцитом.

Внутриформационные размывы в промышленном пласте не являются редкостью. В ряде случаев они происходили в рыхлом грунте. Такой характер размыва отмечен, например, в средней части известняка «двойная плита», залегающего между слоями сланцев C и D.

Эпигенетические размывы наблюдались Н. М. Насоновой на границе указанного пласта известняка с горючим сланцем слоя D в разрезах шахты «Вийвиконна»; поверхность размыва неровная с «карма-

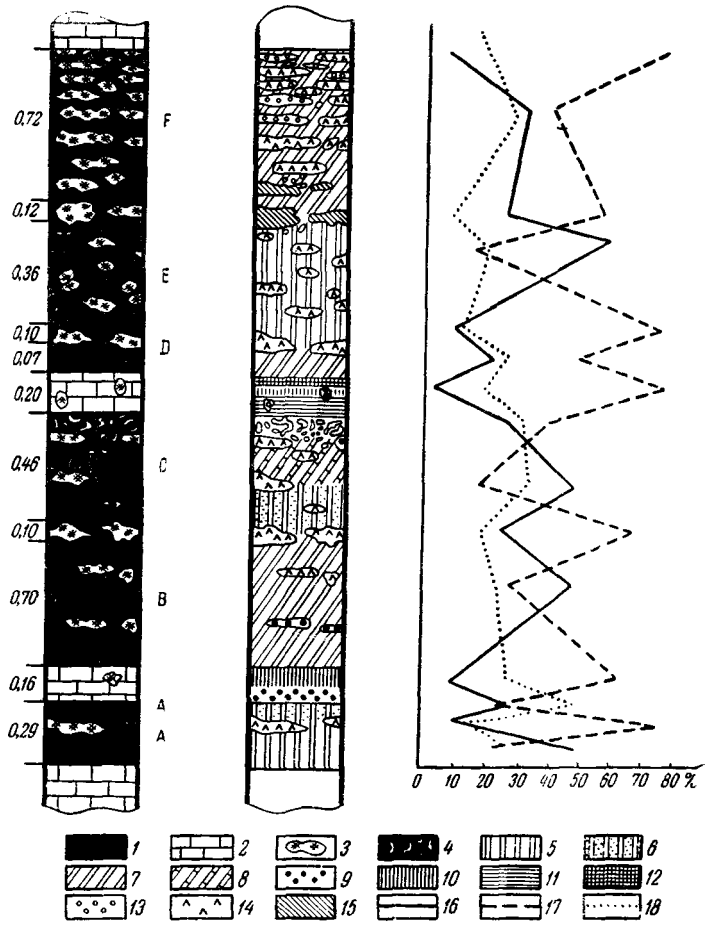


Рис. 11. Строение промышленного пласта горючего сланца Эстонского месторождения (по Н. М. Насоновой, 1962)

1 — горючий сланец; *2* — известняк органогенный; *3* — конкреции и конкрециевидные образования; *4* — ходы илоедов в горючем сланце; *5* — сланец известковистый; *6* — сланец известковисто-глинисто-известковый; *9* — известняк криноидно-мшанково-брахиоподовый с гастроподами, перекристаллизованный; *10* — криноидно - мшанково-брахиоподовый мергель; *11* — известняк мшанково-брахиоподовый с цефалоподами; *12* — известняк мшанково-брахиоподовый с известковыми водорослями; *13—15* — конкреционные образования; *13* — криноидно-полидетритовые; *14* — брахиоподово - полидетритовые; *15* — криноидно-брахиоподово - полидетритовые; каверновые; *16* — содержание органического вещества (керогена); *17* — содержание карбонатов; *18* — содержание терригенного материала

нами», местами срезает крупные створки раковины брахиопод и колонии мшанок.

О сложном строении промышленной пачки горючих сланцев Эстонского месторождения, состоящей из нескольких чередующихся в разрезе типов пород, можно судить по рис. 11 (Насонова, 1962).

По условиям образования кукерситы Прибалтики существенно отличаются от других горючих сланцев Советского Союза. Их морское происхождение не вызывает никаких сомнений. Прежде всего об этом свидетельствует заключенная в них богатая и разнообразная стеногалинная и бентонная фауна беспозвоночных, обитающих в соленой воде с нормальным газовым режимом открытого моря. Частое переслаивание горючих сланцев с известняками, наличие в кукерситах массовых включений известняка, исключительная выдержанность даже тонких слоев сланцев на площади, измеряемой сотнями и тысячами

квадратных километров, а также замещение кукерситов в краевой части Прибалтийского бассейна (на западе, юге и востоке) известняками с морской фауной подтверждают то, что фация горючих сланцев является не только морской, но и удаленной от береговой линии.

В настоящее время проблема реконструкции ландшафта области накопления кукерситов еще недостаточно разрешена. Можно лишь согласиться с Д. В. Наливкиным (1956), что в современной фациальной обстановке наиболее близка к ископаемой фации прибалтийских горючих сланцев фация (сервия) иловых впадин, располагающихся в области шельфа в некотором удалении от берега на глубине порядка десятков метров. В этих впадинах отмечается наибольшая на дне моря концентрация органического вещества — до 7—8%, по Траску (Trask, 1938).

Формирование сланценосной толщи происходило при максимальном развитии ордовикской трансгрессии, в удалении от области сноса, представлявшей, по-видимому, равнинное пространство, слабо приподнятое над уровнем моря. Об этом свидетельствуют однородность и мелкозернистость терригенного материала, заключенного в сланцах, на 50% и более представленного кварцевыми зернами.

Ритмичный характер строения промышленной пачки (и всего ордовика Прибалтики), а также многочисленные незначительные перерывы в осадконакоплении (отмеченные в разрезе диастемами) указывают на слабые колебательные движения (пульсации) морского дна в эпоху сланценакопления.

А. Эпик, исходя из данных о составе и распространении фауны, считает, что сланцевые и известняковые слои образовались в спокойных однообразных условиях открытого моря в некотором удалении от берега и на достаточно большой глубине, при которой волнение не доходило до дна, о чем свидетельствует сохранность нежных форм отмерших организмов при захоронении, наличие безглазых трилобитов *Ampyx rostratus* и трилобитов с высоко сидящими глазами *Asaphus robergi, Lichas inexpectatus, Cybele*. Нет достоверных доказательств того, что сланцевые и известняковые слои, слагающие промышленную пачку, образовались на различных глубинах моря (A. Opik, 1937).

По мнению А. Луха (1948), причиной чередования сланцевых и известняковых слоев являлись климатические изменения в связи с режимом морских течений.

Н. М. Страхов (1948) считает, что прибалтийские горючие сланцы образовались в мелководной прибрежной части моря, где накопление органического вещества было обусловлено обильным цветением планктона. Когда такого цветения не было, органическое вещество поедалось донной фауной и окислялось кислородом, заносимым волнением воды. В это время на дне накапливался $CaCO_3$ в результате хемогенной садки и в виде скелетных элементов донной фауны и флоры. Осаждению $CaCO_3$ особенно благоприятствовало повышение температуры. Карбонатный характер седиментации объясняется аридным режимом континента, омываемого бассейном. Привнос терригенного материала, по Н. М. Страхову, был главным образом с запада, из области островного моря грампианской геосинклинали (Страхов, 1948).

Изучение геотектонических условий сланценакопления, закономерностей изменения вещественного состава пород, слагающих промышленный пласт, и характера распространения в нем фауны привели и других исследователей к выводу, что сланценакопление происходило в открытом море при относительно нормальном газовом режиме (Бауков, 1956, 1958, 1961; Дилакторский, Бауков и Дилакторская, 1961).

Характернейшей чертой кукерситов, по М. Д. Залесскому (1917), является отсутствие в нем гумусового материала (студня), обычно находящегося в том или ином количестве в других горючих сланцах, что позволяет этому исследователю называть их древним морским сапроколлом.

К аналогичному выводу пришли и другие ученые, занимавшиеся изучением химической природы кукерситов. Интересные данные по этому поводу приведены в статье Б. К. Климова (1948). Высокое содержание водорода в органической массе этих сланцев (до 9,77%) позволяет судить о сапропелитовом их характере. Противоречие возникает в связи с наличием в них до 10% (иногда более) фенолов ароматических углеводородов, что заставляло некоторых исследователей относить кукерситы к сапропелито-гумусовым образованиям. Если это последнее положение было бы правильным, то среди продуктов окисления кукерситов имели место бензолкарбоновые кислоты. Последние, однако, как было доказано П. К. Когерманом, в кукерситах отсутствуют.

П. К. Когерман предполагал, что исходным веществом керогена кукерсита было органическое вещество микроскопических водорослей и других планктонных организмов, но оно было сильно изменено, причем главная составная часть его — протеины — совершенно исчезли, о чем свидетельствует ничтожно малое содержание азота в керогене (0,2%). В образовании кукерсита принимали участие наиболее стойкие к переработке организмами соединения (воски, смолы) наравне с продуктами разрушения протеинов и целлюлозы, а также частично и продукты гниения организмов. Таким образом, кероген кукерсита, по П. К. Когерману, имеет смолистый или гуммифицированный характер и с генетической точки зрения может рассматриваться как копрогенное вещество с «синтетическим» образованием (Когерман, 1934).

По Б. И. Иванову (1956), исходным материалом керогена сланца служили простейшие водоросли, которые после отмирания при участии анаэробных бактерий претерпевали сложные изменения, из которых первичными были гидролиз с образованием уроновых кислот, формальдегида, аминокислот и других сложных продуктов распада. Одновременно с распадом растительных остатков происходил синтез новых веществ, главным образом гуминовых кислот. Жизнедеятельность анаэробных бактерий создавала восстановительную среду, что обусловливало реакции конденсации, ведущие к битуминизации органического вещества (образование высокополимерных веществ) и консервации части водорослей в их неизмененном виде.

А. С. Фомина (1959), Х. Т. Раудсепп (1959) и А. Я. Аарна (1959) на основе современных знаний состава и свойств керогена кукерсита приходят к общему выводу, что в образовании последнего участвовал большой комплекс морских живых организмов (растительного и животного происхождения), и что, попадая в донную зону водоема, органическое вещество отмерших организмов в основной своей массе окислялось, а в осадок попадали только наиболее стойкие к окислению вещества или продукты окисления.

По А. С. Фоминой, кероген образовался из органического коллоидного вещества, не сохранившего форменных остатков исходных планктонных и других организмов. Одним из компонентов материнского коллоидного вещества кукерсита были углеводные соединения, из которых путем разнообразных химических процессов синтезировалось высокомолекулярное органическое вещество, устойчивое к бактериальной жизнедеятельности и действию растворенного в воде кислорода. Ранняя литификация осадка создала консервирующие условия для захоронения органического вещества.

Х. Т. Раудсепп в основу образования керогена кукерсита кладет реакции окисления, окислительную полимеризацию жировых компонен-

тов отмерших организмов, наиболее устойчивых к окислению. Жировые компоненты, принимая вследствие поверхностного натяжения округленную форму, постепенно окислялись, полимеризовались и отвердевали, а с поверхности подверглись гидролизу и покрылись пленкой кальциевых солей.

Устойчивые высокомолекулярные соединения керогена образовались, по А. Я. Аарна, за счет разложения углеводов и белков, гидролиза жиров и образования гуминовых кислот. На дне водоема органическое вещество осаждалось в виде коллоида, который коагулировал, образуя капельки. Эти капельки М. Д. Залесский и принял за форменные образования сине-зеленых водорослей. Превращение органического вещества донного осадка в кероген сланца шло в условиях окислительно-восстановительной среды при активном участии бактерий. При уплотнении донного осадка создавалась восстановительная среда и шло затухание действия бактерий; основные изменения органического вещества при этом сводились к взаимному реагированию реакционноспособных групп и к его минерализации.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Прибалтийские сланцы-кукерситы в ряду других горючих сланцев Советского Союза и, вероятно, всего мира наиболее высококачественные. Об этом свидетельствует огромный аналитический материал и долголетний опыт их сжигания и химической переработки.

В данном разделе дается общая краткая характеристика химического состава и технологических свойств кукерситов. Более детально эти вопросы будут рассматриваться при описании отдельных месторождений.

В качественной характеристике кукерситов обращают внимание две особенности, а именно: карбонатность минеральной части и высокое содержание водорода в органической массе (табл. 6, 7, 8). Это типичные горючие сланцы, резко отличающиеся по составу от каустобиолитов угольной группы, в частности от углистых гумусовых сланцев. Будучи генетически родственными с вмещающими их известняками и мергелями, кукерситы тесно с ними связаны по составу, отличаясь лишь большей степенью обогащения органическим (сапропелевым) веществом (см. табл. 6).

По существу качество сланцев находится в прямой зависимости от «засоренности» слоев кукерситов известковыми конкрециями и включениями скелетных остатков морских беспозвоночных организмов.

Наряду со значительными колебаниями химического состава и технологических свойств кукерситов в различных частях бассейна и по отдельным слоям промышленной пачки элементарный их состав остается во всех случаях почти неизменным (табл. 9 и см. табл. 6). Для органического вещества кукерситов характерно отношение C : H = 8,3—8,5.

Состав минеральной, превалирующей по объему части кукерситов на площади бассейна подвержен значительным колебаниям. Так, в пределах Эстонского месторождения в золе сланцев содержится значительно меньше кремнезема и глинозема, чем на Ленинградском месторождении (табл. 10), что, видимо, было обусловлено большим привносом терригенного материала в эту часть моря (или залива). Карбонатная составляющая представлена кальцитом органогенного происхождения и частью пелитоморфным кальцитом, образовавшимся, вероятно, химическим путем. Обломочный материал горючих сланцев в основном состоит из кварца, гидрослюды, слюды и ортоклаза; встре-

Компонентный состав горючих сланцев и переслаивающихся с ними известняков кукрузеского горизонта Западного (1) и Центрального (2) районов Эстонского месторождения и Ленинградского месторождения (3) Таблица 6

Индекс сланцевого слоя	Район бассейна	Количество анализов	Содержание компонентов, %					
			органическое вещество		карбонатный материал		обломочный материал	
			от—до	среднее	от—до	среднее	от—до	среднее
A_1	1	36	23,2—48,4	35,4	28,4—62,1	44,4	14,5—29,8	20,2
	2	122	26,9—51,4	43,2	17,0—47,0	29,4	21,9—33,5	27.4
	3	56	21,9—39,1	33,4	22,6—47,6	28,7	30,0—43,9	37,9
A	1	40	11,5—27,8	18,2	36,5—71,0	53,5	14,3—41,6	28,3
	2	102	15,7—34,3	25,0	19,3—63,0	38,1	20,6—47,8	36,9
	3	43	8,9—18,7	14,9	29,7—49,3	43,1	36,0—52,7	42,0
B	1	88	30,8—61,6	44,7	21,3—52,0	37,2	11,1—23,5	18,1
	2	188	31,1—68,4	45,0	9,5—50,0	32,3	16,1—31,4	22,7
	3	75	33,1—56,3	46,0	21,2—40,6	26,5	17,6—39,2	27,5
C	1	82	16,6—45,0	24,1	36,5—71,2	56,5	9,3—28,0	19,4
	2	158	21,0—58,7	32,8	14,9—61,5	42,5	18,0—38,0	24,7
	3	74	22,6—42,2	33,9	24,8—46,6	34,6	25,9—40,2	31,5
Д	1	90	20,6—45,5	32,2	18,4—56,0	34,8	20,7—38,0	33,0
	2	135	21,5—40,9	31,4	23,8—50,6	34,8	26,3—39,7	35,8
	3	3	17,2—17,3	17,3	47,0—48,0	47,5	34,7—35,8	35,2
E	1	98	21,6—59,1	40,2	20,5—60,0	38,7	12,3—25,2	21,1
	2	170	23,1—66,1	42,0	13,2—66,4	34,4	14,6—30,5	23,6
	3	84	21,5—37,6	29,4	33,4—59,3	45,4	16,5—34,7	25,2
F	1	91	20,1—41,0	28,8	25,9—63,5	47,8	16,3—33,1	23,4
	2	125	20,3—49,3	30,6	17,0—62,2	44,7	13,3—40,3	24,7
H	1 и 2	73	27,9—57,7	40,8	19,0—56,0	40,2	14,4—24,0	19,0
Сланец из подгоризонта хумала	1 и 2	65	21,1—55,5	34,4	23,6—58,7	43,7	14,7—28,5	21,6
	2	8	16,4—30,3	29,1	47,2—63,5	56,6	19,0—22,9	21,3
Известковые прослои в сланцах	По бассейну	385	2,8—17,5	8,8	63,2—98,1	80,2	2,6—21,4	12,0
Известняк C/D и A/B		442	0,0—9,7	5,0	65,6—89,6	78,0	8,9—29,3	17,0

Таблица 7

Химический состав золы прибалтийских горючих сланцев (средние величины) в %

Слои	Западная (Эстонская) часть бассейна, Восточный район						Восточная часть бассейна, Гдовское месторождение					
	SiO_2	$Al_2O_3+TiO_2$	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	SiO_2	$Al_2O_3+TiO_2$	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3
F	19,8	5,7	3,0	61,9	4,7	2,5	—	—	—	—	—	—
E(I)	10,4	2,4	3,5	74,4	3,0	4,9	25,3	6,6	4,7	51,6	3,8	4,5
D	27,6	11,1	4,2	35,1	16,7	2,9	—	—	—	—	—	—
C(II)	13,0	2,7	4,6	63,0	9,9	3,6	37,0	10,5	4,6	36,2	2,2	4,5
B(III)	27,8	6,5	8,9	39,9	2,2	12,6	36,4	10,1	4,6	33,4	2,0	5,1
A(IV)	31,5	8,3	4,3	40,1	8,6	3,6	41,6	12,0	4,8	28,0	2,8	3,9

Таблица 8

Содержание органического вещества и выход смолы по слоям промышленного пласта горючих сланцев (средние величины) в %

Слои сланца	Западная (Эстонская) часть бассейна	Гдовское месторождение	Слои сланца	Западная (Эстонская) часть бассейна	Гдовское месторождение
	Центральный район, шахты № 6 и 5			Центральный район, шахты № 6 и 5	
	Содержание органического вещества			Выход смолы	
F	32	—	F	18	—
E (I)	41—46	22—29	E (I)	27—31	20—23
D	29—30	—	D	18—19	—
C (II)	23—33	28—37	C (II)	20	23—29
B (III)	52	42—50	B (III)	37—39	28—38
A (IV)	42—46	30—39	A (IV)	34—39	21—25

Таблица 9

Изменение элементарного состава прибалтийских горючих сланцев промышленного пласта (средние величины) в %

Элементарный состав	Западная (Эстонская) часть бассейна, шахта № 2 Кукрузе, участка 1—2	Гдовское месторождение	Лужско-Волосовское месторождение
C^r	77,00—74,54	77,50—79,00	74,73
H^r	9,20—9,57	10,20—10,40	7,85
$(O+N+S+Cl)^r$	13,40—15,81	11,14—11,81	17,42

Таблица 10

Изменение элементарного состава органической части прибалтийских горючих сланцев по слоям промышленного пласта (средние величины) в %

Слои сланца	Западная (Эстонская) часть бассейна, участки разведки 1—2			Гдовское месторождение			Лужско-Волосовское месторождение		
	C^r	H^r	$(O+N+S+Cl)^r$	C^r	H^r	$(O+N+S+Cl)^r$	C^r	H^r	$(O+N+S+Cl)^r$
F	74,33	9,66	16,09	—	—	—	—	—	—
E (I)	75,40	9,72	15,68	76,50	9,26	14,24	75,70	6,82	17,48
D	73,68	9,65	16,25	—	—	—	—	—	—
C (II)	74,55	9,53	15,38	73,82	9,40	16,78	71,83	7,53	20,64
B (III)	74,51	9,37	16,06	74,28	9,13	16,59	76,74	7,71	15,55
A (IV)	74,77	9,48	15,45	76,40	9,11	14,19	74,66	9,35	15,99

чаются плагиоклаз, циркон, турмалин, гранат, глауконит, анатаз, титан (Дилакторский и Галибина, 1955). Удельный вес сланцев при содержании органического вещества 30—50% равен 1,5—1,8.

Прибалтийские горючие сланцы — полезное ископаемое комплексного использования. В настоящее время это прежде всего твердое топливо, сжигаемое в разнообразных котельных установках, а также источник получения электрической энергии на тепловых станциях (Прибалтийская ГРЭС). О качестве их с этой точки зрения можно судить по средним показателям теплоты сгорания, приведенным в табл. 11.

Другим направлением использования сланцев, пока еще менее развитым, является их химическая переработка для получения бытового газа, которым снабжаются Ленинград, Таллин и ряд других городов, а также для получения таких ценных продуктов, как бензин, мазут, масла, сланцевый битум, фенолы, дубители, лаки, пластмассы, сера и пр.

Зола сланцев пригодна для производства разнообразных строительных материалов (цемента, сланцезольного кирпича, минеральной ваты и т. д.), а также для известкования почв (см. табл. 10).

В самое последнее время несколькими научными учреждениями разрабатывается проблема одновременного использования органической (горючей) части сланцев и зольного остатка в так называемом энергоклинкерном производстве.

Кукерситы Эстонии и Ленинградской области мало подвержены выветриванию и сохраняют кусковатость на протяжении нескольких лет, при этом отчасти снижается теплота сгорания. По наблюдениям процесс окисления идет медленно, и за 5 лет хранения сланца в штабеле теплота сгорания уменьшилась только на 10%.

При сжигании горючих сланцев большая часть его горючей массы при относительно низких температурах превращается в летучие, горение которых происходит более интенсивно, чем горение коксового остатка. При нагреве до 1000° без доступа воздуха или при малом его поступлении из сланцев выделяются газообразные продукты (до 70—75% на органическую массу), смола и вода; в остатке получается твердый полукокс.

При низкотемпературной переработке сланцев без доступа воздуха (до 500°) извлекается до 75% органического вещества в виде смолы и низкокалорийного газа, при нагреве до 750° получаются высококалорийный газ и малый выход смолы.

Таблица 11

Качество горючих сланцев промышленного пласта Прибалтийского бассейна

Участки разведки	Слои	Технический анализ					Полукоксование			
		$W^л$	A^c	$S^c_{общ}$	V^c	$Q^c_б$	влага пирогенная	смола	полукокс	газ+потери
Западная (Эстонская) часть бассейна Центральный район	F	1,5—2,4	47—53	1,3—1,5	31	2400—2500	1,3—1,7	13—18	75—79	4,5—4,8
	E	3,9	32—42	1,7—1,9	45	2800—4200	1,4—1,9	25—32	67—72	4,8—6,5
	D	3,2	51—55	1,5	28	2500—3300	1,4—2,0	17—22	74—76	4,9—5,5
	C	2,3—3,2	45—48	1,5—1,8	36—39	2400—2700	1,1—1,9	20—25	71—77	4,8—5,8
	B	2,7—3,3	47—49	2,4	51—55	4200—4600	1,1—2,6	34—39	53—57	7,3—8,1
	A	3,5—3,8	51	1,7—1,8	37—41	2800—3100	1,6—2,4	25—30	66—71	5,4—6,2
Восточная (Ленинградская) часть бассейна										
Гдовское месторождение	I	1,6—1,7	71—72	1,5	30—31	2200—2600	1,2	21	71—72	5,0—5,7
	II	2,0—2,2	61—63	1,5—1,6	34—38	3100—3300	1,3	24—25	68—69	5,3—6,0
	III	2,3	51—52	1,4—1,6	44—46	4300—4600	1,7—1,8	32—33	56—58	7,5—7,7
	IV	2,4—2,8	66—67	1,4—1,5	31—35	2900—3100	1,3	22—24	69—71	5,2—5,8
Лужско-Волосовское месторождение	I	1,2—3,5	48—55	1,0—2,9	31—46	2200—3000	2,0—3,5	10—22	70—85	4,0—5,7
	II	1,1—4,9	49—55	0,7—2,9	30—47	2600—3100	2,0—4,0	14—20	66—77	4,2—6,8
	III	1,4—4,0	37—47	1,0—2,2	41—57	3500—4600	3,0—4,0	26—27	60—64	4,8—9,0
	IV	1,4—4,0	55—62	1,1—3,4	28—37	2000—2200	—	—	—	—
Веймарнское месторождение	I	—	48—49	1,1—1,4	37—43	2200—2700	3,4—5,6	13—19	74—77	4,1—4,7
	II	—	48—49	1,1—1,4	44—49	3000	4,4—6,7	14—18	72—79	4,3—7,0
	III	—	41—44	1,1—1,3	48—51	3200—3800	3,3—8,5	21	62—71	5,1—7,9
	IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания. 1. В таблице показаны наиболее часто встречающиеся величины по результатам анализа сланца во всех пробуренных скважинах.
2. Для Лужско-Волосовского и Веймарнского месторождений приведены результаты на обогащенный сланец.
3. A^c показана без минеральной CO_2.

Полная газификация сланца требует нагрева до 1000° и выше при доступе воздуха, при этом извлекается вся органическая масса: из 1 *т* сланца до 700 *м*³ газа и до 150 *кг* смолы, однако и тот и другой продукт ниже по качеству, чем при перегонке кукерсита без доступа воздуха.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Сланценосная территория Эстонии и Ленинградской области относится к Прибалтийскому артезианскому бассейну, а площадь Чудовского месторождения — к западной окраине Московского артезианского бассейна. Гидрогеологический разрез и режим подземных вод изучены в различных частях этой территории с неодинаковой детальностью. Наиболее полно изучены шахтные поля Эстонского и Ленинградского (Гдовского) месторождений, слабо освещены Веймарнское, Лужско-Волосовское и Чудовское месторождения. Последние в гидрогеологическом отношении охарактеризованы главным образом по данным редких поисковых скважин и среднемасштабной комплексной геологической съемки.

В пределах бассейна можно провести следующее гидрогеологическое районирование сланценосной территории и прилегающих площадей.

Первый район — Предглинтовая низменность, ограничивающая с севера Эстонское, Ленинградское (Гдовское) и Веймарнское месторождения. Она отличается наличием сложного комплекса свободных и слабонапорных вод в разнообразных по генезису песчаных слоях четвертичной толщи. Основное значение имеют следующие горизонты: 1) водоносный горизонт в озерно-ледниковых песках лужской и балтийской стадий валдайского ледниковья, 2) водоносный горизонт в песчаных отложениях стадий Балтийского моря и 3) межморенный горизонт в песчано-гравийно-галечных образованиях.

Во всех перечисленных горизонтах воды пресные гидрокарбонатно-натриевые или кальциевые, иногда со значительным дебитом, как, например, в третьем водоносном горизонте.

Ниже водоносных горизонтов четвертичных отложений в вендском комплексе находятся два выдержанных водоносных горизонта — надляминаритовый (в песках и песчаниках) и гдовский (в песках, песчаниках и гравелитах), разделенный мощной толщей ляминаритовых глин. Первый горизонт, залегающий на глубине 10—50 *м*, заключает безнапорные, местами слабонапорные порово-пластово-трещинные пресные воды с небольшим дебитом. Второй, гдовский горизонт, залегающий на породах кристаллического фундамента, обладает значительным дебитом, напорным характером и слабой минерализацией вод. Глубина залегания его 70—100 *м*.

Второй район — ордовикское плато (Эстонское, центральная часть Ленинградского, Веймарнское и северная часть Лужско-Волосовского месторождения) обладает сложным многослойным гидрогеологическим разрезом (рис. 12). Водоносный комплекс четвертичной толщи, исключая площади, занятые глубокими погребенными древнечетвертичными долинами, где гидрогеологический разрез усложняется, обычно маломощный со свободными пресными малодебитными водами. Ниже залегает мощный водоносный комплекс в толще карбонатных пород ордовика со свободными трещинно-карстовыми пресными водами, уровень которых находится на глубине от 3—5 до 25 *м* от поверхности земли. Тип вод гидрокарбонатно-магниево-кальциевый, дебиты значительные — до нескольких метров в секунду на скважину.

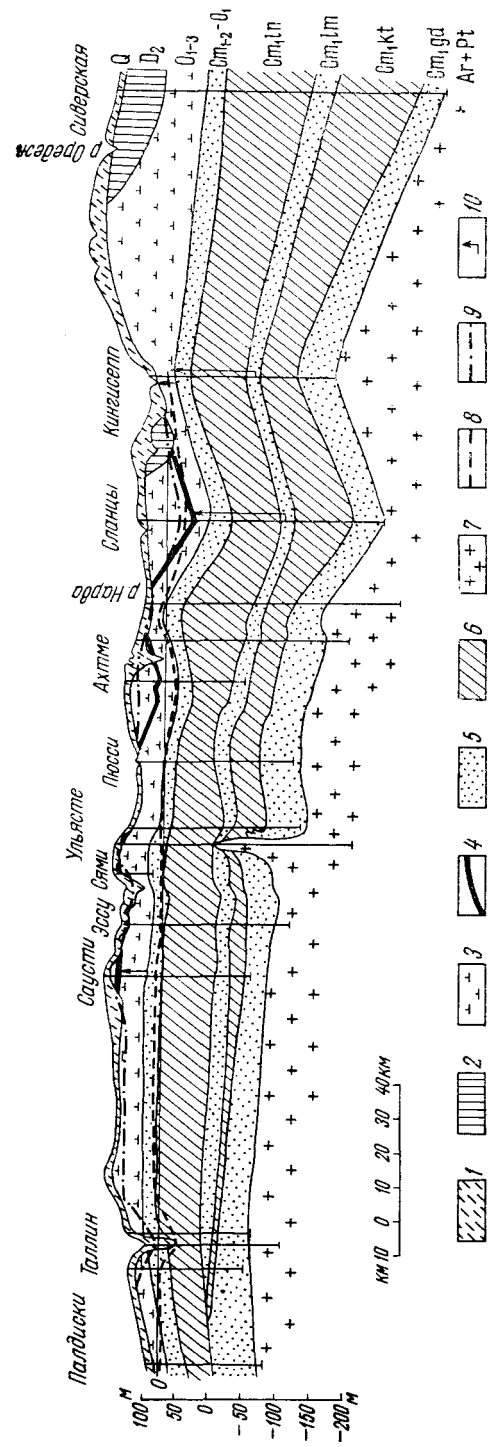


Рис. 12. Гидрогеологический разрез Прибалтийского бассейна (по С. С. Баукову)

1 — водоносные комплексы в четвертичных отложениях; *2* — водоносный комплекс ордовикских отложений; *4* — промышленный пласт горючих сланцев; *5* — водоупорные горизонты в песчаных толщах кембрия и нижнего ордовика; *6* — водоупорные горизонты кембрия (синие и ляминаритовые глины); *7* — водоносный комплекс кристаллических пород; *8* — пьезометрический уровень нижнего кембрийского ломоносовского (надляминаритового) водоносного горизонта (с учетом дренажа эксплуатационными на воду скважинами); *9* — пьезометрический уровень кембро-ордовикского горизонта (с учетом дренажа эксплуатационными на воду скважинами в районе городов Сланцы, Кохтла-Ярви и Таллина); *10* — гидростатический напор водоносного горизонта

Водоупором в почве для водоносного комплекса известняков и доломитов ордовика служат глауконитовые глины мяэкюльского и диктионемовые сланцы пакерортского горизонтов нижнего ордовика. Ниже залегает порово-трещинно-пластовый водоносный горизонт оболовых песков и песчаников, а также эофитоновых и ижорских алевролитов и песчаников, нижним водоупором которых является мощная толща синих кембрийских глин. Так как верхний водоупорный слой (диктионемовые сланцы и глауконитовые глины) местами выклинивается, осуществляется гидравлическая связь данного горизонта с вышележащим. Глубина залегания горизонта 10—100 *м*.

Величина напора данного горизонта у глинта небольшая. Далее к югу до границы с Главным девонским полем она возрастает до 70—80 *м*; водообильность незначительная; там, где нет контакта с водами вышележащего горизонта, удельный дебит не более 0,3 *л/сек*.

По химическому составу воды песчаной толщи нижнего ордовика и среднего (?) кембрия пресные гидрокарбонатные, магниево-кальциевые и магниево-натриевые.

Водоносные горизонты вендского комплекса, хорошо изолированные от вышележащих толщей синих глин, в области ордовикского плато находятся на значительной глубине (надляминаритовый до 150 *м*, а гдовский до 300 *м*). Они обладают здесь большим напором, повышенной минерализацией (в особенности гдовский горизонт, воды которого на юге плато имеют до 6 *г/л* сухого остатка) и удельным дебитом от сотых долей до 1,85 *л/сек*.

Третий район — северо-западная окраина Главного девонского поля (Ленинградское месторождение, северо-западная и южная части, Лужско-Волосовская площадь, небольшая площадь на востоке Эстонского месторождения и Чудовское месторождение). Отличительной чертой этого гидрогеологического района, занимающего большую часть сланценосной площади и соседнюю с ней, расположенную к югу территорию, является наличие водоносных горизонтов в девонских отложениях, покрывающих здесь ордовикскую карбонатную толщу. По особенностям гидрогеологического разреза, химизма и режима подземных вод район делится на три подрайона.

Первый подрайон (Восточный участок Эстонского месторождения и север Гдовского месторождения) занимает промежуточное положение между вторым и третьим районами. Он располагается в виде узкой полосы, окаймляющей с юга ордовикское плато, на междуречье Нарвы и Плюссы, и в среднем течении р. Луги. Его границы определяются выходом на поверхность наровских отложений среднего девона. Местами, в виде изолированных участков, поверх наровской глинисто-мергелисто-доломитовой толщи сохранились от эрозии более или менее обширные участки с отложениями лужского горизонта небольшой мощности. В середине этой площади находится узкая полоса выходов везенбергских известняков, относящаяся по гидрогеологическим условиям ко второму району.

От последнего площадь выхода наровских отложений гидрогеологически отличается лишь тем, что поверх ордовикского этажа трещинно-карстовых подземных вод располагается прерывистый маломощный (0—10 *м*) водоносный (трещинно-пластовый) горизонт в пярнуских крупнозернистых песчаниках. Этот горизонт встречен в районе деревень Ямсковицы, Бол. Пустомержи и ст. Веймарн. Глубина его залегания 5—16 *м* от поверхности, дебит довольно значительный — до 2 *л/сек*; воды пресные гидрокарбонатные, кальциево-магниевые. Выше располагается повсеместно распространенный пластово-трещинный водоносный горизонт в доломитах и мергелях нижней части наровской

толщи и в песчаных линзах, среди глин, слагающих верхнюю половину этой толщи. Глубина залегания горизонта до 20 *м*; воды свободные и слабо напорные, пресные гидрокарбонатные магниевые кальциевые с удельным дебитом от 0,001 до 1 *л/сек*. Локально развит слабо водоносный горизонт в лужских мелкозернистых песках, мощность которых колеблется от 1 до 10 *м*.

Второй подрайон располагается непосредственно южнее первого (юг Гдовского и большая часть Лужско-Волосовского месторождения), характеризуется сплошным развитием водоносного горизонта в лужских песках и песчаниках большой мощности (до 130 *м*) и более глубоким залеганием ордовикского водоносного комплекса. Удельный дебит лужского горизонта по скважинам колеблется от 0,5 до 3,7 *л/сек*; воды пресные гидрокарбонатные кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-магниевые.

Третий подрайон (Чудовское месторождение) характеризуется тем, что все водоносные горизонты от нижнекембрийских до среднедевонских заключают минерализованные воды, и только в маломощных слоях известняков, доломитов и мергелей снетогорско-чудовского комплекса франского яруса верхнего девона находятся пресные воды. Напорные хлоридно-кальциево-натриевые воды с большим дебитом и высокой минерализацией (6—20 *г/л*) могут быть встречены здесь на глубине не более 350—500 *м* в карбонатных и песчаных отложениях нижнего палеозоя.

Во всех перечисленных гидрогеологических районах и подрайонах режим подземных вод, их дебит и химический состав зависят не только от литологических особенностей пород и глубины их залегания, но и от современных и древних эрозионных врезов. Наличие глубоких (до 100 и даже 200 *м* от поверхности) древнечетвертичных (возможно, неогеновых) погребенных долин приводит к тому, что несколько смежных горизонтов, в обычном разрезе изолированных водоупорами, с различным химизмом и напором вод оказываются гидравлически связанными. Гидрогеологический разрез на таких участках носит своеобразный характер, отличный от такового на основной площади, не затронутой глубокой эрозией в древнечетвертичное время.

ШАХТНЫЕ ВОДЫ

Горючие сланцы на территории Эстонии и Ленинградской области всюду заключены в толще карбонатных пород среднего ордовика, в различной степени закарстованных и трещиноватых. В этих породах по очень сложной системе трещин и карстовых полостей циркулируют пресные, а на Чудовском месторождении — слабо минерализованные (соленые) воды. Только в северной части Эстонского месторождения и на Веймарнском месторождении сланценосная пачка местами находится выше уровня грунтовых вод. Однако здесь в осенний и весенний периоды на короткое время уровень подземных вод поднимается выше горизонта горючих сланцев. Учет шахтных вод и методика борьбы с ними, судя по опыту эксплуатации ряда шахт на Эстонском и в особенности на Ленинградском (Гдовском) месторождениях, чрезвычайно важны для развития горнодобывающей промышленности Прибалтийского бассейна.

На Эстонском месторождении на действующих шахтных полях и на площади балансовых запасов категорий $A+B+C_1$ обнажаются водоносные карбонатные породы среднего ордовика, а южнее до границы балансовых запасов категории C_2 — водоносные карбонатные породы верхнего ордовика.

Эти карбонатные породы находятся в зоне свободного водообмена,

чему в значительной мере способствуют вертикальные тектонические трещины и развитый по ним глубинный древний карст (до 100 *м* и более) и поверхностный (современный) карст (до 20 *м* ниже среза современных речных долин).

В местах обнажений ордовикской карбонатной толщи и песчаной толщи кембро-ордовикского водоносного горизонта происходит интенсивная инфильтрация атмосферных осадков и вод поверхностного стока. При погружении и удалении от области питания водоносных пород инфильтрационные воды переходят в подземный сток, часть которого в некотором удалении от области питания выходит на поверхность в виде источников, а часть продолжает свой путь более глубокой циркуляции. С углублением существенно уменьшается естественная разгрузка подземных вод, нарушается общность единого водоносного комплекса; прослои глинистых пород, мергелей и монолитных известняков способствуют дифференциации подземных вод ордовикского водоносного комплекса на водоносные зоны, которые по мере погружения из свободных постепенно переходят в напорные. Интенсивная вертикальная циркуляция подземной воды сменяется замедленным движением ее по плоскостям наслоения и трещиноватым известнякам определенных стратиграфических горизонтов. Полной изоляции между водоносными зонами нет, так как гидравлическая связь между ними осуществляется через тектонические трещины, плоскости сбросов и современные и погребенные древние долины, но с глубиной она все более и более затрудняется.

Этим в основном и определяется характер обводнения горных выработок шахт в зависимости от их глубины и местоположения.

Обводнение мелких шахт Эстонского месторождения глубиной до 40 *м*, расположенных непосредственно в области питания водоносных горизонтов вмещающей разрабатываемый пласт сланца толщи известняков, связано главным образом с режимом поверхностного стока; оно обусловлено повышением горизонта подземных вод при выпадении атмосферных осадков, а также попаданием поверхностных водотоков в горные выработки через шурфы, разведочные скважины, трещины оседания над выработанным пространством, через тектонические трещины и карсты. Повышение горизонта подземных вод и вместе с тем значительное увеличение притока шахтных вод происходит в начале апреля в связи со снеготаянием и продолжается до середины этого месяца, после чего идет более плавный спад, продолжающийся до июня—июля. Атмосферные осадки летом и осенью также повышают горизонт подземных вод и увеличивают приток воды в горные выработки. Коэффициент сезонной неравномерности притока воды на эстонских шахтах достигает 20 и более. С увеличением глубины шахт этот коэффициент резко снижается.

Водоносность четвертичных отложений, за исключением локальных мест (погребенные долины, озы), в общем незначительная из-за небольшой их мощности, невыдержанного распространения и преимущественно глинистого состава. Воды девонских отложений также существенно не влияют на обводнение горных выработок. Сложный многослойный гидрогеологический разрез осадочной толщи на разрабатываемых и проектируемых шахтных полях Гдовского месторождения может быть подразделен на два водоносных комплекса (горизонта), имеющих значение при горно-эксплуатационных работах (Левыкин, 1947): I (нижний) приурочен к песчаным толщам среднего (?) кембрия и нижнего ордовика и к известнякам ордовика; мощность этого горизонта достигает 150 *м*; II (верхний) охватывает водоносные песчаные и доломитово-известняковые горизонты среднего и верхнего

девона, суммарно достигающие мощности 50 *м* на Гдовском месторождении и более 100 *м* — на Чудовском.

Наровская глинисто-мергелистая толща рассматривается как водоупор между этими двумя водоносными комплексами.

Площадь питания атмосферными осадками I водоносного комплекса находится на ордовикском плато (Ижорская возвышенность), а II водоносного комплекса — на Главном девонском поле и частично в пределах Плюсско-Наровской низменности к северу от «Везенбергского» уступа. Характерная особенность I водоносного комплекса — наличие современного и древнего карста в толще ордовикских известняков. Средняя величина закарстованности известняков, по данным И. А. Романовского, составляет около 0,65%. В зоне активного карста (Веймарнское месторождение, северная часть Гдовского и Лужско-Волосовского месторождений) динамические запасы и притоки вод в карьеры и шахты могут быть значительными.

Н. Г. Паукер в результате своих последних работ на Гдовском месторождении (1962ф) считает, что для успешной борьбы с шахтными водами на сланценосной площади необходимо более детально стратифицировать гидрогеологический разрез, выделив в толще ордовикских известняков водоносные подгоризонты, оказывающие различное влияние на обводнение горных выработок. В настоящее время нельзя рассматривать, как это делалось ранее, всю известняковую толщу ордовика и подстилающую ее песчаную толщу среднего кембрия и нижнего ордовика в качестве единого гидравлически водоносного горизонта.

В толще известняков можно выделить три водоносных подгоризонта и в нижележащих песках четвертый подгоризонт (или самостоятельный горизонт) с разными пьезометрическими уровнями. Различие этих подгоризонтов особенно отчетливо выявляется в процессе осушительных мероприятий и при разработке горючих сланцев.

Имеются данные, позволяющие судить о том, что на Гдовском месторождении наибольшая закарстованность известняков наблюдается в третьем подгоризонте, залегающем ниже промышленной пачки горючих сланцев, но с пьезометрическим уровнем выше ее. Удельный дебит скважин для третьего подгоризонта имеет очень широкий диапазон и достигает в карстовых зонах 15 *м³/час*, средний коэффициент фильтрации 1,8 *м/сутки* (пределы от 0,05 до 14,3 *м/сутки*).

В связи с развитием горных работ второй водоносный подгоризонт в известняковой толще на Гдовском месторождении, залегающий над промышленной пачкой, в настоящее время в наибольшей степени сдренирован, имеет свободный уровень или слабый напор, и питание его происходит из области более удаленной, чем для других подгоризонтов. По данным гидрогеологических скважин коэффициент фильтрации для этого подгоризонта колеблется от 0,01 до 3,6 *м/сутки*, в среднем 0,8 *м/сутки*, а удельные дебиты по скважинам составляют от 0,004 до 2 *м³/час*.

Первый подгоризонт, самый верхний, обладающий свободной поверхностью или пьезометрическим уровнем, меньшим, чем у всех нижележащих подгоризонтов, интенсивно дренируется реками. Относительным водоупором для него служат глинистые разности известняков шундоровского горизонта. Несмотря на подработку поверхности при системе разработки месторождения камер-лавами, воды первого подгоризонта по трещинам проседания лишь в небольшом количестве проникают в горные выработки.

Водообильность подгоризонта характеризуется коэффициентом фильтрации от 0,2 до 21 *м/сутки*, в среднем около 6,7 *м/сутки*, и удельным дебитом по скважинам от 0,1 до 5 *м³/час*.

В естественный режим подземных вод на шахтных полях Гдовского месторождения за 30 лет (исключая военные годы) эксплуатации горючих сланцев внесены существенные изменения. Достаточно указать, что за 16 лет (с 1945 по 1961 г.) на гдовских шахтах откачали 320 млн. *м³* воды, а за один 1961 г. — 26,5 млн. *м³*. В 1958—1961 гг. коэффициент водообильности составлял в среднем 8—9 *м³/т*, а в довоенные годы доходил до 30—40 *м³/т*. За все время строительства и эксплуатации шахт было 38 прорывов воды в горные выработки, некоторые из них имели начальный приток до 1000 *м³/час* и более (шахта им. Кирова, прорывы 1936—1941 гг.) из верхнего надсланцевого горизонта. В 1941 г., когда приток подземных вод на шахте им. Кирова был максимальным (1840 *м³/час*), коэффициент водообильности достигал 42.

В настоящее время осушительные мероприятия сказались больше всего на втором и третьем водоносных подгоризонтах, граничащих с промышленной пачкой. Уровень второго и третьего подгоризонтов понизился на 50—70 *м*. При этом приток из них составляет соответственно в среднем 30 и 48% от суммарного по шахтам.

Уровень первого водоносного горизонта понизился максимально на 18 *м*, но остаточный напор над отработанной площадью местами доходит до 20 *м*; в среднем приток из этого подгоризонта в шахты составляет около 17%.

Четвертый подгоризонт затронут шахтным водоотливом, и понижение его уровня связано главным образом с водозабором питьевой воды скважинами. В общем притоке шахтных вод на долю этого подгоризонта приходится около 5%.

Депрессионная воронка на Гдовском месторождении хотя и является глубокой и имеет большой радиус (до 30 *км*), все же в краевой (южной) части шахтных полей № 1 и 3 остаточные напоры доходят до 60 *м* по третьему подгоризонту и 70 *м* по второму подгоризонту, считая от подошвы промышленной пачки. Несмотря на то, что фронт горных работ на Гдовском месторождении стал теперь во много раз больше, чем в первые годы строительства шахт, суммарный приток в 1960 г. был 2100 *м³/час*.

В настоящее время накоплен большой опыт разработки сланцев в сложной гидрогеологической обстановке Гдовского месторождения. Выяснилось, что при условии предварительного осушения с помощью дренажных скважин можно ослабить угрозу прорывов больших масс воды из карстовых зон и значительно снизить напоры как верхних (первого и второго), так и нижних (третьего и четвертого) водоносных горизонтов. Важное профилактическое значение от влияния верхних вод имеет сохранение кровли выработок. Глинистый характер известняков, залегающих непосредственно над промышленной пачкой, препятствует активной фильтрации вод сверху.

Другим аспектом рассматриваемой проблемы является использование шахтных вод на Гдовском месторождении для промышленных и питьевых целей, так как уже в 1965 г. местная потребность в одной питьевой воде исчисляется в 750—800 *м³/час*. Для этой цели используются воды четвертого и в меньшей мере — третьего водоносных горизонтов.

Касаясь вопроса обводненности двух других месторождений — Лужско-Волосовского и Чудовского, следует отметить, что оба они в этом отношении не изучены. По самым общим соображениям, Лужско-Волосовское месторождение по горнотехническим условиям на значительной площади будет близким к Гдовскому; Чудовское месторождение по ориентировочным гидрогеологическим данным, получен-

ным при поисковой разведке 1939 г., будет значительно более трудным для разработки, чем Гдовское, учитывая высокие дебиты почти повсеместно фонтанирующих скважин (до 76—144 *м³/час*) и наличие больших напоров водоносных горизонтов (10—15 *ат*).

КАРСТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

На территории Прибалтийского бассейна процессам закарстования подвержены все карбонатные породы, находящиеся выше и ниже промышленных слоев горючих сланцев. Этому вопросу, тесно связан-

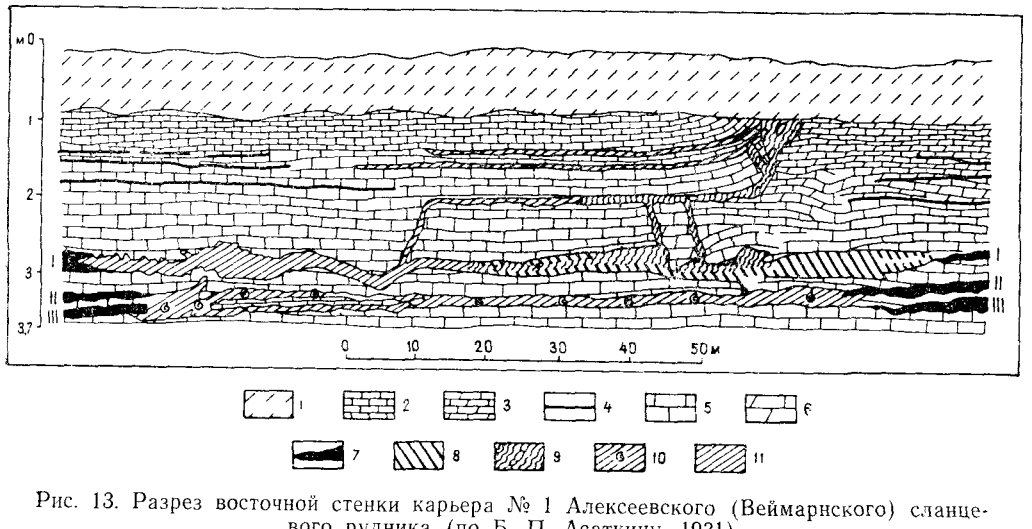


Рис. 13. Разрез восточной стенки карьера № 1 Алексеевского (Веймарнского) сланцевого рудника (по Б. П. Асаткину, 1931)

1 — четвертичные отложения — валунная глина; *2* — отложения кукерского горизонта среднего ордовика — серый, выветрившийся, трещиноватый известняк; *3* — тот же известняк, сильно доломитизированный, рыхлый, трещиноватый (доломит); *4* — нерабочая прослойка известково-глинистого горючего сланца; *5* — серый более или менее плотный известняк (кукерский); *6* — тот же известняк доломитизированный; *7* — рабочие слои горючего сланца; *8* — примазки «порченого» (почерневшего) сланца; *9* — образование среднего девона — красная и голубая глина с включениями чистого светло-серого кварцевого песка и обломками разрушенного силурийского доломита; *10* — голубая несколько песчаная глина с большим количеством окатанных трохилисков и обломками девонских рыб; *11* — трещины в нижнесилурийских доломитах, заполненные голубоватой глиной

ному с вопросами шахтных вод и качества сланцев, уделено внимание в целом ряде работ (Левыкин, 1947, 1950; Газизов, 1958 и др.).

Карстовые процессы, дочетвертичные и современные, наиболее активно затрагивают толщу ордовикских известняков, лежащую выше уровня подземных вод, по мнению М. А. Гатальского и М. С. Газизова, и в какой-то мере проявляются в зоне обводненных пород. Кроме того, Б. Н. Асаткиным (1933) еще в 1931 г. установлено наличие древнего додевонского или девонского карста (рис. 13), роль которого в изменении качества сланца и в обводнении горных выработок, в особенности при повторном процессе «омоложения» карстовых полостей в более позднее время, также должна учитываться.

Поверхностный карст особенно широко развит на сланценосных площадях в Эстонии (Orviku, 1940). Наиболее крупный закарстованный участок здесь приурочен к долине р. Ухаку западнее г. Кохтла-Ярве. Морфологически он выражен воронками, расширенными трещинами, в особенности в зонах интенсивной тектонической раздробленности известняков. Глубинный (древний) карст в зонах дробления заполнен глинистым материалом. На месторождениях Ленинградской области поверхностный карст — относительно более редкое явление, приурочен-

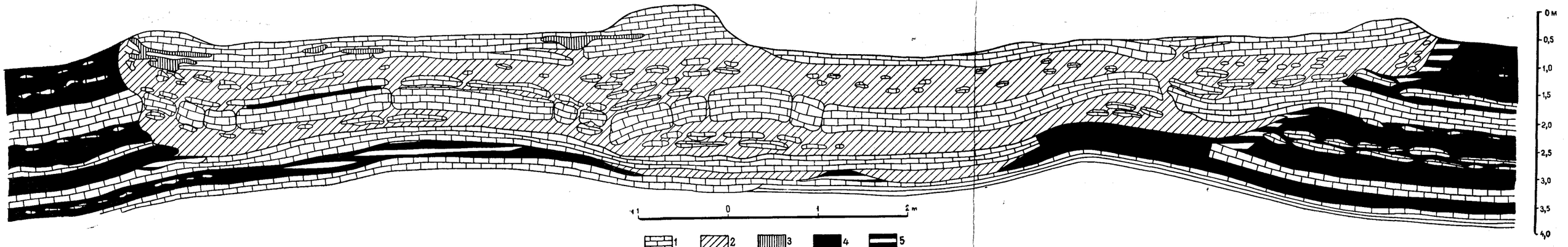


Рис. 14. Схема «карста» VIII во 2-ом панельном штреке шахты № 1 (по Е. Я. Михайлову)

1 — известняк; *2* — голубая остаточная глина; *3* — бурая глина; *4* — горючий сланец; *5* — горючий сланец окисленный

ак. 673

ное к полосе выходов кукерского горизонта (Веймарнское месторождение и северная часть Междуречья). На Ленинградском, Лужско-Волосовском и Чудовском месторождениях развит глубинный карст, главным образом по системе трещин северо-восточного простирания. Наличие таких трещин, которые местами группируются и образуют тектонические зоны дробления, способствовало и способствует инфильтрации поверхностных вод. Заполняющий трещины карстовый делювий (песчаники и глинистые породы) размывается по контакту с известняками, которые вместе с горючими сланцами разрушаются. Процесс этот при встрече трещин пластовых переходит из вертикальной плоскости в горизонтальную и обратно. В результате образуется сложная водопроводящая сетчатая система. Она заключает большие запасы подземных вод, ведущие к затоплению шахт в тех случаях, когда горные выработки вскрывают тектонические и карстовые зоны без проведения предварительных дренажных мероприятий.

На качестве сланцев карстовые процессы сказываются отрицательно. В ряде случаев на действующих шахтных полях вблизи от упомянутых тектонических зон сланец подвергся окислению и выносу не только карбонатной части, но и разложению органической (см. рис. 7, 8, 9, 13 и рис. 14).

На площади Междуречья вдоль северо-восточных трещин установлены узкие полосы выщелоченного сланца длиной до 3 *км*, которые при отработке должны быть оставлены в целиках (Саломон, 1960).

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Шахтная разработка промышленного пласта горючих сланцев Прибалтийского бассейна имеет свои специфические особенности, которые наиболее полно могут быть рассмотрены на примере Эстонского месторождения.

Горнотехнические условия этого месторождения определяются почти горизонтальным и неглубоким залеганием промышленного пласта с большой рабочей мощностью, сложным его строением, наличием системы тектонических трещин и закарстованных зон и значительной обводненностью горных выработок.

Большое влияние на обводнение и поддержание кровли горных выработок оказывают широко распространенные тектонические трещины северо-западного простирания, трещины по плоскостям напластования и закарстованные зоны. По ним осуществляется связь между смежными водоносными этажами, что способствует обводнению шахт.

В зависимости от степени трещиноватости и закарстованности устанавливается граница опасного ведения подземных работ. Применяется сплошное или усиленное крепление кровли выработок и местами боковых стенок.

Значительная закарстованность горных пород вынудила изменить ранее выбранные направления главных и панельных штреков и установить новые границы шахтных полей; главные откаточные штреки располагают сейчас параллельно зонам карста и тектонических нарушений, а панельные штреки нарезают вкрест их простирания. Закарстованные зоны оставляются в целиках. Все это ведет к потерям сланца в недрах и к производству дополнительных подготовительных и нарезных горных выработок.

При подземном способе разработки еще применяется система длинных столбов со спаренными лавами (длина столба около 500 *м* и длина лав 80—90 *м*) с частичной закладкой выработанного простран-

ства. Образующиеся нарушения пород при посадке кровли над лавами являются вертикальными дренажными завесами на пути движения потока подземных вод. Изменения режима подземных вод на шахтном поле сопровождаются почти полным дренажем воды в летний и зимний минимумы и частичным дренажем их в весенний и осенний максимумы притока воды. В настоящее время шахтами треста «Эстонсланец» отработано около 20 $км^2$ площади, в пределах которой участки оседания с нарушенными породами кровли являются как бы большими дренажными колодцами.

В последние годы на шахтах треста «Эстонсланец» широко внедряется более прогрессивная камерная система разработки, позволяющая значительно повысить производительность труда и снизить себестоимость добычи сланца. Разработка сланца при этом ведется без посадки пород кровли, с сохранением межкамерных целиков и поддержанием непосредственной кровли в камерах при помощи штангового крепления. Эта система разработки начала вносить заметные изменения в установившийся ранее режим подземных вод. Сохранение пород покровной толщи от оседания снизило темпы дренажа подземных вод, привело к формированию остаточного столба воды над горными выработками и повышению давления на породы непосредственной кровли и почвы выработок. Проведенные М. С. Газизовым исследования режима остаточного столба воды над кровлей показывают, что, несмотря на сохранение природной монолитности пород покровной толщи, воды все же дренируются и находятся в постоянном движении в направлении горных выработок. Движение воды происходит по горизонтальным трещинам плоскостей напластования до перепада по вертикальным трещинам в ниже расположенные плоскостные трещины. В местах перепада происходит потеря напора. Совокупность этих факторов обусловливает снижение напора воды на породы непосредственной кровли. Например, при уровне воды выше кровли выработок почти на 20 *м* величина гидродинамического давления по манометру в выработках составила всего лишь 0,5 *атм*. Режим подземных вод при камерной системе разработки и величина давления воды на кровлю горных выработок показаны на примере гидрогеологического разреза шахты № 10 с глубиной залегания пласта около 35—40 *м* и уровня воды от поверхности около 11 *м*. По данным замеров величина давления воды на кровлю выработок составила здесь около 5 $т/м^2$ и на толщу непосредственной кровли — около 10 $т/м^2$, т. е. значительно меньше гидростатического напора. Следует отметить, что даже небольшой столб воды в вышележащих породах оказывает существенное влияние на провисание кровли, а следовательно, и на образование трещин разлома и обрушение кровли. Местами по плоскостным трещинам образуются «гидроподушки», что благоприятствует передаче напряжения в ослабленные участки и снижает устойчивость кровли.

Внедрение на шахтах камерной системы разработки потребовало проведения опытных работ для определения эффективности дренажа подземных вод при помощи подготовительных выработок, сквозных и восстающих скважин, скважин под штанговую крепь, канав по штрекам, а также интенсификации дренажа вод путем торпедирования скважин. Результаты опытных работ, проведенных в 1962—1963 гг. на шахтах № 10 и 7, показывают, что основная часть потока подземных вод дренируется подготовительными выработками и скважинами под штанговую крепь, а остальная часть оказывает горнодинамическое давление на кровлю камер. Отсюда следует, что дренаж подземных вод целесообразно производить попутно с проходкой горных выработок, без применения специальных дренажных сооружений. Основная цель дренажных работ — снятие давления воды на непосредственную кровлю камер. Это можно осуществить созданием дренажной завесы на пути движения потока подземных вод из-за пределов горных выработок, циркулирующих в основном в горизонтальном направлении и на пути движения воды сверху через породы основной кровли, с помощью водопонижающих сквозных скважин с поверхности, форсированной проходки передовых штреков с бурением восстающих скважин и принудительного обрушения кровли в отработанных камерах.

По данным Института сланцев СНХ ЭССР в непосредственной кровле лав и подготовительных выработок преобладают горизонтальные расслоения шириной обыкновенно от 1 до 30 *мм*. Образуются они по определенным плоскостям наслоения. Опускание кровли в горных выработках происходит по плоскостям расслоения. Надо сказать, что по проведенному до сих пор изучению горного давления кровли на сланцевых шахтах как Эстонского, так и Ленинградского месторождений еще не сделано практических выводов и не дано рекомендаций для решения вопросов безопасного ведения горных работ.

Сложный разрез промышленного пласта усложняет добычу, затрудняет внедрение комплексной механизации горных работ и обусловливает большие эксплуатационные потери сланца при действующих кондициях на качество товарного сланца. Сложное строение пласта наглядно можно представить по весовому отношению участвующих в нем известняка и сланца (примерно 1 : 1). При этом на полную рабочую мощность пласта в 3,0—3,2 *м* насчитывается до 25 прослоев и конкреций известняка и столько же прослоев чистого горючего сланца. Контакты между сланцами и известняком крепкие, из-за чего при разработке пласта в отбитой горной массе, кроме кусков чистого сланца и чистого известняка, содержится много сростков сланца с известняком различных по размеру, форме и соотношению сланца и известняка.

Чтобы выполнить требования ГОСТа на качество товарного сланца, на большинстве шахт из-за отсутствия механического способа обогащения в кровле местами оставляют наиболее сложно построенный сланцевый слой F и производят отборку породы в кусках размером +25 *мм* из отбитой горной массы ручным способом. Вместе с отбираемой из отбитой горной массы породой в забутовку выработанного пространства под землей и в отвал на поверхности неизбежно попадает и горючий сланец.

Эксплуатационные потери сланца на шахтах Эстонского месторождения, несмотря на устойчивые кровлю и почву, достигают 5 млн. *т* в год, или 40—45% от отрабатываемых балансовых запасов.

Механическое обогащение сланца в ЭССР методом мокрой отсадки внедрено пока на шахте № 10 и будет осуществляться на реконструируемой шахте № 8 и на новых строящихся шахтах и карьерах; на Ленинградском месторождении механическое обогащение сланца будет введено при сооружении наклонного ствола объединенной шахты (шахты № 1, 2 и 3).

Определенные затруднения при разработке месторождений представляют неровности в подошве промышленного пласта сланца в виде пологих мульдообразных понижений до 1—2 *м*, размером от нескольких десятков до сотен метров по одному сечению. В таких понижениях, особенно расположенных на наиболее южных пониженных участках шахтного поля, скапливается вода, что ухудшает условия труда в лаве, увлажняет сланец и увеличивает потери отбитого сланца.

Горнотехнические условия на Ленинградском месторождении во многом сходны с таковыми на Эстонском месторождении. Их можно

считать более тяжелыми вследствие большей глубины залегания полезного ископаемого, большей обводненности шахт и меньшей мощности разрабатываемых слоев горючих сланцев.

ЗАПАСЫ

Оценка общих геологических запасов горючих сланцев Прибалтийского бассейна производилась дважды.

Первый подсчет был выполнен в 1945 г. Т. Н. Пономаревым, В. В. Левыкиным и Г. Я. Житомировым. В том же году подсчитанные запасы были утверждены ВКЗ (табл. 12).

Таблица 12

Общие геологические запасы горючих сланцев Прибалтийского бассейна по подсчету 1945 г. в млн. т

Название месторождений	Площадь, принятая при подсчете, $км^2$	Глубина залегания почвы промышл. пачки от поверхности, *м*	Геологические запасы по категориям			Геологические запасы разных категорий, не апробированные ВКЗ	Всего
			A_2	B	C_1		
Ленинградская обл. Гдовское, Веймарнское, Лужско-Волосовское и Чудовское	2603,6	От 0,5 до 185	127,5	52,3	2533,7	179,7	2893,2
Эстонская ССР (северная и южная части)	1999,9	От 4 до 150	—	—	—	3182,1	3182,1
Всего по бассейну	4603,5	От 0,5 до 185	127,5	52,3	2533,7	3361,8	6075,3

Второй подсчет производился в 1955—1956 гг. А. П. Саломоном в связи с общим учетом геологических запасов углей и горючих сланцев по СССР. Тогда к балансовым были отнесены запасы по пластам (пачкам) мощностью более 0,7 *м* при теплоте сгорания сланцев свыше 2000 *ккал/кг*.

Действительные запасы подсчитаны главным образом в зоне неглубокого (до 50—80 *м*) залегания горючих сланцев. Только по Чудовскому месторождению глубина залегания превысила указанные величины. Вероятные и возможные запасы подсчитывались до глубины 250—300 *м*.

Результаты подсчета, утвержденные Межведомственной комиссией (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958), приведены в табл. 13.

Приведенные данные показывают, что общие геологические запасы Прибалтийского бассейна весьма значительны и позволяют планировать крупный рост добычи горючих сланцев и развитие на их базе большого строительства новых и расширения имеющихся тепловых электростанций, сланцехимических и сланцегазовых заводов.

По Эстонскому месторождению запасы утверждены ГКЗ впервые после 1947 г. От общих балансовых запасов утверждено до 1950 г. 4%, с 1951 по 1955 г. 17% и с 1956 по 1960 г. 79%. Балансовые запасы подсчитаны в основном по одному промышленному пласту (слои A—F) при минимальной полезной мощности пласта 0,7 *м* и наименьшей

Таблица 13

Общие геологические запасы прибалтийских горючих сланцев на 1 января 1956 г. в млн. т

Название месторождений	Всего запасов	По степени достоверности		
		действительные	вероятные	возможные
Балансовые				
Эстонское	10463	2724	7738	—
Гдовское	3551	851	1574	1126
Чудовское	206	28	75	103
Итого балансовых	14220	3603	9387	1230
Забалансовые				
Эстонское	4014	625	3390	—
Гдовское	1691	98	847	746
Чудовское	505	60	231	215
Итого забалансовых . . .	6211	783	4468	960
Всего по бассейну . . .	20431	4386	13855	2190

теплотворной способности сланца 2000 *ккал/кг*. Глубина залегания от выходов на поверхность до 100 *м*.

По Ленинградскому месторождению запасы утверждались в 1932 и 1938 гг., которые позднее были переутверждены. После 1950 г. были разведаны новые площади (Междуречье, Центральный участок, Поисковая площадь). От общих балансовых запасов утверждено до 1950 г. 2%, с 1951 по 1955 г. 18% и с 1956 по 1960 г. 80%. Балансовые запасы подсчитаны так же, как и на Эстонском месторождении, по одному промышленному пласту (слои I—III) при минимальной полезной мощности пласта 0,7 *м* и наименьшей теплотворной способности сланца 2000 *ккал/кг*. Глубина залегания запасов от выходов на поверхность до 130 *м*.

По Веймарнскому месторождению запасы были подсчитаны в 30-х годах и переутверждены в 1940 г., по Чудово-Бабинскому месторождению запасы подсчитаны в 1941 г.

Общие запасы горючих сланцев на 1 января 1964 г. по всему бассейну и отдельным месторождениям приведены в табл. 14.

Балансовые запасы категорий $A+B+C_1$ по действующим и строящимся шахтам и разрезам составляют от общих балансовых запасов тех же категорий на Эстонском месторождении 21% и на Ленинградском месторождении 13%, что указывает на большие возможности дальнейшего развития добычи сланца. Примерно $^1/_5$ резервных запасов могут быть отработаны открытым способом.

На Прибалтийский сланцевый бассейн приходится 75,3% союзных запасов категорий $A+B+C_1$ и 92% союзной добычи сланца, из них на Эстонское месторождение падает соответственно 56,8 и 73% и на Ленинградское месторождение 18,5 и 19%.

В Эстонской ССР намечено строительство в 1966—1970 гг. трех разрезов и одной шахты по добыче сланцев общей мощностью

Таблица 14

Запасы горючих сланцев в целом по Прибалтийскому сланцевому бассейну на 1 января 1964 г. в млн. т

Месторождение	Балансовые		Забалансовые	Добыча сланца за 1963 г.
	$A+B+C_1$	C_2		
Эстонское				
Всего	3527	5121	2262	
В том числе:				
по 11 действующим предприятиям	572		38	13,02
по строящимся шахте и разрезу	189		6	
по 7 резервным участкам	1264		517	
по прочим участкам	1502		150	
Площадь поисков		5121	1551	
Ленинградское				
Всего	1106	1881	69	
В том числе:				
по 4 действующим шахтам	140	—	32	3,45
по 4 резервным участкам	194	—	11	
по прочим участкам	767	1881	26	
Веймарнское	7	—	—	—
Чудово-Бабинское	46	75	197	—
Всего по Прибалтийскому бассейну	4681	7077	2528	16,47

11,6 млн. *т* в год и реконструкция двух шахт с увеличением общей мощности с 2400 тыс. *т* товарного сланца в год до 3400 тыс. *т* и в Ленинградском экономическом районе предусмотрена реконструкция двух шахт.

Для обеспечения намеченного развития добычи сланца в Прибалтийском бассейне предусмотрено проведение в 1966—1970 гг. детальной разведки наиболее благоприятных участков Эстонского месторождения для строительства на этих участках предприятий на общую мощность 20 млн. *т* сланца в год.

На Эстонском месторождении в 1964 г. начата детальная разведка участка для шахты № 9.

На Ленинградском месторождении в 1963 г. начата доразведка Междуреченской площади для подготовки топливной базы для новой Прибалтийской ГРЭС, карьера на Северном участке мощностью 2,4 млн. *т* товарного сланца сроком на 34 года и шахты на Западном участке мощностью 2,7 млн. *т* товарного сланца сроком на 50 лет.

ДРУГИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Среди других полезных ископаемых, выявленных, разведанных и использующихся на территории Прибалтийского бассейна горючих сланцев, в первую очередь должны быть названы торф, фосфориты, известняки и доломиты, песчано-гравийные материалы и кирпичные глины.

Торфяные массивы крупные и более мелкие многочисленны в пределах Ленинградского и Эстонского сланцевых месторождений; во многих местах они разрабатываются (топливо, подстилочный торф, удобрение). Крупное торфобрикетное предприятие работает в районе Ору.

Что касается местных фосфоритов, то за последние годы их значение для народного хозяйства всего Северо-Западного экономического района очень возросло. В пределах глинта-уступа, ограничивающего с севера сланценосные площади, выявлено около десяти крупных месторождений фосфоритов в оболовых песчаниках пакерортского горизонта. В больших количествах фосфориты добываются и перерабатываются в Маарду, в 12 *км* восточнее Таллина и у г. Кингисеппа.

На базе известняков и мергелей азериского, идавереского, йыхвинского и ласнамяэского горизонтов и синих кембрийских глин работает крупный цементный завод «Пунане-Кунда», единственный в Эстонской ССР расположенный в непосредственной близости от центра сланцедобычи г. Кохтла-Ярве.

Известняки везенбергского горизонта в районе г. Сланцы используются для цементного производства. Крупное месторождение известняков кукерского горизонта разрабатывается у ст. Веймарн.

На территории Лужско-Волосовской сланценосной площади насчитывается несколько значительных месторождений высококачественных доломитов кегельской зоны иевского яруса.

Известняки многих горизонтов ордовика разрабатываются в качестве каменностроительных материалов, для производства извести и известкования почв.

В пределах Прибалтийского бассейна имеется значительное число месторождений песчано-гравийных материалов гляциального происхождения, разрабатываемых для дорожного строительства, изготовления бетона, сланцезольного кирпича и т. д. Широко распространенные четвертичные глины разрабатываются во многих местах для производства кирпича и черепицы.

Кроме перечисленных полезных ископаемых, могут быть названы также глауконит, минеральные краски, стекольные и формовочные пески.

ОПИСАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ЭСТОНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

ОБЩИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Под этим названием выделяется площадь в 3655 $км^2$ в западной части Прибалтийского бассейна, важная в промышленном отношении, наиболее богатая по сланценосности и хорошо освещенная геологоразведочными работами.

Месторождение находится в пределах нескольких административных районов Эстонской ССР — Раквереского, Кохтла-Ярвеского и частично Тапаского и Йыхваского. В его пределах расположены все действующие сланцевые шахты, карьеры и сланцеперерабатывающие предприятия республики.

На севере месторождение ограничено линией выхода кукерского горизонта, несколько отступающей к югу (на 1—3 *км*) от уступа ордовикского плато. На западе и юго-западе его условной границей служит линия, идущая от оз. Кахала к ст. Кадрина и далее к пос. Виру-Роэла и Ранна-Пунгерья. Побережье Чудского озера от пос. Ранна-Пунгерья

до пос. Васькнарва (у истока р. Нарвы) служит естественной границей месторождения, на юге, так же как на востоке, таковой являются р. Нарва и Нарвское водохранилище.

В пределах очерченной территории по результатам многолетних разведочных работ полностью учтены запасы горючих сланцев кукерского горизонта по категориям А+В, C_1 и C_2. Вне ее на десятки километров на запад, юго-запад и юг распространяется сланценосное поле с мощностью суммарного пласта сланцев-кукерстов менее 0,7 *м*. Здесь (условно за пределами Эстонского месторождения) на основании разрезов редких структурных скважин (число их около 20) учтены возможные запасы сланцев категории C_3.

Вся северная часть месторождения с запада на восток пересекается железнодорожной и шоссейной магистралями Ленинград—Таллин. От ст. Тапа на Тарту, от ст. Сонда к г. Муставе, на берегу Чудского озера и от ст. Вайвара до пос. Вийвиконна проходят железнодорожные ветки, связывающие южную часть месторождения с северной. Большое значение для связи имеет автомагистраль Таллин—Ленинград и Кохтла-Ярве—Тарту и другие шоссейные дороги.

При единстве геологического строения всей территории по ряду признаков, главным образом физико-географических, гидрогеологических и горнотехнических, Эстонское месторождение может быть разделено на четыре площади: Западную, Центральную, Восточную и Поисковую.

Западная площадь примерно в 447 $км^2$ расположена между реками Селья и Пуртсе; в ее пределах находится отрезок железнодорожной магистрали от ст. Раквере до ст. Кивиыли. В состав западной площади входят участки действующих шахт — Кивиыли, а также резервные шахтные поля: 33—38, 39—42, 43—46, 53—56 и участок Ульясте.

Центральная площадь, составляющая 450 $км^2$, расположена между реками Пуртсе и Вассавере. В ее пределах находится отрезок железнодорожной магистрали от ст. Кивиыли до ст. Йыхви. Здесь расположен центр сланцедобывающей и сланцеперерабатывающей промышленности г. Кохтла-Ярве и действующие шахты Кохтла, Кукрузе, Кява II, № 2, 4, 6, 8 и 10. Кроме того, строится шахта № 7 и намечено строительство шахты № 9 и карьера № 3. Резервными полями являются здесь шахтные поля 15—16, 27—28, 29—31 и 32.

Восточная площадь в 430 $км^2$ занимает пространство между реками Вассавере и Нарвой, южнее ж. д. Ленинград — Таллин. У северной границы площади расположены крупные действующие сланцевые карьеры Вийвиконна, № 1 и строящийся карьер № 2. Резервными участками являются шахтные поля 47—52 и 57—60.

Поисковая площадь, составляющая 2327 $км^2$, располагается между южной границей месторождения (по изомощности всех слоев горючих сланцев промышленного пласта 0,7 *м*) и его западной, центральной и восточной площадями.

В орогидрографическом отношении все перечисленные площади близки между собой, поскольку являются частями одной крупной морфологической области — Северо-Эстонского плато. В то же время между ними имеются и некоторые небольшие различия. Так, западная и центральная площади представляют собой плоскую равнину с незначительными мелкохолмистыми участками: абсолютные высоты местности здесь 40—80 *м*. К долинам рек Пуртсе, Вассавере и др. местность понижается до 40—50 *м*, а на основной площади плато отметки поверхности в среднем 60—70 *м*.

Имеется ряд небольших озер, из них наиболее крупное Ульясте, вблизи которого наблюдаются наиболее заболоченные участки. Залесенность обеих площадей значительная.

Местами наблюдаются карстовые воронки, имеющие в диаметре до 10 *м* (как исключение до 25 *м*), глубина их 3—4 *м*.

Восточная площадь находится на склоне Северо-Эстонского плато к Лужско-Наровской впадине. Средние отметки рельефа порядка 40 *м*, в понижениях до 25 *м* и максимальные (к западу, где проходит невысокая холмистая гряда) до 60 *м*. На этой площади много мелких озер и больших болот.

Поисковая площадь в большей восточной части по рельефу аналогична трем описанным выше площадям, а в меньшей западной своей части, принадлежащей Пандивереской возвышенности, значительно от них отличается. У подножия последней абсолютные отметки плато 60—80 *м*. Возвышенность Пандивере обладает крупнохолмистым моренным рельефом с озовыми грядами и комами, достигающим абсолютных отметок свыше 150 *м* (Келлавере, Эмумяги). Эта возвышенность является водораздельной, с нее берут начало реки Селья, Лобу, Кунда и другие, текущие в Финский залив. Вся поисковая площадь сильно залесена (преобладают смешанные леса) и заболочена.

Территория Эстонского месторождения отличается развитой горнодобывающей и горноперерабатывающей сланцевой промышленностью. Основной род занятий населения, не занятого в ней, — сельское хозяйство. Почвы подзолистые. Климат района характеризуется влиянием Балтийского моря. Среднегодовая температура от +4 до +6°, в июле от +15 до +18° и в феврале от —10 до —13°. Среднегодовое количество осадков 560 *мм*.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ И ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Касаясь начального периода поисковых и разведочных работ на горючие сланцы, в первую очередь следует отметить работы, начатые в 1916 г. под руководством Н. Ф. Погребова, во время которых изучалась полоса распространения кукерских отложений, вытянутая вдоль линии ж. д. между станциями Раквере и Йыхви. Тогда было открыто богатое месторождение горючих сланцев, названное Тюрпсальским. На нем после опытов сжигания сланцев и предварительного осушения разведанных участков началась разработка горючих сланцев открытым способом.

Одновременно с разведочными работами в окрестностях д. Тюрпсаль предварительно изучались и другие участки у станций Кохтла, Сонда, в районе нас. п. Азери и других местах. Поисками охватывалась площадь далеко на запад (до Таллина и Палдиски), причем был установлен непромышленный характер сланценосности за меридианом г. Раквере.

После кратковременной оккупации территории во время первой мировой войны правительством Эстонской буржуазной республики было образовано государственное сланцевое предприятие, которое стало продолжать добычу горючих сланцев и развернуло работы по их химико-технологическому изучению. В дальнейшем был широко привлечен к изучению и эксплуатации прибалтийских горючих сланцев иностранный капитал, и ряд предпринимателей получили концессии (Левыкин, 1947).

В пределах Западной площади в этот период действовали шахты Кивиыли, Кютте-Йыуд и Убья, на Центральной площади — Кява, Кукрузе и Кохтла и на Восточной — горное предприятие Вийвиконна. Проводились и геологоразведочные работы, но материалы их не сохранились.

Во время Великой Отечественной войны немецкие оккупанты одно время интересовались развитием сланцедобычи. Тогда были разведаны новые участки и построены шахты Эреда (№ 6) и Ахтме (№ 10). При оставлении Эстонии немецкими войсками сланцевые предприятия были сильно разрушены, в частности была уничтожена полностью шахта Кява. Сразу же после окончания войны по решению Правительства о восстановлении и развитии сланцевой промышленности Эстонской ССР и Ленинградской области (1945 г.) были начаты работы по восстановлению и реконструкции шахт, а также по строительству крупного сланцегазового предприятия в Кохтла-Ярве. Одновременно были развернуты разведочные и поисковые работы. К концу 50-х годов детальной и предварительной разведкой была покрыта площадь в 4000 *км*^{2}, а поисками — площадь 12 тыс. *км*^{2}. Так, в 1951—1954 гг. в пределах Западной площади Щекинской геологоразведочной партией проводилась детальная разведка шахтных полей от 33 до 46 включительно, а также 53—56. На Центральной площади с 1945 по 1950 г. трестом «Ленуглеразведка» была выполнена разведка 12 новых участков и доразведка шахтных полей Ахтме и Эреда. На Восточной площади трестом, «Ленуглеразведка» производились в 1947—1949 гг. доразведка шахтного поля Вийвиконна и широкие поисковые работы южнее последнего. В 1953—1954 гг. Щекинской геологоразведочной партией была выполнена детальная разведка на площади поисков 1949 г.

Начиная с 1957 г. геологоразведочные работы на месторождении ведутся Управлением геологии и охраны недр при Совете Министров ЭССР.

С 1918 по 1940 г. на месторождении было пробурено около 500 скважин. В несколько раз большее число скважин пробурено в послевоенное время.

До 1945 г. при детальной разведке Эстонского месторождения применялась разведочная сеть 200×200 *м* и 250×250 *м*. Начиная с 1945 г. густота разведочной сети была уменьшена до 500×500 *м* с дополнительными скважинами по указанию проектирующих организаций.

Очень большой объем работ на разведанных участках был выполнен по выявлению зон тектонических нарушений и карста геофизическим методом и по установлению гидрогеологических и горно-геологических особенностей тех или иных площадей Эстонского месторождения.

В настоящее время в результате многолетних работ Института геологии Академии наук ЭССР и территориального геологического управления дальнейшее развитие поисковых и разведочных работ на горючие сланцы обеспечено детальной геологической основой.

Очень большая работа была проделана и выполняется сейчас институтами Академии наук ЭССР, Таллинским политехническим институтом, б. Ленинградским сланцевым институтом (в настоящее время ВНИИнефтехим) и др. по изучению качества эстонских сланцев и выявлению способов их наиболее рационального использования.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

О геологическом строении территории Эстонского месторождения в общих чертах можно судить по приведенному выше описанию всего Прибалтийского бассейна.

В естественных обнажениях здесь выходят разнообразные по генезису и составу четвертичные отложения, карбонатная толща среднего ордовика, а в разрезах, находящихся несколько севернее шахтных полей в уступе плато и нижнего ордовика — частью песчаники сред-

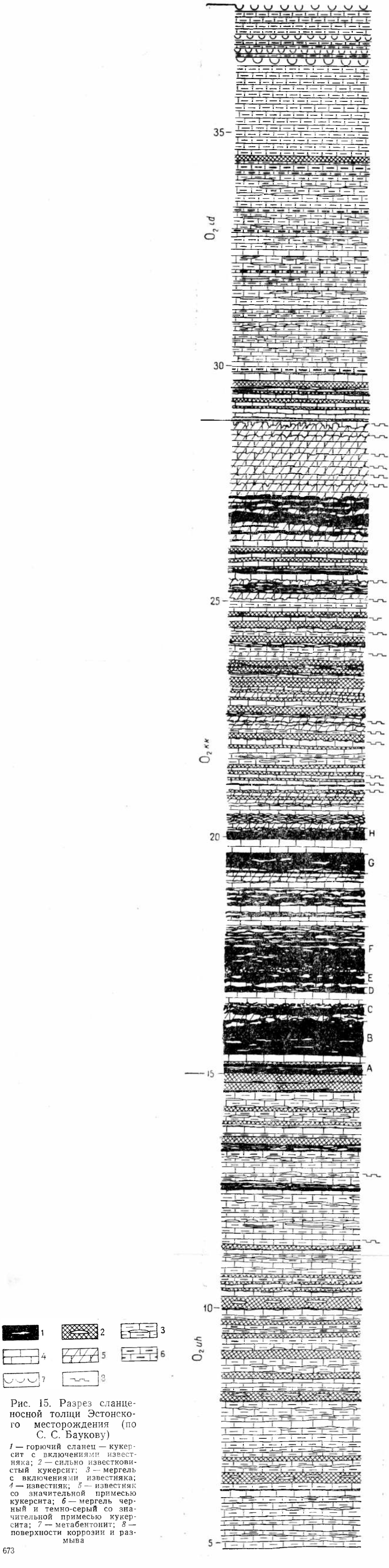


Рис. 15. Разрез сланценосной толщи Эстонского месторождения (по С. С. Баукову)

1 — горючий сланец — кукерсит с включениями известняка; *2* — сильно известковистый кукерсит; *3* — мергель с включениями известняка; *4* — известняк; *5* — известняк со значительной примесью кукерсита; *6* — мергель черный и темно-серый со значительной примесью кукерсита; *7* — метабентонит; *8* — поверхности коррозии и размыва

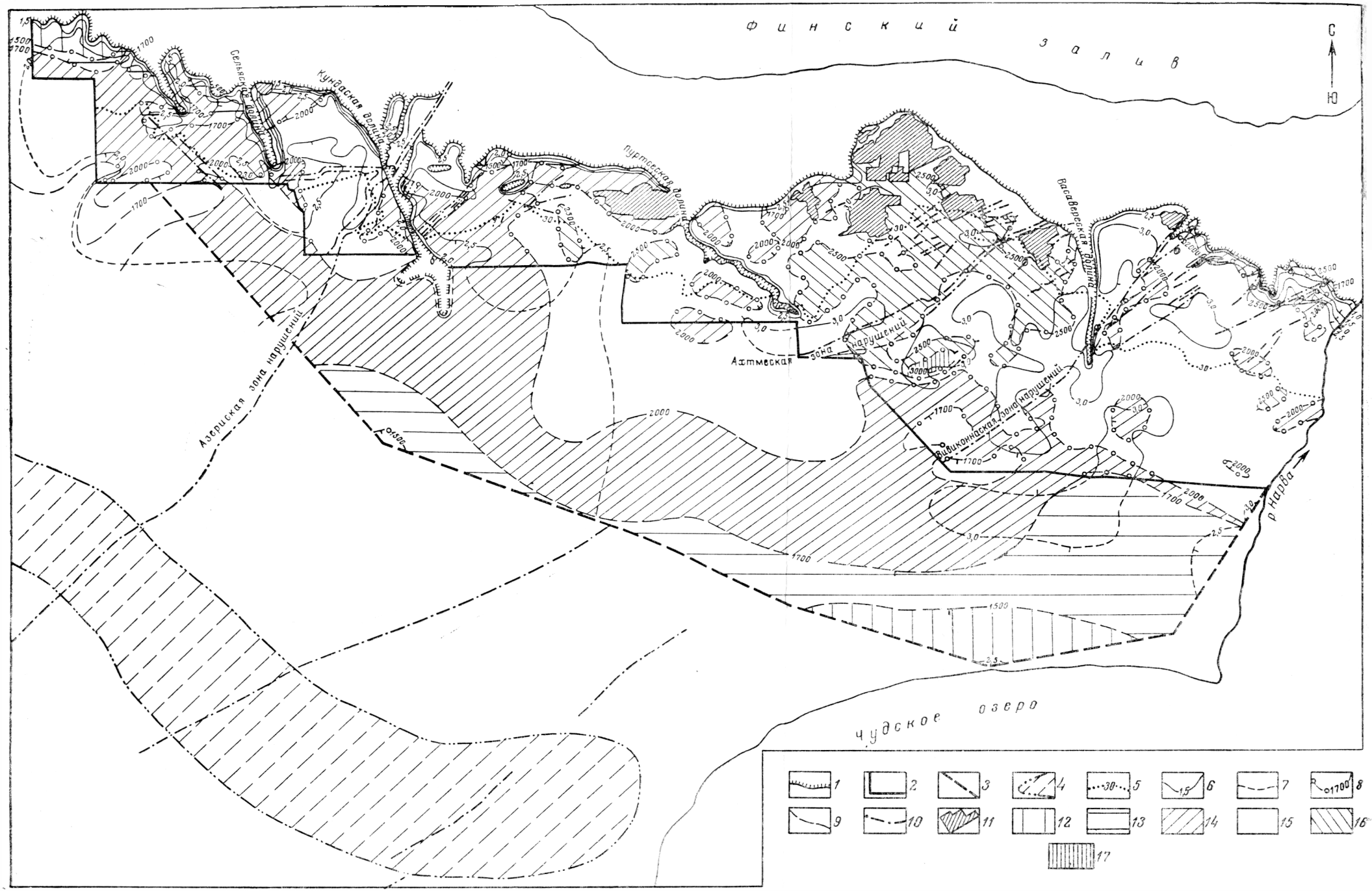


Рис. 17. Схематическая карта Эстонского месторождения с показателями мощности и теплоты сгорания промышленного пласта

1 — выход промышленного пласта; *2* — граница запасов категорий $A+B+C_1$; *3* — граница запасов категории C_2; *4* — площадь предполагаемой промышленной сланценосности хумалакского подгоризонта; *5* — изомощности вскрыши (изоглубина кровли промышленного пласта); *6* — изомощность промышленного пласта $A-F_2$ на площади запасов категорий $A+B+C_1$; *7* — изомощность промышленного пласта $A-F_2$ на площади запасов категории C_2; *8* — изокалорийность промышленного пласта $A-F_2$ на площади запасов категорий $A+B+C_1$; *9* — изокалорийность промышленного пласта $A-F_2$ на площади запасов категории C_2; *10* — зоны тектонического дробления, установленные геофизическими и буровыми работами; *11* — отработанные пространства; *12—17* — площади с калорийностью промышленного пласта; *12* — 1000—1500 *ккал/кг*, *13* — 1500—1800 *ккал/кг*; *14* — 1700—2000 *ккал/кг*; *15* — 2000—2500 *ккал/кг*; *16* — 2500—3000 *ккал/кг*; *17* — 3000—3500 *ккал/кг*

Зак. 673

него (?) кембрия. Более глубокие горизонты нижнего кембрия и в небольшом числе пунктов породы древнего кристаллического фундамента вскрыты буровыми скважинами; они на поверхность не выходят.

Кристаллический фундамент находится на глубине 150—200 *м* в северной части месторождения и 200—350 *м* на юге. Наименее глубоко протерозойские кристаллические породы залегают на куполовидных структурах в районе оз. Ульясте и ст. Сонда, примерно в центре месторождения.

При общем моноклинальном залегании палеозойских пород с южным направлением их падения под углом 8—10′ выходы отдельных горизонтов ордовикского комплекса имеют вид более или менее узких полос широтного простирания. В направлении с севера на юг происходит смена более молодых отложений более древними.

В самой восточной части месторождения, у р. Нарвы, на небольшой площади распространены отложения наровского горизонта среднего девона.

Из-за наличия глубоких древних дочетвертичных эрозионных врезов, местами совпадающих с современными речными долинами (рек Лобу, Кунда, Пуртсе, Вассавере и др.), конфигурация выходов многих горизонтов ордовика определяется не только тектоническими условиями и характером современного рельефа, но и морфологией дочетвертичного погребенного рельефа.

Описание сводного стратиграфического разреза в пределах разведанной площади Эстонского месторождения, вскрываемого шахтами, карьерами и разведочными скважинами, приведено ниже.

НИЖНИЙ ОРДОВИК (O_1)

Пакерортский горизонт (O_1pk)

Горизонт внизу сложен полевошпатово-кварцевыми песками и песчаниками, слабо сцементированными глинистым цементом с большим количеством раковин оболид, содержащих фосфорнокислый кальций. В стратиграфической схеме эти песчаники выделяются как особая маардуская пачка. Мощность оболовых песчаников колеблется в пределах 3—8 *м*. Нижняя граница пачки выражена резко, хотя подстилающие породы среднего (?) кембрия имеют тот же петрографический состав (кварцевые пески и песчаники тискреской свиты).

Верхняя тюрисалуская пачка пакерортского горизонта, состоящая из тонкослоистых буровато-черных аргиллитов и глин (диктионемовые сланцы), в районе Эстонского месторождения развита не полностью и, постепенно уменьшаясь в мощности с запада на восток, выклинивается у г. Нарвы; выклинивается она также и в южном направлении.

Лээтсеский горизонт (O_1lt)

Горизонт представлен зеленовато-серыми глауконито-кварцевыми песчаниками, сцементированными глинисто-карбонатным цементом. Мощность их незначительна — до 0,5 *м*. Нижняя граница горизонта (с диктионемовыми сланцами) носит следы размыва.

Волховский горизонт (O_1vl)

Горизонт выражен пестроцветными глауконитовыми известняками и доломитами мощностью до 3—4 *м*.

Кундаский горизонт ($O_1 ka$)

Кундаский горизонт состоит из глинистых серых и зеленовато-серых известняков, внизу с многочисленными мелкими железистыми оолитами мощностью до 9—12 *м*.

СРЕДНИЙ ОРДОВИК (O_2)

Таллинский горизонт ($O_2 tl$)

В составе горизонта выделяются три подгоризонта — азериский (нижний), ласнамягиский (средний) и ухакуский (верхний). Общая мощность таллинских отложений 20 *м*.

Нижний подгоризонт сложен в различной степени серыми глинистыми известняками с прослоями мергеля, характерно присутствие многочисленных мелких железисто-фосфатных оолитов.

Средний подгоризонт представлен плотными толстослоистыми серыми известняками, обладающими высокими качествами строительного камня.

Разрез таллинского горизонта завершается тонкослоистыми зеленовато-серыми глинистыми известняками с многочисленными тонкими прослоями горючего сланца, характерно наличие пиритизированных поверхностей перерыва (диастемы).

Кукерский горизонт ($O_2 kk$)

Этот горизонт наиболее важный по значению, поскольку в нем заключен промышленный пласт горючих сланцев, а известняки, слагающие его, являются кровлей и почвой горных выработок. Мощность горизонта 15—20 *м*. Он представлен двумя подгоризонтами: нижним (кохтласким) и верхним (хумаласким). Первый состоит из глинистых скрытокристаллических органогенно-детритусовых серых, зеленовато-серых и желтоватых известняков, заключающих шесть сближенных слоев горючих сланцев (A—F), являющихся объектом эксплуатации, и ряд более тонких их прослоев.

Многие слои известняков содержат значительную примесь органического вещества.

Хумалаская пачка сложена зеленовато-серыми известняками с тонкими прослоями горючего сланца, некоторые из них в самой южной части месторождения обладают мощностью, приближающейся к рабочей.

Идавереский горизонт ($O_2 id$)

Без резкой границы известняки кукерского горизонта переходят вверх по разрезу в зеленовато-серые глинистые и светло-серые более плотные известняки с многочисленными тонкими прослоями кукерсита и буро-черного мергеля, обогащенного органическим веществом. Внутри горизонта наблюдается несколько пиритизированных поверхностей перерыва, а вверху — прослой метабентонита. Мощность горизонта до 8 *м*.

Йыхвиский (иевский) горизонт ($O_2 ih$)

Этот горизонт представлен скрытокристаллическими, в верхней части глинистыми, частью доломитизированными известняками светлого голубовато-серого цвета с прослоями мергелей. Характерна рассеянная вкрапленность пирита. Мощность около 8—10 *м*.

Кейлаский (кегельский) горизонт ($O_2 kl$)

Горизонт сложен зеленовато-серыми известняками с многочисленными прослоями мергеля. Местами известняки переходят в доломиты. В середине горизонта есть прослой метабентонита. Мощность кейласких отложений 6—10 *м*.

Оандусский горизонт ($O_2 on$)

Разрез среднего ордовика завершается глинистыми зеленовато-серыми известняками с прослоями глин и мергелей, отличающихся от нижележащих кейласких пород главным образом по фауне. Мощность горизонта до 4 *м*.

ВЕРХНИЙ ОРДОВИК (O_3)

Отложения верхнего ордовика в пределах разведанных и эксплуатируемых шахтных полей отсутствуют. Они развиты лишь на поисковой площади, где представлены раквереским ($O_3 rk$), набаласким ($O_3 nb$), вормсиским ($O_3 vr$) и пиргуским ($O_3 pr$) горизонтами; самый верхний горизонт — поркуниский ($O_3 pk$) распространен к юго-западу от месторождения за его пределами.

Все перечисленные горизонты общей мощностью до 100 *м* представлены карбонатными породами: известняками, глинистыми известняками и мергелями.

СРЕДНЕДЕВОНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ (D_2)

Наровский горизонт ($D_2 nr$)

Отложения наровского горизонта мощностью до 20 *м* развиты только на левобережье р. Нарвы на участках 57—60 Восточной площади. Они представлены внизу разреза осадочными брекчиями, доломитами и мергелями (сабские слои) и выше — переслаиванием коричневато-серых доломитов, мергелей и глин.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (Q)

Четвертичный покров, развитый повсеместно, залегает на всех перечисленных выше горизонтах палеозойского комплекса. Породы, слагающие его, очень разнообразны по составу и генезису. Наиболее широко развиты гляциальные, флювиогляциальные и лимно-гляциальные отложения, а также болотные образования.

Мощность четвертичного покрова на ордовикском плато, за исключением древних долин, невелика — в среднем 1—3 *м*. Имеются небольшие площади у края плато (альвары), где четвертичный покров почти отсутствует и на поверхность выходят известняки ордовика.

Наибольшая мощность четвертичных отложений на Пандивереской возвышенности (до 40 *м*) и в древних долинах, прорезающих ордовикское плато.

По петрографическому составу четвертичные отложения, как уже указывалось, разнообразны. Это преимущественно грубые песчаные валунные суглинки, слоистые (ленточные) песчаные глины, пески, часто гравийно-галечные, с валунами осадочных и изверженных пород, торф и др.

Основные черты тектонического строения Эстонского месторождения были описаны в общем очерке Прибалтийского бассейна. Ниже

будут рассмотрены некоторые особенности условий залегания пород на шахтных полях, имеющие существенное значение при оценке запасов, выяснении гидрогеологических условий и эксплуатации горючих сланцев.

Моноклинальное пологое залегание кембрийских и ордовикских пород с наклоном на юг и юго-юго-восток под углом 10—12′, а дезонских — на юго-восток под углом 6—8′ нарушено пологими флексурами, куполовидными поднятиями, мелкой изометрической волнистостью слоев и более или менее крупными разрывными нарушениями (Teichert, 1927; Котлуков и Митгарц, 1955; Гатальский, 1948, 1959).

Наиболее отчетливо выражены крупные нарушения северо-восточного простирания. Так, на Западной площади шахтные поля 33—38 и 39—42 пересекает Азериская зона нарушений, установленная бурением и геофизическими работами. Она прослежена более чем на 40 *км* от пос. Азери до пос. Эллавере.

Простирание этой зоны СВ 40—50°, ширина от 0,3 до 1 *км*, амплитуда от 5 до 25 *м*; опущено северо-западное крыло.

По соседству с этой зоной находятся еще три более мелкие зоны нарушений, из них две также северо-восточного простирания и одна широтная.

Через всю Центральную площадь прослеживается второе крупное нарушение — Ахтмеское, представляющее, по-видимому, так же, как и Азериское, систему незначительных сбросов. Ширина зоны 0,2—0,3 *км* на севере и до 2 *км* на юге; азимут от 50 до 70°. В противоположность Азериской зоне у Ахтмеского нарушения опущено юго-восточное крыло, амплитуда 7—15 *км*.

По соседству с этой зоной имеется несколько меньших зон. Все эти нарушения разрывного характера, вероятно, секут не только известняки ордовика, но также нижележащие кембрийские отложения и породы кристаллического фундамента.

Третье крупное нарушение проходит через карьер Вийвиконна и далее на юго-запад; его ширина до 0,8 *км*, азимут 45—60°, амплитуда до 8—9 *м*; опущено северо-западное крыло. Восточнее карьера Вийвиконна на шахтном поле карьера № 1 и 2 до р. Нарвы отмечено еще несколько более мелких сбросов.

Повсеместно развиты тектонические вертикальные трещины без смещения пород двух-трех систем. Трещины СВ простирания 50—70° часто бывают открытые шириной 0,02—0,05 *м* и более. Трещины другого направления, с азимутом 300—320°, сомкнутые.

Открытые трещины часто заполнены рыхлой глинистой породой, иногда кальцитом и сульфидами (галенит, сфалерит, пирит, марказит).

Системы трещин и сбросов служат путями развития карстовых процессов, доломитизации и вторичных изменений горючих сланцев. Куполовидные складчатые структуры с аплитудой до 20—30 *м* в породах ордовика диаметром до 1—2 *км* имеются в районе ст. Сонда. Некоторые нарушения на шахтных полях в поверхностной зоне коренных пород обязаны своим происхождением гляциотектонике и карсту.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Общая характеристика сланценосности западной части бассейна была приведена выше в общем описании бассейна, где было также рассмотрено и строение промышленного пласта. Ниже целесообразно привести некоторые особенности сланценосности на отдельных площадях Эстонского месторождения.

Для Центральной площади типичными являются приведенный выше разрез промышленного пласта по шахте Кохтла, расположенной

в северо-западном ее углу (см. рис. 11) и сводный разрез всей сланценосной толщи ухакуского, кукрузеского и идавереского горизонтов среднего ордовика, составленный, по С. С. Баукову, по шахтным полям 2, 6, 8 и 10 (рис. 15).

Обобщенный разрез промышленной пачки для всей Центральной площади следующий.

Слой А отчетливо разделяется на две части — нижнюю А и верхнюю A_1. Горючий сланец А коричневого и желтовато-бурого цвета, легкий, обычно без включений известняка, с фауной. Мощность в среднем 0,12 *м*.

Слой А иногда бывает отделен от слоя A_1 прослоем сапропелевого известняка мощностью от 0,01 до 0,05 *м*.

Слой A_1 представлен известково-глинистым сланцем зеленовато-бурого цвета, легко раскалывающимся на плитки, изредка с включениями сапропелевого известняка. Мощность в среднем 0,10 *м*. Разделяющий известняк A_1—В («синяя плита») глинистый с включениями сапропелита. Мощность 0,16—0,22 *м*.

Слой В — горючий сланец красновато-коричневого цвета, легкий, при ударе легко раскалывается на плитки, содержит остатки мелкой фауны и включения известняка. В сланце и известняке встречаются скопления кристаллов пирита. Мощность 0,40—0,70 *м*, средняя 0,52 *м*.

Известняк В—С желтовато-серый, сапропелевый, плотный. Мощность в среднем 0,10 *м*.

Слой С — горючий сланец желтовато-бурого цвета, плотный. В верхней части слоя наблюдаются проблематические ходы червей, выполненные известняком. В средней части слоя сланец часто содержит включения и прослои известняка (мощностью до 0,10 *м*). В нижней части слоя сланец легкий с обломками раковин. Мощность в среднем 0,40 *м*.

Известняк С—D — «двойная плита» — желтовато-серый, полукристаллический. В нижней части слоя наблюдаются ходы червей, выполненные известковым и сапропелевым материалом. Мощность в среднем 0,25 *м*.

Слой D — горючий сланец зеленовато-бурого цвета, глинистый, с редкими включениями известняка. Средняя мощность 0,10 *м*.

Известняк D—Е желтовато-серый, сапропелевый, мощностью до 0,12 *м*; иногда отсутствует.

Слой Е — горючий сланец желтовато-коричневого цвета. В верхней части слоя он содержит включения известняка с вкраплениями пирита, в нижней части слоя включений мало и сланец легкий. Изредка слой Е содержит прослой известняка. Средняя мощность слоя Е 0,50 *м*.

Известняк Е—F чаще всего отсутствует, и тогда слои Е и F сливаются в один. Это желтовато-серый сапропелевый известняк мощностью до 0,10 *м*.

Слой F — горючий сланец зеленовато-бурый, глинистый. В верхней трети слоя сланец содержит обильные крупные и мелкие включения и прослои сапропелевого известняка (слой F_2). В средней части слоя включений меньше, в нижней почти совсем нет (слой F_1). Встречается фауна. Мощность 0,40—0,75 *м*.

Общая средняя мощность промышленной пачки выдерживается в пределах 3,0—3,5 *м*. Суммарная мощность прослоев сланца А колеблется от 2,2 до 2,5 *м*.

Общая средняя мощность промышленной пачки и отдельных ее слоев изменяется в небольших пределах и хорошо выдерживается на всей Центральной площади.

На расстоянии 1,1—1,2 *м* выше промышленной пачки залегают еще два прослоя сланца G и Н. Из-за небольшой мощности и удаленности от промышленной пачки они не имеют в настоящее время практического значения.

Слой G — горючий сланец красновато-коричневый, плотный, с включениями известняка и остатков фауны, мощность 0,24 *м*.

Известняк G—Н зеленовато-серый, скрытокристаллический, с мелкими включениями сапропелита. Мощность 0,25—0,30 *м*.

Слой Н — горючий сланец коричневато-бурый, плотный. В верхней части он содержит небольшие включения известняка. Мощность 0,16 *м*.

К западу от Центральной площади в строении промышленного пласта наблюдаются следующие изменения. На шахтах Убья и Кивиыли общая мощность пласта от подошвы слоя А до кровли слоя F соответственно 2,7 и 2,95 *м*, т. е. на 0,20 и 0,35 *м* меньше, чем на шахтах Центральной площади; значительно уменьшается мощность слоев В и С; слой F содержит гораздо больше известковых включений. Выход горючего сланца на квадратный метр выработанного пространства на Западной площади понижается до 2,6 *т* и товарного до 1,7 *т* (шахта Убья) против 3,2 и 2,4 *т* на шахтах Кохтла, Кукрузе и др.

На Восточной площади мощность промышленного пласта в связи с уменьшением мощности слоев D и E (на карьере Вийвиконна) несколько ниже, чем на Центральной площади.

Характер изменений строения промышленного пласта по простиранию в пределах всего Эстонского месторождения показан на рис. 16.

КАЧЕСТВО СЛАНЦЕВ

Качество горючих сланцев в пределах Эстонского месторождения, как и по всему Прибалтийскому бассейну, отличается постоянностью. Все слои кукерситов, составляющие промышленный пласт (слои от A до H включительно), удовлетворяют кондициям на энергетическое топливо и химическое сырье. Исключением являются выделяемые на некоторых участках прослои кукерситов A_1 и F_2, имеющие теплоту сгорания ниже 2000 *ккал/кг*. Слой F_2, а также H некондиционны по выходу смолы.

Наиболее ценны слои A, B и E, отчасти C, с наивысшей теплотой сгорания и максимальным содержанием смолы.

В табл. 15, 16, 17 приведены данные технических и элементарных анализов сланцев, а также компонентный состав золы по керну скважин (Саломон и др., 1956).

Для сравнения в табл. 18 и 19 показаны результаты определения теплоты сгорания и выхода смолы по пластово-дифференциальным пробам из шахт Центральной площади.

Механические свойства кукерситов приведены в табл. 19, из которой видно, что горючие сланцы — слои B и C — представляют однородную массу с близкими показателями прочности при сжатии в двух направлениях — перпендикулярно слоистости и параллельно ей. Только в слое E сланцы имеют в два раза большую прочность по нормали к слоистости, что при добыче сказывается в большем выходе мелочи. В общей массе кукерситы отличаются значительной прочностью благодаря цементации карбонатами.

Характер изменения качества горючих сланцев на различных участках месторождения можно заметить из сравнения данных, приведенных в табл. 18, 19, 20, 21 и на рис. 17.

Так, содержание минеральной части (A^c+CO_2) в среднем по промышленной пачке в целом (слои A—H) на несколько процентов ниже в центральной части месторождения и выше в западной и восточной. Соответственно теплота сгорания (на сухое вещество) и выход смолы сланцев Центральной площади несколько выше, чем на других участках (см. табл. 15).

О качестве товарного сланца по шахтам комбината «Эстонсланец» можно судить по данным 1963 г. В среднем по всем шахтам и карьеру Вийвиконна сланец I класса (размеры кусков 125 *мм*) показал теплоту сгорания 4200 *ккал/кг*; II класса (25—125 *мм*) — 3400 *ккал/кг*; III класса (<25 *мм*) — 3250 *ккал/кг*; рядовой сланец — 2400—2900 *ккал/кг*.

До настоящего времени не все слои промышленного пласта отрабатываются полностью при шахтной и карьерной добыче. Так, при отработке лавами слои A_1, F_2 и частично E остаются неизвлеченными. Часть сланца различных слоев остается в отбитой породе в тех случаях, когда по контакту с известняком кукерсит не отделяется от последнего при добыче. Камерная система отработки, позволяющая вынимать весь промышленный пласт от A до F_2, пока дает менее 10% добычи по комбинату «Эстонсланец», а при отработке карьерами слои A и A_1 вообще не извлекаются из недр.

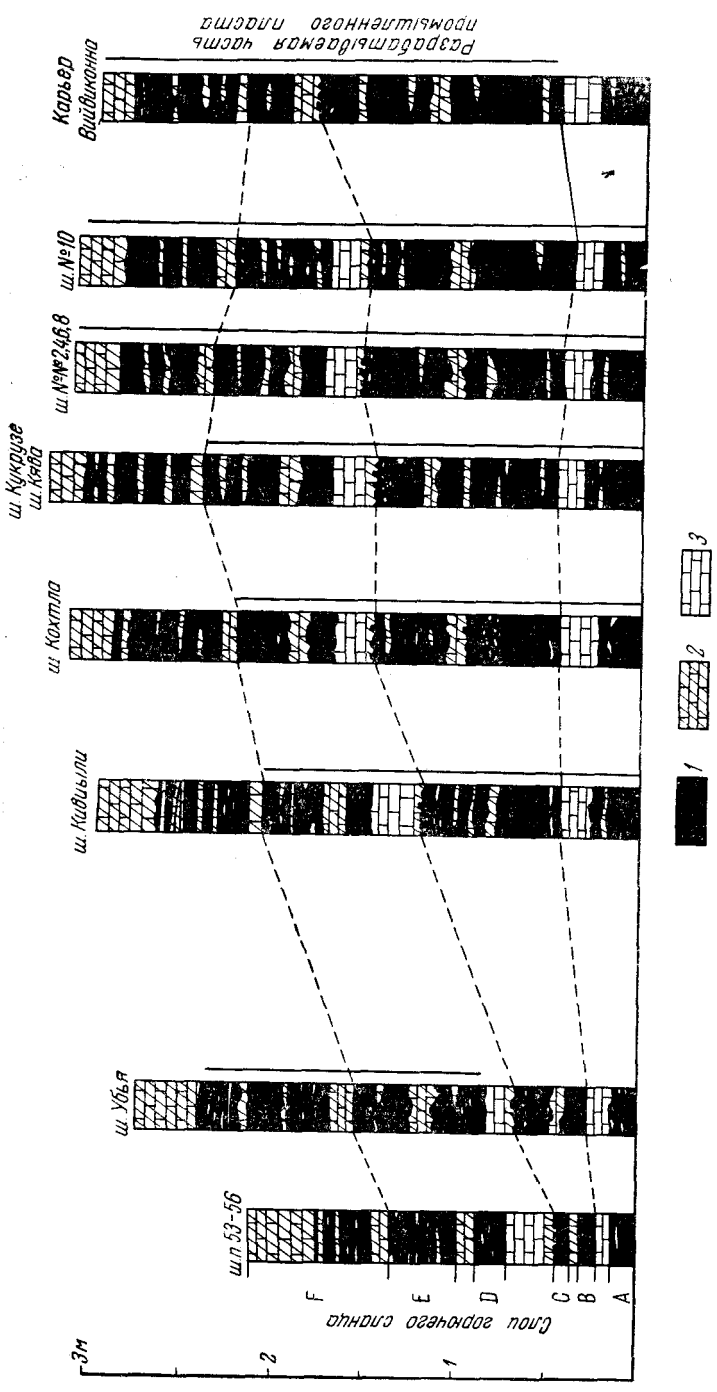


Рис. 16. Строение промышленного пласта на Эстонском месторождении (по С. С. Баукову)
1 — горючий сланец — кукерсит; *2* — известняк с включениями кукерсита; *3* — известняк

Таблица 15

Данные технического анализа горючих сланцев Западной (1), Центральной (2) и Восточной (3) площадей Эстонского месторождения в %

Индекс сланцевого слоя	Площади бассейна	$W^л$	A^c	CO_2^c	$S^c_{общ}$	$Q^c_б$, *ккал/кг*	V^c
A	1	1,0—1,4	51—53	22—24	1,4—1,5	2200—2700	27—33
	2	3,5—3,8	51	14	1,7—1,8	2800—3100	37—41
	3	1,66	46,67	13,14	1,38	3596	37—77
B	1	1,7—2,0	38—41	16—17	1,6—1,9	3800—4200	44—47
	2	2,7—3,3	47	49	2,4	4200—4600	51—55
	3	1,58	38,74	12,79	1,65	4379	40,39
C	1	1,2—1,6	50—51	21—24	1,1—1,5	1800—2500	24—28
	2	2,3—3,2	45—48	20—23	1,5—1,8	2400—2700	36—39
	3	1,37	48,79	20,15	1,43	2845	34,01
D	1	1,3—1,5	54—55	16—18	0,9—1,1	2400—2600	27—31
	2	3,2	51—55	16—20	1,5	2500—3300	28
	3	1,11	54,91	21,37	0,82	2144	28,89
E	1	1,2—1,3	44—47	18—20	2,9—3,1	2900—3200	32—39
	2	3,9	32—42	11—19	1,7—1,9	2800—4200	45
	3	1,12	45,47	21,41	1,60	2921	28,89
F	1	1,1—1,5	51—52	23—24	1,0—1,2	2200—2400	27—29
	2	1,5—2,4	47—53	19—25	1,3—1,5	2400—2500	31
	3	1,20	52,25	21,52	0,84	2341	21,25
G	1	0,7—1,4	41—42	19	1,0—1,2	3600	39
	2	2,4—2,7	42	17—19	1,4—1,5	4200—4300	40
	3	1,06	44,41	18,85	1,28	3238	33,78
H	1	0,7—1,4	50—53	23—24	0,9—1,0	2400	27
	2	2,1—2,7	40—41	16—18	1,3	3700—3800	45
	3	0,89	51,53	25,20	1,48	2255	33,49
Промышленная пачка в целом	1	1,1—1,7	49—50	20—21	1,6—1,8	2500—2900	31—33
	2	2,4—3,0	46—47	17—19	1,6—1,7	3300—3700	38—42
	3	1,27	48,15	19,79	1,18	2884	30,69

Наряду с техническими причинами оставление в недрах названных слоев объяснялось и тем, что при таком способе отработки сланцев разубоживание добытой горной массы наименьшее. Между тем при внимательном изучении качественной характеристики как отдельных слоев кукерсита, так и разделяющих их слоев известняков можно заметить, что вся промышленная пачка, от слоя А до слоя F_2, включая прослои известняков, должна отрабатываться полностью.

Энергетические свойства добытой горной массы будут находиться в пределах кондиций (имеется в виду ее смешение в топочных установках Прибалтийской ГРЭС).

Анализ огромного количества проб позволяет с полной уверенностью сделать вывод о том, что теплотворная способность (средневзвешенная) всей горной массы промышленного пласта в пределах

Таблица 16

Элементарный состав органической массы горючих сланцев Центральной площади Эстонского месторождения в %

Индекс сланцевого слоя	C°	H°	(N+O+S)°	Индекс сланцевого слоя	C°	H°	(N+O+S)°
A	74—75	9,5	15	E	75	9,7—9,9	14—15
B	74	9,3—9,4	15—16	F	74	9,6—9,8	15—16
C	74—75	9,4—9,6	14—15	G	75—76	9,7	13—15
D	74	9,5—9,7	15—16	H	76—77	9,8—9,9	14—15

Таблица 17

Химический состав золы горючих сланцев Западной (1) и Восточной (2) площадей Эстонского месторождения в %

Индекс сланцевого слоя	Площади бассейна	SiO_2	$Al_2O_3+TiO_2$	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3
A	1	35,87	8,22	5,89	37,36	4,14	4,80
	2	32,34	8,23	4,03	41,79	4,99	4,73
B	1	29,01	8,23	6,15	39,77	1,58	9,36
	2	27,77	6,53	8,93	39,89	2,21	12,58
C	1	30,40	8,41	3,71	48,10	3,26	4,77
	2	12,97	2,73	4,56	62,97	9,93	3,63
D	1	35,60	8,67	5,58	34,19	7,55	3,88
	2	27,64	11,13	4,19	35,12	16,66	2,87
E	1	18,17	4,81	4,62	60,64	2,90	7,0
	2	10,42	2,38	3,50	74,44	3,01	4,92
F	1	26,23	7,18	4,18	48,57	5,04	2,91
	2	19,79	5,71	3,00	61,95	4,66	2,49
G	1	23,65	5,35	3,61	59,01	2,53	3,46
	2	19,58	5,06	3,11	63,53	3,05	3,62
H	1	23,03	5,36	4,41	56,33	1,72	4,36
	2	21,93	6,35	2,75	60,41	1,62	4,02

Таблица 18

Теплота сгорания горючих сланцев по слоям промышленного пласта Эстонского месторождения по данным ОТК шахт (средние значения в ккал/кг на сухой сланец)

Индексы слоев горючих сланцев	Шахты								
	Кохтла	№ 4	№ 6	Кява II	Кукрузе	№ 2	№ 8	№ 10	Вийвикюла
A	3976	3708	3830	3988	4150	4090	4079	3890	2891
B	4106	3446	3826	4012	4020	3916	4042	3776	4134
C	2373	2612	2775	2978	2904	2716	2557	2982	—
D	2517	2581	2652	3119	2841	2730	2681	2170	3599
E	3904	3617	3995	3659	3876	3820	3400	3265	2183
Средневзвешенные по A—E	3510	3337	3430	3599	3526	3440	3440	3339	3677

Таблица 19

Выход смолы из горючих сланцев по слоям промышленного пласта Эстонского месторождения по данным ОТК шахт (средние значения в % на сухой сланец)

Индекс слоев горючих сланцев	Шахты								
	Кохтла	№ 4	№ 6	Кява II	Кукрузе	№ 2	№ 8	№ 10	Вийвикюла
A	28,2	27,2	28,2	29,0	30,5	29,5	28,9	28,3	21,1
B	30	27,2	28,2	29,7	32,8	28,1	28,4	27,2	30,1
C	18,1	19,7	20,2	21,4	21,1	19,5	19,0	21,1	25,4
D	18,6	18,9	19,4	22,6	22,1	19,6	19,0	18,5	26,5
E	26,6	26,8	26,5	26,4	27,1	27,6	24,3	23,8	16,1
Средневзвешенные по A—E	25,2	24,8	25,2	26,2	26,7	24,8	24,8	24,1	26,9

Таблица 20

Результаты испытаний механической прочности горючих сланцев Эстонского месторождения

Слои горючего сланца	Предел прочности при сжатии, *кг/см²*	
	перпендикулярно наслоению	параллельно наслоению
E	319—330	172—184
D	198—210	—
C	252—260	216—219
B	360—372	274—240

всего Эстонского месторождения, за исключением самой южной его части, будет находиться в пределах кондиций.

Энергетические свойства отдельных слоев кукерситов и известняков, входящих в состав промышленной пачки, следующие:

Таблица 21

Результаты полукоксования горючих сланцев Западной (1), Центральной (2) и Восточной (3) площадей Эстонского месторождения в %

Индекс сланцевого слоя	Площади бассейна	Влага	Смола	Полукокс	Газ+потери
A	1	0,9—1,3	19—25	69—76	4,6—5,4
	2	1,6—2,4	25—30	66,71	5,4—6,2
	3	1,54	25,80	66,67	5,98
B	1	1,7—1,9	29—32	58—62	7,5—8,3
	2	2,1—2,6	34—39	53—57	7,3—8,1
	3	1,98	32,45	56,90	8,16
C	1	0,8—1,1	19—24	72—78	3,7—4,4
	2	1,1—1,9	20—25	71—77	4,8—5,8
	3	1,27	20,98	72,69	4,83
D	1	1,3—1,4	19—24	71—76	4,4—4,8
	2	1,4—2,0	17—22	74—76	4,9—5,5
	3	0,93	16,12	77,36	7,98
E	1	1,3—1,6	24—29	67—73	5,8—6,4
	2	1,4—1,9	25—32	67—72	5,8—6,5
	3	1,41	22—49	71,00	8,92
F	1	0,9—1,0	18—20	74—78	4,7—5,1
	2	1,3—1,7	13—18,5	75—79	4,5—4,8
	3	1,19	17,61	77,36	4,02
G	1	1,5—1,7	27—29	64—67	5,5—5,9
	2	1,7—2,5	24—29	67—71	5,9—7,0
	3	0,61	14,63	21,72	3,69
H	1	0,9—1,1	18—20	75—78	4,0—4,4
	2	1,8—1,9	22—25	70—72	3,9—5,1
	3	0,95	7,01	89,68	2,36
Промышленная пачка в целом	1	1,0—1,4	19—24	69—76	4,4—5,0
	2	1,3—1,9	18—25	71—77	4,5—5,5
	3	1,37	21,89	71,11	6,16

Слой A — горючий сланец мощностью от 0,06 до 0,19 *м*, в среднем 0,11 *м*, теплота сгорания от 2275 до 5469 *ккал/кг*, в среднем 3506 *ккал/кг*, объемный вес в среднем равен 1,86.

Слой A—A — известняк сапропелитовый, мощность 0,03—0,07 *м*, в среднем по месторождению 0,05 *м* (иногда отсутствует), средняя теплотворная способность 700 *ккал/кг*, средний объемный вес 2,20.

Слой A_1 — горючий сланец, мощность 0,06—0,16 *м*, в среднем 0,09 *м*, теплота сгорания 1478—3272 *ккал/кг*, средняя 1998 *ккал/кг*, средний объемный вес 1,90.

Слой A_1—B — известняк сапропелевый («синяя плита»), средняя мощность 0,13 *м*, средняя теплота сгорания 400 *ккал/кг*, средний объемный вес 2,40.

Слой B — горючий сланец мощностью от 0,1 до 0,68 *м*, средняя мощность 0,34 *м*, теплота сгорания 3661—5109 *ккал/кг*, средняя 4388 *ккал/кг*, объемный вес в среднем 1,60.

Слой B—C — известняк сапропелевый («кулак») мощностью 0,1 *м*, теплота сгорания 670 *ккал/кг*, средний объемный вес 2,33.

Слой C — горючий сланец мощностью от 0,17 до 0,52 *м*, в среднем 0,35 *м*, теплота сгорания 1437—4180 *ккал/кг*, средняя 2815 *ккал/кг*, средний объемный вес 1,70 *м*.

Слой C — D — известняк без примеси органического вещества («двойная плита»), мощность 0,22—0,25 *м*, в среднем 0,23 *м*, объемный вес 2,56.

Слой D — горючий сланец, мощность 0,07—0,17 *м*, в среднем 0,12 *м*, теплота

сгорания от 1766 до 3042 *ккал/кг*, средняя 2457 *ккал/кг*, средний объемный вес 1,82.

Слой D — E — известняк сапропелевый («розовая плита»), мощность 0,12 *м*, теплота сгорания в среднем 670 *ккал/кг*, средний объемный вес 2,24.

Слой E — горючий сланец с включениями известняка до 10—15% от объема слоя, мощность 0,43—0,54 *м*, в среднем 0,53 *м*, теплота сгорания 2677—4028 *ккал/кг*, в среднем 3159 *ккал/кг*, объемный вес 1,70.

Слой E—1 — известняк с незначительной примесью органического вещества («чертова кожа»), мощность 0,05 *м*, теплота сгорания 200 *ккал/кг*, средний объемный вес 2,15.

Слой 1 — горючий сланец с линзами и конкрециями известняка до 15—20% от объема слоя, мощность 0,26—0,60 *м*, средняя 0,43 *м*, теплота сгорания от 1750 до 3886 *ккал/кг*, средняя 2401 *ккал/кг*, средний объемный вес 1,82.

Слой 2 аналогичен слою 1, только содержание конкреций известняка еще выше (до 50% от объема слоя), мощность 0,14—0,36 *м*, средняя 0,21, теплота сгорания 1063—3625 *ккал/кг*, средняя 1360 *ккал/кг*, средний объемный вес 1,87.

В пределах разведанной площади Эстонского месторождения (Западная, Центральная и Восточная площади) выявлены следующие общие закономерности изменения мощности, состава и качества пород, слагающих промышленную пачку.

1. Общая карбонатность разреза уменьшается в направлении с запада на восток и составляет у западной границы месторождения (шахтные поля 53—56) 68,3%, а у восточной на шахтных полях 47—52 51,8%.

2. Содержание MgO и сульфидной серы повышается с запада на восток (MgO от 1,9 до 3,5%, а S от 4,3 до 5,5%).

3. Содержание CaO и теплота сгорания горной массы находятся в обратной зависимости: горная масса с теплотой сгорания, равной 1500 *ккал/кг*, содержится в золе CaO 67%. С повышением теплоты сгорания на каждые 100 *ккал/кг* содержание CaO в золе снижается на 1,4%.

Как показывает схема изменения мощности и качества промышленного пласта (включая известняка), составленная М. П. Астафьевым и Л. А. Астафьевой (см. рис. 22), Эстонское месторождение может быть разделено на три площади: Западную — до древней Кундаской долины с мощностью промышленного пласта 2,0—2,5 *м*; Центральную — между древними долинами Кундаской и Пуртсеской с мощностью промышленного пласта 2,5—3 *м*; Восточную — от Пуртсеской долины до р. Нарвы с мощностью промышленного пласта от 2,5 до 3,0 *м*, на отдельных участках мощность пласта от 3,0 до 3,5 *м*.

По месторождению в целом преобладающая величина теплоты сгорания промышленного пласта 2000—2500 *ккал/кг*. Заметное снижение теплоты сгорания горной массы можно ожидать лишь на крайнем западе и юге месторождения (площади с запасами категории C_2), где теплота сгорания снижается до 1700—2000 *ккал/кг*.

В настоящее время горючие сланцы Эстонского месторождения используются в основном как топливо на Прибалтийской ГРЭС и других более мелких местных электростанциях, а также на цементных заводах Эстонской ССР. В 1963 г. для выработки 5,3 млрд. *квт-ч* электроэнергии было использовано 6,7 млн. *т* сланца, т. е. почти 50% от валовой добычи. В том же году из 4 млн. *т* сланца (30% от добытого сланца) было выработано 450 млн. $м^3$ бытового газа и 478 тыс. *т* сланцевой смолы.

В современных больших котельных установках на электростанциях сланец сжигается в пылевидном состоянии, для чего используется мелкокусковой материал (<25 *мм*), который перед подачей в топки предварительно размалывается и высушивается. При термической переработке используется кусковой сланец размером 25—125 *мм*. При низкотемпературной перегонке без доступа воздуха (до 500—600° С) и

отвода образующихся паров смолы из сланца извлекается до 75% органического вещества главным образом в виде жидких продуктов и небольшого количества низкокалорийного горючего газа. Быстрое нагревание сланца без доступа воздуха до 1000° С значительно увеличивает выход газа и снижает выход смолы.

Полная газификация сланца, происходящая при нагреве до 1000° С и выше и при ограниченном доступе воздуха, позволяет извлекать всю органическую массу в виде газа (700 $м^3$ на 1 *т* сланца) и смолы (150 $кг^3$ на 1 *т* сланца), но получаемые продукты ниже по качеству, чем при низкотемпературном способе перегонки без доступа воздуха.

Производство жидких сланцевых продуктов методом полукоксования осуществляется в тоннельных печах, вращающихся ретортах и главным образом в сланцевых газогенераторах. Переработка сланца на высококалорийный газ происходит в непрерывно действующих камерных печах, скомпанованных в батареи.

Как уже указывалось, основные продукты переработки сланцев Эстонского месторождения смола и газ. Из сланцевой смолы получают топочный мазут, бензин и керосин для автомобильных двигателей, фенолы, используемые для консервирования древесины, а также для производства пластмасс, лаковых смол и пр. Обесфеноленная средняя фракция смолы идет в промышленность для шпалопропитки и производства формалина.

Сланцевый газ используется для бытовых нужд и как энергетическое топливо в коммунальных предприятиях. Высокое содержание в сланцевом газе непредельных углеводородов позволяет рассматривать его и как ценное сырье для производства этилового спирта, аммиака, хлороформа и др. При очистке газа получают серу и гипосульфит.

Подсмольные воды, получаемые при полукоксовании сланца, карбоновые кислоты, фенолы, уксусная кислота и другие ценные продукты бытовой химии также занимают важное место в народном хозяйстве.

Минеральная часть сланцев (зола) находит применение как материал для известкования почв и в производстве строительных материалов и крупнопанельных строительных деталей, минеральной ваты и др. Однако наибольший промышленный эффект возможен при одновременном и полном использовании органической и неорганической составных частей сланца. В этом направлении ведутся исследования и опыты, например, по получению портланд-цементного клинкера путем сжигания в топках электростанций необогащенной горной массы валовой выемки промышленного пласта, а также по получению сланцешлакового цемента при сжигании частично обогащенной горной массы.

Интересные данные о химическом составе неорганической части горючих сланцев и известняков промышленной пачки Эстонского месторождения содержатся в работе Х. Т. Раудсеппа и др. (1954) по шахтам Центрального участка: Убья, Кивиыли и Кохтла по пластовым пробам (табл. 22).

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Гидрогеологический разрез всего осадочного комплекса на территории Эстонского месторождения изучен достаточно полно (см. рис. 17).

Наиболее глубоко (150—220 *м*) залегает водоносный горизонт гдовских песчаников нижнего кембрия. На нем базируется водоснабжение всех крупных промышленных и горных предприятий. Кровлей его служат глины котлинского горизонта, а почвой — глинистые коры выветривания пород кристаллического фундамента. Мощность горизонта 15—40 *м*, воды пресные, хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальцие-

Таблица 22

Название шахты	Компонентный состав горной массы, %					Химический состав терригенного материала, %				Силикатный модуль $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Химический состав карбонатного компонента, %		
	органическое вещество	карбонаты	терригенный материал	аутигенные образования		SiO_2	$TiO_2+Al_2O_3$	Fe_2O_3	K_2O+Na_2O		CaO	MgO	CO_2
				FeS_2	SO_3								
Убья	33,4	44,6	17,0	2,92	0,05	68,3	19,5	3,5	8,8	3,0	53,6	2,1	44,3
Кивиыли	36,1	42,2	19,2	2,39	0,07	68,0	19,3	4,2	8,3	2,9	54,0	2,2	43,8
Кохтла	40,5	34,9	21,6	2,94	0,08	68,0	21,2	3,6	7,2	3,2	51,8	3,3	44,9

вые, высоконапорные. Дебит эксплуатационных скважин до 10—15 *л/сек.*

Следующим (вверх по разрезу) является водоносный горизонт ломоносовских (надляминаритовых) песчаников, отделенный от предыдущего толщей ляминаритовых глин. Этот горизонт, залегая на глубине 100—180 *м*, также является предметом интенсивной эксплуатации, что обусловливает в ряде мест значительное снижение его статического уровня.

Водоносный горизонт в толще песков и песчаников среднекембрийского и нижнеордовикского возраста имеет в кровле водоупорные слои диктионемовых сланцев и в почве — мощную толщу синих глин. Развитый повсеместно (так же, как и нижележащие горизонты) он залегает на небольшой глубине от поверхности — порядка 15—30 *м*. В связи с этим напорность вод невелика. По химическому составу воды данного горизонта гидрокарбонатно-хлоридные натриево-магниевые, пресные, умеренно жесткие, используются для промышленного и хозяйственного водоснабжения.

Вышележащий водоносный комплекс карбонатной толщи ордовика, выходящий на поверхность, имеет в подошве постоянные водоупорные слои диктионемового сланца и местные водоупоры в кровле (четвертичные валунные и ленточные глины, мергели и глины наровского горизонта среднего кембрия). Воды обладают слабым напором или безнапорные, по химическому составу гидрокарбонатные кальциево-магниевые, умеренно жесткие. Дебит колеблется в значительных пределах — от долей литра до 3 *л/сек.* По типу циркуляции вод данный горизонт трещинно-пластовый в отличие от пластово-трещинно-поровых нижележащих водоносных горизонтов.

Рассматриваемый водоносный комплекс состоит из ряда водоносных подгоризонтов и слоев, созданных неоднородностью (большей или меньшей глинистостью) карбонатных пород.

Самый верхний, сложно построенный водоносный комплекс четвертичного покрова используется только для питьевого водоснабжения небольших населенных пунктов.

В той или иной степени все водоносные горизонты и слои сообщаются между собой в зонах глубоких дочетвертичных долин и с помощью системы открытых, закарстованных, частью закалматированных тектонических и пластовых трещин, а также трещин, связанных с зоной поверхностного выветривания ордовикских известняков.

Развитие карста наблюдается в ряде мест. В частности, на шахтном поле 15—16 Центральной площади имеется карстовая воронка, поглощающая ручей с расходом 70 $м^3/час$. У шахты Кивиыли р. Эрра с расходом 50 $м^3/час$ также исчезает в карстовой воронке.

Интенсивная трещиноватость известняков ордовика, в особенности в зонах тектонических нарушений, создает в периоды весеннего снеготаяния и осенних дождей водопроводящие тракты, по которым атмосферные воды проникают в шахтные выработки и карьеры. Коэффициент фильтрации в толще ордовикских известняков, лежащих выше промышленной пачки, в среднем около 16,8 *м/сутки.*

В режиме подземных вод на Центральной площади месторождения необходимо отметить следующие особенности.

Направление потока подземных вод, в общем, соответствует рельефу поверхности земли. Во все стороны к границам Центральной площади от шахтного поля 17—20 уровень подземных вод снижается весьма заметно (от абсолютной отметки 70 до 58 *м* на севере, 66 *м* на юге и до 52 *м* на востоке). На Восточной площади подземный поток продолжает снижаться и у р. Нарвы падает до абсолютной отметки 22 *м*. На Западной площади уровень подземных вод снижается до 48 *м* абсолютной высоты.

Статический уровень подземных вод нарушается локальными депрессиями, вызванными откачкой вод из шахт и карьеров.

Основная область питания водоносного комплекса ордовикских известняков находится к юго-западу от Центральной площади в области Пандивереской возвышенности, где абсолютные отметки поверхности известнякового плато выше.

На всех площадях Эстонского месторождения заметна резкая разница в режиме подземных вод в северной прилегающей к глинту зоне (поля многих действующих шахт и карьеров), где верхние водоносные горизонты хорошо дренируются.

Различные площади Эстонского месторождения неравноценны по степени водообильности. Прежде всего об этом можно судить по многолетним данным откачек шахтных вод. На рис. 18 видно, что даже в пределах одного Северного участка Центральной площади, где сосредоточен ряд шахт, среднегодовой коэффициент водообильности, выраженный в количестве откаченной воды в $м^3/т$ добытого сланца, резко изменяется. Так, на шахте Кукрузе он минимальный — около 3—4, а на шахтах № 2 и Кява II максимальный — 20—70. Об этом же можно судить и по графику количества откачиваемой воды на 1000 $м^2$ выработанного пространства на различных шахтных полях (рис. 19).

На Западной площади в связи с тем, что гипсометрически промышленный пласт лежит на 10—15 *м* ниже, чем на Центральной площади, обводненность двух действующих шахт (Убья и Кивиыли) значительна, несмотря на то, что они расположены близко от выхода продуктивного горизонта и от глинта. Так, по шахте Убья среднегодовой приток воды колеблется от 530 до 780 $м^3/час$, а по шахте Кивиыли он достигает 3140—4400 $м^3/час$.

Величина водообильности шахт находится в тесной зависимости от сезонных климатических факторов. В зимние и жаркие летние месяцы, когда уровень подземных вод занимает наиболее низкое положение и инфильтрации атмосферных осадков по системе трещин в толще ордовикских известняков не происходит, притоки шахтных вод минимальные (100—1500 $м^3/час$). С началом снеготаяния и в осенние дождливые периоды притоки возрастают во много раз (900—9500 $м^3/час$). Эта

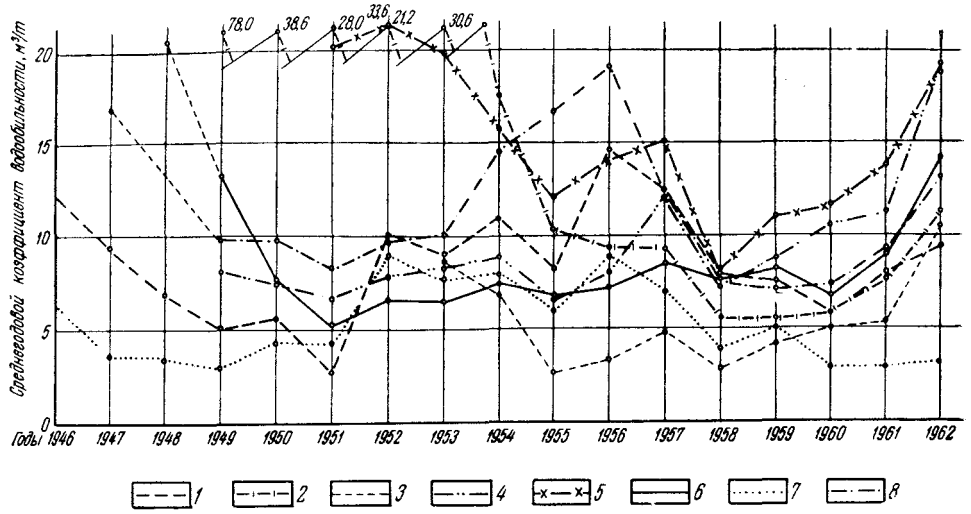


Рис. 18. Водообильность шахт треста «Эстонсланец» за 1946—1962 гг. (по М. С. Газизову)

1 — шахта Кява II; *2* — шахта № 2; *3* — шахта № 4; *4* — шахта № 6; *5* — шахта № 8; *6* — шахта № 10; *7* — шахта Кукрузе; *8* — карьер Вийвиконна

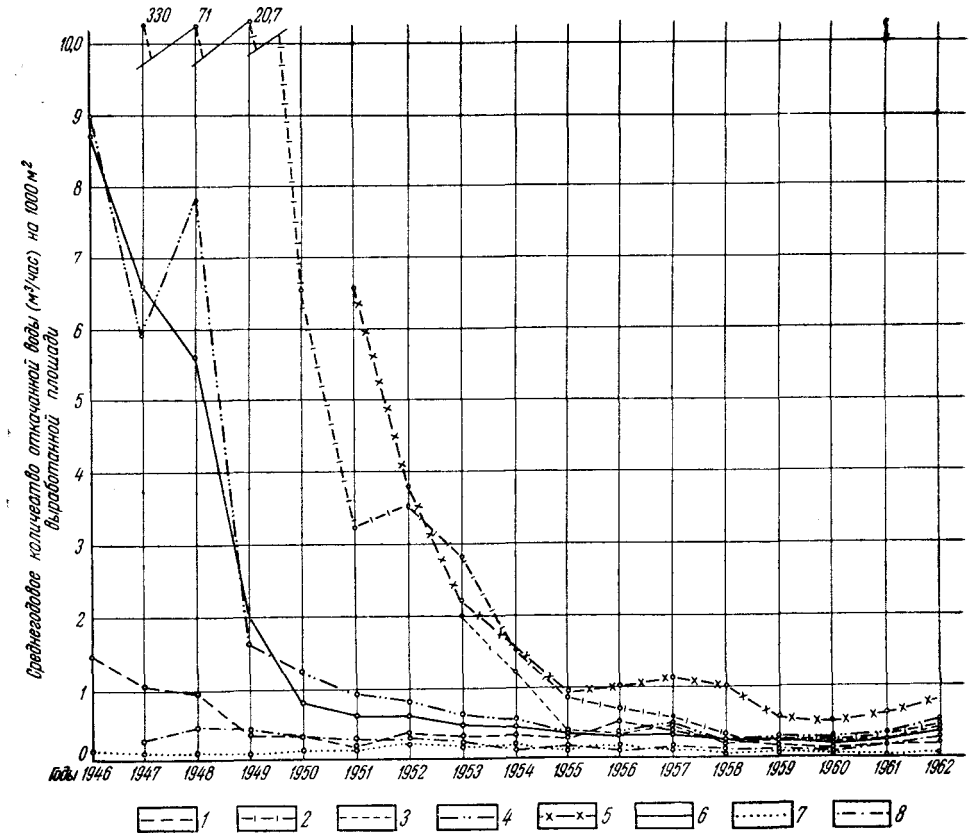


Рис. 19. Удельный приток воды в шахты треста «Эстонсланец» за 1946—1962 гг. (по М. С. Газизову)

1 — шахта Кява II; *2* — шахта № 2; *3* — шахта № 4; *4* — шахта № 6; *5* — шахта № 8; *6* — шахта № 10; *7* — шахта Кукрузе; *8* — карьер Вийвиконна

зависимость наглядно отражена на графике общего ежемесячного притока вод по шахтам комбината «Эстонсланец» и «Ленинградсланец». Здесь четко наблюдается и другая закономерность: чем меньше глубина шахт, тем ярче проявляется сезонная неравномерность притока шахтных вод. При глубине шахт (на Ленинградском месторождении) свыше 70 *м* сезонные изменения в притоке подземных вод не проявляются (рис. 20).

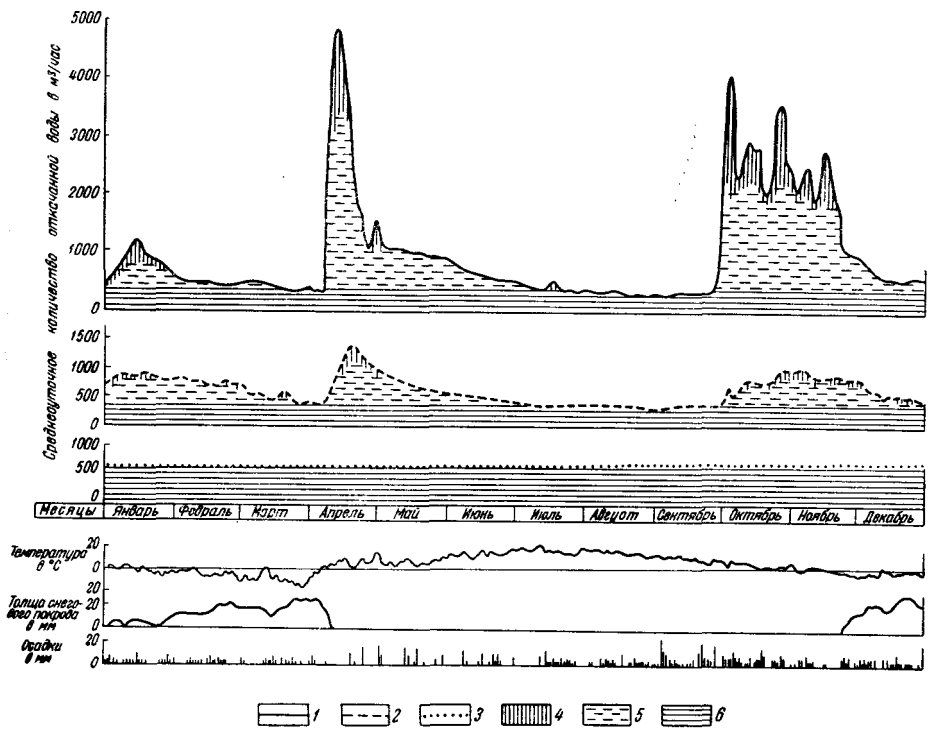


Рис. 20. Притоки шахтных вод на сланцевых шахтах Прибалтийского сланцевого бассейна (по данным наблюдений М. С. Газизова)

1—3 — среднее количество откаченной воды на одну шахту: *1* — глубиной до 30 *м*, *2* — глубиной 40—50 *м*, *3* — глубже 70 *м*; *4* — притоки шахтных вод за счет инфильтрации и инфлюации вод поверхностного стока; *5* — притоки шахтных вод за счет периодического стока подземных вод; *6* — притоки шахтных вод за счет постоянного стока подземных вод

Резкое возрастание притока подземных вод в шахтные выработки происходит при вскрытии крупных закарстованных трещин северо-восточного простирания. Так, в шахте № 10 на Центральной площади приток возрос на 400 $м^3/час$ при проведении штреков через Ахтмескую тектоническую зону (система небольших сбросов).

На карьере Вийвиконна в пределах Восточной площади месторождения притоки воды колеблются от 100 $м^3/час$ зимой до 1300 $м^3/час$ в период весеннего снеготаяния и до 1000 $м^3/час$ во время осенних дождей. Однако длительность весеннего и осеннего периодов максимального притока вод невелика — по 6—10 дней. Среднегодовой приток на 1000 $м^2$ выработанного пространства около 0,4 $м^3/час$. В результате длительных откачек вокруг карьера образовалась большая депрессионная воронка с радиусом более 2 *км*.

Горнотехнические условия различных частей Эстонского месторождения следующие.

Вся Западная площадь может считаться перспективной, так как максимальная глубина залегания промышленного пласта не более 40—50 *м* (на самых южных участках). Значительная часть площади (на севере) характеризуется малой глубиной залегания промышленного пласта — от 5 до 30 *м* — и может отрабатываться открытым способом — карьерами. Предполагается, что притоки вод на шахтах Западной площади не будут превышать 500 *м*³/*час*. Только на южных участках потребуется проходка шахтных стволов с применением специальных методов борьбы с подземными водами.

Участок шахтных полей 39—42 на правом берегу р. Кунды сильно нарушен тектоническими трещинами-сбросами и древним дочетвертичным размывом. Здесь во многих местах проявляется карст.

На Центральной площади наиболее легкие условия разработки на шахтах Кукрузе и Кява II, расположенных вблизи от выходов кукерского горизонта. В южной половине площади глубина залегания промышленного пласта доходит до 50—60 *м*, что позволяет предполагать здесь наличие тех же горнотехнических условий, что и на действующих шахтах Ленинградского (Гдовского) месторождения.

На Восточной площади по условиям залегания промышленного пласта (глубина от 3 до 30 *м*) могут быть широко развернуты открытые работы. В юго-западной части площади разработкам будет препятствовать система озер.

К востоку от карьера Вийвиконна на участках строящихся карьеров № 1 и 2 много тектонических нарушений-сбросов с развитием карстовых явлений.

Вся поисковая (Южная) площадь отличается значительной глубиной залегания промышленного пласта (50—100 *м*) и большой заболоченностью. Гидрогеологические и горнотехнические условия ее почти не изучены.

В южной части Центрального и Восточного участков, а также на всей Поисковой площади Эстонского месторождения при разработке шахт потребуются те же осушительные мероприятия, что и на шахтных полях Ленинградского месторождения.

ЗАПАСЫ

Данные о разведанных и утвержденных ГКЗ запасах чистых горючих сланцев Эстонского месторождения по состоянию на 1 января 1964 г. были приведены в табл. 14 и в более развернутом виде представлены ниже, в табл. 23.

Ниже приведены результаты произведенного в 1964 г. пересчета запасов по промышленному пласту в целом, включая в горную массу как собственно горючие сланцы, так и разделяющие их слои известняков, в той или иной мере содержащих примесь сапропелевого органического вещества (максимально до 10%).

Обработка материалов геологоразведочных работ и шахтной службы позволила в 1964 г. произвести математический анализ запасов и качества горной массы промышленного пласта (включая прослои известняков) на площадях с утвержденными ВКЗ запасами горючих сланцев категорий $A+B+C_1+C_2$ (см. рис. 17). Кроме того, были подсчитаны запасы по второму сланценосному пласту хумалаского подгоризонта $O_2^{кк}$ на перспективной площади к югу от разведанной площади Эстонского месторождения.

Промышленный пласт ($A—F_2$) имеет выдержанную мощность на всей разведанной площади месторождения.

Наибольшая частота встречаемости различных мощностей по скважинам следующая:

мощность промышленного пласта от 2 до 2,5 *м* — в 20% скважин,
„ „ „ от 2,5 до 3,0 *м* — в 57% „
„ „ „ от 3,0 до 3,5 *м* — в 10% „

Таблица 23

Запасы горючих сланцев по Эстонскому месторождению на 1 января 1964 г. (в тыс. т) и обеспеченность предприятий с учетом проектных мощностей и проектных потерь

Наименование шахт, карьеров и участков	Проектная мощность предприятий, тыс. *т*	Добыча за 1963 г., тыс. *т*	Балансовые запасы		Забалансовые	Обеспеченность запасами категорий $A+B+C_1$ в годах
			$A+B+C_1$	C_2		
Карьер Вийвиконн . .	600	1 014	16 098	—	2 216	14
Карьер № 1	4 200	794	212 370		1 279	50
Шахта Кукрузе . . .	700	1 149	8 052		489	4
Шахта Кява II . . .	750	1 509	14 888			7
Шахта № 2	600	1 284	21 124		1 232	10
Шахта № 4	600	1 141	28 934		1 910	12
Шахта № 6	600	1 143	44 313		4 062	25
Шахта № 8	600	1 163	54 775		3 409	34
Шахта № 10	1 000	1 538	80 405		1 647	37
Шахта Кохтла	460	823	13 817		4 643	9
Шахта Кивйыли . . .	1 650	1 463	59 235		16 978	24
Всего по 11 действующим предприятиям	11 760	13 021	572 035		37 865	
Карьер № 2	4 000	Строится	110 230		6 314	
Шахта № 7	1 200	Строится	78 468			
Всего по двум строящимся предприятиям	5 200		188 698		6 314	
Резервные участки (шахтные поля 21—26, 27—28, 29—31, 33—38, 39—42, 43—46, 47—52) .	—	—	1 264 196		517 220	
Прочие участки (шахтные поля 17—20, 32, 53—56, 57—60, 61—62; шахта Убья; участок шахтного поля 47—52 в зоне затопления р. Нарвой; участок Ульясте; участок Пюсси; участок Кохтла-Сапожек; поисковый участок к юго-западу от г. Йыхви)	—	—	1 502 285		150 200	
Площадь поисков к югу и юго-западу от разведанных участков . . .	—	—	—	5 120 675	1 550 592	
Итого по Эстонскому месторождению .	—	13 021	3 527 214	5 120 675	2 262 191	

Запасы по промышленному пласту (A—F_2) на горную массу (включая прослои известняков) по категориям A+B+C_1 составляют 6—7 млрд. *т*, из них 58,2% залегают до глубины вскрыши 30 *м*. Запасы промышленного пласта по изомощностям на площади запасов категорий A+B+C_1 распределяются следующим образом:

Изомощность, *м*		Изомощность, *м*	
0,0—0,7	0,1%	2,0—2,5	13,7%
0,7—1,0	0,2%	2,5—3,0	69,4%
1,0—1,5	0,5%	3,0—3,5	14,3%
1,5—2,0	1,8%		

Запасы промышленного пласта по изокалорийностям (на сухое топливо) на площади категорий A+B+C_1 приурочиваются к следующим параметрам:

Изокалорийность, *ккал/кг*		Изокалорийность, *ккал/кг*	
1000—1500	1,2%	2500—3000	11,5%
1500—1700	4,0%	3000—3500	3,4%
1700—2000	24,3%	3500—4000	0,1%
2000—2500	55,5%		

Таким образом, преобладающая мощность промышленного пласта 2,5—3,0 *м* с теплотой сгорания горной массы 2000—2500 *ккал/кг*. Запасы промышленного пласта на площади, разведанной по категории C_2, составляют 6,2 млрд. *т* и распределяются по изомощностям и изокалорийностям следующим образом:

Изомощность, *м*	
1,5—2,0	1,1%
2,0—2,5	28,8%
2,5—3,0	63,8%
3,0—3,5	6,3%

Изокалорийность, *ккал/кг*	
1000—1500	5,9%
1500—1700	26,7%
1700—2000	46,0%
2000—2500	21,4%

На перспективной площади, расположенной к юго-западу от разведанной части месторождения, возможные запасы предварительно оцениваются в количестве 3 млрд. *т* (средняя мощность 2 *м*, теплота сгорания 1500—2000 *ккал/кг* на сухое вещество).

Разработка Эстонского сланцевого месторождения ведется в настоящее время восемью шахтами, двумя карьерами и одним сланцедобывающим предприятием, имеющим участки открытой и подземной добычи. В строительстве находятся шахта № 7 и карьер № 2. Намечены к строительству с 1965 г. шахта № 9 и карьер № 3.

Опыт показывает, что добычу сланца в условиях Эстонского сланцевого месторождения (также и в условиях Ленинградского месторождения) более рентабельно вести шахтами и карьерами большой мощности. Поэтому некоторые действующие шахты, где это позволяют запасы, реконструируются, а новые шахты и карьеры строятся большей производственной мощности. Если до 1960 г. производительность действующих ныне шахт была от 0,5 до 0,9 млн. *т* товарного сланца в год, то сейчас на большинстве этих шахт добывается 1—1,5 млн. *т* сланца в год. Проектные мощности шахты № 7 1,2 млн. *т*, шахты № 9 5 млн. *т*, карьера № 2 4 млн. *т* и карьера № 3 4,2 млн. *т*. Проектная производственная мощность карьера № 3 ограничена запасами.

Добыча сланца открытым способом ведется на участках с мощностью вскрыши от нескольких до 25 *м*. Разработка месторождения шахтами производится на глубине 15—45 *м*. Глубина строящейся шахты № 7 45 *м* и проектная глубина шахты № 9 65 *м*.

ЛЕНИНГРАДСКОЕ (ГДОВСКОЕ) МЕСТОРОЖДЕНИЕ

ОБЩИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Ленинградское (Гдовское) месторождение горючих сланцев расположено на границе двух областей — Ленинградской и Псковской и зани-

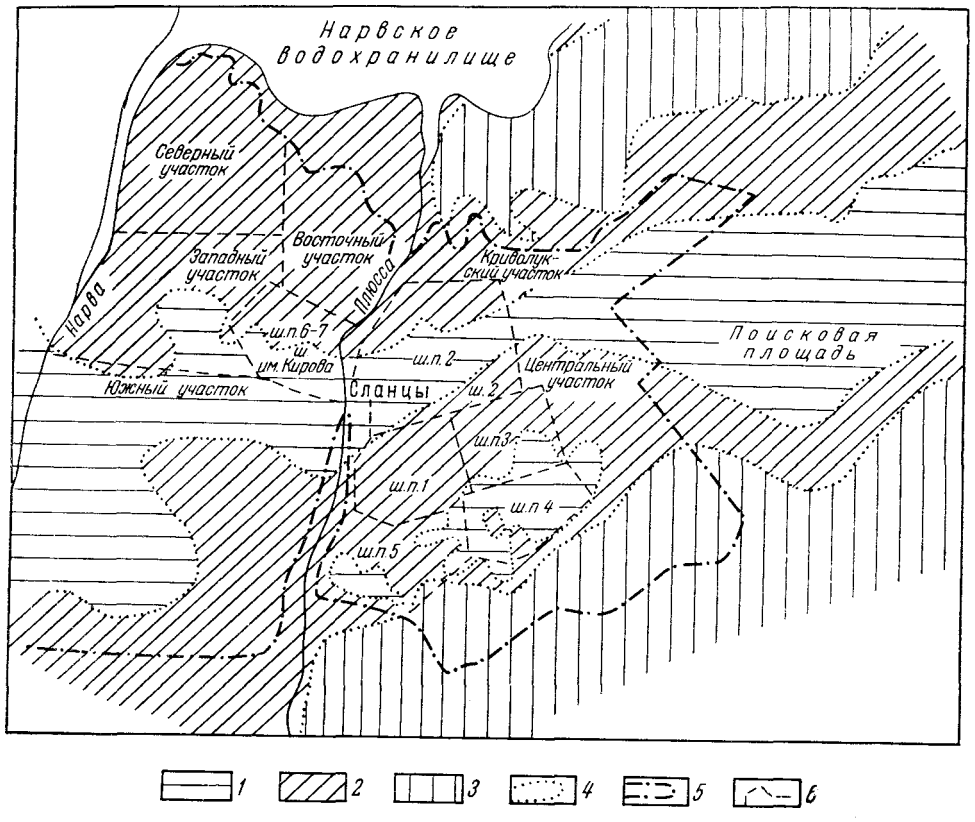


Рис. 21. Схема расположения участков Гдовского месторождения

1 — верхний отдел ордовика — доломиты везенбергского и набалакского горизонтов (O_{3+nb}); *2* — средний девон — наровский горизонт (D_2); *3* — средний девон — лужский горизонт (D_2); *4* — геологические границы; *5* — границы разведанной площади; *6* — границы шахтных полей

мает площадь около 4 тыс. *км*^{2} в пределах изомощности суммарного пласта горючего сланца промышленной пачки 0,5 *м*.

Месторождение разделено р. Плюссой на две неравные части — Левобережье и Правобережье. Площадь Левобережья (разведанная), равная 500 *км*^{2}, располагается между реками Плюссой и Нарвой и носит еще название Междуреченской. Площадь Правобережья превышает 5000 *км*^{2}, но разведана только одна десятая ее часть (323 *км*^{2}), и поисками покрыто 920 *км*^{2}.

В правобережье р. Плюссы расположено пять шахтных полей (с 1-го по 5-е включительно) и четыре участка — Криволукский, Центральный, Поисковая площадь и Лужско-Волосовская площадь (рис. 21).

На левобережье р. Плюссы находятся два шахтных поля (6—7 и шахта им. С. М. Кирова) и четыре участка: Северный, Восточный, Западный и Южный.

Границы Ленинградского месторождения установлены только с северной и восточной сторон. Северная граница проходит от р. Нарвы по Нарвскому водохранилищу до р. Луги, восточная — по рекам Луге и Сабе до Сяб-озера.

Западная и южная границы месторождения условные, так как на запад промышленная сланценосность продолжается в пределах Эстонского месторождения, и граница проведена по берегу Чудского озера и р. Нарвы, а южная граница проводится по изогипсе 150 *м* подошвы промышленного пласта горючих сланцев.

Месторождение располагается в пределах слегка наклоненного к северу плато на двух водоразделах: первый — между Чудским озером и реками Нарвой и Плюссой; второй — между реками Плюссой, Лугой и Сабой.

Абсолютные отметки современной поверхности площади месторождения от 25 до 50 *м* в северной половине и от 40 до 80 *м* — в южной. Отдельные возвышенности с высотными отметками, достигающими 90—100 *м*, разделяются верховыми болотами. Наиболее заболочена северная часть месторождения, где известно три крупных низинных болота.

В районе месторождения много рек и озер.

Характерной особенностью рельефа является так называемый Везенбергский уступ, к югу от него расположено Гдовское плато, севернее — заболоченная равнина.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

Месторождение открыто в 1927 г., когда поисковыми скважинами в районе р. Плюссы были вскрыты известняки, содержащие слои горючих сланцев. В 1930 г. здесь, по указанию С. М. Кирова, началось строительство опытного рудника, и первая шахта, эксплуатация которой началась в 1934 г., носит его имя. В 1934 г. приступили к строительству шахт № 1 и 2. Шахта № 2 вступила в эксплуатацию в 1939 г., а в шахте № 1 до Великой Отечественной войны проводились только подготовительные выработки. Во время войны район месторождения был оккупирован, шахты затоплены, поверхностные сооружения разрушены.

Эксплуатация месторождения возобновилась в 1947 г. В настоящее время добыча сланцев производится на четырех шахтах (№ 1, 2, 3 и им. С. М. Кирова), подготовлены шахтные поля 4 и 5. Сланцы перерабатываются на бытовой газ и в небольшом количестве для различных химических продуктов на газосланцевом заводе, расположенном в пос. Рудничном; на зольных отходах работают два завода — кирпичный и бетонный.

Центр горнодобывающей промышленности — г. Сланцы — расположен в западной части месторождения. Здесь сконцентрированы и все шахты — шахты № 1, 2, 3 и им. С. М. Кирова, шахтные поля 4 и 5, шахтное поле 6—7 (б. участки — левобережье р. Плюссы и Гостицкий).

Геологоразведочные работы на месторождении разделяются на два этапа: довоенный (1927—1938 гг.) и послевоенный — с 1951 г. до настоящего времени. В течение первого этапа производились поисковое бурение и детальная разведка трех шахтных полей — им. С. М. Кирова и шахт № 1 и 2. В этот период выполнялись поисковые работы на так называемом Поисковом участке и Лужско-Волосовской площади.

Запасы горючих сланцев, разведанные в довоенный период, оформлены протоколом ЦКЗ в 1939 г. и утверждены по левобережью р. Плюссы и шахтным полям рудников № 1 и 2 по категориям A_2+B, а по «остальной площади» — по категории C_1. В «остальную площадь» включалась площадь, расположенная восточнее шахт № 1 и 2.

Площадь Левобережья была представлена шахтным полем рудника им. С. М. Кирова, Заплюсским и Гостицким участками.

В послевоенный период геологоразведочные работы начались в 1951 г. разведкой шахтных полей 4 и 5 (правобережье р. Плюссы) и поисково-разведочными работами на Междуреченской площади (левобережье р. Плюссы). В 1953 г., кроме Междуреченской площади, разведочными работами были охвачены шахтные поля 1, 2 и 3, а в 1956 г. — примыкающие к ним участки правобережья р. Плюссы, входящие в состав «остальной площади». В настоящее время вновь производится доразведка Центрального участка на правобережье р. Плюссы.

Разведка участков, расположенных на левобережье р. Плюссы (Междуреченская площадь) и на Центральном участке правобережья, завершена в 1964 г. Она имела целью перевод запасов из категории C_1 в категории $A+B$. На Междуреченской площади подготавливается топливная база для второй Прибалтийской ГРЭС.

В результате геологоразведочных работ, выполненных после 1951 г., вся площадь, вошедшая в подсчет запасов 1939 г., заново переоценена, за исключением Гостицкого участка, в пределах которого значатся запасы сланца по категориям $A+B$ в количестве 35,5 тыс. *т*.

Одновременно с разведочными работами на месторождении проводились специальные гидрогеологические исследования.

Первая схема водоносности района была разработана П. А. Шильниковым и Александровым (1930), а первая сводная работа о гидрогеологических условиях месторождения была написана М. А. Гатальским (1938 г.). В 1938 г. Н. Ф. Погребов и В. М. Левыкин в сводном отчете по разведке Гдовского месторождения подвели итог всех работ по гидрогеологическим условиям района месторождения и шахтной гидрогеологии.

В послевоенный период гидрогеологические работы входили в комплекс разведки, а специальные исследования для усовершенствования методов борьбы с шахтными водами начаты в 1959 г. Н. Г. Паукером (1962ф).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения среднего девона, ордовика и кембрия. Отложения девона отсутствуют только в районе так называемого Везенбергского эрозионного уступа (глинта), сложенного карбонатными породами везенбергского и невского горизонтов.

Везенбергский уступ протягивается почти через все месторождение и делит площадь распространения девонских пород на два поля — северное и южное. В пределах северного поля девонские отложения залегают с резким эрозионным несогласием на породах среднего ордовика; в пределах южного поля это несогласие выражено слабее.

Везенбергский уступ (глинт) в западной части месторождения возвышается над окружающей местностью на 5 *м* и, постепенно снижаясь, на востоке почти не выделяется в рельефе.

Осадочная толща кембрийских, ордовикских и девонских пород покоится на породах кристаллического фундамента. Глубина залегания их 360 *м*.

Кембрийская система представлена двумя отделами: нижним, включающим (снизу вверх) гдовский, ляминаритовый, надляминаритовый горизонты, горизонты «синих глин» и эофитоновый, и средним, представленным только одним ижорским (фукоидным) горизонтом.

На территории месторождения породы ордовика выходят под четвертичные отложения только в пределах так называемого Везенбергского уступа.

В разрезе кембрийских отложений принимают участие преимущественно глины, и только в основании и верхней части его присутствуют песчаники и пески (гдовский, надляминаритовый, эофитоновый и ижорский горизонты).

Горизонт ляминаритовых глин мощностью около 185 *м* отделяется от «синих глин», характеризующихся мощностью порядка 70 *м*, надляминаритовыми песчаниками средней мощностью 31 *м*. Общая мощность эофитоновых и ижорских песчаных отложений около 30 *м*.

Ордовикская система представлена нижним, средним и частично верхним отделами общей мощностью 100—110 *м*.

Нижний отдел выражен пакерортским (оболовый песчаник), мяэкюльским, волховским и кундским горизонтами. Пакерортский и мяэкюльский горизонты сложены песчаниками суммарной мощностью 3—8 *м*, а волховский и кундский — глинистыми известняками.

Средний отдел ордовика представлен таллинским (б. эхиносферитовые слои), кукерским, итферским, шундоровским и иевским горизонтами, сложенными преимущественно известняками суммарной мощностью выше 80 *м*.

Верхний отдел ордовика состоит из доломитов везенбергского и набалаского горизонтов (ликгольмские и боркгольмские слои) мощностью соответственно 10—15 и 30—35 *м*.

Отложения среднего девона, представленные в пределах месторождения двумя горизонтами живетского яруса — нарвским и лужским (тартуским), залегают на размытой поверхности ордовика (от набалаского до таллинского горизонта). Наиболее сильный размыв пород ордовика наблюдается на северном склоне Везенбергского уступа (глинта), представляющем собой погребенный берег девонского моря. Южный склон уступа пологий; эрозионный размыв девонских пород небольшой. Нарвский горизонт, начинаясь слоем базального конгломерата, состоит из мергелей и глинистых доломитов с прослоями песчаников мощностью 25—30 *м*. Лужский (тартуский) горизонт распространен в юго-восточной части месторождения, захватывая частично поле шахт № 1 и 3, и в районе Нарвского водохранилища. Этот горизонт сложен песками и песчаниками. Мощность его на площади месторождения от 1,5 до 15 *м*, южнее 45 *м*.

На всей площади месторождения коренные породы прикрыты четвертичными отложениями. Мощность их, за исключением северо-восточной части месторождения и вдоль восточного и южного берегов оз. Самро, не превышает 6 *м*.

Четвертичные отложения представлены валунными глинами и суглинками, озерно-ледниковыми песками, ленточными глинами и супесями. Новейшие отложения представлены торфом, аллювиальными и озерными песками, суглинками и глинами.

Породы ордовика в той или иной мере глинистые. Наибольшее количество (по суммарной мощности) мергелистых прослоев приходится на низы кукерского горизонта, шундоровский, иевский и кундский горизонты, затем на пограничную зону между итферским, кукерским горизонтами и верхи таллинского горизонта. Карбонатные породы ордовика в той или иной мере доломитизированы.

По классификации С. Г. Вишнякова, в иевском, шундоровском, кукерском и верхах таллинского горизонтов преобладают доломитистые (75% $CaCO_3$) известняки, а в везенбергском и нижней половине таллинского и кундского горизонтов — доломиты известковистые (25—50% $CaCO_3$). По заключению Д. М. Телух, доломитизация известняков вторичная, при этом отмечается, что процесс перехода органогенно-обломочного известняка в кристаллический сопровождался увеличением общей пористости пород в связи с выщелачиванием и замещением кальция магнием. Доломитизация происходила вследствие карстового процесса.

Участки повышенной доломитизации пород совпадают с зонами наибольшей кавернозности и трещиноватости.

Наименьшей доломитизацией отличаются известняки шундоровского горизонта, наибольшей — везенбергского. Сильно доломитизирована также большая часть известняков таллинского горизонта. Среди карбонатных пород нижнего ордовика встречаются пластообразные тела доломитизированных известняков и гнезда известковистых доломитов. Отдельные доломитовые прослои содержатся в верхней части кукерского горизонта.

В вертикальном разрезе доломитизация затухает с глубиной.

В пределах месторождения сланценосность проявляется в кукерском, итферском и иевском горизонтах, но промышленная сланценосность наблюдается только в кукерском горизонте. Кукерский горизонт включает до 15 прослоев и слоев горючих сланцев, из которых в промышленный пласт входят четыре прослоя, залегающих в нижней части горизонта.

Самый нижний маломощный (0,05 *м*) прослой сланцев залегает на границе кукерского и таллинского горизонтов; над ним на расстоянии 4—4,5 *м* прослеживается второй маломощный прослой. Выше, на расстоянии 1,0—1,25 *м*, находится промышленный пласт горючих сланцев (промышленная пачка), состоящий из четырех сближенных слоев, известных в литературе под номерами I, II, III, IV (сверху вниз). Прослои горючего сланца, залегающие выше промышленного пласта, характеризуются мощностью от 0,05 до 0,40 *м*; самый верхний из них, по кровле которого проходит граница между кукерским и итферским горизонтами, имеет мощность от 0,50 до 0,80 *м*, но этот слой обогащен включениями известняков.

Итферский и иевский горизонты соответственно включают 8—9 и 5—6 прослоев известково-глинистых горючих сланцев мощностью от 0,05—0,25 *м*.

Карбонатные породы ордовика и промышленная пачка разбиты двумя системами трещин северо-восточного (40—50°) и северо-западного простираний. Трещины северо-восточного направления обычно вертикальные и располагаются группами в виде тектонических зон, расстояние между которыми колеблется от 50 до 150 *м*. Ширина каждой зоны 30—40 *м*. Такие зоны прослеживаются на расстоянии свыше 6 *км*.

Как показали наблюдения в шахтах, к трещинам северо-восточного направления приурочено большое количество карстовых полостей, которые в плане имеют четкообразную форму. В вертикальном разрезе расширение карстовых полостей наблюдается на границе с водонепроницаемыми или слабопроницаемыми породами. В частности, в кровле промышленной пачки горючих сланцев имеются крупные карстовые полости. Различие в литологическом составе пород и периоды временной стабилизации базиса эрозии при их формировании обусловили поэтажное развитие карстовых процессов.

На месторождении прослеживаются три горизонта закарстованности: самый нижний (III этаж) связан с таллинским и частично кундским и волховским горизонтами, средний (II этаж) расположен выше промышленной пачки в кукерских известняках и верхний (I этаж) — в везенбергском горизонте. Расстояния от промышленной пачки составляют: нижний горизонт 12—23 *м* и 27—33 *м*, средний 4—6 *м* (иногда 13—17 *м*) и верхний 48—57 *м*.

По данным М. А. Гатальского (1948), средняя величина общей закарстованности всей толщи ордовикских карбонатных пород составляет 2%, для известняков кровли промышленной пачки 3%.

Проявление карста в промышленной пачке превосходит общую закарстованность пород в 5—6 раз.

Процессы карстообразования имеют длительную историю развития и разделяются на древние и современные. По мнению Н. Г. Паукера (1962ф), развитие карстообразования началось в эрийскую фазу каледонской складчатости на границе силура и девона — с момента образования трещин растяжения северо-восточного направления (первый цикл). Второй цикл карстообразования относится к последевонскому времени, третий цикл — ко времени, предшествующему четвертичной эпохе (по предположению Н. Г. Паукера, к неогену), когда началось возникновение новых речных долин (древних долин), к числу которых относится Лужско-Нарвская депрессия, выполненная четвертичными отложениями. Между древними долинами, где располагался древний водораздел, под четвертичными отложениями фиксируются карстовые воронки, впадины и долины. Последний цикл карстообразования (современный карст) относится к послеледниковому времени.

Наиболее сильно процессы карстообразования проявляются в горизонтах известняков, расположенных выше кукерских слоев, и в промышленной пачке горючих сланцев.

Карстовые полости имеют различную форму и размеры. Обычно эти полости протягиваются отдельными цепочками преимущественно северо-восточного направления.

Развитие карста в горючих сланцах сопровождается нарушениями в их залегании и замещении горючих сланцев глинами. Древние карстовые полости в известняках ордовика большей частью от нескольких сантиметров до 1,5 *м* и более, по вертикали до 11,5 *м*.

Чаще встречаются карстовые полости или каверны, выполненные привнесенными извне рыхлыми образованиями и карстовым «элювием».

Наиболее интенсивно заполнялись вторичными образованиями верхние части карстовых полостей, более глубокие горизонты закольматированы меньше, особенно в зонах горизонтальной циркуляции.

В промышленном пласте горючих сланцев привнесенного материала мало; преобладают продукты разложения (остаточная глина, щебенка).

На месторождении также развиты трещины — жилы, которые заполнены кварцевым песком, сцементированным кальцитом и сульфидами.

Современный карст развит значительно слабее, чем древний, и в большинстве случаев карстовые каналы связаны с карстовыми пустотами больших глубин.

Современные карстовые процессы больше всего развиты на ордовикском плато. Близ г. Сланцы карстовые воронки неглубокие — до 5 *м* (обычно 1—2 *м*), диаметр их до 50 *м*.

В поле шахты им. С. М. Кирова вдоль ручья развита система карстовых воронок. Карстовые воды разрабатывают пути движения к местному базису эрозии — р. Плюссе, по берегам которой много

нисходящих карстовых источников, приуроченных к везенбергским карбонатным породам. Этот карстовый процесс образует новые формы, но многие современные карстовые тракты являются восстановленными трактами древнего карста.

Н. Г. Паукер считает, что участки доломитизации в карбонатных породах ордовика являются древними карстовыми зонами, где процессы коррозии и изменения минерального состава первичных известняков проявлялись особенно активно. Кривая общей закарстованности огибает «пики» кривой содержания доломита.

Трещины северо-западного направления проходят под прямым углом к северо-восточным, азимут простирания 310—320°. Они располагаются параллельными рядами через 12—75 *м* (в среднем 30 *м*) одна от другой и прослеживаются на расстоянии до 7 *км*, но чаще «затухают» через 100—500 *м*. Ширина этих трещин за редким исключением не превышает 1 *см*, а на глубине они становятся совсем сомкнутыми. В отличие от северо-восточных трещины северо-западного направления более прямолинейные.

Кроме региональной трещиноватости, процессы тектогенеза проявляются в виде волнистости пластов ордовика, проявляющейся на фоне общего пологого моноклинального залегания пород, наклоненных на юго-восток по азимуту 150° под углом 14—17′.

В шахтах волнистость слоев прослеживается в виде прогибов (мульд) в основании промышленной пачки. Ориентировка прогибов различная, чаще северо-восточная; протяженность — десятки и сотни метров, относительная «глубина» по оси мульды 0,7—1,5 *м*. Прогибы часто сопровождаются вертикальными смещениями (сбросами) с амплитудой 0,3—0,5 *м*.

В некоторых местах сбросы не связаны с пликативной дислокацией и приурочены к тектоническим зонам; в этих случаях амплитуда их достигает 20 *м*.

Вертикальные смещения промышленной пачки имеют место также в закарстованных зонах.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Строение промышленной пачки (промышленного пласта) горючих сланцев по отдельным участкам отображено в табл. 24.

В целом по месторождению (по всем участкам) общая мощность промышленной пачки колеблется от 1,43 до 3,25 *м*, а суммарная мощность чистого сланца — от 0,76 до 2,08 *м*.

У южной границы месторождения происходит фациальное замещение горючих сланцев известняками, и промышленный пласт имеет уже нерабочую мощность (менее 0,7 *м*).

Промышленная пачка представляет собой переслаивание четырех слоев горючих сланцев с известняками. Кроме трех основных прослоев известняка, разделяющих слои горючего сланца («плита», «кулак» и так называемый «разделяющий» известняк), в строении I и IV слоев горючего сланца принимают участие прослои известняка, расщепляющие эти слои сланца на два прослоя. Так, например, IV слой сланца состоит из двух прослоев — нижнего глинистого сланца и верхнего мергелистого сланца. Во II и особенно в I слоях горючих сланцев содержатся также включения известняка (конкреции).

В почве промышленной пачки залегает плотный глинистый известняк, в кровле — желтовато-серый глинистый известняк, обогащенный органическим веществом (ложная кровля).

Таблица 24

Мощность промышленной пачки Ленинградского (Гдовского) месторождения (в м)

Строение промышленного пласта (сверху вниз)	Западный участок		Криволукский участок		Центральный участок	Поисковая площадь
	от—до	среднее	от—до	среднее	от—до	от—до
Ложная кровля	0,18—0,49	0,28	0,10—0,35	0,27	0,12—0,45	0,20—0,53
I слой:						
а) горючий сланец .	0,43—1,10	0,81	0,45—0,90	0,66	0,45—0,85	0,37—0,75
б) известняк	0,02—0,12	0,05	0,03—0,11	0,06	0,02—0,15	0,02—0,09
в) мергелистый или горючий сланец . .	0,01—0,12	0,05	0,04—0,10	0,06	0,01—0,10	0,02—0,06
Известняк (плита) .	0,14—0,46	0,25	0,19—0,32	0,25	0,15—0,40	0,23—0,33
II слой	0,20—0,50	0,34	0,10—0,40	0,30	0,15—0,45	0,10—0,35
Кулак	0,02—0,25	0,16	0,0—0,20	0,11	0,03—0,22	0,04—0,17
III слой	0,15—0,45	0,30	0,10—0,40	0,28	0,10—0,45	0,09—0,25
Разделяющий известняк	0,06—0,40	0,16	0,09—0,23	0,17	0,06—0,28	0,09—0,29
IV слой						
а) мергелистый сланец	0,03—0,15	0,08	0,03—0,10	0,07	0,02—0,12	0,03—0,08
б) известняк	0,01—0,08	0,03	0,00—0,05	0,04	0,01—0,04	0,01—0,04
в) горючий сланец . .	0,05—0,20	0,09	0,03—0,12	0,09	0,05—0,12	0,04—0,10
Общая мощность промышленного пласта (с ложной кровлей)	1,47—3,25	2,60	1,78—2,85	2,36	—	—
Суммарная мощность чистого сланца	1,01—2,08	1,67	1,07—1,99	1,46	—	—
Глубина залегания .	27—67 *м*		30—60 *м*		46—157 *м*	51—172 *м*

Строение промышленной пачки Ленинградского месторождения имеет большое сходство со строением промышленного пласта Эстонского месторождения. Различие заключается в изменении мощности слоев горючего сланца, которое на Ленинградском месторождении в 1,5—2 раза меньше, чем на Эстонском (рис. 22).

Глубина залегания промышленной пачки от 30 до 200—250 *м*. В пределах шахтных полей глубина залегания промышленной пачки меняется от 40 *м* (шахта им. С. М. Кирова) до 120 *м* (поле шахты № 3). Наиболее близко к поверхности промышленная пачка залегает на Северном участке Левобережья. На этом участке средняя мощность вскрытия 22,6 *м*, общая мощность промышленной пачки 2,2 *м* (от 1,93 до 2,85 *м*), из них суммарная мощность горючих сланцев 1,28 *м* (от 0,70 до 2,24 *м*). Мощность прослоев известняков в промышленной пачке 0,1—0,26 *м*.

Глубина залегания подошвы нижнего (IV) слоя горючих сланцев от 10,2 до 33,8 *м*.

Северный участок разведывался для организации открытой добычи сланцев.

Глубина залегания кровли промышленной пачки на шахтных полях 1, 2, 3 составляет соответственно 9, 81 и 104 *м*; на шахтном поле шахты им. С. М. Кирова 70 *м*.

Промышленная пачка Ленинградского месторождения соответствует пласту A — F Эстонского месторождения.

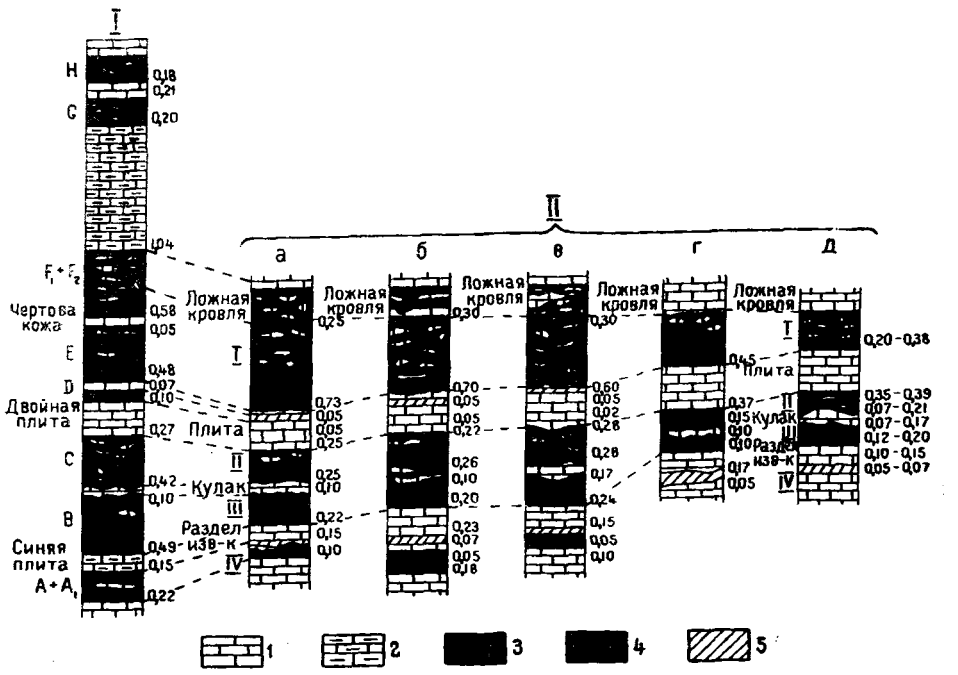


Рис. 22. Строение промышленного пласта горючих сланцев кукерского горизонта (по А. П. Саломону, 1960 г.)

1 — известняк; *2* — известняк глинистый; *3* — горючий сланец; *4* — конкреции известняка в горючем сланце; *5* — известково-глинистый сланец.

I — Эстонское месторождение (47—52 участки разведки);

II — Гдовское месторождение: *а* — шахтное поле 4—5 и Междуречье; *б* — шахтное поле шахты им. Кирова и шахтное поле 3; *в* — шахтное поле 1—2; *г* — Лужско-Волосовское месторождение; *д* — Веймарнское месторождение

На Эстонском месторождении слои E соответствуют I слою Ленинградского месторождения, слои C — II слою, слой B — III слою и слой A — IV слою.

Второй пласт Эстонского месторождения (слои G—H на Ленинградском месторождении) не имеет самостоятельного индекса, так как представляет собой тонкие прослои, расположенные в кровле промышленной пачки.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛАНЦЕВ

Горючие сланцы Прибалтийского бассейна, в том числе и Ленинградского месторождения, — известковисто-мергелистая порода, часто переполненная битой ракушкой, значительно обогащенная органическим веществом (керогеном), представляющим собой остатки водорослей.

По данным А. К. Корольской, горючий сланец имеет известковый каркас, внутри которого размещаются комочки водорослей с примесью

Таблица 25

Результаты определений удельного и объемного веса горючих сланцев Ленинградского месторождения

Наименование слоев горючего сланца	Западный участок	Криволукский участок	Поисковая площадь
Удельный вес			
I	1,68—2,95* / 1,96	1,71—2,22	1,69—2,55
II	1,49—2,28* / 1,70	1,68—2,01	1,70—2,31
III	1,44—1,97* / 1,58	1,48—1,66	1,47—2,06
IV:			
а) мергелистый сланец	Не опр.		2,61
б) горючий сланец	1,65—2,84* / 1,78	1,70—1,95	1,84—1,89
Объемный вес			
I	1,18—1,97* / 1,57	1,24—2,09	1,54—2,25
II	1,47—1,86* / 1,64	1,14—1,61	1,37—2,07
III	1,20—1,49* / 1,36	1,12—1,16	1,31—1,34
IV	1,57—1,70		

* В знаменателе приведены средние значения.

Элементарный состав горючих

Индекс слоя	Углерод (C^r)			Водо	
	Западный участок (1)	Центральный участок (2)	Поисковая площадь	Западный участок	
I	66,1—81,5* / 76,0	71,1—81,6	65,3—75,7	10,1—11,0* / 10,5	
II	76,8—90,7* / 80,4	63,5—81,7	64,4—71,8	9,5- 10,1* / 9,9	
III	78,0—84,3* / 80,3	74,1—85,3	74,6—82,5	9,2—10,5* / 10,1	
IV	70,4—81,2* / 77,5	—	—	9,8—10,5* / 10,1	

* В знаменателе приведены средние значения.

терригенного материала. Содержание керогена колеблется от 20 до 60%, карбоната — от 20 до 60% и терригенного материала — от 15 до 50% (Бауков, 1955). Спектральный анализ золы горючих сланцев показывает присутствие в ней титана — 0,3—1,0%, никеля, кобальта, хрома, ванадия, меди, свинца, цинка и галлия (0,003—0,01%), молибдена — 0.0003%, циркония, стронция и бария 0,01—0,1% и редких земель — тысячные доли процента. Карбонатная часть состоит из пелитоморфного кальцита и кальцита скелетных остатков. Средний химический состав карбонатной части: CaO 50—55%, MgO 2—5% и CO_3 40—46%; терригенной части: SiO_2 63—70%; Al_2O_3 15—17%, Fe_2O_3 4—8%, TiO_2 до 1%, K_2O 6—11%, Na_2O 0,5—2,0%. Минеральный состав обломочного (терригенного) материала: легкая фракция — кварц 45—50%; гидрослюда 35—40%; ортоклаз 10—15%; тяжелая фракция состоит из единичных зерен титана, циркона, граната, турмалина, рутила, пирита, галенита, сфалерита, халькопирита. Физические свойства: уд. вес 1,3—1,7, твердость по шкале Мооса 2—3. Легко насыщается водой. Естественная влажность горючих сланцев изменяется от 1,7 (II слой) до 3,9 (I слой).

По данным материалов разведки 1956—1959 гг., удельный вес горючих сланцев на площадях, прилегающих к действующим шахтам, колеблется от 1,44 до 2,95. Наиболее высокий удельный вес имеют мергелистые сланцы I и IV слоев, наиболее легким является горючий сланец III слоя. Такая же закономерность сохраняется и по объемному весу сланцев.

Более подробно колебания объемного и удельного веса сланца характеризуют данные табл. 25.

Элементарный состав горючих сланцев по этим участкам показан в табл. 26.

Элементарный состав горючих сланцев на эксплуатируемых участках характеризуется, по Г. А. Стадникову, данными табл. 27.

Как видно из табл. 27, все слои, за исключением мергелистого сланца I слоя, имеют близкий элементарный состав.

Технические свойства горючих сланцев меняются в значительных пределах; особенно отличаются непостоянством такие показатели, как влага (W^a), зола (A^c), минеральная углекислота ($CO_2{}^a$), летучие (V^c) и теплота сгорания ($Q_б{}^c$). В табл. 28 приводятся сводные дан-

Таблица 26

сланцев (в % на горючую массу)

род (H^r)		Кислород+сера+азот (O+S+N)		
Центральный участок	Поисковая площадь	Западный участок	Центральный участок	Поисковая площадь
10,3—11,3	6,8—10,3	7,9—23,4* / 13,4	6,7—18,5	11,8—24,3
10,1—10,8	7,5—10,3	7,7—13,2* / 10,9	7,7—23,9	12,1—20,6
9,9—10,7	9,3—9,8	5,1—11,9* / 9,5	8,8—16,0	7,6—16,0
9,9—12,0	—	8,2—19,3* / 13,7	6,8—17,3	—

ные технических свойств сланцев по слоям промышленного пласта и по отдельным участкам месторождения. Как видно из таблицы, зольность горючих сланцев промышленного пласта составляет в среднем 48—50%; зольность мергелистых сланцев I и IV пластов еще выше. Содержание углекислоты меняется, но в общем увеличивается в верхней части промышленного пласта. Так, например, среднее содержание CO_2 в I слое колеблется от 17 до 19%, в остальных слоях — от 9,3 до 14,4%. Содержание же летучих в I пласте уменьшается (31%).

Наиболее постепенный показатель качества горючих сланцев — теплотворная способность (теплота сгорания), но в среднем по всему месторождению она выше 2000 *ккал/кг* (принятая кондиция).

Выход продуктов сухой перегонки сланцев (в реторте Фишера) по слоям промышленного пласта и отдельным участкам месторождения показан в табл. 29, 30.

Сравнивая качественную характеристику отдельных слоев горючего сланца, можно сказать, что наиболее высоким качеством обладает III слой горючего сланца, имеющий следующие средние показатели: зольность — около 40%, CO_2 — около 10%, содержание летучих — 47,7%, теплота сгорания 4300—4400 *ккал/кг*.

Несколько худшего качества горючий сланец II слоя, и наиболее низким качеством обладают горючий сланец I слоя и мергелистый сланец IV слоя.

В табл. 31, 32 сопоставляются средние качественные показатели промышленного пласта по отдельным участкам и шахтным полям. Качество горючих сланцев повышается с увеличением размера кусков. Так, например, зольность мелочи (0—6 *мм*) составляет 52,3%, а кусков сланца размером >150 *мм* — 42,2%. Выход смолы соответственно 20 и 25%, теплота сгорания 2066 и 4000 *ккал/кг*. Органическое вещество сланцев часто находится в тонком срастании с карбонатной породой, поэтому механическое обогащение сланцев не дает положительных результатов.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
(по Н. Г. Паукеру)

Ленинградское месторождение по условиям обводненности относится к категории сложных. Оно расположено в пределах краевой части крупного артезианского бассейна (западное крыло Московской синеклизы), содержащего огромные ресурсы подземных вод, приуроченных к закарстованным известнякам ордовика. Сложность гидрогеологических условий на месторождении определяется развитием карстовых процессов на глубинах ниже современного базиса эрозии и наличием больших поверхностных водоемов и водотоков.

Большое количество атмосферных осадков, маломощный покров четвертичных отложений и заболоченность области питания обеспечивают постоянное пополнение подземных вод.

В естественных условиях общий сток подземных вод происходит в сторону Балтийского моря (на северо-запад), но в пределах шахтных полей он уже нарушен, так как естественный режим подземных вод изменен эксплуатацией, и сток происходит к искусственно созданной депрессионной воронке.

В геологическом разрезе месторождения Н. Г. Паукер выделяет восемь водоносных горизонтов: 1) докембрийский, 2) гдовский, 3) надляминаритовый, 4) песчаных отложений кембро-ордовика, 5) ордовикский водоносный комплекс с тремя подгоризонтами, 6) нарвский, 7) лужский и 8) четвертичный.

Таблица 27

Элементарный состав горючей массы сланцев (в %)

Слои	$C^г$	$H^г$	$(O+N+S)^г$
I (верхняя часть	69,27	8,49	22,24
I (нижняя часть)	76,50	9,26	14,24
II	73,82	9,40	16,78
III	74,28	9,13	16,59
IV	76,70	9,11	14,19

Трещинные воды кристаллического фундамента не играют никакой роли в формировании гидрогеологических условий месторождения. Не установлено также влияние вод гдовского и надляминаритового горизонтов на обводненность месторождения. Мало влияния оказывают и пластовые воды кембро-ордовикского горизонта.

Главную роль в обводненности месторождения играют воды ордовикского водоносного комплекса.

Ордовикский водоносный комплекс подразделяется на три подгоризонта: 1) таллинско-кукерский, 2) итферско-кукерский, 3) иевско-везенбергский.

Перечисленные водоносные горизонты изолированы друг от друга местными относительно выдержанными водоупорами.

Во всех подгоризонтах развиты трещинно-пластовые и карстово-пластовые воды, отличающиеся по гидрогеологическим признакам, режиму и химизму.

В то же время вследствие циркуляции вод по вертикальным тектоническим трещинам (по которым развивается карст), пересекающим подгоризонты ордовикского комплекса, происходит некоторое смешение вод различных подгоризонтов.

Практически воды каждого водоносного подгоризонта ордовика по-разному влияют на обводненность горных выработок и имеют различные пьезометрические поверхности.

В пределах ордовикского водоносного горизонта наиболее надежным местным водоупором служит промышленная пачка горючих сланцев, которая отделяет таллинско-кукерский водоносный подгоризонт от итферско-кукерского. Менее надежным водоупором, разделяющим итферско-кукерский подгоризонт от иевско-везенбергского, являются прослоек (0,2 *м*) известковистой глины, залегающей на границе между итферским и шундоровским (губковые слои) горизонтами, и глинистые известняки с пропластками глин и известковисто-глинистых горючих сланцев шундоровского горизонта средней мощностью около 16 *м* (от 11 до 21 *м*).

Таллинско-кукерский подгоризонт не выдержан по мощности и водонепроницаемости, но везде имеет напорные воды. Средняя мощность подгоризонта 25 *м* (19—32 *м*). Воды этого подгоризонта приурочены к доломитизированным известнякам таллинского горизонта и нижним слоям кукерских (ниже промышленные пачки горючих сланцев). Пьезометрические уровни вод этого горизонта находятся выше отметок подошвы промышленной пачки. При бурении подземных скважин из горных выработок наиболее интенсивный излив воды начинается на глубине 7—10 *м*. Это объясняется тем, что не все слои нижней части кукерского горизонта одинаково водоносны. В пределах месторождения известняки кукерского горизонта, как правило, глинистые, плотные, содержат много прослойков известково-глинистых

Результаты технического анализа горючих сланцев по отдельным мест

Название участка	Индекс слоя	W^a, %	A^c, %	V^c, %	$S^c_{общ.}$, %	CO_2 минер., %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
Западный	I	0,08—7,49 / 1,39	35,5—59,3 / 50,07	19,0—70,8 / 31,1	0,75—3,17 / 1,50	9,2—34,5 / 19,6	400—5055 / 2600
	II	0,10—8,66 / 1,67	33,2—59,3 / 48,0	22,1—53,3 / 36,8	0,76—2,55 / 1,70	7,02—22,8 / 13,2	1886—5425 / 3910
	III	0,09—7,66 / 1,60	30,8—61,7 / 40,1	30,1—57,7 / 47,7	0,98—6,43 / 1,83	2,5—24,2 / 10,4	1454—5483 / 4447
	IV	0,10—9,70 / 1,70	43,0—71,0 / 50,2	19,5—52,0 / 38,1	1,0—2,7 / 1,5	7,6—20,0 / 11,1	1148—4082 / 3341
Криволуцкий	I	0,12—1,69 / 0,64	34,7—59,5 / 47,3	Не опр.	Не опр.	8,1—29,0 / 17,2	1475—4985 / 3062
	II	0,17—1,75 / 0,75	35,4—55,8 / 48,2	Не опр.	Не опр.	4,06—19,6 / 14,4	2531—5191 / 3483
	III	0,04—1,54 / 0,70	32,6—60,1 / 42,4	Не опр.	Не опр.	2,0—20,5 / 9,3	2535—5510 / 4318
	IV	0,12—1,00 / 0,56	49,0	Не опр.	Не опр.	9,1—10,3 / 9,7	3553—3648 / 3601
Центральный	I	0,41—6,93	37,6—64,6	9,1—52,7	0,45—2,86	10,5—31,9	712—4594
	II	0,65—8,40	40,0—62,2	22,7—46,2	0,96—2,48	7,8—30,2	910—4184
	III	0,48—6,00	34,8—59,6	30,7—58,3	0,69—3,70	9,0—27,7	1437—4939
	IV	0,76—8,23	35,5—60,4	24,8—44,9	1,00—2,20	4,5—19,3	1630—3770
Поисковая площадь	I	0,16—4,00	37,6—63,2	21,6—50,0	0,83—2,32	10,0—29,5	573—4692
	II	0,26—4,74	46,8—62,0	23,7—59,8	1,12—3,25	5,4—23,4	2011—5215
	III	0,29—3,11	32,7—64,8	23,7—59,8	1,12—3,25	5,4—23,4	2010—5215
	IV	0,53—3,00	54,0—62,5	29,4—34,2	1,17—1,66	9,3—18,1	1602—3131
Шахта им. С. М. Кирова	I	0,43—0,69	44,0—47,6	Не опр.	Не опр.	13,0—19,0	3083—3579
	II	0,60—0,93	46,1—49,9	Не опр.	Не опр.	9,2—14,4	3157—3737
	III	0,60—0,82	35,5—39,1	Не опр.	Не опр.	8,0—20,2	4547—4912
	IV	0,60—0,96	46,7—50,4	Не опр.	Не опр.	8,5—12,2	3191—3779

Примечание. В знаменателе приведены средние значения.

Таблица 28

слоям промышленной пачки и участкам Ленинградского (Гдовского) ождения

сланцев. Поэтому наибольшая водообильность этих известняков, а также и известняков таллинского горизонта приурочена к трещиноватым и закарстованным зонам.

В 1959—1961 гг. при бурении скважин из подземных выработок всех четырех шахт проводились опыты по выяснению связи между водоносными горизонтами и, в частности, проверялось наличие водоупора между водами пакерортского (оболового) подгоризонта и таллинско-кукерского подгоризонтов. Установлено наличие относительной изоляции оболового горизонта от ордовикского водоносного комплекса. При проходке указанных скважин слабонапорные воды встречаются только при вскрытии кавернозных известняков таллинского горизонта, а при вскрытии оболовых песчаников напор и расход воды возрастает в 20—30 раз. Даже при вскрытии пустот в таллинском горизонте на интервале в 2 *м* расход воды составляет 3—4 *м*³/*час*, а после углубления скважин в оболовые пески пакерортского горизонта сразу возрастает до 20—30 *м*³/*час* и на большей глубине достигает 60 *м*³/*час*. Наличие водоупора также подтверждается опытными работами. Н. Г. Паукер в качестве одного из аргументов, подтверждающих выделение водоносного подгоризонта ордовика, приводит результаты наблюдений прорыва воды из водосборника на шахте № 3. Водосборник, углубленный ниже почвы промышленной пачки, не встретил воды до глубины 4,8 *м* и только на этой глубине из трещин разлома и нескольких бурок стала поступать вода. Первоначальный приток составил 4 *м*³/*час*, а через 4 месяца достиг 90 *м*³/*час*. Источником этих вод являлись глубокие закарстованные зоны таллинско-кукерского водоносного подгоризонта. На шахте им. С. М. Кирова в 1941 г. также наблюдались прорывы воды из породы почв промышленной пачки, которые сопровождались взламыванием почвы выработок.

В целом, не считая тектонических и закарстованных зон, этот подгоризонт характеризуется сравнительно небольшой водообильностью. Очаги прорыва воды из почвы выработок после достижения максимума имеют устойчивый дебит.

Удельные дебиты скважин колеблются от сотых и тысячных долей до 5 *м*³/*час*, а в карстовых зонах достигают 15 *м*³/*час*. Коэффициенты фильтрации в среднем 1,8 *м*/*сутки* (от 0,05 до 14,3 *м*/*сутки*).

Итферско-кукерский подгоризонт включает верхнюю часть (около 9 *м*) кукерских глинистых скрытокристаллических известняков и карбонатные породы иторфского геологического горизонта, представленные глинистыми и органогенными известняками с прослоями мергелей. В отличие от нижележащего водоносного подгоризонта итферско-кукерский подгоризонт в наибольшей степени сдренирован горными выработками. По данным Н. Г. Паукера, над выработанными пространствами образовались «безводные зоны».

В целом водообильность этого подгоризонта невысокая. Питание происходит в полосе более удаленной, чем питание вышележащего горизонта, но по трещинкам он подпитывается водами верхнего подгоризонта.

В пределах отработанного пространства поверхность вод итферско-кукерского подгоризонта свободная, а в сторону от выработок воды имеют напор.

Коэффициент фильтрации от 0,01 до 3,6 *м*/*сутки*, в среднем 0,8 *м*/*сутки*, средний удельный дебит в гидрогеологических скважинах 0,4—0,6 *м*³/*час* (от 0,004 до 1 *м*³/*час*).

Иевско-везенбергский подгоризонт не имеет сплошного распространения и ограничивается с севера Везенбергским уступом. Этот водоносный подгоризонт сложен в нижней части глинистыми

Таблица 29

Выход смолы при сухой перегонке сланцев (в %)

Индекс слоя	На сланец				
	Западный участок	Криволукский участок	Центральный участок	Поисковая площадь	Шахта им. С. М. Кирова
I					
верхняя часть	6,19—38,66 / 21,0	9,5—38,5 / 20,6	5,0—34,8	3,8—27,0	9,7—19,5
нижняя часть		17,0—28,3 / 20,7			21,5—26,2
II	14,2—37,7 / 24,9	17,6—37,6 / 26,4	11,5—31,3	9,7—27,3	22,2—27,2
III	10,4—42,4 / 32,6	16,5—40,3 / 28,8	10,5—37,4	12,1—31,9	33,5—35,8
IV					
мергелистый сланец	8,4—23,3 / 13,0	8,6—30,9 / 18,1	6,1—24,0	3,2—11,1	10,0—17,2
горючий сланец	8,5—31,3 / 24,5		12,7—27,6	12,6—21,9	23,4—27,2

Индекс слоя	На горючую массу				
	Западный участок	Криволукский участок	Центральный участок	Поисковая площадь	Шахта им. С. М. Кирова
I					
верхняя часть	34,5—73,9 / 66,1	51,1—72,8 / 63,5	49,0—98,0	38,5—68,8	58,0—63,3
нижняя часть		62,3—69,0 / 65,1			61,0—67,2
II	50,0—70,2 / 64,3	52,4—59,0 / 64,3	42,5—73,1	54,2—68,0	61,1—62,9
III	50,5—72,7 / 67,2	57,4—69,3 / 63,4	61,5—74,7	49,3—68,5	63,5—83,8
IV					
мергелистый сланец	48,3—68,2 / 56,2	40,8—67,3 / 57,8	44,1—63,5	31,2—51,3	58,6—17,2
горючий сланец	54,9—73,7 / 63,0		56,5—71,1	42,9—61,0	63,6—59,6

Примечание. В знаменателе приведены средние значения.

Таблица 30

Выход полукокса, газа+потери при сухой перегонке сланцев в %

Индекс слоя	Полукокс				
	Западный участок	Криволукский участок	Центральный участок	Поисковая площадь	Шахта им. С. М. Кирова
I					
верхняя часть	51,9—90,8 / 71,7	56,9—85,7 / 71,0	55,9—92,1	64,0—93,0	66,8—85,6
нижняя часть		60,0—74,6 / 68,7			62,0—70,2
II	50,2—94,8 / 67	47,6—72,8	59,0—84,2	65,0 - 87,7	63,9—68,2
III	42,3—83,1 / 57,1	44,6—77,1 / 60,1	52,0—85,7	54,7—81,2	48,1—54,8
IV					
мергелистый сланец	68,1—87,1 / 81,2	38,1—86,9 / 68,2	68,0—90,2	83,7—93,1	74,0—84,6
горючий сланец	59,2—86,4 / 66		64,2—81,2	70,3—82,3	59,6—66,6

Индекс слоя	Газ+потери				
	Западный участок	Криволукский участок	Центральный участок	Поисковая площадь	Шахта им. С. М. Кирова
I					
верхняя часть	2,1—10,8 / 5,6	3,4—13,9 / 8,4	2,6—7,8	2,6—7,0	3,2—12,3
нижняя часть		6,1—9,7 / 7,9			6,5—8,2
II	3,6—9,6 / 6,5	5,6—11,8 / 7,1	3,2—7,5	1,6—7,5	6,3—7,4
III	4,5—15,6 / 8,0	4,9—11,7 / 7,6	3,3—9,8	5,0—10,5	8,5—12,2
IV					
мергелистый сланец	2,5—8,5 / 4,8	3,2—25,2 / 8,8	2,7—6,0	2,0—5,3	3,3—7,0
горючий сланец	3,5—12,1 / 6,4		4,5—7,3	4,1—7,0	7,4—10,6

Примечание. В знаменателе приведены средние значения.

известняками (O_2), более глинистыми на северо-западе месторождения, а в верхней части — доломитами и доломитизированными известняками, часто пористыми и кавернозными.

Нижним водоупором подгоризонта служат глинистые известняки шундоровского горизонта средней мощностью 16 *м* (от 11 до 21 *м*), содержащие пропластки глин. По сравнению с 1-м и 2-м водоносным горизонтами ордовика иевско-везенбергский имеет наибольшие колебания уровня. Коэффициенты фильтрации в среднем 6,7 *м/сутки* (0,2—21 *м/сутки*). Удельные дебиты скважин от 0,1—5 до 16 $м^3$/*час*. Поверхность потока обычно свободная, но при наличии верхнего водоупора имеет напор.

Над выработанным пространством шахт этот подгоризонт полностью не сдренирован. Столб воды над горными выработками остается равным 15—20 *м*. Интенсивная разгрузка потока происходит в берегах р. Плюссы, где имеется много источников, дебит которых, по данным М. А. Готальского, достигал 100 $м^3$/*час*.

На основании опытных работ 1959—1961 гг. Н. Г. Паукером (табл. 33) выведены усредненные характеристики водоносного комплекса ордовика (1, 2, 3) и кембро-ордовикского водоносного горизонта (4).

Анализ материалов шахтной геологии и опытных работ 1959—1961 гг. показывает, что главная роль в обводнении выработок принадлежит водам ордовикского водоносного комплекса.

Участие вод отдельных подгоризонтов в обводнении шахт следующее: 1-й подгоризонт 18,9%; 2-й подгоризонт 30,3%; 3-й подгоризонт 46,6%. Воды кембро-ордовикского горизонта составляют всего 4,2%. Следовательно, обводнение горных выработок в основном происходит за счет вод, заключенных в известняках кровли и почвы промышленной пачки.

Таблица 31

Сравнительная качественная характеристика горючих сланцев по I, II и III слоям промышленной пачки по разведочным и эксплуатационным данным

Средние качественные показатели сланца по всем слоям	Участки			Шахтные поля		
	Западный	Криволукский	Центральный	№ 1	№ 2	№ 3
Мощность чистого сланца, *м*	1,50	1,30	0,76—1,50	1,01	1,05	0,98
Зольность (A^c), %	47,99	46,71	34,79—64,61	48,10	49,0	48,6
Минеральная углекислота (CO_2), %	16,32	14,84	6,78—31,89	—		
Теплотворная способность, *ккал/кг*	3277	3413	712—4939	3144	3151	3135
Выход смолы на сланец %	24,23	23,72	5,02—37,44			

Средние качественные показатели сланца по всем слоям	Поисковая площадь	шахта им. С. М. Кирова
Мощность чистого сланца, *м*	0,68—1,20	1,07
Зольность (A^c), %	32,74—64,81	48,70
Минеральная углекислота (CO_2), %	5,42—29,55	—
Теплотворная способность, *ккал/кг*	573—5215	3154
Выход смолы на сланец %	3,81—3189	

Таблица 32

Результаты технического анализа мергелистых сланцев по отдельным слоям промышленной пачки и участкам Ленинградского (Гдовского) месторождения

Название участка	Индекс слоя	W^a, %	A^c, %	CO_2, %	Q_5^c, *ккал/кг*
Западный	IV	0,04—1,56 / 0,83	39,8—70,7 / 65,6	8,6—18,7 / 13,8	1148—3705 / 1832
Криволукский	I	0,31—0,91 / 0,64	47,3—57,0 / 52,2	7,2—19,4 / 16,6	2206—3651 / 2710
	IV	0,11—1,08 / 0,60	66,85—66,88 / 66,87	15,1—17,9 / 16,5	1327—1576 / 1452
Центральный	IV	0,60—1,45	49,8—74,4	10,2—17,4	882—3338
Поисковая площадь	IV	0,64—1,0	63,3—76,3	14,6—17,1	582—1416
Шахта им. С. М. Кирова	I	0,24—0,83	54,1—59,2	12,3—25,4	1253—2870
	IV	0,7—1,0	59,0—70,7	11,0—13,4	1433—2400

Примечание. В знаменателе приведены средние значения.

Таблица 33

Данные о мощности, дебите и коэффициенте фильтрации водоносных горизонтов

Водоносный горизонт		Мощность, *м*	Удельные дебиты скважин, *м³/час*	Коэффициент фильтрации, *м/сутки*	Km, *м/сутки*	Коэффициент пьезопроводности, *м²/сутки* (сред.)
Ордовикский комплекс	1-й подгоризонт	16—22 / 18	0,1—16 / 2,0	0,2—21 / 4,5	81	(10^8-10^7)
	2-й подгоризонт	18—23 / 22	0,01—1,0 / 0,5	0,01—5,4 / 0,8	17	(10^5-10^6)
	3-й подгоризонт	19—32 / 25	0,01—11,7 / 1,0	0,01—14,3 / 1,85	47	$(3-10)10^5$
	4-й кембро-ордовикский горизонт	27—34 / 30	0,5—2,5 / 1,5	1,8—15,9 / 3	90	$(2,5-3,6)10^5$

Водопроявления в горных выработках наблюдаются в различных формах: частого и интенсивного капежа, струйных истечений, нисходящих и восходящих потоков, просачивания в канавах и зумпфах.

Наибольшее количество воды дают прорывы, затем трещины закола.

Процентное соотношение водопритоков по видам составляет:

Прорывы воды из кровли выработок	9,5	50,6%
Прорывы воды из почвы выработок	41,1	
Поступление воды из трещин закола	28,6%	
Поступление воды из карстовых нарушений	8,4%	
Поступление воды из дренажных канав	7,5%	
Поступление вод через вентиляционные и энергетические скважины	4,9%	
	100%	

Обводнение выработок со стороны кровли происходит из горизонтальных трещин, расположенных выше 1-го слоя горючего сланца на 0,7—2,0 *м* из трещин заколов в отработанных лавах и из карстовых трещин северо-восточного простирания. С последними связан наибольший приток вод.

Из почвы выработок обычно воды равномерно просачиваются в дренажные канавы из 3-го (нижнего) подгоризонта, но при прорывах, связанных с пересечением выработками тектонических и закарстованных зон, состав вод и дебит зависят от глубины проникновения этих нарушений в нижележащие породы.

За время эксплуатации шахт произошло 38 прорывов воды в горные выработки, некоторые из них имели первоначальный приток 1000 *м³/час*. В 1961 г. водоотлив из четырех шахт составил в среднем 3020 *м³/час*; за год откачано 26,5 млн. *м³* воды.

Коэффициент водообильности шахт изменяется от 5 до 19 *м³* воды на 1 *т* добываемого сланца; в 1961 г. он был равен 8,5 *м³/т*, а в среднем за весь послевоенный период — 10,5 *м³/т*.

В довоенные годы при прорыве в шахте им. С. М. Кирова величина его доходила до 40 *м³/т*.

Приток воды на единицу площади выработанного пространства снижается, так как в результате эксплуатационных работ происходит дренаж всего месторождения (особенно 2-го и 3-го подгоризонтов). Поэтому, несмотря на непрерывное расширение площади, занятой горными выработками, величина притока воды в скважины теперь стабилизировалась. Приток воды в 1961 г. по сравнению с 1957 г. уменьшился по всем шахтам с 0,87 до 0,20 *м³* на 1000 *м²* отработанной площади. Одной из главных причин относительной самостоятельности (в гидравлическом отношении) водоносных подгоризонтов ордовикского комплекса и песчаных отложений кембро-ордовика является химический состав воды.

За время геологических работ 1959—1960 гг. было отобрано на химический анализ 497 проб воды.

Район месторождения по химическому составу подземных вод имеет двухзональное строение и характеризуется хорошей промытостью. Гидродинамические зоны соответствуют примерно гидрохимическим.

В геологическом разрезе данного района пресные воды распространены примерно до глубины 260 *м*; ниже следуют солоноватые воды.

В табл. 34 приведены усредненные данные химических анализов по этим горизонтам (по Н. Г. Паукеру).

Как видно из таблицы, наблюдается закономерное уменьшение содержания ионов Ca^{++}, Mg^{++}, HCO_3^- и SO_4^{--} и возрастание ионов Na^+, Cl^-, а также pH сверху вниз.

В первом сверху подгоризонте воды по составу гидрокарбонатные кальциевые, во втором — гидрокарбонатные кальциево-магниевые (с некоторым возрастанием ион-хлора), в третьем — хлоридно-карбонатные натриевые, в четвертом — хлоридные натриевые.

Таблица 34

Возраст	Водоносные подгоризонты	Количество анализов	Среднее содержание, *мг·экв* $Na^+ + K^+$	$Ca^{2+} + Mg^{2+}$	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	pH	Формула Курлова	Номер воды, по Н. М. Толстихину
Кембро-ордовик — Ордовик	1-й	100	0,48	5,52	0,12	0,36	5,52	7,6	$M_{0,3}\frac{HCO_3\ 92}{Ca\ 54\ Mg\ 38\ Na\ 8}$	1
	2-й	34	0,83	5,07	0,53	0,18	5,19	7,8	$M_{0,4}\frac{HCO_3\ 88\ Cl\ 9}{Mg\ 46\ Ca\ 40\ Na\ 14}$	12
	3-й	39	2,74	2,96	1,48	0,12	4,10	7,9	$M_{0,3}\frac{HCO_3\ 72\ Cl\ 26}{Na\ 48\ Ca\ 26\ Mg\ 26}$	25
	4-й	66	4,88	1,72	3,43	0,01	3,17	8,2	$M_{0,36}\frac{Cl\ 52\ HCO_3\ 48}{Na\ 74\ Mg\ 14\ Ca\ 12}$	58

ДОБЫЧА И ЗАПАСЫ СЛАНЦЕВ

Месторождение эксплуатируется подземным способом — лавами и камерами-лавами. Добычу сланцев в послевоенный период характеризуют запасы табл. 35.

Таблица 35

Изменение добычи горючих сланцев Ленинградского (Гдовского) месторождения

	1947 г.	1948 г.	1949 г.	1950 г.	1951 г.	1952 г.	1953 г.	1954 г.
Добыча, тыс. *т* . .	66,4	203,5	307	347	402	444	1120	1176
	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.
Добыча, тыс. *т* . .	1968	2338	2480	2729	2868	3076	3101	3299

Шахта № 1 вступила в строй в 1947 г., шахта № 2 — в 1949 г., шахта им. С. М. Кирова — в 1954 г. В 1953 г. началась эксплуатация шахты № 3. До 1960 г. потери сланца в недрах составляли 10—15% от добычи, в последующие годы общие потери стали возрастать до 26%. В 1963 г. эксплуатационные потери составили 18,4%. В связи с предполагаемым переходом разработки сланцев на камерную систему потери достигнут 35%. Себестоимость 1 *т* сланца по действующим шахтам различная: от 3 руб. 91 коп. (шахта № 1) до 4 руб. 14 коп. (шахта им. С. М. Кирова).

Запасы горючих сланцев по состоянию на 1 января 1964 г. показаны в табл. 36. Всего числится балансовых запасов 2 981 828 тыс. *т*, а по категориям: А 197 556 тыс. *т*, В 181 446 тыс. *т*, C_1 722 138 тыс. *т*, C_2 1 880 688 тыс. *т* и забалансовых 68 700 тыс. *т*. В числе балансовых запасов по категориям $A+B+C_1$ составляют по действующим шахтам 140 384 тыс. *т*, по резервным участкам 194 027 тыс. *т* и «прочим» участкам 766 729 тыс. *т*. К «прочим» участкам относятся и все запасы категории C_2.

Таблица 36

Запасы горючих сланцев Ленинградского (Гдовского) месторождения в тыс. т

Наименование участков и год ввода в эксплуатацию	Состояние запасов на 1 января 1964 г. — балансовые: А	В	C_1	$A+B+C_1$	забалансовые	Запасы, утвержденные ГКЗ: C_2	$A+B+C_1$	Год утверждения запасов
1. Район г. Сланцы								
Шахта № 1, 1937 г.	8 389	17 815	4 746	30 950	4 692	—	40 620	1954
Шахта № 2, 1939 г.	25 483	7 814	18 617	51 914	16 497	—	65 080	1954
Шахта № 3, 1953 г.	20 346	5 167	—	25 513	1 967	—	32 945	1954
Шахта им. С. М. Кирова, 1934 г.	5 131	21 274	5 602	32 007	8 844	—	37 227	1954
Шахтное поле 4	17 798	7 231	—	25 029	1 922	—	25 029	1952
Шахтное поле 5	31 527	6 305	77 354	37 832	2 573	—	37 832	1952
Шахтное поле 6—7	21 030	14 511	32 507	68 048	6 059	—	35 541	1939
2. Междуреченская площадь								
Участок Восточный	32 770	9 309	6 573	48 652	3 967	—	48 652	1952
Участок Северный	35 082	16 693	30 739	82 514	471	—	82 514	1958
Участок Западный	—	62 240	77 354	139 594	2 903	—	139 594	1960
Участок Южный	—	—	275 701	275 701	18 805	—	275 701	1954
3. Участок Криволукский		13 087	2 801	15 888	13 087	—	15 888	1960
4. Участок Центральный			267 498	267 498		—	267 498	1960
5. Поисковая площадь						—		1960
6. Лужско-Волосовская площадь						1 033 296		
Итого по Ленинградскому месторождению	197 556	181 446	722 138	1 101 140	68 700	1 880 688	1 033 296	
						847 392		

Не утверждались

В основу подсчета запасов положены требования промышленности в соответствии с ГОСТ 7754—55 для сжигания в пылевидном состоянии и ГОСТ 7123—55 для газификации.

Минимальная мощность сланца принималась равной 1 *м*.

Ниже (табл. 37) помещены требования промышленности к кондиционному горючему сланцу (рабочему топливу).

Таблица 37

Кондиции горючих сланцев Ленинградского (Гдовского) месторождения

Номер ГОСТа	Размер кусков, *мм*	Теплота сгорания, *ккал/кг*	Предельное содержание				
			мелочь, %	порода, %	влага, %	выход, смолы, %	куски 125 *мм*
ГОСТ 7754-55	0—30	2500	—	—	14	—	—
ГОСТ 7123-55	30—100	—	6	6,5	11,5	21,0	Отсут.

Принято решение о реконструкции шахты им. С. М. Кирова и объединении действующих шахт Правобережья (№ 1, 2, 3) в одну, которая в 1967 г. должна достигнуть проектной мощности 4840 тыс. *т* товарного сланца. С учетом 35% проектируемых потерь ежегодное погашение запасов сланца по объединенной шахте составит 6453 тыс. *т*.

Предполагаемые запасы по объединенной шахте на 1 января 1967 г. 435 574 тыс. *т*, следовательно, обеспеченность ее запасами на 68 лет. По реконструируемой шахте им. С. М. Кирова к концу 1975 г. добыча (с учетом 35% потерь) будет составлять 8184 тыс. *т*, геологические запасы ($A+B+C_1$) 549 400 тыс. *т*, обеспеченность запасами 67 лет.

В 1975 г. на базе запасов Северного и Восточного участков Левобережья предполагается начать добычу сланца на проектируемом Междуреченском карьере. Запасы, которые можно отрабатывать открытым способом, составляют 98 млн. *т*. Срок отработки 34 года.

Обеспеченность запасами действующих, строящихся и проектируемых горнодобывающих предприятий в целом по Ленинградскому месторождению по пятилеткам показана в табл. 38.

Таблица 38

Годы	Ожидаемое состояние запасов ($A+B+C_1$) к концу пятилетки, млн. *т*	Проектируемый уровень добычи, млн. *т*	Обеспеченность разведанными запасами, годы
1965	1091	4,15	200
1970	1050	5,5	125
1975	988	10,2	80
1980	889	13,2	45

За двадцать лет эксплуатации на месторождении должно быть выработано около 20% запасов ($A+B+C_1$).

Резервными являются геологические запасы северо-восточной части Ленинградского месторождения, так называемая Лужско-Волосовская площадь.

Лужско-Волосовская площадь расположена восточнее меридиана ст. Веймарн—оз. Самро и находится в 80—100 *км* от г. Ленинграда, южнее ж.-д. линии Кингисепп—Волосово.

На этой площади в 1931 г. было пройдено 22 скважины, из них 18 пересекли горючие сланцы. Расстояние между скважинами колеблется от 13 до 18 *км*. Северная и южная границы площади проведены через крайние поисковые скважины, вскрывшие горючие сланцы суммарной мощностью больше 0,7 *м*. Восточная граница проходит по изолинии 0,5—0,7 *м* (Асаткин, 1933).

Между Лужско-Волосовской площадью (подсчет запасов по категориям $A+B+C_1$) расположена Поисковая площадь Ленинградского месторождения.

На Лужско-Волосовской площади четвертичные отложения имеют мощность от 1 до 30 *м*.

I слой сланца с конкрециями известняка, размеры и количество которых увеличиваются с запада на восток, выклинивается в этом же направлении. Максимальная мощность пласта (0,7 *м*) относится к западной части площади, минимальная (0,21 *м*) — к восточной. Уменьшение мощности происходит также с юга на север.

Мощность известняка, залегающего между I и II слоями сланца, наоборот, увеличивается с запада на восток от 0,25 до 0,49 *м*.

II слой сланца выклинивается в юго-восточном направлении, мощность его на западе 0,24 *м*, на юго-востоке 0,05 *м*. Мощность сапропелитового известняка меняется от 0,04 до 0,16 *м*.

III пласт сланца имеет среднюю мощность 0,17 *м* в юго-западной части площади и выклинивается на северо-востоке (0,02 *м*).

IV слой, отличающийся большой глинистостью, в северо-восточном углу площади отсутствует, а на западе максимальная мощность его достигает 0,10 *м*.

Известняк между III и IV слоями глинистый, мощность его 0,08—0,27 *м* (уменьшается к северу).

Максимальная суммарная мощность всех четырех слоев сланца — 1,15 *м* — прослежена в западной части площади (д. Овсищи), минимальная — 0,35 *м* — в северо-восточном углу (г. Гатчина). Мощность всей сланценосной пачки, включая прослои известняка, 0,85—1,74 *м*.

Глубина залегания сланцев от поверхности сильно меняется: от 29,11 *м* (северо-восток) и 34,09 *м* (северо-запад) до 183,92 *м* (юго-восток).

В пределах Лужско-Нарвской депрессии, ограничивающей сланценосную площадь с севера и северо-востока, известняки кукерского горизонта и заключенная в них промышленная пачка сланцев не везде сохранились полностью, и в большинстве случаев сланец сильно доломитизирован и сменяется непромышленными разностями.

В общем, качество горючих сланцев выдерживается на больших расстояниях и немногим отличается от качества сланцев на остальной площади месторождения.

Северо-западная часть Лужско-Волосовской площади почти примыкает к Веймарнскому месторождению.

ВЕЙМАРНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение находится в 120 *км* к юго-западу от Ленинграда вблизи ст. Веймарн (ж. д. Веймарн — Котлы — Ломоносов — Ленинград). Разработка его была начата в 1919 г. небольшой шахтой у д. Ополье, затем шахту законсервировали и перешли на открытую разработку у ст. Веймарн. В 1933 г. добыча была прекращена и больше не возобновлялась.

Разведка и изучение месторождения выполнялись в два этапа: с 1918 по 1924 г. под руководством Н. Ф. Погребова и с 1929 по 1932 г. под руководством Б. П. Асаткина (1931, 1933).

В первом этапе был освещен наиболее близко расположенный от ж.-д. станции (в 0,6 *км* к северу) Веймарнский участок. Во втором

этапе были выявлены еще два участка: Алексеевский и Опольский. Алексеевский участок расположен в 4 *км* к северо-западу от ст. Веймарн и вытянут в меридиональном направлении от д. Новоселки на севере до д. Ямсковицы на юге, примыкая почти вплотную с запада к ж. д. Копорье — Веймарн.

Опольский участок является восточным продолжением Алексеевского участка и расположен в 3 *км* от ст. Веймарн. Площадь всех трех участков 10,5 *км*^{2}.

Месторождение расположено в западной части ордовикского плато, которое, постепенно снижаясь к югу, почти у самой границы месторождения переходит в низину, где сохранились девонские отложения.

Поверхность месторождения ровная, местами слегка всхолмленная, разность абсолютных отметок не превышает 30 *м*.

На фоне плавного повышения рельефа к северу и востоку выделяются отдельные холмы, сложенные четвертичными отложениями высотой 5—7 *м*, и мелкие широкие впадины северо-восточного направления (зоны тектонической трещиноватости). Поверхностные воды развиты слабо, небольшие речки, пересекающие месторождение, врезаны в четвертичные отложения, только в верховьях речки Пустомерки вскрываются известняки ордовика. Расход воды в речках от 20 до 700 *м*^{3}/*час*, питание их происходит за счет ключевых вод и частью болот.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы ордовика. Незначительно распространены отложения среднего девона. Средний отдел ордовика представлен породами таллинского, кукерского, итферского, шундоровского и иевского горизонтов, выходящими на поверхность. Нижележащие горизонты ордовика и кембрийские отложения вскрыты только скважинами.

Отложения среднего девона вдаются в ордовикские породы с юга и юго-запада в виде узких полос и залегают на различных горизонтах ордовика. Девонские отложения сложены преимущественно наровскими мергелями мощностью до 4 *м*, которые в промоинах и понижениях поверхности карбонатных пород подстилаются трохилисковыми песчаниками. Коренные породы почти повсеместно прикрыты донной мореной и реже флювиогляциальными песками четвертичного возраста мощностью от 0,5 до 5 *м*. Новочетвертичные образования в виде торфа имеют ограниченное распространение.

Карбонатные породы ордовика слегка наклонены на юго-юго-восток (угол падения 12—13′). На фоне спокойного залегания пород отмечаются участки, осложненные пликативной и дизъюнктивной тектоникой Так, на некоторых участках азимут падения пород меняется почти на 180°, а угол падения резко возрастает. Дизъюнктивная дислокация проявляется в виде сброса с амплитудой смещения пород на 8,5—9 *м* (между Алексеевским и Веймарнским участками).

Более широко развита трещинная тектоника, преобладают трещины северо-восточного направления.

Вмещающими сланценосную пачку породами являются, так же как на Гдовском месторождении, кукерские известняки мощностью 15,8 *м*. Промышленная пачка горючих сланцев приурочена к низам кукерского горизонта и состоит из трех слоев сланца, переслаивающихся с известняками.

Средняя суммарная мощность промышленной пачки (включая известняки) 1,12 *м* (1,14—1,21 *м*), в том числе горючего сланца 0,5 *м*.

Первый рабочий слой сверху мощностью 0,32 *м* (0,25—0,40 *м*) содержит много конкреций сапропелитового известняка (до 35—55% по мощности).

Между первым и вторым слоями находится известняк — «плита» — мощностью 0,36 *м* (0,33—0,40 *см*).

Второй рабочий слой сланца сравнительно чистый, если не считать тонких известковистых трубочек.

Второй и третий слои сланца отделяются друг от друга прослоем известняка мощностью от 0,07 до 0,17 *м* (в среднем 0,12 *м*). Третий слой сланца характеризуется наиболее высоким качеством и почти не содержит известковистых включений. Мощность его от 0,13 до 0,17 *м* (в среднем 0,16 *м*).

Особенностью Веймарнского месторождения, отрицательно сказывающейся на его оценке, является невыдержанность по мощности и качеству сланцев. Слои горючего сланца часто переходят в известковистые разности или замещаются сильно доломитизированной породой с остатками измененного органического вещества.

Разобщенность месторождения на три участка объясняется тем, что между этими участками слои горючего сланца отсутствуют, что вызвано различными причинами: а) вторичной доломитизацией, развивающейся преимущественно по карстовым ходам и полостям; б) размывом сланценосной пачки в додевонское время; в) ледниковым выпахиванием.

Ледниковая эрозия проявляется в уничтожении известняков кукерского горизонта и сланценосной пачки. В результате между участками распространения горючих сланцев образуются «окна», в которых четвертичные отложения залегают либо непосредственно на сланценосной пачке и сланец замещен доломитом и песчано-глинистым материалом, либо на подстилающих сланцы породах.

Общая глубина залегания кровли промышленной пачки от поверхности изменяется от 0,50 до 24 *м*, достигая наибольшей величины в восточной и южной частях месторождения.

Качество сланцев по отдельным участкам месторождения изменяется мало (табл. 39, 40).

Данные, приведенные в табл. 40, относятся к Опольскому участку.

Результаты качественного изучения сланца Веймарнского месторождения показывают, что они могут быть использованы как твердое топливо и как химическое сырье для получения жидкого топлива и различных химических продуктов.

Таблица 39

Средние данные технических анализов горючих сланцев Веймарнского месторождения (на воздушно-сухое вещество)

Участок	Пласт	Влага, %	Зола, %	Летучие, %	Сера, %	Углекислота, %	Теплота сгорания, *ккал/кг*	Объемный вес	Средняя мощность, *м*
Веймарнский	I*	2,26	48,91	43,35	1,37	20,45	2785	1,33	—
	II	3,73	49,21	45,78	1,14	13,30	2968	1,38	—
	III	3,25	44,39	50,12	1,13	14,12	3160	1,33	—
Алексеевский	I*	1,84	49,05	36,72	1,13	24,28	2218	—	0,22
	II	2,24	47,89	49,20	1,16	14,86	3002	—	0,15
	III	1,93	41,44	50,56	1,26	12,45	3160	—	0,15
Опольский	I*	1,96	49,43	41,98	1,44	20,60	2510	1,54	—
	II	3,07	48,15	44,49	1,17	14,56	3027	1,40	—
	III	2,53	42,36	52,13	1,20	14,27	3785	1,50	—

* Первый пласт обогащен — выделены известковые конкреции.

Таблица 40

Средние данные сухой перегонки горючих сланцев (по Фишеру) в %

Пласт	Полукокс	Первичные смолы	Подсмольная вода	Газ и потери
I (обогащ.)	74,3	18,5	3,40	4,10
II	78,8	17,8	4,45	5,25
III	71,4	21,0	3,30	5,10

Горнотехнические условия месторождения неблагоприятные из-за небольшой мощности слоев сланца. Балансовые запасы сланца по категориям А+В на трех участках составляют всего 65,94 тыс. *т* и в настоящее время разработка его экономически нецелесообразна. Месторождение оконтурено с трех сторон и границы его, а следовательно, и запасы могут быть расширены в восточном направлении. Крайние скважины Веймарнского и Опольского участков пересекли сланцы суммарной мощностью более 0,5 *м*.

ЧУДОВО-БАБИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение по обе стороны ж. д. Ленинград—Москва, в 94—118 *км* от Ленинграда между станциями Трубниково и Чудово, в пределах Чудовского и Тосненского административных районов Ленинградской области.

Район месторождения представляет собой ровную поверхность, слабо залесенную и местами заболоченную. В пределах месторождения протекает р. Равань и расположено несколько болот. Выходы коренных пород в районе отсутствуют, так как они повсеместно перекрыты четвертичными отложениями.

Горючие сланцы были обнаружены Б. П. Асаткиным при бурении скважины на воду в г. Чудово в иевском горизонте ордовика.

Начиная с 1939 и по 1941 г. в Чудовском и прилегающем к нему Тосненском районах Ленинградской области производились поисковые и разведочные работы, в результате которых было открыто и разведано Чудово-Бабинское месторождение горючих сланцев, а вокруг него отмечено широкое распространение сланценосности (Захарченко, Шахова, 1939 г.; Шахова, 1941 г.).

Промышленная сланценосность прослеживается в треугольнике трех железнодорожных станций — Любань (Октябрьская ж. д.), Кириши (Мга-Рыбинская ж. д.), Радофинникова Горка (ж.-д. линия Ленинград—Новгород). Южная граница сланценосности не установлена.

В целом Чудово-Бабинское месторождение не оконтурено; установлено только, что в 30 *км* восточнее и в 30 *км* западнее разведанной площади промышленная пачка переходит в примазки сланца, и к северу от разведанного участка наблюдается генетическое выклинивание горючих сланцев. В южном направлении мощность пластов сланца увеличивается.

В геологическом строении месторождения принимают участие (кроме четвертичных образований) отложения девона, ордовика и кембрия. Вся осадочная толща палеозойских пород слегка наклонена на юго-юго-восток. Между породами девона и ордовика имеется небольшое угловое несогласие. Угол падения девонских пород 6—8′, а породов ордовика 11—12′. Вследствие падения пород в юго-восточном направлении происходит смена более древних лужских слоев девона более молодыми, вплоть до известняков чудовского горизонта верхнего девона.

У северной границы месторождения начинается Лужско-Наровская депрессия, выполненная песчано-глинистыми отложениями среднего девона. В основании разреза девонских пород на размытой поверхности ордовика залегают мергели наровского горизонта (мощностью около 10 *м*). Отложения ордовика в верхней своей части представлены доломитами кегельского горизонта, ниже они последовательно слагаются в различной степени доломитизированными и глинистыми известняками среднего и нижнего ордовика. В подчиненном положении в ордовике, так же как и на Гдовском месторождении, находятся рыхлые отложения мяэкюльского и пакерортского горизонтов (глауконитовые и оболовые песчаники, пески и глины) суммарной мощностью в среднем 18 *м*, залегающие в нижней части разреза ордовика.

Карбонатные породы ордовика достигают мощности 170 *м*, которая увеличивается одновременно с погружением пород в юго-восточном направлении. Под ордовикскими породами залегают кембрийские глины.

Сланценосность проявляется в 60-метровой толще известняков, входящих в состав иевского, шундоровского (б. губковые слои), итферского и кукерского горизонтов и по отношению к Гдовскому месторождению перемещается вверх по разрезу. Промышленная сланценосность Чудово-Бабинского месторождения приурочена только к верхам иевского горизонта и представляет собой промышленную пачку, состоящую из двух слоев сланца: I, или верхнего, и II. На 4,2 *м* ниже II слоя сланца распространен III нижний слой сланца, средняя мощность которого 0,3 *м* (0,10—0,45 *м*). Нижележащие прослойки горючих сланцев не превышают по мощности 0,2 *м* (чаще 0,01—0,05 *м*).

Мощность I слоя сланца колеблется от 0,10 до 0,21 *м*, в среднем по месторождению 0,15 *м*; мощность II слоя изменяется от 0,38 до 0,80 *м* при среднем значении 0,60 *м*. I и II слои горючего сланца разделяются слоем известняка средней мощностью 0,84 *м* (0,5—1,0 *м*). Суммарная мощность промышленной пачки 1,60 *м*.

Глубина залегания промышленной пачки (от 87 до 140,9 *м*) увеличивается на юго-восток. В пределах разведанной площади промышленная пачка хорошо выдерживается по мощности. Условия ее залегания осложняются только проявлением древнего карста, который наблюдался по двум скважинам. В одной из скважин на месте промышленной пачки находился «рухляк» (рыхлый доломитизированный известняк), сильно доломитизированный выщелоченный сланец и обломочный материал, в другой — тонкослоистые глины с обломками известняка и сланца.

Кроме явлений древнего карста, установлены также вторичные изменения сланца, связанные с доломитизацией. Эти явления связаны с циркуляцией вод по трещинам, которым приписывается тектоническое происхождение.

Причины вторичного изменения горючих сланцев и развития карста, очевидно, аналогичны причинам, изложенным при описании Гдовского месторождения. Такая же аналогия может быть сделана и в отношении гидрогеологических условий месторождения. Здесь выделяются три водоносных горизонта (снизу вверх): 1) ордовикский, 2) среднедевонский, 3) верхнедевонский. На обводнение месторождения больше всего влияют воды, циркулирующие по трещинам, пересекающим доломито-известняковую толщу ордовика. Сравнительно однородный литологический состав этой толщи и отсутствие надежных водо-

упорных горизонтов (не считая промышленной пачки) свидетельствуют о наличии одного водоносного горизонта, разделенного промышленной пачкой на два горизонта — верхний и нижний.

Воды ордовикского горизонта напорные. Почти все разведочные скважины вскрыли фонтанирующую воду.

Увеличение напора происходит в направлении падения пород. В северной части месторождения напор составляет 3,5 *атм*, в южной 8—10 *атм*.

Второй водоносный горизонт приурочен к песчаникам и пескам среднего девона, третий — к известняково-мергелистой толще верхнего девона. Воды двух девонских горизонтов также напорные. Напор фонтанирующих вод из лужских песков и песчаников составляет 0,5—3,5—5,7 *атм*, напор трещинно-пластовых вод, циркулирующих в породах верхнего девона, не превышает 1,2 *атм*, чаще 0,2—0,5 *атм*. Воды верхнедевонского горизонта дренируются реками и оврагами, в которых они выходят в виде источников.

Все перечисленные горизонты не полностью изолированы между собой, так как между ними нет надежных выдержанных на большой площади водоупоров. В целом Чудовское месторождение по гидрогеологическим условиям аналогично Гдовскому и относится к сильно обводненному типу месторождений.

Гидростатический напор вод на кровлю промышленной пачки ожидается порядка 9—15 *атм*.

Характерная особенность вод ордовика — их минерализация, которая увеличивается с глубиной.

По физическим свойствам, химическому и элементарному составу горючие сланцы Чудовского месторождения не отличаются от горючих сланцев Гдовского. Качество иевских сланцев, так же как и кукерских, зависит от степени доломитизации и количества в них мелких карбонатных включений. Преобладают сланцы с содержанием минеральной части (зола + CO_2) от 65 до 73%. Значительные колебания в содержании минеральной части горючих сланцев происходят за счет минеральной углекислоты, количество которой меняется в широких пределах: от 13,5 до 22,5%. Величина теплоты сгорания и выход смолы из сланца находится в обратной зависимости от содержания золы и углекислоты. Теплота сгорания сланца от 1550 до 3966 *ккал/кг*, чаще составляет 2500—3000 *ккал/кг*. Средневзвешенный выход смолы 17—20%.

Органическая масса горючего сланца однородна и сравнительно постоянного состава. Содержание углекислоты 73,3—75,9%, водорода 8,8—10,2%; серы+кислорода+азота 14,5—17,5%.

Судя по результатам лабораторных исследований, чудовские сланцы могут быть использованы для получения битума, смолы и газа, а также в качестве твердого топлива. Максимальное образование битума происходит при температуре 390° С. При швелевании сланца на вращающейся реторте Фишера было получено в среднем 15% смолы.

Результаты разгонки смолы на фракции представлены в табл. 41.

Таблица 41

Выход различных фракций из смолы чудовских сланцев

Отношение к исходному весу (в %)	Фракции, %		
	до 180°	180—225°	225—235°
Смолы	15,28	9,76	37,50
Сланца	2,28	1,40	5,40

Месторождение занимает территорию 145 *км*², в пределах которой детально разведан участок площадью 10 *км*², а предварительной разведкой охвачена площадь 55 *км*², примыкающая к нему с юга и северо-востока. Остальная площадь, равная 79 *км*², освещена редкими поисковыми скважинами. Балансовые запасы разведанного участка Чудовского месторождения составляют по категории C_1 46 476 тыс. *т*, забалансовые — 197 405 тыс. *т*. Эти запасы могут быть увеличены за счет оконтуривания месторождения с юга, востока и запада.

Общие геологические запасы месторождения (с учетом прогнозных) оцениваются в 640 млн. *т*. Необходимо отметить, что по степени разведанности запасы категории C_1 соответствуют запасам категории В, а запасы категории C_2 соответствуют запасам категории C_1.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИКТИОНЕМОВЫХ СЛАНЦЕВ

Диктионемовыми сланцами называются аргиллиты, обогащенные на 10—20% органическим веществом сапропелевого состава (керогеном), по внешнему виду представляющие собой плотную тонкослоистую породу от темно-бурого до черного цвета. Свое название они получили по найденным в них остаткам дендроидей — *Dictyonema*. Темный цвет обусловлен керогеном, который распределен в породе дисперсно и равномерно.

Неорганическая часть диктионемовых сланцев слагается на 20—30% из глинистых минералов, по А. А. Кордикову (1959), гидрослюдистого состава и на 70—80% из минеральных зерен алевритовой размерности. Алевритовый материал на 98—99% состоит из минералов легкой фракции, главным образом калиевых полевых шпатов и кварца. Из минералов тяжелой фракции наиболее часто встречается рутил и в виде единичных зерен циркон, турмалин, гранат, апатит, сфен, роговая обманка, эгирин, барит, диопсид, ставролит, эпидот. Алевритовый материал распределяется более или менее равномерно по всей массе породы и местами образует прослоечки и линзочки мощностью обычно в доли миллиметра. Редко встречаются песчаные прослоечки.

К алевритовым и песчаным прослоям обычно приурочен пирит; единичные зерна и агрегаты его рассеяны по всей породе. Из рудных минералов встречаются единичные зерна магнетита и гематита.

О химическом составе диктионемовых сланцев можно судить по многочисленным анализам разных исследователей по пробам, взятым из нескольких мест от мыса Парки до Тойла (Kupffer, 1870; Rago, 1928; Сийрде, 1956; Киррет и др., 1957, 1959 и др.). Ниже приводятся данные только из работы О. Киррета и др., так как показатели анализов всех исследователей очень близки между собой. По этой работе приведены более полные анализы по пластово-дифференциальным пробам, характеризующим верхнюю, среднюю и нижнюю части пласта диктионемового сланца (табл. 42).

Из табл. 42 видно небольшое, но заметное уменьшение количества органического вещества по пласту снизу вверх. Следует отметить в отличие от кукерситовых горючих сланцев очень небольшое содержание в минеральной части диктионемовых сланцев карбонатов и более высокое содержание закисного железа, P_2O_5 и V_2O_5, а также сульфатов Ca и Mg. Существенных различий в содержании других компонентов в минеральной части диктионемовых и кукерситовых сланцев нет.

Элементарный состав органического вещества по данным различных исследователей характеризуется сравнительно большими колебаниями в содержании C (61,4—76,0%) и особенно O+Cl (12,2—24,9%).

В упомянутой выше работе О. Киррета и др. рассматривается этот вопрос, и по предложенному данными исследователями методу произ-

ведена экстраполяция данных анализа элементарного состава чистого керогена диктионемового сланца, который содержит: C 76,00%, H 7,40%, O+Cl 12,22%, S 2,50%, N 1,88%; отношение C/H равно 10,28, высшая теплота сгорания керогена диктионемового сланца 8350 *ккал/кг*.

На основании этих данных для керогена диктионемовых сланцев устанавливается в отличие от керогена кукерситовых горючих сланцев пониженное содержание в нем водорода и повышенное содержание азота, серы и, возможно, кислорода; нужно отметить также более низкую его теплоту сгорания. Повышенное содержание азота, как считают многие исследователи, возможно, указывает на то, что исходным материнским веществом керогена, кроме растительных организмов, были в какой-то мере и животные организмы. Повышенное содержание сульфидного железа и закисного железа указывает на восстановительную среду осадконакопления.

Физические и технологические свойства диктионемовых сланцев можно характеризовать следующими средними цифрами: удельный вес 2,0—2,3, объемный вес 1,5—1,9 *г/см*^{3}.

Теплота сгорания ($Q_б^н$) 1000—1300 *ккал/кг*.

Из-за большой зольности и низкой калорийности диктионемовые сланцы пока не используются в качестве топлива. Малый выход полезных продуктов перегонки делает их также малопригодными для химической переработки. Сухая перегонка средних проб диктионемовых сланцев, взятых из различных мест, дает выход смолы до 2—3,5%. Однако опыты по газификации этих сланцев, проведенные еще в 1949 г. И. Степановым и В. Риккен в Институте химии АН Эстонской ССР, показали возможность использования их в качестве сырья для получения высококалорийного бытового газа. Оказалось, что при сухой перегонке 35% тепла сланца переходит в тепло газа. Наивысшая калорийность газа и наибольший его выход приходятся на начальный период перегонки, и средняя теплотворная способность получаемого газа выше 6000 *кал*; кроме того, неспекаемость и большая механическая прочность диктионемовых сланцев позволяют загружать их при газификации значительно более высоким слоем, чем для кукерситов.

Диктионемовые сланцы слагают достаточно выдержанный пласт, который в разрезе выделяется под названием тюрисалуской пачки в составе пакерортского горизонта нижнего ордовика. Эта пачка имеет маркирующее значение, резко выделяясь между залегающим выше глауконитовым песком («глауконитовый песчаник», лээтсеский горизонт) и подстилающими и оболовыми песчаниками — маардуская пачка пакерортского горизонта).

О широком распространении пласта диктионемовых сланцев можно судить по его выходам в береговых обрывах глинта и прорезающих его речек почти на всем протяжении вдоль южного побережья Финского залива от Балтийского моря до р. Сясь (550 *км* по прямой) и по данным буровых скважин, вскрывших его к югу от Финского залива на расстоянии от нескольких до десятков километров (рис. 23).

Распространение пласта диктионемового сланца ограничивается на севере выходом его на дневную поверхность, а на западе — Балтийским морем. Пласт падает на юг под углом около 10—15′, следуя общему погружению палеозойских пород. Мощность пласта в северо-западной части Эстонии 4—8 *м*. В южном и восточном направлениях пласт выклинивается и, возможно, фациально переходит в другую породу — глину и алевролит. Распространение, общие геологические условия залегания и мощность пласта диктионемового сланца показаны на рис. 4, 5.

Таблица 42

Химический состав диктионемового сланца по керновым пробам из скважин в районе Маарду (в % на абсолютно сухое вещество), по Киррету и др.

Компоненты	Скв. 3			Скв. 20		Скв. 25			Среднее
	6,2—7,2 *м*	7,2—8,2 *м*	8,2—9,1 *м*	8,4—9,6 *м*	9,6—10,8 *м*	9,3—10,5 *м*	10,5—11,7 *м*	11,7—12,8 *м*	
SiO_2	54,11	58,58	51,32	53,24	52,69	51,80	52,75	49,91	52,09
TiO_2	0,49	0,68	0,57	0,57	0,61	0,61	0,73	0,70	0,64
P_2O_5	0,22	0,17	0,14	0,11	0,12	0,13	0,10	0,10	0,23
FeS_2	5,15	3,95	3,29	3,78	2,60	4,45	2,98	4,19	3,81
Al_2O_3	12,57	13,21	13,54	12,77	12,45	13,28	13,40	13,42	13,09
Fe_2O_3	0,00	0,56	0,50	0,97	0,14	0,96	0,52	0,60	0,48
FeO	2,20	2,35	2,52	2,30	2,51	2,28	2,40	2,55	2,39
CaO	1,12	0,55	0,74	0,88	0,83	0,71	0,76	0,72	0,82
MgO	1,45	1,45	1,50	1,31	1,50	1,28	1,45	1,49	1,42
K_2O	6,97	7,35	7,34	7,70	7,72	7,20	7,79	7,71	7,47
Na_2O	0,96	0,32	0,46	0,44	0,88	0,98	0,25	0,24	0,56
SO_3	0,60	0,67	0,80	0,80	0,85	0,90	0,80	0,80	0,78
CO_2	0,33	0,12	0,14	0,60	0,06	0,07	0,06	0,06	0,17
(H_2O) K	0,60	1,10	1,65	1,68	1,59	1,66	1,22	1,81	1,39
Неорганическая часть	86,77	85,06	84,71	87,15	84,55	84,50	85,21	84,30	85,34
$S_{орг}$	0,49	0,71	0,69	0,78	0,65	0,40	0,68	0,75	0,66
N	0,28	0,30	0,37	0,24	0,28	0,33	0,31	0,35	0,31
C	10,10	10,65	11,89	9,39	11,38	12,20	11,18	12,28	11,09
H	1,08	1,14	1,21	0,94	1,09	1,22	1,14	1,19	1,11
O+Cl	1,64	1,76	1,96	1,56	1,86	1,96	1,84	2,00	1,82
Органическая часть	13,59	14,56	16,12	12,91	15,26	16,11	15,15	16,55	14,99
Всего	100,36	99,62	100,83	100,06	99,81	100,61	100,36	100,85	100,33
$S_{общ}$	3,48	3,09	2,77	3,12	2,38	2,85	2,59	3,29	3,01
$S_п$	2,75	2,11	1,76	2,02	1,39	2,09	1,59	2,24	2,04
$S_с$	0,24	0,27	0,32	0,32	0,34	0,36	0,32	0,32	0,31
П.п.п.	16,24	17,10	19,01	16,45	17,78	19,15	17,42	19,84	17,83

Запасы диктионемовых сланцев не учтены. По А. Луха (1948), их можно оценить по категории C_2 приблизительно в 16 млрд. *т*, исходя из расчета распространения сланца по простиранию на протяжении 200 *км* и по падению на 20 *км* при средней мощности пласта 2 *м* и объемном весе сланца 2,0.

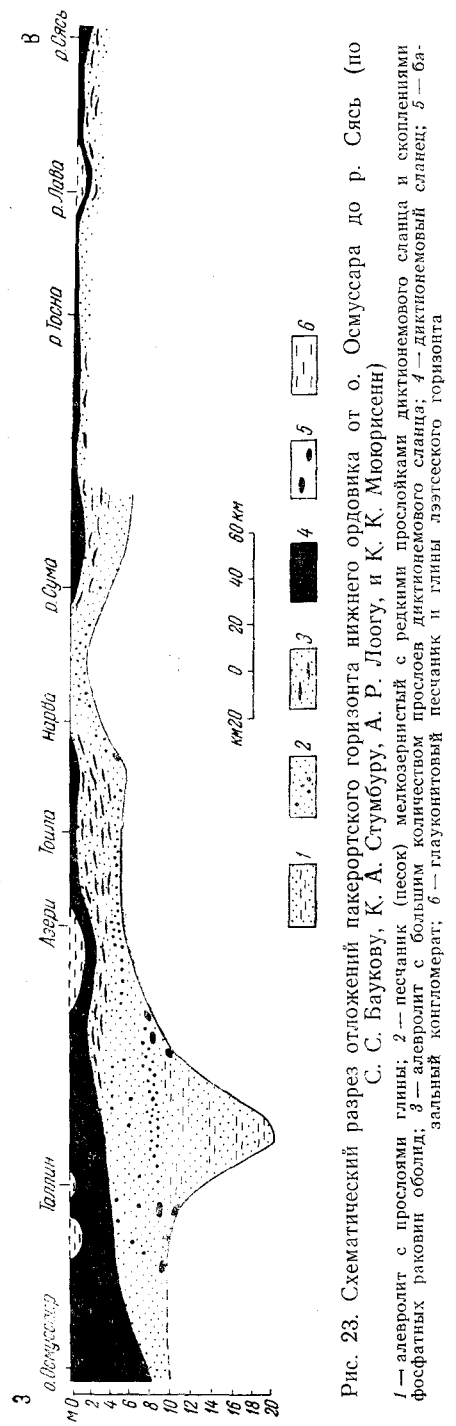


Рис. 23. Схематический разрез отложений пакеортского горизонта нижнего ордовика от о. Осмуссара до р. Сясь (по С. С. Баукову, К. А. Стумбуру, А. Р. Лоогу, и К. К. Мююрисепп)

1 — алевролит с прослоями глины; *2* — песчаник (песок) мелкозернистый с редкими прослойками диктионемового сланца и скоплениями фосфатных раковин оболид; *3* — алевролит с большим количеством прослоев диктионемовый сланец; *5* — базальный конгломерат; *6* — глауконитовый песчаник и глины лээтсеского горизонта

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ

На значительной площади можно вести открытую добычу диктионемового сланца комплексно с разработкой фосфоритов оболового конгломерата, глауконитового песчаника, а также пирита, образующего во многих местах в подошве диктионемового сланца слой мощностью до 10 *см*, и известняков волховского, кундаского, азериского и ласнамягиского горизонтов из перекрывающей толщи. Глауконит из глауконитового песчаника пригоден для производства красителей, пирит — для сернокислотного производства на фосфоритных предприятиях, а известняк может использоваться в качестве строительного и балластного камня.

Такими участками являются разрабатываемое ныне Маардуское месторождение фосфоритов и разведанные крупные фосфоритовые Азериское и Нарвское месторождения.

Разработка диктионемовых сланцев возможна также штольнями почти на всем протяжении предглинтовой полосы в северной части Эстонии от г. Палдиски до г. Нарвы и далее на восток в западной части Ленинградской области. При подземных разработках следует ожидать сложные гидрогеологические условия в связи с наличием водоносных горизонтов в подстилающих оболовых песчаниках и в перекрывающих известняках азериского и особенно ласнамягиского горизонта. Несомненно, большие запасы диктионемовых сланцев, доступные во многих случаях для открытой разработки в комплексе с другими полезными ископаемыми, со временем найдут применение в производстве электроэнергии и химических продуктов переработки.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ЮРСКИЕ ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ОБЛАСТИ

ВВЕДЕНИЕ

В пределах Тимано-Печорской области известно четыре района распространения горючих сланцев верхнеюрского возраста: Сысольский, Яренгский, Ижемский и Нарьян-Марский. Два первых района приурочены к Мезонско-Вычегодской синеклизе, а два последних — к Печорской синеклизе. Приуроченность районов к двум названным синеклизам, разделенным Канино-Тиманской антеклизой, обусловливает некоторое различие в их орогидрографии и климате. В строении юрских отложений всех районов особых различий не наблюдается. Формирование юрских отложений названных районов происходило в сходных условиях, поэтому разделы «Геологическое строение» и «История геологического развития» объединены.

Для составления данного раздела тома использованы фондовые и опубликованные материалы геологов, занимавшихся изучением юрских отложений и связанных с ними горючих сланцев: И. Е. Худяева (1927), М. П. Раюшкина (1935 г.), С. А. Солнцева (1936 г.), А. А. Малахова (1940), В. И. Бодылевского (1941 г.), П. В. Виттенбурга (1943 г.), П. М. Клевенского (1944), Б. К. Попова (1943 г.), Д. П. Сердюченко (1942 г.), А. А. Чернова (1953), И. И. Крупенского (1955), Н. В. Сазонова (1959), И. З. Калантар (1963 г.), Ю. А. Захарченко (1960 г.), Г. М. Фирера (1960 г.), В. П. Абрамова (1960, 1961, 1964) и др.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

На территории Тимано-Печорской сланценосной площади и прилегающей к ней с востока горной страны выделяются следующие крупные структуры.

1. Мезенско-Вычегодская синеклиза, выполненная палеозойскими и мезозойскими отложениями.
2. Канино-Тиманская антеклиза — область глыбовых поднятий, сложенная метаморфическими, изверженными и осадочными палеозойскими комплексами.
3. Печорская синеклиза, заполненная палеозойскими и мезозойскими отложениями и занимающая обширное пространство между Тиманом и Предуральским краевым прогибом.
4. Предуральский краевой прогиб с мощными отложениями палеозоя.
5. Область Урало-Пайхойского складчато-глыбового антиклинория, сложенная чрезвычайно разнообразными по генезису и петрографическому составу допалеозойскими и палеозойскими породами.

На всей территории широко развиты разнообразные ледниковые и морские четвертичные отложения, мощность которых местами достигает 80—100 *м*.

Для того чтобы полнее осветить геологическое строение месторождения и проявления горючих сланцев, связанных с юрскими отложениями, ниже все внимание уделено этим последним; доюрские же и послеюрские образования не рассматриваются.

ЮРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

ЛИТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

В пределах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции юрские отложения развиты только в Мезенско-Вычегодской и Печорской синеклизах.

Они относятся к среднему и верхнему отделам. Среднеюрские отложения условно относятся к батскому ярусу, а верхний отдел юры представлен келловейским, оксфордским, кимериджским и нижневолжским ярусами.

Сопоставление основных разрезов юрских отложений приводится на рис. 24.

Мезенско-Вычегодская синеклиза. Юрские отложения распространены здесь в бассейне рек Сысолы, Яренги, Мезенской Пижмы, Сулы и Пеши. Наиболее полные разрезы наблюдаются в бассейне р. Сысолы.

Среднеюрские (батские?) отложения преимущественно песчаные. Пески серые, светло-серые, кварцевые, слюдистые, с прослоями серой и темно-серой алевритистой глины, содержат обуглившуюся древесину, растительные остатки и конкреции пирита. Установленная мощность отложений у пос. Белушье на р. Пеше до 19 *м*, в бассейне рек Яренги, Сулы и Мезенской Пижмы 10—20 *м*, а в бассейне р. Сысолы до 60 *м*. Возраст отложений на основании спорово-пыльцевых комплексов и залегания под фаунистически охарактеризованными отложениями келловея устанавливаются как среднеюрский, условно батский. Некоторые исследователи склонны считать эти отложения нижнекелловейскими.

Верхнеюрские отложения во всех перечисленных районах представлены келловейским, оксфордским, кимериджским и нижним волжским ярусами, кроме бассейна рек Сулы и Мезенской Пижмы, где установлены только отложения келловея.

Келловейские отложения сложены серыми, темно-серыми и черными глинами, комковатыми, известковистыми, местами с прослоями мергелей. Содержатся также песчаники зеленовато-бурые разнозернистые, местами грубозернистые; пески зеленовато-бурые и светло-серые, среднезернистые, слюдистые. В этих породах встречаются конкреции пирита и сидерита, а также обуглившиеся растительные остатки (участками сильно пиритизированные), редкие желваки фосфоритов; фауна представлена пелециподами, аммонитами и белемнитами. Мощность отложений от 4,5 до 33 *м*.

Оксфордские и кимериджские отложения состоят из глин светло-серых с зеленоватым оттенком и темно-серых с синеватым оттенком, участками сланцеватых с прослоями светло-серого мергеля. В некоторых районах значительная часть разреза сложена зеленовато-серым алевритом, содержащим гравий; в глинах содержатся пиритовые, сидеритовые и фосфоритовые конкреции и остатки раковин аммонитов, белемнитов и пелеципод. Мощность отложений от 2 до 7,5 *м*. Кимериджские отложения местами отсутствуют.

Нижневолжские отложения сложены глинами серыми и темно-серыми, местами алевритистыми и песчанистыми; в бассейне рек Яренги и Сысолы они битуминозные с пластами и пропластками горючих сланцев, содержат большое количество раковин аммонитов, белемнитов и пелеципод. В некоторых разрезах в основании толщи имеется прослой конгломерата с желваками фосфорита; мощность нижневолжских отложений достигает 26 *м*.

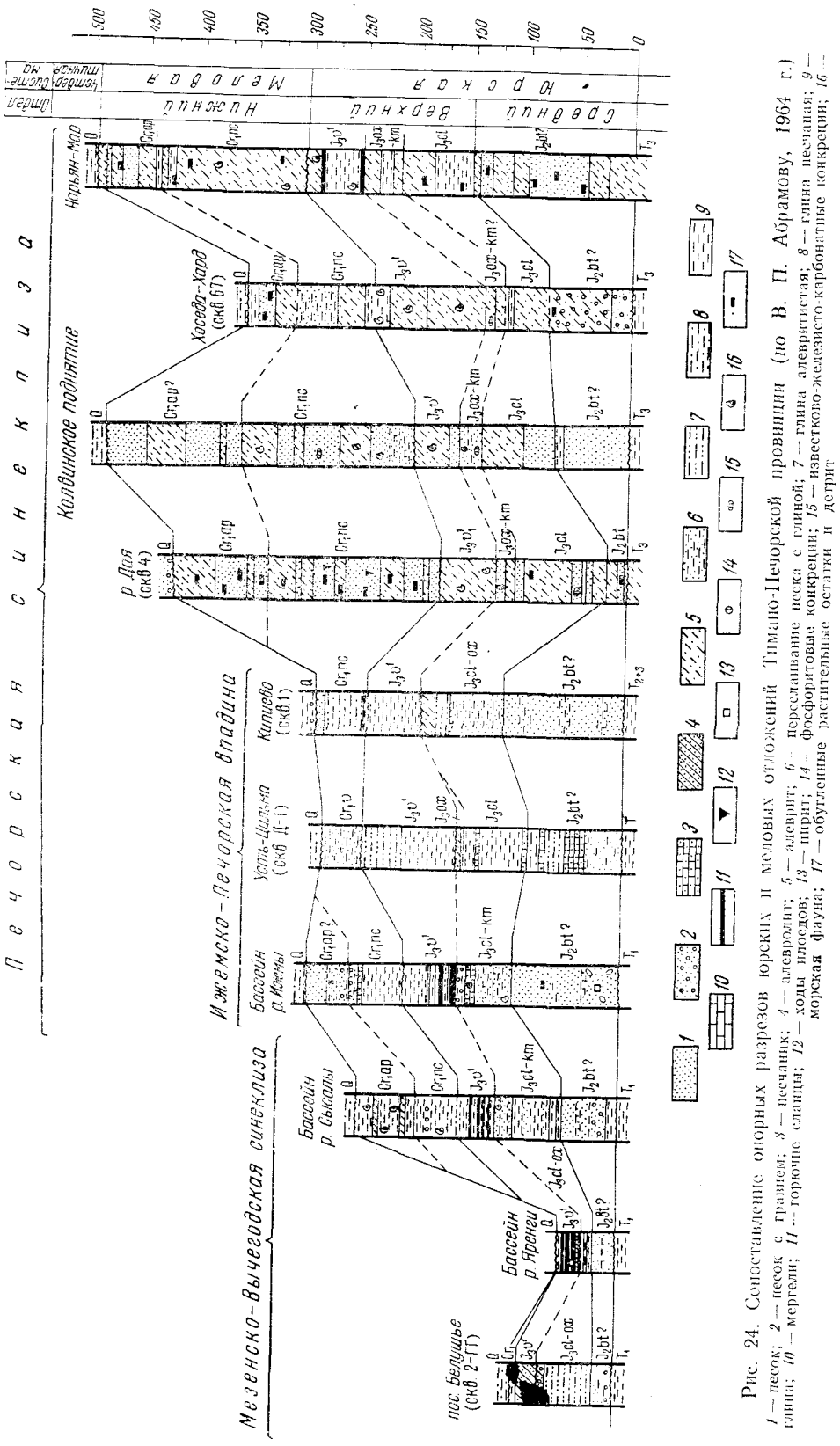


Рис. 24. Сопоставление опорных разрезов юрских и меловых отложений Тимано-Печорской провинции (по В. П. Абрамову, 1964 г.)

1 — песок; *2* — песок с гравием; *3* — песчаник; *4* — алевролит; *5* — алевролит; *6* — переслаивание песка с глиной; *7* — глина алевритистая; *8* — глина песчаная; *9* — глина; *10* — мергели; *11* — горючие сланцы; *12* — ходы илоедов; *13* — пирит; *14* — фосфоритовые конкреции; *15* — известково-железисто-карбонатные конкреции; *16* — морская фауна; *17* — обугленные растительные остатки и детрит

Возраст отложений каждого подразделения верхней юры подтверждается макро- и микрофауной и спорово-пыльцевыми комплексами (Худяев, 1927; Малахов, 1940).

В Мезенско-Вычегодской синеклизе нижневолжские отложения, содержащие горючие сланцы, развиты в бассейнах рек Сысолы и Яренги (Сысольский и Яренгский сланценосные районы).

Печорская синеклиза. Выходы юрских отложений на дневную поверхность в пределах Печорской низменности имеют ограниченное распространение. Они наблюдаются в бассейнах рек Ижмы, Цильмы и ее левого притока р. Тобыш, а также на западном склоне кряжа Чернышова в бассейне р. Адзьвы. Кроме того, на рассматриваемой территории они вскрыты скважинами в районе г. Нарьян-Мара, на Колвинском поднятии, в районе пос. Хоседа-Хард, в бассейне р. Ижмы, в районе поселков Усть-Цильмы, Кипиево и в ряде других мест.

Среднеюрские (батские?) отложения представлены чередованием серых и светло-серых песков, преимущественно кварцевого состава (они слагают до 65% разреза толщи), серых и светло-серых алевритов, серых и темно-серых глин. Основная масса прослоев алевритов и глин обычно приурочена к верхней и средней частям толщи. В песках местами встречаются гальки и мелкие валуны окварцованных песчаников, кварцитов, известняков, аргиллитов, реже черных кремней. В некоторых разрезах имеются прослои углистых глин мощностью до 0,55 *м*. В скв. 5, пробуренной в районе г. Нарьян-Мара, отмечен прослой бурого сильно глинистого угля мощностью 0,05 *м*. Мощность отложений от 0 до 128 *м*. Возраст толщи, судя по спорово-пыльцевым комплексам и непосредственному залеганию ее под фаунистически охарактеризованными келловейскими и оксфордскими отложениями, устанавливается как среднеюрский, условно батский.

Верхнеюрские отложения в составе келловейского, оксфордского, кимериджского и нижнего волжского ярусов распространены на значительной части Печорской синеклизы, только отложения кимериджского яруса обычно очень маломощны и часто в разрезе вообще отсутствуют.

Келловейские отложения представлены глинами светло-серыми, иногда с зеленоватым оттенком, слюдистыми, местами тонко отмученными с многочисленными ходами илоедов, часто пиритизированными, а также алевролитами и песками серыми и темно-серыми. В некоторых разрезах глины, алевриты и пески содержат прослои крепких известковистых песчаников. Песчаники обычно полимиктовые, линзовидно-косослоистые и горизонтальнослоистые, слабо отсортированные. В разрезе содержатся пиритовые, реже сидеритовые и известковистые конкреции, обуглившиеся обрывки растений и остатки фауны пелеципод, аммонитов и белемнитов. Мощность отложений от 20 до 83 *м*.

Оксфордские и кимериджские отложения сложены глинистыми алевритами и алевритистыми серыми и зеленовато-серыми глауконитовыми глинами. В некоторых районах основная часть разреза сложена серым и зеленовато-серым разнозернистым песком, содержащим глауконит, железисто-хлоритовые оолиты и редкую, обычно мелкую, хорошо окатанную кремневую и кварцевую гальку. В некоторых разрезах имеется прослой мощностью до 1,6 *м* глинистого окремненного известняка. В районе г. Нарьян-Мара в некоторых скважинах верхнюю часть разреза слагают сланцеватые глины с двумя-четырьмя тонкими (до 0,05 *м*) прослоями горючих сланцев. В этих разрезах отложения кимериджа, по-видимому, отсутствуют. В рассматриваемых

отложениях имеются обломки обуглившейся пиритизированной древесины, известково-фосфоритовые конкреции и значительное количество остатков фауны аммонитов, белемнитов, пелеципод, брахиопод и скафопод. Мощность отложений от 0 до 12 *м*, очень редко до 25—35 *м*.

Нижневолжские отложения представлены глинами темно-серыми и серыми алевритистыми, слюдистыми, часто сменяющимися сильно глинистым алевритом. В нижней части глины обычно битуминозные с прослоями известковистых глин и алевритов, состоящих преимущественно из шлама и обломков пелеципод. В районе г. Нарьян-Мара и в бассейне р. Ижмы в нижневолжских отложениях содержится от 6 до 11 пластов и пропластков горючих сланцев. В разрезе наблюдаются известково-глинистые конкреции и большое количество фауны пелеципод, аммонитов и белемнитов. Мощность отложений от 0 до 90 *м*. Общая мощность верхнеюрских отложений в отдельных разрезах достигает 230 *м*.

Возраст верхнеюрских отложений с подразделением на ярусы, а в некоторых разрезах и на подъярусы подтверждается ископаемыми фауной, микрофауной и спорово-пыльцевыми комплексами (Бодылевский, 1941; Енцова, 1963; Калантар, 1963; Фирера, 1963; Абрамова, 1960, 1964).

Горючие сланцы, приуроченные к отложениям волжского яруса, развиты в бассейне р. Ижмы и в районе г. Нарьян-Мара (Ижемский и Нарьян-Марский сланценосные районы).

Верхневолжские отложения на рассматриваемой территории пока достоверно не установлены. Возможно, в районе г. Нарьян-Мара часть темно-серых глин, залегающих над сланценосной толщей, относимых пока к нижневолжскому ярусу, имеет верхневолжский возраст.

На значительной площади рассматриваемых синеклиз юрские отложения перекрываются осадками нижнего мела, а в местах их отсутствия — четвертичными отложениями.

УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Юрские отложения, развитые в Печорской и Мезенско-Вычегодской синеклизах, залегают с размывом на разных горизонтах триаса.

В краевых частях Печорской синеклизы и крупных положительных структурах типа Печорской гряды они иногда залегают на отложениях перми, а местами, вероятно, и на более древних (каменноугольных и девонских) породах.

Среднеюрские (батские?) отложения, слагающие основание юрского разреза, выполняют впадины доюрского рельефа, поэтому мощность их колеблется от нескольких до 100 *м* и более, местами они совершенно отсутствуют, и верхнеюрские отложения в этих случаях ложатся прямо на триас или отложения палеозоя. Юрские отложения на большой части рассматриваемой территории лежат почти горизонтально. Структуры, развитые в этих отложениях, унаследовали общий план структур, развитых в нижнемезозойских отложениях. При общем совпадении тех и других структур наблюдается смещение максимумов поднятий и некоторое смещение осей. Углы падения юрских пород на структурах обычно менее одного градуса. Более крутые углы падения юрских отложений могут быть в районах развития флексур, связанных с глыбовыми подвижками фундамента или с подновлением разломов, развитых в палеозойском основании (например, по западному склону Печорской гряды).

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В конце верхнетриасовой и начале нижнеюрской эпох в северной части Предуральского краевого прогиба проявилась фаза складчатости, в результате чего пермские и триасовые отложения были смяты в складки, прекратилось существование краевого прогиба и ожили ранее существовавшие разломы, по которым произошло воздымание кряжа Чернышова, поднятия Чернова и других структур. В прилегающей к прогибу части платформы произошло формирование сводов и локальных поднятий. Вся область Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции после формирования песчано-глинистых триасовых отложений стала испытывать поднятие и размыв.

Территория Мезенско-Вычегодской синеклизы, по-видимому, начала испытывать воздымание и подвергаться размыву уже в конце нижнего триаса, после формирования отложений ветлужской серии. Осадков среднего и верхнего триаса в пределах этой синеклизы нет.

Территория Канино-Тиманской антеклизы с начала триаса или уже с верхней перми не являлась областью седиментации и, вероятно, была областью сноса.

Грубообломочный материал (песчаники и прослойки гравелитов) ветлужской серии, состоящей в основном из кремней, кварца и обломков красноцветных верхнепермских пород, несомненно, поступал с Тимана.

Территория Печорской синеклизы и Предуральского краевого прогиба до конца триаса была областью седиментации. Здесь в дельтовых и озерно-болотных, озерных и лагунных условиях шло формирование песчано-глинисто-алевритовых отложений. При этом в Предуральском краевом прогибе накопились толщи триасовых отложений мощностью до 2000 *м* и более. В восточных районах краевого прогиба, лежащих ближе к Уралу (область сноса), среди песчано-глинисто-алевритовых отложений накопились значительные толщи грубозернистых (песчаных и гравийно-галечных) пород. В Печорской синеклизе в триасовый период отлагались в основном песчано-глинисто-алевритовые отложения, в нижнем и среднем триасе — преимущественно красного и красно-бурого цвета, а в верхнем триасе — сероцветные с прослоями углей и большим количеством флоры. Общая мощность триасовых отложений в полных разрезах в Печорской синеклизе достигает 700—750 *м*.

Триасовые отложения в Мезенско-Вычегодской и Печорской синеклизах согласно с верхнепермскими образуют пологие положительные структуры (своды, поднятия, валы) платформенного типа и впадины.

Нижнетриасовые отложения содержат значительное количество обломочных и аутигенных гидроокислов железа, что указывает на окислительную среду их седиментации и диагенеза. Отсутствие растительных остатков в этих отложениях указывает на то, что накопление последних шло в условиях засушливого климата.

Среднетриасовые отложения, представленные чередованием зеленовато-серых песчаников с красными, пестрыми и серыми глинами, образовались в сложных геотектонических, геохимических и климатических условиях. Область накопления среднетриасовых отложений характеризовалась значительной мобильностью. Периоды опускания сменялись кратковременными поднятиями или прекращением погружения. Преобладание красных глин и алевритов с большим содержанием обломочных и аутигенных гидроокислов железа указывает на то, что среда, в которой шло накопление осадков, была в основном окислительная, а климат засушливый. Окислительная обстановка временами сменялась слабовосстановительной, на что указывают прослои серых

песчаников и алеврито-глинистых пород, содержащих редкие пиритовые конкреции, а климат в эти промежутки, по-видимому, значительно увлажнялся, что подтверждается наличием в этих осадках редкой ископаемой флоры.

Наличие в верхнетриасовых сероцветных отложениях прослоев угля и значительного количества остатков флоры дает основание считать, что климат здесь в верхнетриасовую эпоху был гумидный, умеренно влажный.

Поднятие Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, начавшееся в конце триаса, продолжалось в течение всей нижнеюрской и значительной части среднеюрской эпох. В это время здесь шли процессы выветривания, образования коры выветривания и размыв пород, выведенных на дневную поверхность. В связи с тем, что отложения нижней и значительной части средней юры на рассматриваемой территории отсутствуют, судить о климате этого промежутка времени можно только на основании косвенных данных. Климат здесь на протяжении нижней и значительной части средней юры так же, как и в верхнем триасе, был гумидный, умеренно влажный. На это указывает образование каолинита, установленного в переотложенном виде в алеврито-песчаных отложениях средней юры, и пропластков огнеупорных глин, а также значительный размыв триасовых и палеозойских пород (среднеюрские батские отложения залегают на различных горизонтах триаса, местами на отложениях перми, карбона и даже девона). В это время в Печорской и Мезенско-Вычегодской синеклизах произошло формирование структурно-эрозионного рельефа.

С конца среднеюрской эпохи, по-видимому, с батского (?) века территория Печорской и Мезенско-Вычегодской синеклиз начала погружаться. Первоначально в наиболее пониженных частях синеклиз (в котловинах и впадинах), а к концу батского века на всей площади синеклиз в бассейновых (вероятно, озерных и частично в озерно-болотных) условиях шло накопление глинисто-алеврито-песчаных, а местами и гравийно-песчаных осадков. Накопление этих отложений шло в восстановительной среде, на что указывают наблюдаемые в разрезе пиритовые конкреции, пиритизация растительных остатков, а также линзы бурых углей. Климат в момент накопления этих отложений был гумидный, умеренно влажный. Областями сноса в момент формирования среднеюрских (батских?) отложений были Тиман, Приполярный и Полярный Урал.

Опускание Мезенско-Вычегодской и Печорской синеклиз с некоторыми промежутками перерыва в опускании или даже кратковременными поднятиями продолжалось до конца нижневолжского века. С начала келловейского, возможно с конца батского, века площадь синеклиз покрылась морем. В условиях мелководного морского бассейна и произошло накопление преимущественно горизонтальнослоистых песчано-алеврито-глинистых осадков, содержащих прослои глауконитовых песков, конкреции пирита и фосфорита, а также ископаемую фауну цефалопод, пелеципод, скафопод, мелких гастропод (в отложениях оксфорда) и брахиопод. Местами в нижневолжский век образовались пласты и пропластки горючих сланцев. Фациальная характеристика пород в общих чертах довольно однообразна на площади обеих синеклиз. В районах, прилегающих с северо-востока к Тиману и с запада и юго-запада к Предуральскому краевому прогибу, наблюдается более грубозернистый состав осадков. Здесь в разрезах келловея и оксфорда преобладают пески и алевриты с подчиненными прослоями глин, а с удалением от Тимана и Урала к центральным частям синеклиз в разрезе преобладают глины. Такое распределение осадков указывает

на то, что областями сноса в верхнеюрскую эпоху был Тиман, Приполярный и Полярный Урал. Климат в верхнеюрское время здесь был гумидный, умеренно влажный, а среда, в которой накапливались отложения, была преимущественно восстановительной, на что указывает значительное количество в разрезе конкреций пирита и пиритизированных растительных остатков.

В начале нижневолжского века местами (в лагунах или во впадинах, развитых на шельфе), вероятно, в связи с малым движением вод, временами шли процессы сероводородного брожения, обусловившие массовую гибель органического мира, за счет которого происходило образование илов, насыщенных органическими остатками, из которых впоследствии и образовались битуминозные глины и пласты и пропластки горючих сланцев. Нижневолжское море было заселено довольно богатой, хотя и однообразной, фауной аммонитов, белемнитов, ауцелл и др. Флора была представлена водорослями, по-видимому, одноклеточными.

На наличие кратковременных незначительных воздыманий и периодическое отступание из некоторых районов синеклиз моря указывает частично отсутствие осадков нижнего оксфорда и на значительной площади — отложений кимериджского яруса.

На протяжении верхневолжского века территория синеклиз, возможно, за исключением южной части бассейна р. Сысолы и северных районов провинции (к северу от широты г. Нарьян-Мара), представляла сушу. Осадки верхнего волжского яруса на большей части рассматриваемой территории пока не установлены.

С начала нижнемеловой эпохи территория синеклиз вновь начала испытывать погружение и покрылась морем, имеющим менее широкое площадное распространение, чем верхнеюрское.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Накопление илистого и органического материала, давшего в ископаемом виде слои битуминозных глин и пласты юрских горючих сланцев, шло во впадине эпиконтинентального моря — пролива, соединяющего северное и южное моря. Судя по площади современного распространения сланценосных отложений (составляющей более 9000 $км^2$), можно предположить, что иловая впадина занимала здесь значительную часть моря. Склоны впадины, по-видимому, были пологие и плавно сливались с поверхностью морского дна. Возможно, процессы накопления ила, насыщенного органическим веществом, шли на всей или значительной площади моря (пролива). Минеральное вещество в иловую впадину приносилось с пенепленизированной суши и отлагалось в спокойных водах на дне впадины, образуя глинисто-илистый осадок, который смешивался с аллохтонным и автохтонным органическим веществом, составившим горючий материал сланца.

Горючие сланцы темно-серые с буроватым оттенком и буровато-серые плотные крепкие, при высыхании светлеют и обычно разделяются на тонкие пластинки (листоватость). Поверхность наслоения идеально ровная. По плоскостям сланцеватости часто наблюдается более грубозернистый материал — обычно мелкозернистый слюдистый алеврит. Некоторые разновидности горючих сланцев, по-видимому, более однородные, не листоватые, при выветривании рассыпаются на плитки или плитчатую щебенку. В сланцах содержится большое количество остатков фауны аммонитов и ауцелл. Фауна обычно сильно раздавлена, большое количество раковин превращено в мельчайшие обломки, составляющие значительную часть минерального вещества сланцев. Наличие большого количества ископаемой фауны в сланцах указывает на существование здесь в отдельные промежутки жизни моря нормального солевого и газового режима, при котором широко развивались фауна и флора. Присутствие большого количества остатков фауны в сланцах и особенно местами многочисленных мелких аммонитов и ауцелл (юных форм) указывает на временное изменение газового и солевого режима моря в неблагоприятном направлении для развития фауны, когда происходила массовая гибель животных.

Представляется, что накопление глинисто-илистого осадка, насыщенного органическим веществом, происходило в сложных палеогеографических условиях при довольно частой смене в море или в отдельных его частях (в иловой впадине) газового и солевого режима. Наличие кристаллов пирита и пиритовых конкреций в сланцах указывает на то, что накопление глинисто-илистого осадка, насыщенного органическим веществом, шло в восстановительной среде в условиях сероводородного брожения. Вероятно, солевой и газовый режим бассейна в зависимости от климатических (возможно, даже сезонных) и палеотектонических (эпейрогенических колебаний) условий часто изменялся то в сторону нормальной солености и газового режима, способствующих бурному развитию фауны моллюсков с известковыми раковинами (моменты накопления минерального или слабо обогащенного органическим веществом, превратившегося в слои «пустой» породы, разделяющие горючие сланцы), то в сторону застойности бассейна с сероводородным брожением, вызывающим массовую гибель органического мира (накопление глинисто-илистого осадка, обогащенного органическим веществом, видоизмененного позднее в пласты и пропластки горючих сланцев).

Некоторое количество органического вещества, давшее горючую часть сланцев, поступало в иловую впадину с прибрежных равнин и из зоны маршей, затопляемой во время пролива.

ОПИСАНИЕ СЛАНЦЕНОСНЫХ РАЙОНОВ

НАРЬЯН-МАРСКИЙ СЛАНЦЕНОСНЫЙ РАЙОН

Нарьян-Марский сланценосный район расположен на северо-востоке Архангельской области и входит в Ненецкий национальный округ. Город Нарьян-Мар расположен на правом берегу р. Печоры, в 90 *км* от ее устья. Связь между г. Нарьян-Маром и другими населенными пунктами осуществляется по р. Печоре.

В орографическом отношении рассматриваемая территория представляет собой приморскую равнину, наклоненную на северо-восток. Значительную часть территории занимает пойма р. Печоры с абсолютными отметками 0,5—10 *м*; она расчленена большим количеством проток, стариц и озер. Поверхность ее местами заболочена. На уровне 10—50 *м* расположена волнистая равнина, занимающая в основном правобережную часть р. Печоры, и незначительной частью заходящая на ее левобережье. Волнистая равнина расчленена притоками р. Печоры, долины которых с крутыми склонами хорошо выражены.

Рассматриваемый район лежит в зоне перехода лесотундры в тундру, а самая северная его часть представляет типичную тундру.

Район изрезан сильно развитой густой сетью рек и озер. Дельта р. Печоры характеризуется многочисленными протоками, рукавами и старицами. Река Печора судоходна, в порт Нарьян-Мар заходят морские суда.

На климате района сказывается близость холодного моря — высокая влажность воздуха и преобладание летних осадков над зимними.

Количество выпадающих осадков в среднем за год составляет 420—445 *мм*. Слабое испарение влаги способствует заболачиванию территории. Среднегодовая температура — 2° С.

Существует обширная литература о четвертичных отложениях района Нарьян-Мара, развитых здесь повсеместно и имеющих большую мощность и разнообразный характер. Нижележащие более древние (мезозойские) отложения до недавнего времени не были изучены.

Для изучения геологического строения и выяснения перспектив нефтегазоносности района с 1958 г. б. Коми-Ненецкое территориальное геологическое управление, а теперь Ухтинское территориальное геологическое управление стало проводить поисково-структурное бурение на нефть и газ. Во время этих работ был впервые вскрыт и изучен разрез мезозойских и верхнепалеозойских отложений и обнаружены горючие сланцы, связанные с верхнеюрскими отложениями. В дальнейшем специальные работы по разведке и изучению горючих сланцев в районе не проводились.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Основная группа пластов горючих сланцев приурочена к отложениям нижнего волжского яруса. Однако следует отметить, что в отличие от других районов рассматриваемой территории накопление органического вещества, давшего прослои горючих сланцев, началось здесь в оксфорде. В связи с тем, что в отложениях оксфорда по скв. 3 отмечено всего лишь два прослойка горючих сланцев мощностью 0,01 и 0,4 *м* (последний разделен тремя прослоями породы мощностью от 0,02 до 0,08 *м*), эти отложения здесь не рассматриваются. Следует только отметить, что отложения оксфорда по скв. 3 сложены в основном тонкозернистыми глинистыми алевритами. Нижний прослой горючих сланцев, приуроченный к отложениям оксфорда, в скв. 3 располагается на глубине 271,1 *м*, а верхний — на глубине 258,2 *м*. Приуроченность этих отложений к оксфорду подтверждается фауной. Отложения нижнего волжского яруса залегают на породах верхнего оксфорда. Нижняя граница яруса четко устанавливается по подошве пачки горючих сланцев, содержащих характерную для нижневолжского яруса фауну аммонитов и ауцелл.

Отложения нижнего волжского яруса представлены темно-серыми слюдистыми неравномерно известковистыми глинами, содержащими тонкие прослои слабо сцементированных алевролитов и песчаников. Горючие сланцы в разрезе объединены в две пачки. Нижняя, залегающая в основании яруса, содержит от 1 до 4 пластов горючих сланцев мощностью от 1 *см* до 1,3 *м*. Верхняя пачка горючих сланцев, приуроченная к средней части яруса, содержит от 1 до 5 пластов и прослойков горючих сланцев мощностью от 0,05 до 0,7 *м* каждый.

Верхнюю часть отложений яруса слагают серые мелкозернистые неслоистые сильно глинистые алевролиты с ауцелловой фауной удовлетворительной сохранности. Мощность отложений яруса в пределах района от 33 до 66 *м*, по скв. 3 она составляет 50 *м*. В этой скважине отмечено максимальное (10) количество пластов и пропластков горючих сланцев. Два из них приурочены к отложениям оксфордского яруса. В нижней части нижневолжского яруса в некоторых разрезах встречаются прослои мощностью 5—10 *см*, реже до 40 *см*, в основном состоящие из обломков и целых раковин ауцелл и реже аммонитов. Местами эти прослои разделяют пласты или пропластки горючих сланцев. Во всех породах яруса содержится фауна пелеципод, аммонитов и реже белемнитов. Среди собранной в разрезе фауны Г. И. Дембской определены: *Perisphinctidae, Dorsoplanites* sp. ind. (*D. panderi* d'O r b.), *Aucella mosquensis* B u c h., *Aucella* ex gr. *keyserlingi* Z a h., *Aucella* sp. (cf. *fischeriana* d'O r b.) и др. По имеющейся фауне разделить отложения на зоны не представляется возможным. Судя по значительной мощности отложений, достигающей 66 *м*, можно предположить, что здесь присутствуют осадки всех зон. Проявление сланценосности в разрезе начинается значительно раньше, чем в Ижемском, Яренгском и Сысольском районах, т. е. с оксфорда, и заканчивается, по-видимому, в самых низах зоны *Virgatites virgatus* нижневолжского яруса или несколько ниже. Нижневолжские отложения в районе перекрываются морскими алеврито-глинистыми отложениями нижнего мела мощностью 160—220 *м* и четвертичными глинистыми и песчано-глинистыми морскими и водно-ледниковыми осадками мощностью 20—60, реже 100 *м*.

УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ СЛАНЦЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Юрские отложения в районе залегают на различных горизонтах верхнего и, по-видимому, среднего триаса. Лежат они горизонтально или под углом от 10—30′ до 1°, реже до 2°. В районе по отложениям келловейского, оксфордского и нижневолжского ярусов фиксируется пологое поднятие, вытянутое в северо-западном направлении. Углы падения крыльев в северной части структуры по подошве келловея составляют 30′, а в южной части 50′; они увеличиваются с глубиной. Размеры структуры по отложениям юры 20×13 *км*. Амплитуда поднятия по подошве келловея 69 *м*, а по подошве нижнего волжского яруса 54 *м*. Вероятно, в этом сланценосном районе имеется ряд пологих поднятий, аналогичных Нарьян-Марскому, и пологих впадин. Дизъюнктивные нарушения в толще юрских отложений не отмечены. Колебание мощности нижневолжских отложений от 33 до 66 *м*, вероятно, обусловлено в основном различной степенью их размыва в верхневолжский век. Подошва сланценосных отложений располагается здесь на глубине 250—280 *м*.

Площадь распространения нижневолжских сланценосных отложений в районе изучена не полностью. В северном направлении контур выклинивания сланценосности не прослежен, а западный контур района проведен условно. В пределах контура, установленного по редкой сети скважин, сланценосная площадь 1000—1200 *км*^{2}.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосные отложения перекрыты четвертичными образованиями и отложениями нижнего мела общей мощностью до 220—280 *м* и на дневную поверхность в районе нигде не выступают. Поэтому развитые здесь сланцы до последнего времени оставались неизвестными. При поисково-структурном бурении, проведенном в 1958—1960 гг., были вскрыты отложения верхней юры, содержащие пласты горючих сланцев.

Два нижних пропластка горючих сланцев мощностью 0,01 и 0,4 *м* наблюдаются в отложениях оксфорда. Основная же группа пластов приурочена к отложениям нижнего волжского яруса.

В пробуренных здесь скважинах в отложениях нижнего волжского яруса наблюдается от 2 до 8 пластов и пропластков горючих сланцев.

Пласты и пропластки горючих сланцев в нижневолжских отложениях заключены в двух пачках. Первая пачка приурочена к самым низам толщи. Здесь наблюдается от 1 до 4 пластов и пропластков мощностью от 0,01 до 1,3 *м*. В этой пачке в некоторых разрезах (скв. 3) наблюдалось два пласта мощностью до 1,3 *м*. В других скважинах

мощность этих пластов снижается до 0,7 *м*. Вторая пачка располагается в средней части толщи (см. рис. 24). В ней также содержится от 1 до 4, редко до 3 пластов и пропластков горючих сланцев. Здесь обычно наблюдается только один пласт мощностью 0,7 *м*, остальные имеют мощность в несколько сантиметров, редко 0,2 *м*. Пропластки горючих сланцев по площади плохо выдержаны и часто замещаются битуминозными глинами. В Нарьян-Марском районе развиты три пласта, достигающие рабочей мощности (0,7—1,3 *м*).

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Качество горючих сланцев района почти не изучалось. Горючие сланцы имеют тонкую правильную слоистость (листоватость). В сухом виде они разделяются на тонкие (доли миллиметра) пластинки, бурые и темно-бурые, а во влажном состоянии черные с буроватым оттенком. Тонкие пластинки горючих сланцев в сухом виде загораются от спички, горят плохо, коптящим пламенем.

По единичным лабораторным анализам (Фирер, 1960ф) горючие сланцы имеют высокую зольность. Так, по скв. 14 зольность 78—79%, выход летучих 18,1%, а калорийность на органическую массу достигает 8077 *ккал/кг*. При полукоксовании получен выход смолы от 6 до 12,5%. Судить о качестве сланцев всего района по единичным пробам трудно, но высокий выход смолы (до 12,5%) указывает, что среди сланцев этого района могут быть пласты высокого качества.

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Общая площадь распространения сланценосных отложений в Нарьян-Марском районе не определена. Площадь распространения сланценосных отложений в контуре, изученном редкой сетью скважин, составляет 1000—1200 *км*^{2}. На этой площади отмечено до двух пропластков в отложениях оксфорда и от 2 до 8 пластов и пропластков в отложениях нижнего волжского яруса. Мощность их от 0,01 до 1,3 *м*, а суммарная мощность сланцев достигает 4,0—4,5 *м*. Количество пластов рабочей мощности (0,7—1,3 *м*) в районе колеблется от одного до трех. Качество горючих сланцев района почти не изучено. Проведены лишь неполные исследования по единичным пробам.

Для прогнозной оценки запасов района с некоторой долей условности можно принять, что горючие сланцы Нарьян-Марского района сходны с ижемскими сланцами.

С целью избежания ошибок в перспективной оценке запасов в сторону завышения принято, что на всей обследованной редкой сетью скважин площади в 1000 *км*^{2} имеется один пласт мощностью 0,7 *м* при удельном весе горючего сланца 1,5. При этом возможные (по категории C_3) запасы горючих сланцев Нарьян-Марского района более 1 млрд. *т*.

Перспективы данного района не органичиваются указанными запасами, так как полная площадь района пока неизвестна.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Гидрогеологические условия района изучены слабо. Здесь имеются водоносные горизонты, связанные с четвертичными, верхнеюрскими, а также с нижележащими среднеюрскими, триасовыми и верхнепалеозойскими отложениями.

Среди четвертичных отложений частично изучен водоносный горизонт, приуроченный к их верхней части, связанной с аллювиальными мелкозернистыми песками. Водоносный горизонт лежит на глубине 1—3 *м*. Воды в нем пресные. Дебит изменяется в зависимости от времени года. Максимальных значений он достигает во время весеннего паводка. Удельный дебит, определенный по одной из скважин при понижении 4,5 *м*, составляет 0,4 *л/сек*.

Водоносные горизонты в меловых отложениях не установлены, хотя в их разрезе имеются отдельные пачки, сложенные алевритами и песками.

Водоносные горизонты, связанные с верхнеюрскими отложениями, изучены недостаточно. В них воды приурочены к мелкозернистым пескам и алевролитам. Воды, связанные с верхнеюрскими отложениями, напорные. Статический уровень по скв. 5 располагается на абсолютной отметке +7,45 *м*. Вода сильно солоноватая (минерализация 6908 *мг/л*). Количество водоносных горизонтов, связанных с верхнеюрскими отложениями, не определено, и их дебит не установлен.

Горючие сланцы в районе залегают горизонтально или с небольшим (до 1°) углом наклона. Мощность пластов горючих сланцев от 0,7 до 1,3 *м*. Пластов с мощностью более 0,7 *м* в районе от одного до трех. Лежат они на глубине 220—280 *м* и доступны только для отработки шахтным способом. Из-за их залегания на больших глубинах в настоящее время сланцы практической ценности не представляют. Однако, учитывая повышенный выход смолы (до 12,5%), в будущем они могут служить сырьем для химической промышленности.

ИЖЕМСКИЙ СЛАНЦЕНОСНЫЙ РАЙОН

Район расположен в бассейне левого притока Печоры — р. Ижмы и протягивается довольно узкой полосой вдоль восточного склона Тиманского хребта. В административном отношении район относится к северо-западной и центральной частям Коми АССР.

Сланценосные отложения приурочены к нижневолжскому ярусу верхней юры; выходы их в этом районе протягиваются от р. Нижнего Одеса до р. Ижмы, пересекая ее между деревнями Порожек и Кедавом. Далее на северо-запад также известны выходы отложений нижневолжского яруса, тянущиеся до бассейна р. Цильмы, но данные о сланценосности этой полосы отсутствуют.

Район расположен в таежно-болотистой местности с редким малочисленным населением. Вблизи от основных месторождений горючих сланцев расположен Ухтинский промышленный район, где сосредоточена добыча и переработка нефти, газа и т. п. Сланценосный район пересекается ж. д. Котлас—Воркута. Наличие железной дороги и водных путей (р. Печора) делает Ижемский сланценосный район наиболее перспективным из всех сланценосных районов севера Европейской части СССР.

Систематическое изучение геологического строения этой территории было начато экспедицией Р. Мурчисона в 1840—1841 гг. Мезозойские отложения изучали Ф. Н. Чернышев, Л. И. Лутугин, В. Н. Вебер, А. П. Павлов, А. А. Чернов и др. Сланценосность юрских отложений была установлена при поисковых работах на нефть, проводившихся с 30-х годов нынешнего столетия. Впервые о ней упоминается в работе А. Н. Розанова (1927), а систематическое изучение горючих сланцев начато в 1941 г.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении Ижемского района принимают участие осадочные отложения девона, карбона, перми, юры и мела, залегающие на метаморфических породах протерозойского (кембрийского) возраста, представляющих собой фундамент.

Девонские отложения представлены (Наливкин, 1963) средним и верхним отделами. К эйфельскому ярусу относится красноцветная толща мощностью более 200 *м*, сложенная песчаниками и глинистыми породами. Живетский ярус выражен переслаивающимися песчаниками, глинами, аргиллитами, пластовыми интрузиями диабазов и миндалекаменных пород, туффитами общей мощностью 35 *м*. В этих отложениях обнаружена ископаемая фауна ганоидных рыб, брахиопод и др. Выше залегают надчибьюсские слои, представленные в основном глинами с прослоем песчаника в основании пачки. Мощность этих пород в районе Ухты 15—18 *м*.

Франский ярус разделен на три подъяруса. К нижнефранскому подъярусу относятся пашийские, кыновские и саргаевские слои (свиты), сложенные переслаивающимися нефтеносными песчаниками, алевролитами и глинами, иногда известковистыми, с редкими тонкими прослоями гравелитов мергелей и известняков. Местами пашийские слои залегают непосредственно на метаморфических толщах основания. Мощность пашийских отложений 15—20 *м*, кыновских от 60 до 150 *м*. Саргаевские слои мощностью 20—30 *м* выражены известковистыми глинами с прослоями мергелей, известняков и алевролитов, содержащих богатую фауну брахиопод, пелеципод, остракод и др.

К среднефранскому подъярусу относятся доманиковые и мендымские слои (свиты). Доманиковые слои состоят из окремненных и глинистых известняков с прослоями мергелей, кремней, битуминозных глин и горючих сланцев[1] общей мощностью до 78 *м*. Мендымские слои мощностью 20—45 *м* представлены битуминозными глинами с прослоями мергелей и глинистых известняков.

В верхнефранском подъярусе выделены ветласинские, сирачойские и ухтинские слои (свиты). Ветласинские слои сложены переслаивающимися глинами и мергелями с подчиненными прослойками алевролитов и известняков общей мощностью до 200 *м*. Сирачойские слои сложены двумя пачками, нижняя из которых представлена глинами, алевролитами, песчаниками, мергелями и известняками, переслаивающимися между собой, общей мощностью до 40 *м*; верхняя пачка сложена в основном известняками с прослоями глин общей мощностью 80 *м*. Ухтинские слои также делятся на две пачки: нижняя представлена переслаивающимися глинами, мергелями, известняками, известковистыми конгломератами, песчаниками и алевролитами, верхняя пачка состоит из переслаивающихся глин и гипсов с ангидритами пестрой окраски. Выше залегают известняки и доломиты с остатками панцирных рыб. Мощность ухтинских отложений 190—200 *м*.

Фаменский ярус выражен ижемскими слоями нижнефаменского подъяруса и сложен мергелями и известняками с прослоями конгломерата общей мощностью 180 *м*.

Каменноугольные отложения в районе представлены всеми тремя отделами, но нижний — только визейским ярусом. Визейсике отложения сложены доломитизированными известняками и доломитами с тонкими прослоями глин общей мощностью до 40 *м*.

Средний карбон представлен только московским ярусом и сложен известняками, местами доломитизированными с прослоями глин, глинистых доломитов, кремней и известковистых песчаников. В известняках в отдельных пунктах зафиксирована битуминозность. Общая мощность московского яруса 130 *м*.

[1] Горючим сланцам девонского возраста Притиманья посвящен отдельный раздел.

В верхнем карбоне выделены гжельский и оренбургский ярусы. Первый расчленен на буркемский и одеский горизонты, во втором выделены айювинский и индигский горизонты. Все отложения верхнего карбона сложены известняками, часто доломитизированными и кремнистыми, с прослоями кремня, глинистых известняков, а в индигском горизонте — с прослоями глин. Мощность верхнего карбона 120—140 *м*.

Пермская система представлена в основном нижним отделом. В нижней перми установлены отложения сакмарского, артинского и нижней части кунгурского ярусов. В первом из них выделены ненецкий горизонт мощностью 10—15 *м*, сложенный известняками, тастубский горизонт, представленный доломитизированными известняками с прослоями мергелей и глин общей мощностью 20—25 *м*, и стерлитамакский горизонт, сложенный известняками мощностью 5—10 *м*. Нижний и верхний подъярусы артинского яруса сложены карбонатными отложениями общей мощностью до 40 *м*.

В бассейне р. Цильмы условно выделены отложения кунгурского яруса, представленные пачкой оолитовых известняков, венчающих артинскую толщу доломитизированных известняков. Мощность 3—7 *м*.

Среди отложений верхнепермского возраста условно выделен только уфимский ярус, представленный глинами с прослоями гипса, кварцевых песчаников и известняков общей мощностью 80 *м*.

Отложения юрского возраста (Бодылевский, 1963) залегают на породах палеозоя с резким несогласием, перекрывая нижележащие отложения различных возрастов.

В бассейне р. Айюве присутствуют отложения средней юры (батский ярус), тогда как в других местах описываемого района разрез мезозойских отложений начинается, по-видимому, с келловея. К отложениям батского яруса относится толща переслаивающихся между собой глин, песков и песчаников с валунно-галечным пластом в основании разреза общей мощностью до 50—75 *м*.

Среди верхнеюрских отложений выделены келловейский, кимериджский и нижневолжский ярусы.

Келловей подразделен на три подъяруса. Нижний келловей сложен переслаивающимися известковистыми песчаниками, песками и глинами общей мощностью до 30—35 *м*. Средний келловей представлен в основном песчанистыми глинами с прослоями известняка, брекчиевидного песчаника с зернами гравия и известковистого песчаника. Породы содержат обугленные обломки крупных частей растений, иногда пиритизированные. Общая мощность среднего келловея 10—12 *м*. Верхний келловей выражен в основном глинами с конкрециями известковистого песчаника; общая мощность 7 *м*.

В оксфордских отложениях выделен верхнеоксфордский подъярус, представленный песчанистой глиной, глауконитовыми песчаниками, а в верхней части разреза — прослоями известняка общей мощностью от 2—3 до 40—42 *м* в северо-восточной части района.

Кимеридж установлен на р. Айюве, где он сложен песчанистыми глинами общей мощностью 2,5 *м*, содержащими ископаемую фауну аммонитов, белемнитов и пелеципод.

Нижневолжский ярус, к которому приурочена слацеиосная толща, сложен двумя литологически различными толщами: нижней — сланценосной и верхней — глинистой. В. И. Бодылевский (1963) нижневолжские отложения разделил на две зоны: *Dorsoplanites panderi* и *Epivirgatites nikitini*.

Зона *Dorsoplanites panderi* в районе г. Ижмы сложена в основании темно-серой сланцеватой глиной с прослоями горючего сланца, число которых достигает пяти. В этих породах встречены: *Cylindroteuthis volgensis* d'Orb., *Aucella mosquensis* Buch., *Inoceramus* sp., *Zaraiskites* aff. *scythicus* Mich., *Dibranchiata* ex gr. *Teuthoidea (Geoteuthis)*. Мощность пачки 6 *м*. Выше залегает ракушняковый известняк, переполненный остатками *Aucella* ex gr. *mosquensis* Buch., а также *Cylindroteuthis volgensis* d'Orb. и другими белемнитами. Мощность 0,35—0,60 *м*. Далее следует темно-серая глина с гипсовыми выделениями и конкрециями пирита в основании. Она содержит: *Cylindroteuthis volgensis* d'Orb., *Pachyteuthis troslayna* d'Orb., *P. kirghisensis* d'Orb., *P.* cf. *explanata* Phill., *Aucella mosquensis* Buch., *Dorsoplanites dorsoplanites* Vischn. и др. Мощность до 10 *м*. Выше залегает глина с крупными мергелисто-известковистыми конкрециями, в которых встречаются обломки крупных (до 0,5 *м* в диаметре) аммонитов (*Dorsoplanites* sp. nov. aff. *panderi* d'Orb.), а также ауцеллы и иноцерамы. Мощность пачки 0,15 *м*. Венчает разрез зоны пачка темно-серых глин мощностью 2—3 *м*.

Зона *Epivirgatites nikitini* в основании содержит пачку темно-серых глин, содержащих прослои зеленовато-серой песчанистой глины, переполненной остатками *Aucella russiensis* Pavl., *A. gabbi* Pavl., *Cylindrotenthis volgensis* d'Orb., *Pachyteuthis explanata* Phill., *P. kirghisensis* d'Orb., *P.* sp. nov. aff. *breviaxis* Pavl., *Epivirgatites* cf. *lahuseni* Nik. В верхней части толщи встречаются прослои плотной мергелистой глины с мелкими мергелисто-фосфоритовыми конкрециями, содержащими *Aucella lahuseni* Pavl., *A. russiensis* Pavl. и др. Мощность горизонта 10—12 *м*.

В бассейне р. Айюве нижний волжский ярус в нижней части представлен темно-серой глиной с прослоями горючих сланцев. В этой толще встречены: *Cylindroteuthis volgensis* d'Orb., *C. magnifica* d'Orb., *Aucella mosquensis* Buch., *Dorsoplanites panderi* d'Orb., *Pachytenthis* cf. *mosquensis* Pavl., *P.* cf. *rouilleri* Pavl., *Inoceramus* sp., чешуи рыб. Мощность толщи 15 *м*. Выше залегают темно-серые глины с конкрециями известняка с *Aucella mosquensis* Buch. и *Dorsoplanites dorsoplanites* Vischn. Мощность 10—55 *м*.

Как уже указывалось, к северо-западу от р. Ижмы сланценосность юрских отложений не установлена; однако в Большеземельской тундре, в устье р. Печоры и других местах недавно установлено наличие сланценосных толщ мощностью до 60 *м* (Бодылевский, 1963). Здесь сланценосная толща представлена серыми и темно-серыми глинистыми алевритами и алевритистыми глинами с тонкими пропластками горючих сланцев и большим количеством фауны пелеципод, цефалопод и гастропод, указывающей на верхнеоксфордский—нижневолжский возраст вмещающих ее пород.

Меловая система представлена повсеместно нижним отделом (валанжин); отложения валанжина трансгрессивно перекрывают юрские отложения и сложены глинами с прослоями и линзами песчаников, а в верхней части разреза — с прослоями глинистых ракушечняковых известняков. Мощность валанжинских отложений около 60 *м*.

Четвертичные отложения выражены ледниковыми и аллювиальными осадками общей мощностью до 85 *м*.

УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ СЛАНЦЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Описываемый сланценосный район расположен на стыке Тиманского поднятия и Печорской депрессии. Последняя представляет собой пологую синеклизу. Верхнеюрские сланценосные отложения приурочены к северо-восточному крылу Ухтинской антиклинали, простирание оси которой 325—330°, а углы падения крыльев от 1,5 до 5°.

Мезозойские отложения дислоцированы весьма слабо — залегание почти горизонтальное с общим погружением толщ в сторону Печорской депрессии, к северо-востоку. Изредка наблюдается пологая волнистость в залегании пластов с углами падения пород от 5′ в низовьях р. Айюве, до 1′ в ее среднем течении; в верховьях этой реки углы наклона вновь увеличиваются до 7,5′.

По р. Айюве наблюдается не менее четырех поднятий, расстояние между осями которых 2—2,5 *км*. Оси складок слабо ундулируют. Углы падения пород на крыльях поднятий достигают 15—20′, а иногда даже 5°.

Причины возникновения пологой складчатости различными исследователями объясняются по-разному. Если одни склонны рассматривать их как следствие тектонических процессов, то другие видят в этом проявление действия ледника и другие виды тектонической складчатости.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ[1]

По содержанию органического вещества ижемские горючие сланцы неоднородны и не имеют резких контактов с вмещающими их породами, будучи связаны с ними постепенными переходами. Промежуточной породой между глинами и горючими сланцами являются так называемые «глинистые горючие сланцы», отличающиеся от обычных глин большим содержанием рассеянного органического вещества, сланцеватостью и плотностью.

Наиболее детально выходы горючих сланцев изучены по р. Айюве, где установлено пять пластов горючих сланцев. По П. М. Клевенскому (1944) разрез сланценосной толщи здесь следующий (снизу вверх):

Горючий сланец	0,03 *м*
Зеленый мергель	0,90 „
Горючий сланец (IV пласт)	0,85 „
Зеленый мергель	1,20 „
Горючий сланец (III пласт)	0,90 „
Глина темная мергелистая	1,90 „
Горючий сланец (II пласт)	0,95 „
Глина темно-серая	1,50 „
Горючий сланец (I пласт), переслаивающийся с глинами и глинистыми горючими сланцами	7,00 „

Общая мощность сланценосной толщи по р. Айюве составляет 19 *м*.

Б. К. Попов (1943ф) по скважинам ручного бурения на небольшом участке Айювинского месторождения, кроме пластов, выявленных П. М. Клевенским по пяти скважинам, обнаружил нарастание сланценосности толщи до 19,85 *м* за счет появления новых пластов сланцев в верхней части разреза и присвоил им наименования А и Б, а пласт I он разделил на две пачки (1-я пачка I пласта и 2-я пачка I пласта) (рис. 25).

Установленные Б. К. Поповым мощности пластов и толщи по скважинам ручного бурения приводятся в табл. 43.

Пласты глинистого сланца II, III и IV хорошо выдержаны в мощности по площади. Так, на протяжении 37 *км* по течению р. Айюве мощности пластов горючих сланцев изменяются в следующих пределах: пласта II — от 0,6 до 0,8 *м*, пласта III — от 0,75 до 1,55 *м*

[1] Описание сланценосности дано главным образом по сведениям, полученным от А. П. Саломона и Л. Я. Петренко.

и пласта IV — от 0,45 до 0,80 *м*. Пласт I горючих сланцев менее устойчив по площади распространения в мощности и строении.

На р. Ижме сланценосная толща обнажается в ряде пунктов; ее мощность достигает 27 *м*. Разрез толщи (снизу вверх):

Глинистый горючий сланец	0,75 *м*
Мергель зеленовато-серый	0,45 „
Глинистый горючий сланец	0,75 „
Глина темно-серая	1,80 „
Глинистый горючий сланец с прослоем глины мощностью 0,1 *м*	35 „
Мергель зеленовато-серый	1,3 „
Глинистый горючий сланец с двумя прослоями глины мощностью 5 и 30 *см*	0,80„

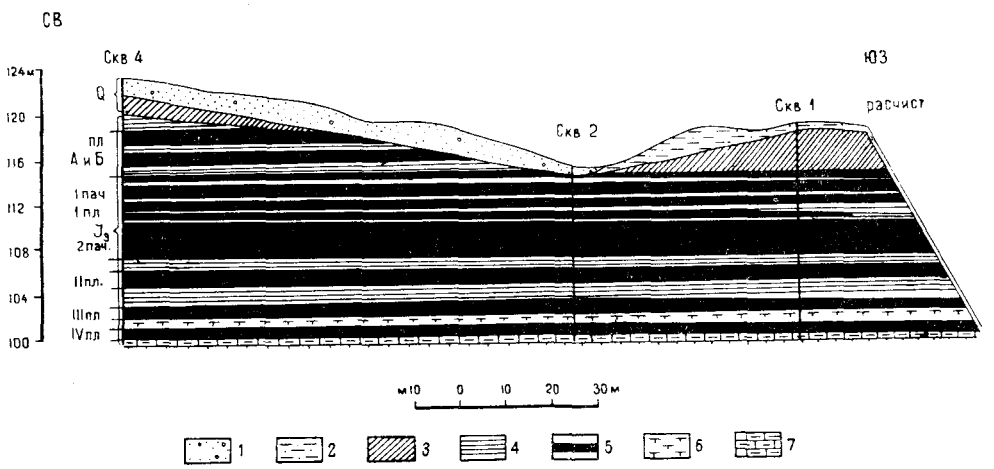


Рис. 25. Геологический разрез Айювинского месторождения горючих сланцев (по В. К. Попову)

1 — песок с гравием; *2* — песчаные глины; *3* — глины; *4* — глины и глинистые сланцы; *5* — горючие сланцы; *6* — глины известковистые; *7* — мергель

Нижний пласт глинистых горючих сланцев в береговых обнажениях по р. Ижме местами сменяется горючим сланцем. Вообще же на р. Ижме по сравнению с р. Айюве сланценосная толща претерпевает изменения в сторону ухудшения качества горючих сланцев при одновременном уменьшении мощности их пластов, замещении глинистых осадков мергелями и общего уменьшения мощности всей толщи.

К юго-востоку от р. Айюве выходы сланценосной толщи известны по рекам Вонь-ю и Одес. По первой из них наблюдаются выходы лишь

Таблица 43

Наименование и № выработки	Мощность пластов, *м*					Суммарная мощность сланценосной толщи, *м*
	1-я (верхняя) пачка I пласта	2-я (нижняя) пачка I пласта	II пласт с прослоями / без прослоев	III пласт	IV пласт	
Скв. 1	3,65	3,25	1,08/0,70	0,70	0,90	14,60
Скв. 2	2,90	3,05	1,00/0,70	0,70	0,85	13,85
Скв. 3	3,70	2,95	1,10/0,70	0,70	0,95	14,85
Скв. 4	7,68*	3,22	1,01/0,70	0,72	0,83	18,51
Скв. 5	5,25*	3,48	1,89/?	0,70	0,95	19,85
Скв. 7	4,33	3,21	1,04/0,75	0,76	0,69	16,11
Канава 1	2,95	3,25	?/0,70	0,70	0,90	15,30

верхней части толщи; видимая мощность ее в наиболее полном разрезе 2,75 *м*:

Глина темно-серая	0,40 *м*
Горючий сланец	1,25 „
Глина темно-серая	0,55 „
Горючий сланец	0,40 „
Глина темно-серая	0,15 „

По р. Одес обнажается также только верхняя часть толщи:

Глинистый горючий сланец	0,70 *м*
Глина темно-серая	0,25 „
Глинистый горючий сланец	1,70 „
Глина темно-серая	0,70 „
Глинистый горючий сланец	0,70 „

Таким образом, качество горючих сланцев здесь вновь ухудшается. Они не горят, а лишь тлеют на костре, издавая слабый запах резины.

Горючие сланцы Ижемского района по внешнему виду тонколистоватые или плитчатые, хрупкие, коричневого и темно-коричневого цвета. Горят коптящим пламенем с резким запахом. Во влажном состоянии сланцы распадаются на плитки толщиной 1—2 *см*, а в сухом пластинки коробятся.

Неорганическая часть горючих сланцев, по мнению Д. П. Сердюченко, соответствует мергелю или глинистому известняку. Аутигенные минералы (как в горючих сланцах, так и во вмещающих породах) представлены кальцитом, пиритом, марказитом, коллофаном, подолитом. Характер аутигенной минерализации и состав неорганической части сланцев указывают на их образование в удаленных от берега участках мелкого эпиконтинентального моря, в восстановительной среде.

Органическое вещество представлено янтарно-желтой или бурой пористой массой без различимых растительных или животных остатков.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Качество горючих сланцев изучалось по пробам, отобранным из естественных обнажений в долинах рек, а также в горных выработках.

Установлено, что лучшими по качеству являются горючие сланцы II пласта, несколько хуже сланцы IV и III пластов (р. Айюве). Сланцы I пласта более высокозольны, но все пробы отобраны в зоне выветривания, так что на глубине качество их может несколько возрасти.

В табл. 44 приведены результаты технического анализа горючих сланцев р. Айюве.

Таблица 44

Результаты технического анализа горючих сланцев р. Айюве (средние данные по 64 анализам)

Индекс пласта	A^c, %	CO_2^c, %	Содержание органического вещества, %	$S^c_{общ}$, %	V^r, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*	Мощность пластов, *м*
I-в	74,9	12,5	13,6	1,36	62,3	—	—
I-н	65,7	15,4	18,8	1,71	66,7	953	1,30
I общ.	68,9	12,7	18,4	1,90	64,0	953	7,00
II-в	71,6	19,7	8,8	0,85	52,6	—	0,15
II-н	46,0	11,0	44,1	4,94	80,2	3573	0,70
II общ,	44,9	12,0	43,1	3,22	82,0	3650	0,95
III	63,5	14,6	21,5	2,61	72,1	1597	0,90
III	64,2	15,1	20,7	2,48	74,4	1597	0,90
IV	55,1	13,3	31,6	4,35	82,1	2444	0,85
IV	55,1	13,3	31,6	4,35	82,7	2371	0,85

Горючие сланцы р. Ижмы показали содержание органической массы в пределах от 7,98 до 47,7%; потери при прокаливании составили 20,75—60,5%.

Горючие сланцы р. Вонью содержат: влаги 1,4—1,5%, золы 75,7—79,1%; выход летучих веществ составил 14,4—15,1%.

Полукоксованию подвергались только горючие сланцы р. Айюве. Результаты полукоксования отображены в табл. 45.

Таблица 45

Результаты полукоксования горючих сланцев р. Айюве (в % на сухое вещество)

Индекс пласта	Количество проб	Влага пирогенная	Смола	Полукокс	Газ+потери	Смола (на органическую массу)
I	5	1,82	4,07	91,9	2,2	18,7
II	5	4,09	12,84	68,1	9,9	39,3
II	11	4,85	16,90	68,6	9,7	—
III	3	1,76	6,95	87,1	4,2	36,7
IV	1	3,52	10,38	79,5	6,6	30,8

В подсмольной воде из горючих сланцев р. Айюве содержится аммиак в количестве 2,9 *г/л*.

В табл. 46 приведены результаты разгонки сланцевой смолы из сланцев р. Айюве (данные лаборатории Ухтижемстроя).

Состав минеральной части горючих сланцев р. Айюве отображен в табл. 47.

Горючие сланцы р. Вонью характеризуются следующими данными: влаги 1,4—1,5%, золы 75,7—79,1%, выход летучих веществ составляет 15,1—14,4%.

Анализ горючих сланцев из обнажений по р. Ижме показал содержание органического вещества 16,6—47,7%, а в глинистых горючих сланцах его содержится гораздо меньше — 8,0—8,8%.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В бассейне р. Айюве целый ряд пластов горючих сланцев водоносен. Дебит непостоянный и доходит до нескольких литров в секунду. Воды напорные; их уровень устанавливается выше поверхности земли.

В четвертичных отложениях также встречаются напорные водоносные горизонты, приуроченные к флювиогляциальным пескам.

Специальных гидрогеологических исследований в Ижемском сланценосном районе не проводилось. Почти горизонтальное залегание горючих сланцев создает благоприятные условия для их разработки, а высокие и крутые берега рек позволяют местами вести штольневую разработку.

На отдельных площадях, где мощность четвертичных отложений незначительна, возможна отработка горючих сланцев открытым способом. Так, в долине р. Айюве глубина залегания I пласта горючих сланцев от поверхности составляет от 5—6 до 17 *м*; к северо-востоку и юго-западу сланценосная толща погружается, и по р. Ижме и в бассейне р. Нижнего Одеса возможна разработка только подземными выработками.

Горнотехнические свойства пород почвы и кровли пластов горючих сланцев не изучены.

Таблица 46

Результаты разгонки смолы из сланцев р. Айюве

Фракции	Выход, %		Содержание фракций, %							Физические свойства	
						Групповой состав					
	от перегонявшейся смолы	от исходного веса	сера	основания	кислоты	фенолы	парафины	ароматические непредельные углеводороды	метан+нафтен	сера в группе метан+нафтен	удельный вес	температура размягчения
До 200°	22,2	2,3	8,52	3,40	0,49	2,27	—	88,8	11,2	0,015	0,873	—
	18,2	1,9	7,64	5,18	0,85	5,80	—	90,2	9,8	—	0,978	—
200—310°	14,1	1,5	7,21	4,43	1,68	5,70	—	—	—	—	1,009	—
	10,0	1,1	7,08	4,19	0,90	6,05	—	—	—	—	1,030	—
310—360°	14,1	1,5	6,83	3,06	0,80	6,74	—	—	—	—	1,046	—
	20,1	2,1	5,36	—	—	—	—	—	—	—	1,083	67°
360—400°	1,0	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Более 400°	—	10,5	7,22	—	—	—	—	—	—	—	0,987	—
Остаток												
Потери												
Смола, подвергшаяся разгонке												

Таблица 47

Состав минеральной части горючих сланцев р. Айюве в %

Индекс пласта	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	MnO	P_2O_5	V_2O_5
I	35,3	0,5	12,3	6,1	33,5	0,4	4,2	0,06	1,7	0,2
II	32,8	0,6	9,6	6,2	36,6	1,3	9,1	0,04	1,5	0,3
II	39,5	0,5	10,3	5,5	29,1	1,6	6,8	0,06	1,8	0,2
III	36,7	1,0	12,3	5,4	33,5	0,7	5,9	0,06	1,4	0,3
IV	37,5	0,8	13,5	6,8	26,8	0,9	9,5	0,07	1,5	0,3

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

При подсчете запасов (на 1 января 1955 г.) приняты следующие кондиции: теплота сгорания 1700 *ккал/кг*, выход смолы 6% и минимальная мощность 0,7 *м*, уд. вес 1,5.

Из-за отсутствия данных разведочных работ, исключая единичные скважины и расчистки, все запасы горючих сланцев Ижемского района подсчитывались по группам вероятных (C_2) и возможных (C_3).

Вероятные запасы подсчитаны на площади 274 *км*^{2}, а возможные — на территории 425 *км*^{2}. Суммарная средняя мощность пластов горючих сланцев принята для категории C_2 3,4 *м*, а для категории C_3 1,95 *м*.

Запасы горючих сланцев Ижемского района приведены в табл. 48 (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958.)

Таблица 48

Запасы горючих сланцев Ижемского района (по зоне глубин 0—300 м) в млн. т

	Действительные	Вероятные	Возможные	Всего
Балансовые	—	550	5 800	6 350
Забалансовые	—	450	—	450
Итого . .	—	1 000	5 800	6 800

По балансу запасов СССР на 1964 г. запасы горючих сланцев Айювинского месторождения по категории C_2 составляют 550 млн. *т*. Забалансовые запасы составляют 450 млн. *т*.

ЯРЕНГСКИЙ СЛАНЦЕНОСНЫЙ РАЙОН

Яренгский сланценосный район располагается на юго-западе Коми АССР и на юго-востоке Архангельской области. Территория его включает следующие административные районы: Усть-Вымский и Удорский с районными центрами селами Айкино и Кослан (Коми АССР), Ленский и Верхне-Тоемский с районными центрами г. Яренск и с. Верхняя Тойма (Архангельская область).

Южная граница сланценосного района располагается в 20 *км* севернее р. Вычегды, в 30 *км* северо-западнее ж. д. Москва — Воркута и в 110 *км* к северо-западу от г. Сыктывкара. Село Кослан, расположенное на правом берегу р. Мезени, находится в 70 *км* от северо-восточной части района.

Село Кослан и г. Яренск соединены с железнодорожными станциями грунтовыми профильными дорогами улучшенного типа. Кроме того, с. Кослан соединено такой же дорогой с с. Ертом, находящимся в пределах контура сланценосных отложений. Населенные пункты (деревни) Черва, Уктым, Лаптюга, Усть-Вачерга и др., лежащие в контуре распространения сланценосных отложений, соединены с районными центрами и между собой грунтовыми проселочными дорогами.

Связь между селами осуществляется на гусеничном, автомобильном и гужевом транспорте.

Население района состоит из коми, русских, украинцев и др. Здесь так же, как и в Сысольском сланценосном районе, преобладают поселки сельского типа. Они обычно располагаются в долинах рек и отстоят друг от друга на 10—20 *км*. Основное занятие населения — лесоразработка, скотоводство, земледелие и охота. Основной топливной базой района служит лес.

Разведанных месторождений горючих сланцев в районе нет.

ОРОГИДРОГРАФИЯ И КЛИМАТ

В орографическом отношении район представляет собой пологоволнистую, местами слабо всхолмленную равнину, пересеченную сетью небольших рек, речушек и оврагов с основным уклоном к югу.

Абсолютные отметки водораздельных пространств на севере района колеблются от 175 до 205 *м* (максимальные отметки наблюдаются на водоразделе р. Вашки и ее притока р. Лаптюги — 220 *м*), а на юге они составляют 140—170 *м* (максимальные 185 *м*). На склонах водоразделов и в долинах рек они снижаются до 150—170 *м* на севере и до 110—130 *м* на юге. Относительные превышения в районе 20—40 *м*.

Отметки уреза воды р. Яренги на 2 *км* выше ее правого притока р. Вой-вож (примерно в 290 *км* от устья) и составляет 121 *м*, а у устья 54,3 *м*. На р. Вашке на 10 *км* ниже ее правого притока р. Сев. Вашки отметка уреза воды 124 *м*.

Значительная часть площади района покрыта густым смешанным лесом с преобладанием ели.

На водоразделах местами развиты болота или заболоченные пространства. Юго-восточную часть района дренирует правый приток р. Вычегды р. Яренга с многочисленными притоками (реки Уктым, Вежай, Очея и др.), а центральную и северную части района — левый приток р. Мезени р. Вашка и ее притоки — реки Мылта, Поч, Лаптюга и др. Река Мезень доступна для мелких речных судов до с. Кослан, а р. Вычегда — значительно выше г. Сыктывкара.

Климат района, так же как и в Сысольском сланценосном районе, резко континентальный с продолжительной суровой зимой и коротким летом. Морозы обычно начинаются в сентябре и кончаются в мае. Снег появляется в начале октября. Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября, исчезает в конце апреля.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Ф. Н. Чернышев по материалам 1894 г., собранным Яковлевым, сообщил о пласте лигнита мощностью 0,53 *м*, выступающем на уровне меженных вод р. Яренги. Пласт приурочен к отложениям нижневолжского яруса.

Чукичев, Боровский, Симонов в 1928 г. провели обследования р. Яренги. Они указали на наличие на р. Яренге горючих сланцев, серного колчедана, кварцевых песков, железных руд и глин.

В. М. Бенешевич (1932ф) по поручению сектора геологии Ухтреста совершил поездку в район р. Яренги для проверки заявок о наличии здесь угля, горючих сланцев и нефти. Он указал на выходы горючих сланцев и углей по р. Яренге.

Н. С. Кобозев проводил геологическую съемку в масштабе 1 : 420 000 бассейна р. Вашки. Он сообщил, что верхнеюрские отложения занимают обширное водораздельное пространство между реками

Вашкой, Яренгой и Мезенью и отметил выходы горючих сланцев и песчаников с юрской фауной на р. Лаптюге.

М. П. Раюшкин (1935ф) провел геологические исследования в бассейне рек Яренги, Киж-Малы и Ертома. Он сообщил о выходах по притокам р. Яренги горючих сланцев, связанных с юрскими отложениями. Специальные работы по поискам и разведке горючих сланцев в районе не проводились.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Так же, как и в Сысольском районе, здесь сланценосны отложения нижневолжского яруса верхней юры.

ЛИТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

Отложения нижневолжского яруса слагают водораздельные пространства между притоками рек Мезени и Вычегды. В основном это серые, темно-серые и почти черные глины, местами, особенно в нижней части разреза, сильно известковистые, участками сменяющиеся мергелями. Имеются также глины плотные, сланцеватые, песчанистые, с глауконитом. Среди глин залегают пласты горючих сланцев и линзовидные прослои серых и зеленовато-серых мергелей. Встречаются также желваки фосфоритов. Общая мощность отложений до 14,5—16,0 *м*.

Развитые здесь отложения нижневолжского яруса по фауне разделяются на две зоны. Зона *Dorsoplanites panderi* (снизу вверх) представлена серыми с голубоватым оттенком глинами, сменяющимися в горизонтальном направлении светло-серыми глинами, в верхней части слоя песчанистыми. Они лежат на размытой поверхности отложений кимериджа. Среди глин встречаются линзы светло-серых и зеленовато-серых мергелей и желваки фосфоритов. Мощность пачки 2,5—3,0 *м*. Выше лежит пачка переслаивающихся черных, серых и светло-серых пластичных, участками сланцеватых глин. Глины местами песчанистые, содержат пропластки горючих сланцев. Мощность пачки до 9 *м*. Общая мощность зоны до 12 *м*.

Зона *Vjrgatites virgatus* сложена черными, с зеленоватым оттенком, местами песчанистыми глинами. Глины участками сланцеватые, содержат пласты и пропластки горючих сланцев. Отложения виргатитовой зоны весьма сходны с отложениями зоны *Dorsoplanites panderi*, но отличаются повышенной песчанистостью и наличием типичных форм *Virgatites virgatus*. Установленная мощность зоны 2—2,5 *м*.

Общая мощность сланценосных отложений 14—16 *м*, редко достигает 21 *м*. Сланценосные отложения перекрываются четвертичными образованиями, залегающими на размытой поверхности сланценосных или более древних отложений юрской системы.

Юрские отложения в Яренгском районе занимают обширную впадину, по площади не уступающую Сысольской, но впадина здесь в отличие от Сысольской имеет меньшую глубину. Подошва юрских отложений 50—70 *м*, тогда как в Сысольской впадине она в наиболее глубоких участках опускается ниже уровня моря, видимо, до отметок минус 30 *м* и даже, возможно, минус 50 *м*.

Впадина, выполненная юрскими отложениями, неправильной формы; она вытянута на север в меридиональном направлении, а на юге имеет расширение в восточную сторону.

Площадь района, занимаемая юрскими сланценосными отложениями, более 10 тыс. *км*^{2}. Геологические исследования, дающие приближенные сведения о сланценосности, имеются только по юго-восточной части территории, равной 3 тыс. *км*^{2}. Все развитые здесь юрские отложения лежат горизонтально или с небольшими (до 2°) углами наклона к осевой части впадины или к центрам более мелких пологих впадин, осложняющих основную. Среднеюрские отложения выполняют впадины древнего рельефа и имеют не менее широкое площадное распространение, чем верхнеюрские морские келловейско-оксфорд-кимериджские и нижневолжские отложения, которые местами выступают за их пределы.

Подошва сланценосных отложений в восточной части района располагается на абсолютных отметках 80—100 *м* и более. В среднеюрскую эпоху впадины палеорельефа заполнились водоемами, в которых накопились разнообразные осадки (галечники, пески, алевриты, глины, глинистые и песчанистые пропластки углей и горючих сланцев). Органический материал для накопления углей и горючих сланцев в среднеюрское время частично приносился реками с окружающей суши. Возможно, временами водоем соединялся с морем, из которого течениями заносились сюда животные и, попав в пресную воду, гибли. На находки в этих отложениях редких белемнитов указывает М. П. Раюшкин.

В начале верхнеюрского века район покрылся морем, которое сохранялось здесь до конца нижневолжского времени с кратковременными регрессиями в конце келловея и в конце кимериджского — начале нижневолжского времени. Накопление органического и глинистого материала в нижневолжское время, давшего пласты и пропластки горючих сланцев, происходило в заливах моря. Судя по площади распространения сланценосных отложений, впадина в зоне шельфа была значительной. Процесс накопления органического вещества был таким же, что и в Сысольской впадине.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Горючие сланцы района до настоящего времени не изучены.

М. П. Раюшкин (1935ф) по возрасту и характеру залегания разделяет горючие сланцы на две группы. Первая группа пластов и пропластков приурочена к отложениям нижневолжского яруса верхней юры, а вторая — к песчано-глинистой толще, относимой к средней юре. Горючие сланцы нижневолжского яруса, приуроченные к слоям черных и темно-серых сланцеватых глин зоны *Perisphinctes panderi* и к нижней части зоны *Virgatites virgatus*, выходят на реках Восимь и Торе бассейна р. Яренги.

По р. Восимь и ее притокам М. П. Раюшкин отмечал выходы сланценосной толщи и самих сланцев на протяжении 20 *км*. Он указал, что сланцы местами замещаются сланцеватыми глинами. Цвет горючих сланцев черный, темно-серый, коричневый и темно-бурый. Тонкие пластинки сухих горючих сланцев легко воспламеняются от спички.

По р. Восимь пласты и пропластки горючих сланцев переслаиваются со сланцеватыми глинами. Здесь мощность сланценосной толщи более 20 *м*; в ней отмечено девять пластов и пропластков горючих сланцев мощностью от 0,1 до 1,0 *м* с суммарной мощностью 4,4 *м*.

Мелкие разрозненные выходы горючих сланцев отмечались по р. Торе. Остальная значительно большая часть площади в отношении сланценосности пока совершенно не изучена.

Вторая группа горючих сланцев связана с песчано-глинистой толщей средней юры. Выходы их отмечены в следующих пунктах.

1. На правом берегу р. Яренги в 90 *км* от ее устья у пос. Понты. Здесь на уровне меженных вод под вскрышей песчано-глинистых пород мощностью 7 *м* выступают две линзы горючих сланцев мощностью 0,2 и 0,4 *м*, разделенные углистой глиной мощностью 0,1 *м*.

2. На левом берегу р. Яренги на 114 *км* выше ее устья в береговом обрыве, называемом Чумбур, отмечен один прослой темно-серых с коричневатым оттенком горючих сланцев мощностью от 0,05 до 0,16 *м*. Сланец залегает выше уровня воды на 7,5 *м*. Мощность вскрыши 8 *м*.

3. На левом же берегу р. Яренги в 120,7 *км* от устья над урезом воды имеется выход темно-коричневых горючих сланцев мощностью 0,2—0,5 *м*.

4. Следующий выход горючих сланцев имеется на правом берегу р. Яренги, на 129 *км* выше ее устья. Здесь черные горючие сланцы мощностью 0,4 *м* выходят на уровне воды.

Таким образом, на изученной площади развиты от одного до девяти пластов и пропластков горючих сланцев, связанных с верхнеюрскими отложениями, и один-два пласта или пропластка, связанных со среднеюрскими отложениями. Северная и северо-западная части района на сланценосность не изучены.

Кроме горючих сланцев, в районе известны проявления бурого угля, фосфоритов, серного колчедана, песка и глины.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Качество пластов и пропластков горючих сланцев, приуроченных к среднеюрским отложениям, не изучалось.

Горючие сланцы, относящиеся к нижневолжским отложениям, микроскопически состоят из бурого органического хлопьевидного вещества. Среди органической массы видны мелкие зерна пирита, кварца, кремня, полевых шпатов и пластинки слюды. Местами в сланце наблюдается скопление зерен глауконита, а также довольно часто встречаются остатки микроорганизмов, напоминающие спикулы губок.

По анализам, выполненным по единичным пробам, горючие сланцы содержат: 31,6% золы, 6,1% влаги, 41,9% летучих веществ и 20,3% беззольного кокса.

Минеральная часть сланцев (зола) состоит из: SiO_2 (10%), CaO (9%), MgO (1%), SO_3 (4%), R_2O_3 (6,7%) и P_2O_5 (1,7%).

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Общая площадь распространения нижневолжских сланценосных отложений в районе более 10 тыс. *км*^{2}. Наличие пластов горючих сланцев по редким одиночным выходам в настоящее время установлено примерно на $^1/_4$ этой площади, т. е. на 2500 *км*^{2}. Здесь, как отмечалось выше, развито от одного до девяти пластов и пропластков мощностью от 0,1 до 1 *м* с суммарной мощностью до 4,4 *м*. Качество сланцев не изучено. По генезису, условиям залегания, а также, вероятно, и по качеству горючие сланцы Яренгского района сходны со сланцами Ибского месторождения Сысольского района, а в отдельных случаях они могут быть значительно лучше. Так, в одиночных пробах, приведенных в отчете М. П. Раюшкина, зольность составляет всего лишь 31,6%, а выход летучих веществ достигает 41,9%.

Для прогнозной оценки запасов можно принять, что по качеству горючие сланцы этого района близки к горючим сланцам Ибского месторождения Сысольского сланценосного района. Однако не исключено, что здесь могут быть найдены месторождения с горючими сланцами более высокого качества.

Для определения прогнозных запасов горючих сланцев принимается, что пласты горючих сланцев, имеющих рабочую мощность, развиты на $^1/_3$ всей площади, т. е. примерно на 3500 *км*^{2}. Считая, что на этой площади имеется всего лишь один пласт с минимальной рабочей мощностью 0,7 *м* и удельным весом 1,3, возможные запасы (по категории C_3) горючих сланцев Яренгского района, связанные с нижневолжскими отложениями, составят 3200 млн. *т*.

Горючие сланцы, приуроченные к отложениям средней юры, по условиям образования, по-видимому, резко отличаются от нижневолжских. Они, вероятно, формировались в болотных и озерно-болотных условиях, поэтому пропластки горючих сланцев, разделенных в некоторых случаях углистыми глинами, по-видимому, не будут иметь значительного площадного распространения. Пласты рабочей мощности здесь не наблюдались, следовательно, судить о перспективах сланценосности, связанной со среднеюрскими отложениями, без проведения поисковых или поисково-опробовательских работ не представляется возможным.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Гидрогеологические условия района не изучены. По аналогии с Сысольским сланценосным районом с некоторой долей условности можно сказать, что здесь также имеются водоносные горизонты, связанные со среднеюрскими, келловейскими, нижневолжскими и четвертичными отложениями.

В связи со значительной изрезанностью района ручьями и оврагами верхние водоносные горизонты, связанные с нижневолжскими и четвертичными отложениями, хорошо дренируются.

Горючие сланцы, приуроченные к отложениям нижневолжского яруса, залегают горизонтально или с небольшим (до 2°) углом наклона. Пласты горючих сланцев характеризуются более или менее постоянной мощностью и значительным распространением по площади. Лежат они обычно выше уровня рек. В этих условиях сланцы могут разрабатываться штольнями.

Горючие сланцы, связанные со среднеюрскими отложениями, по всей вероятности, практического интереса представлять не будут из-за малой мощности (0,2—0,4 *м*), тем более, что они обычно залегают на уровне зеркала речных вод.

Для установления практической ценности горючих сланцев Яренгского района необходимо провести поисково-опробовательские работы с применением мелкого колонкового бурения и шурфов.

СЫСОЛЬСКИЙ СЛАНЦЕНОСНЫЙ РАЙОН

Рассматриваемый сланценосный район располагается на юге Коми АССР и входит своими частями в Сыктывдинский, Сысольский, Прилузский и Кайгородский административные районы (районные центры — села Вильгорт, Визинга, Объячево и Кайгородок). Северная граница сланценосного района располагается в 40 *км*, а центральная часть в 100—120 *км* к югу от с. Сыктывкара. Река Сысола, протекающая с юга на север, является основной водной артерией, пересекающей

район. Западную часть района дренируют мелкие правые притоки р. Лузы. Сообщение водным транспортом по р. Сысоле возможно только в период весеннего паводка. Ближайшая железнодорожная станция находится в г. Сыктывкаре.

Районные центры — села Вильгорт, Визинга, Объячево, Кайгородок, — лежащие в пределах сланценосного района, соединены с г. Сыктывкаром автомобильным трактом (грунтовая, профилированная дорога улучшенного типа), а внутри районов связь осуществляется по проселочным и лесным дорогам на гусеничном и автомобильном транспорте.

Население территории состоит из коренного населения коми; значительную часть населения составляют русские, украинцы и другие, занятые в лесоразрабатывающей промышленности.

Территория района по сравнению с другими районами Коми АССР населена довольно густо. Здесь преобладают населенные пункты сельского типа. Они располагаются в большинстве своем в долинах рек и отстоят друг от друга обычно на 5—15 *км*. Основные занятия населения — земледелие, лесоразработка и охота. Главной топливо-энергетической базой района до настоящего времени служит лес.

На всей площади района имеется одно разведанное месторождение горючих сланцев, которое пока не разрабатывается.

ОРОГИДРОГРАФИЯ И КЛИМАТ

В орографическом отношении рассматриваемый район представляет собой пологоволнистую, местами всхолмленную равнину, рассеченную густой сетью небольших рек со сравнительно глубокими долинами.

Абсолютные отметки рельефа водораздельных пространств на юге района 160—200 *м*, а на севере — 120—160 *м*. На склонах водоразделов и в долинах рек они снижаются до 90—120 *м*. Относительные превышения высот в районе 30—40 *м*.

Отметки уреза воды р. Сысолы на юге района на широте 60° 20′ — 121 *м*, а на севере на широте пос. Нювчим 82,8 *м*.

Значительная часть площади района покрыта густым смешанным лесом с преобладанием ели.

Главная водная артерия района — р. Сысола с многочисленными притоками, дренирующими основную часть района. Пойма реки местами сильно заболочена. В самой южной части района берет свое начало р. Кобра, входящая в бассейн р. Камы. Западную окраину района дренируют мелкие правые притоки р. Лузы, относящиеся к системе р. Вычегды. Река Сысола в период паводка доступна (проходима) для малых речных судов до места впадения в нее р. Кажим (правый приток).

Климат района континентальный с продолжительной суровой зимой и коротким летом. Среднегодовая температура минус 0,1° С. Максимально высокая температура бывает в июле, достигая плюс 33,9°, а минимальная в январе — минус 44,7°. Морозы обычно начинаются в начале сентября и продолжаются до конца мая. Средняя многолетняя продолжительность безморозного периода 103 дня. Снег появляется в середине октября, устойчивый снежный покров образуется с начала ноября, а исчезает в середине апреля. Высота снегового покрова 0,6 *м*. Среднее число дней со снеговым покровом составляет 186. Ледостав на р. Сысоле устанавливается в ноябре. Вскрытие рек происходит в конце апреля — начале мая.

Для района характерно юго-западное направление ветра. Средняя скорость ветра, по многолетним наблюдениям, 5,1 *м/сек*.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ

Первые сведения о геологии района имеются в записках И. Лепехина, посетившего бассейн р. Сысолы в 1771 г. Он отметил здесь выходы юрских пород, содержащих желваки (конкреции) серного колчедана. Л. И. Лутугин и Л. Г. Кассин, производившие в 1890—1891 гг. исследования в среднем течении р. Сысолы, указывали на наличие здесь сидеритовых руд. Геолог Цинкендрат впервые в 1893—1895 гг. указал на наличие фосфоритов в бассейне р. Сысолы, приуроченных к отложениям неокома.

Систематическое изучение района началось со второй четверти XX в. Значительная часть этой территории входила в границы листа 106 десятиверстной разграфки, территория которого изучена И. Е. Худяевым (1927). Им впервые детально описаны и расчленены верхнеюрские отложения.

Поисковые работы на горючие сланцы в бассейне р. Сысолы были начаты в конце 1931 г. Д. И. Козловым. Им обследованы участки в районе сел Вотки, Пустоша, Чухлома, Кулиба, Вадыбы. Он впервые подсчитал запасы горючих сланцев в районе указанных пунктов на площади 30 *км*² в объеме 100 млн. *т*.

В 1933—1935 гг. часть рассматриваемого района изучалась О. А. Солнцевым. На основании большого количества собранной фауны он уточнил стратиграфию верхнеюрских отложений и по литологическим признакам расчленил среднеюрские отложения на три горизонта, имеющих местное значение. О. А. Солнцев отметил, что в окрестностях с. Иб имеется до пяти пластов горючих сланцев с суммарной мощностью до 1,1 *м*, входящих в пачку битуминозных глин общей мощностью 1,9—2,8 *м*.

В 1943 г. П. В. Виттенбург провел глазомерную геологическую съемку в районе с. Иб на площади в 200 *км*² и поисково-опробовательские работы на Няйтшорском участке. Он указал, что сланценосная толща состоит из темных битуминозных известково-мергелистых глин и горючих сланцев общей мощностью 20—25 *м*. Из сланцево-битуминозной толщи он выделил продуктивную толщу мощностью 6—10 *м*, содержащую четыре-пять пластов горючих сланцев. Средняя суммарная мощность пластов горючих сланцев 2,25 *м*. Им были подсчитаны запасы по категории C_1 на площади в 41 *га* в объеме 1,5 млн. *т*.

В 1958—1960 гг. Ибская партия Сысольской ГРЭ Коми-Ненецкого геологического управления (Захарченко, Малышева, 1960ф) провела в районе с. Иб поисково-опробовательские работы на горючие сланцы на площади 20 *км*².

Этими работами была перекрыта площадь поисковых работ П. В. Виттенбурга при значительном расширении ее на юг, север и запад. В результате этих работ установлено, что продуктивная толща на Ибском месторождении заключает до пяти пластов горючих сланцев. Мощность продуктивной толщи от 16 до 24 *м* при глубине ее залегания от 5 до 32 *м*. Суммарная мощность пластов сланца колеблется в разных местах обследованной площади от 0,3 до 7,5 *м*. Во время этих работ была изучена качественная характеристика сланцев, и в пределах указанной площади оценены запасы сланцев по категориям C_1 и C_2.

После работ 1958—1960 гг. непосредственно вопросами горючих сланцев этого района никто не занимался.

Сысольская геологоразведочная партия Ухтинской геологоразведочной экспедиции Ухтинского территориального геологического управления, ведущая здесь систематические геологические исследования на поиски строительных материалов, подземных вод и фосфоритов, попут-

но регистрирует выходы пластов горючих сланцев на поверхность или вскрывает их в одиночных скважинах, но качество сланцев пока не изучается.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Как указывалось выше, в районе сланценосны отложения нижневолжского яруса верхней юры.

ЛИТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

Отложения нижневолжского яруса в районе представлены глауконитовыми песчанистыми глинами с редкими желваками фосфоритов, серыми, местами с желтоватым оттенком известковистыми глинами, содержащими горючие сланцы, и серыми и темно-серыми слоистыми иловатыми глинами. Отложения яруса по литологическому составу хорошо выдерживаются на всей площади района. Мощность отложений от нескольких до 90 *м*, а местами, вероятно, достигает и 100 *м*.

В основании яруса лежит базальный слой (конгломерат), представленный галькой кварца, кремней и конкрециями фосфорита с примесью глины, местами глауконитовой. Слой с галькой и желваками фосфорита распространен локально и характеризуется непостоянной мощностью 0,7—2,0 *м*. В тех местах, где базальный слой отсутствует, развита глина, содержащая алеврито-песчаный материал, рассеянную гальку и редкие желваки фосфорита. Мощность этих глин значительно больше, чем базального слоя.

Выше лежит сланценосная толща, представленная серыми, местами желтовато-серыми мергелистыми, слюдистыми, песчано-алевритистыми глинами, содержащими пласты и пропластки темно-серых и черных битуминозных глин и буровато-серых горючих сланцев. Мощность толщи от 15 до 25 *м*. Во всех породах толщи содержится большое количество остатков фауны аммонитов и пелеципод, реже белемнитов. Местами тонкие прослои, разделяющие горючие сланцы, на 40—60% сложены раковинами пелеципод (в основном ауцелл) и аммонитов.

На основании фауны аммонитов сланценосная толща разделяется здесь на две зоны.

Зона *Dorsoplanies panderi* сложена известковистыми, местами песчаными и слюдистыми глинами. Изредка в ней встречаются крупные караваеобразные конкреции светло-серого мергеля и желваки фосфоритов. К этой зоне, по данным Ю. А. Захарченко (1960ф), приурочен один (V) пласт горючих сланцев. Пласт имеет ограниченное площадное распространение. Мощность зоны до 5—8 *м*.

Зона *Virgatites virgatus* представлена чередованием пластов и прослоев темно-серых битуминозных глин с пластами и пропластками горючих сланцев. Мощность зоны до 12—15 *м*.

К этой зоне в районе Ибского месторождения приурочены четыре пласта (I, II, III и IV) горючих сланцев (рис. 26).

Над сланценосной толщей лежит толща серых иловатых глин, почти не содержащая остатков фауны. В полных разрезах мощность этих глин 40—60 *м*. По возрасту эти глины, вероятно, относятся к среднему и верхнему подъярусам нижневолжского яруса.

Юрские отложения в районе лежат почти горизонтально или с пологим (1—8°) углом наклона. Они выполняют огромную (см. рис. 24) меридионально вытянутую от пос. Коргорт на севере до среднего течения р. Кобры на юге впадину длиной более 200 *км* и шириной до 100 *км*.

И. Е. Худяев и П. В. Виттенбург в связи с обнаруженным ими залеганием на близком расстоянии на одинаковых высотных отметках разных горизонтов юры пришли к выводу о наличии разрывов небольшой амплитуды.

Разведочными работами Сысольского ГРП, проведенными на площади 20 *км*², в районе Ибского месторождения дизъюнктивные нарушения не были обнаружены. Однако не исключены редкие дизъюнктивные нарушения в юрских отложениях с небольшой амплитудой, образованные подвижками блоков кристаллического фундамента или соляной тектоникой. В целом юрские отложения лежат спокойно.

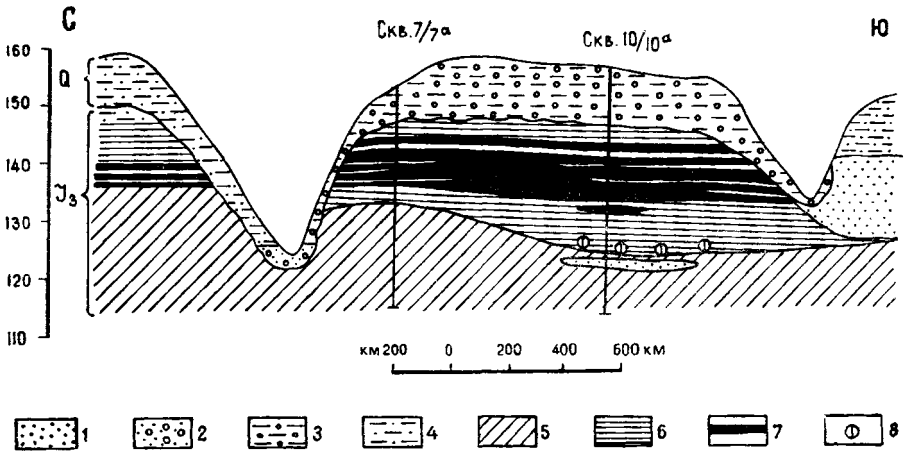


Рис. 26. Геологический разрез Ибского месторождения горючих сланцев (по Ю. А. Захарченко и Г. И. Малышевой)

1 — песок; *2* — песок с включениями валунов; *3* — глина с включениями валунов и гальки; *4* — песчаные глины; *5* — глина; *6* — глина битуминозная; *7* — горючие сланцы; *8* — включение фосфоритов

На основании данных Ю. А. Захарченко (1960ф) можно предположить, что Сысольская впадина (синклиналь), выполненная юрскими осадками, осложнена более мелкими пологими синклиналями и антиклиналями. Так, в районе Ибского месторождения по изогипсам, приведенным по подошве сланценосной толщи, отмечается несколько небольших опусканий и поднятий. Подошва сланценосной толщи в районе Ибского месторождения лежит на поднятиях на отметках 137 *м*, а во впадинах (синклиналях) 127 *м*.

На правом берегу р. Сысолы в 25 *км* к северо-западу от с. Кайгородок в скв. Ф1 сланценосная толща лежит на отметке около 60 *м*, а в районе с. Турбанова — на отметке 120 *м*. Вероятно, в осевой части Сысольской впадины отметки подошвы сланценосной толщи несколько снижаются и лежат в пределах 50—60 *м*.

Верхнеюрские сланценосные отложения в пределах района не имеют единого контура. Они разделены здесь глубокими врезами рек на ряд самостоятельных площадей с минимальными размерами 10×5 *км*, а в центральной части района обладают единым, но довольно изрезанным контуром. Длина контура распространения нижневолжских сланценосных отложений от пос. Каргорт на севере до среднего течения р. Кобры на юге более 180 *км*.

Общая площадь распространения нижневолжских сланценосных отложений здесь более 9000 *км*².

На Ибском месторождении сланценосная толща залегает под углом менее 5°. Ручьем Рейде-Шор она разделена на две залежи: южную и северную. Контуры залежей в связи с размывом их ручьями и речками имеют неправильную форму.

Мощность вскрышных пород в пределах изученной части месторождения не превышает 2 *м*. Вероятно, в пределах всего района на значительной площади в приконтурных участках мощность вскрышных пород не более 10 *м* и колеблется в основном в пределах от 2 до 15 *м*. В центральной части впадины мощность вскрышных пород достигает 70—80 *м*, а в местах развития нижнемеловых отложений она, вероятно, достигает 100 и даже 120 *м*.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

В Сысольском сланценосном районе поисково-разведочными и поисково-опробовательскими работами, проведенными П. В. Виттенбургом (1943ф) и Сысольской экспедицией Коми-Ненецкого геологического управления под руководством Ю. А. Захарченко (1960ф), изучено только одно Ибское месторождение горючих сланцев. На остальной площади распространения нижневолжских сланценосных отложений различными исследователями наблюдались выходы пластов и пропластков сланцев на дневную поверхность. Кроме того, пласты и пропластки горючих сланцев в пределах района вскрывались поисковыми на воду скважинами. Некоторые места выходов пластов на дневную поверхность или места их вскрытия одиночными поисковыми скважинами на воду и поисковыми скважинами на фосфориты показаны на рис. 24. Качественная характеристика их здесь не изучалась.

На Ибском месторождении имеется до пяти пластов горючих сланцев, индексируемых сверху вниз римскими цифрами I, II, III, IV и V (см. рис. 26).

По данным Ю. А. Захарченко (1960ф), контуры распространения I, II, III, IV пластов на Ибском месторождении повторяют друг друга. Площадь их распространения уменьшается вверх от пласта IV к I.

Пласт V на месторождении вскрыт только четырьмя скважинами и представлен здесь мелкими обособленными линзами.

Пласты на месторождении обычно сближены, а II и III, местами и IV пласты сливаются. Пласт I обычно отделяется от пласта II прослоем породы мощностью 0,5—2,0 *м*, иногда они совсем сближаются, но всегда остаются самостоятельными.

Качество горючих сланцев, в общем, улучшается со стратиграфической глубиной от пласта I к IV.

Мощности пластов горючих сланцев Ибского месторождения и условия их залегания приводятся в табл. 49.

Из табл. 49 видно, что пласты горючих сланцев Ибского месторождения изменчивы по мощности. Основной на Ибском месторождении пласт IV.

Выходы горючих сланцев на дневную поверхность в долинах рек и ручьев в основном в северо-восточной и восточной частях района отмечались различными исследователями. Кроме того, в некоторых участках (в районе поселков Кайгородок, Турбаново и др.) пласты горючих сланцев были вскрыты одиночными поисковыми скважинами на воду и фосфориты. Обычно в разрезах этих скважин наблюдается один-три сближенных пласта. Мощность верхнего и нижнего не превышает 0,3 *м*, редко достигает 0,5 *м*; мощность среднего от 0,2 до 1,0 *м*, реже до 2,0 *м*.

Таблица 49

Строение пластов горючих сланцев Ибского месторождения

Индекс пласта	Мощность пласта, *м*	Глубина залегания почвы пласта, *м*	Абсолютная отметка почвы пласта, *м*	Примечание
I	0,20—2,00* / 0,50	3,7—17,0	138,6—143,7	Все пласты месторождения погружаются в южном направлении под углом 2—3°
II	0,25—1,70** / 0,80	1,3—29,2	136,2—142,1	В местах слияния с пластом IV достигает 5,6 *м*, а местами пласт выклинивается и замещается битуминозными известковистыми глинами
III*	0,30—2,40** / 1,15	3,8—22,1	134,7—140,3*	
IV	0,25—4,00** / 2,30	6,2—33,8	127,5—137,2	

* Представлен небольшими линзами, не имеющими практического значения.
** В знаменателе приведена средняя величина.

Выходы пластов горючих сланцев на дневную поверхность и точки вскрытия горючих сланцев одиночными скважинами разбросаны на большой площади — 5,5—6 тыс. *км*^{2} в северо-восточной и восточной частях Сысольского сланценосного района. Здесь развито до пяти пластов горючих сланцев. Практический интерес может представлять, вероятно, только один пласт.

Западная часть района в отношении сланценосности пока остается неизученной.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Для месторождений горючих сланцев Сысольского сланценосного района установленных кондиций пока нет.

Горючие сланцы Ибского месторождения на основании лабораторных анализов, выполненных по пробам, взятым П. В. Виттенбургом (1943ф) и отобранным при разведке в 1958—1959 гг., характеризуются показателями, приведенными в табл. 50.

Кроме керновых проб, для химических анализов была отобрана валовая проба горючих сланцев весом 145 *кг*, которая была изучена Всесоюзным научно-исследовательским институтом по переработке и использованию топлива (ВНИИТ).

По исследованиям ВНИИТа горючие сланцы Ибского месторождения в среднем содержат 72,7% золы, 5,9% минеральной углекислоты, 1,33% серы. Калорийность их 1310 *ккал/кг*. Органическое вещество в сланце составляет 23,6%.

По данным элементарного анализа органическое вещество сланца содержит: C 55,63%; H 7,97%; S 4,96%; N 1,61% и O 29,83%.

Сланец изученной пробы содержит много серы и представляет собой весьма окисленный материал.

Выход продуктов полукоксования сланца, перегнанного в лабораторной алюминиевой реторте, приводится в табл. 51.

Таблица 50

Качественная характеристика горючих сланцев Ибского месторождения

Индекс пласта	Год взятия пробы	A^c, %	$W^л$, %	V^c, %	Результаты полукоксования по Фишеру: выход дегтя на сухой сланец, %	выход подсмольной воды на сухой сланец, %	выход полукокса на сухой сланец, %	теплота сгорания сухого сланца, *ккал/кг*
I	1958	68,2—76,2 / 70,8	3,9—4,9 / 4,6	35,9	9,2	12,0	72,6	—
	1943	60,0—83,9 / 74,3	—	11,0—31,2 / 17,1	2,4—6,9 / 3,9	1,5—4,3 / 2,9	86,5—90,5 / 89,0	516—2130 / 1064
II	1958	65,2—52,6 / 67,2	3,8—6,8 / 5,4	34,1	8,0	10,5—10,8 / 10,6	76,0—76,6 / 76,3	—
	1943	60,0—88,5 / 69,3	—	11,8—38,7 / 25,5	3,6—8,9 / 5,6	1,7—3,3 / 2,3	82,5—91,0 / 85,3	1010—2100 / 1400
III	1958	60,1—67,7 / 64,5	4,1—4,7 / 4,4	32,7	4,5	9,1	83,0	—
	1943	47,6—93,3 / 75,9	—	10,0—41,2 / 20,5	3,6—6,3 / 4,8	1,7—3,1 / 2,4	85,6—87,0 / 86,3	1070—1102 / 1086
IV	1958	42,5—73,4 / 61,9	2,7—5,5 / 4,0	21,3—60,5 / 35,5	4,8—18,4 / 9,2	6,8—11,5 / 9,5	60,5—84,6 / 75,2	—
	1943	53,6—92,1 / 73,2	—	10,6—34,7 / 21,1	2,8—8,3 / 5,4	2,3—3,8 / 2,9	84,2—89,8 / 87,2	1052—1910 / 1357
V	1958	63,7—75,8 / 69,7	3,1	15,1—17,2 / 16,1	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. В знаменателе приведена средняя величина.

Низкий выход смолы из сланца объясняется его сильной окисленностью. Выход газа, полученного при сухой перегонке сланца, составляет 0,85 *л*, или 13 *л/кг*. В газе содержится 0,08 *г/л* сероводорода.

Расчетный удельный вес газа 0,86. Расчетная теплотворная способность (высшая) 3616 *ккал/кг*.

Смола полукоксования представляет собой черную жидкость с неприятным запахом, напоминающим нефтяную смолу. Она содержит: С 81,8%, Н 9,93%, S 5,33%, N 0,76%, О 2,25%, уд. вес 0,964; содержание фенолов 5,0% и оснований 1,7%.

Сравнительно низкое содержание в смоле фенолов не дает возможности рассматривать описываемые сланцы как источник ценного химического сырья.

Наибольший выход среди продуктов перегонки имеет полукокс (82,3%). Он состоит из минерального вещества — 82,3% (зола), углекислого газа — 7,2%, серы — 0,8%, углерода — 8,3%; водорода 0,8%; азота — 0,3% и обладает теплотворной способностью в 743 *ккал/кг*.

Таблица 51

Результаты полукоксования горючего сланца Ибского месторождения

Полукокс	Подсмольная вода	Смола	Газ+потери
	Выход на рабочее топливо		
82,1—82,4 / 82,3	9,0—9,1 / 9,0	5,2—5,5 / 5,3	3,3—3,7 / 3,4
	Выход на сухой сланец		
87,3—87,6 / 87,5	3,2—3,3 / 3,2	5,5—5,7 / 5,6	3,6—4,0 / 3,7

Примечание. В знаменателе указана средняя величина.

Из приведенной выше характеристики видно, что горючие сланцы Ибского месторождения, обладающие теплотворной способностью в 1310 *ккал/кг*, являются низкокачественным топливом.

Низкий выход смолы (5,6%) и газа (3,7 *л/кг*), полученные при перегонке сланца, пока не дают возможности рекомендовать его как перспективное сырье для химической промышленности. Однако, учитывая неглубокое залегание пластов, доступное для открытой разработки, и возможность отработки лучших пластов раздельно от невысокозольных, можно думать, что в случае необходимости сланцы лучших пластов могут быть использованы как топливо, а высококачественные сланцы — для получения органо-минеральных удобрений.

Качество горючих сланцев, выходящих на дневную поверхность или вскрытых скважинами на других участках Сысольского сланценосного района, не изучалось. Судя по внешнему облику и способности загораться от спички (в сухом виде), сланцы других участков сходны со сланцами Ибского месторождения. Не исключена возможность наличия на такой большой территории района (более 9000 *км²*) участков и месторождений горючих сланцев более высокого качества.

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Как уже сообщалось выше, общепринятых кондиций для горючих сланцев Сысольского района нет. Практическая ценность горючих сланцев определяется главным образом их зольностью, выходом летучих, выходом смол, мощностью пластов и мощностью вскрыши. Горючие сланцы бассейна р. Сысолы по условиям формирования и залегания сходны с разрабатываемыми сланцами районов р. Волги, поэтому при подсчете запасов сланцев Ибского месторождения Ю. А. Захарченко (1960ф) принял кондиции, применяемые к разрабатываемым сланцам волжских районов.

Минимальная мощность сланцев, принятая им при подсчете, 0,5 *м*, средневзвешенная зольность по пласту не более 80%. Объемный вес для сланцев с зольностью до 60% 1,25, а для сланцев с зольностью более 60% 1,30. Запасы Ибского месторождения, подсчитанные Ю. А. Захарченко, составляют:

1) по пласту I по категории C_1 466 тыс. *т* при средней мощности пласта 0,85 *м* и средней зольности 73,8%;
2) по пласту II по категории C_1 1258 тыс. *т* при средней мощности пласта 1,2 *м* и средневзвешенной зольности 68,6%;
3) по пласту III по категории C_1 1810 тыс. *т* при средней мощности пласта 1,25 *м* и средневзвешенной зольности 71,5%;
4) по пласту IV южной залежи по категории C_1 5042 тыс. *т* при средней мощности 2,25 *м* и средней зольности 71,5%; по пласту IV по северной залежи (здесь развит только пласт IV) подсчитанные запасы по категории C_2 составляют 2847 тыс. *т* при средней мощности пласта 1,0 *м* и средневзвешенной зольности 57,0%;
5) по пласту V по категории C_1 94 тыс. *т*.

Общие подсчитанные запасы по Ибскому месторождению составляют: по категории C_1 9030 тыс. *т* и по категории C_2 2847 тыс. *т*. По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. запасы горючих сланцев составляют: по категориям $A+B+C_1$ 15 млн. *т*, в том числе по категории C_1 1,5 млн. *т*.

Как уже сообщалось выше, общая площадь распространения нижневолжских сланценосных отложений в бассейне р. Сысолы, с учетом водораздельного пространства между реками Сысолой и Коброй, превышает 9000 *км*². На $^2/_3$ этой площади, т. е. на 6000 *км*² развиты пласты и пропластки горючих сланцев, наблюдаемые по выходам на дневную поверхность или вскрытые в одиночных поисковых скважинах на воду и фосфориты.

В Сысольском сланценосном районе на указанной площади отмечается от одного-трех до пяти пластов и пропластков горючих сланцев мощностью 0,1—2,0, редко до 4,0 *м*. Качество горючих сланцев не изучалось. По внешнему облику все сланцы района похожи на изученные сланцы Ибского месторождения. В сухом виде сланцы загораются от спички.

Для прогнозной оценки запасов с некоторой долей условности допускаем, что по качеству сланцы на всей площади распространения близки к сланцам изученного Ибского месторождения.

С целью избежания грубых ошибок в перспективных запасах в сторону завышения можно принять, что на площади в 6000 *км*² имеется один пласт с минимальной рабочей мощностью 0,7 *м* и удельным весом 1,3. При этом возможные запасы горючих сланцев Сысольского района составят 5500 млн. *т*.

Общие запасы горючих сланцев Сысольского района с зольностью от 42,5 до 80%, содержанием летучих от 10 до 60%, выходом дегтя от 2,4 до 18,4% и средней теплотой сгорания от 1064 до 1400 *ккал/кг* составляют: действительные (категория C_1) 9 млн. *т*, вероятные (категория C_2) 2,8 млн. *т*, возможные (категория C_3) 5500 млн. *т*.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

В районе имеются водоносные горизонты, связанные с четвертичными, нижнемеловыми, нижневолжскими, келловейскими и среднеюрскими отложениями.

В четвертичных отложениях залегают два водоносных горизонта. Первый безнапорный горизонт приурочен к флювиогляциальным алеврито-песчаным отложениям, подстилающим мореноподобные глины, относимые к московскому оледенению. Горизонт имеет локальное развитие и обычно незначительный дебит воды.

Второй водоносный горизонт напорный, связан с лихвинскими аллювиальными гравийно-песчаными отложениями, залегающими под мореноподобными суглинками днепровского оледенения. Горизонт так же, как и вышележащий, имеет локальное развитие, но более широкое, чем вышележащий, и в отличие от первого местами содержит значительное количество воды.

На основании опытных работ, проведенных в одиночных поисковых скважинах, второй горизонт характеризуется следующими данными: глубина залегания 10—80 *м*, мощность 5—20 *м*, величина напора 5—30 *м*, дебит 1—2 *л/сек*. Воды пригодны для питья.

В нижнемеловых отложениях местами наблюдается водоносный горизонт с незначительным дебитом воды, связанный с песчано-алевритовыми породами. Песчано-алевритовый слой лежит в основании нижнего мела, развит локально. Мощность его от 0 до 2 *м*. Практического значения данный водоносный горизонт не имеет.

К нижневолжским отложениям приурочен водоносный горизонт, относящийся к зоне горючих и битуминозных сланцев. Он малодебитный, кое-где слабонапорный. Воды этого горизонта местами неприятны на вкус, имеют запах сероводорода.

В келловейских отложениях водоносный горизонт представлен песчано-алевритовыми породами, слагающими нижнюю часть разреза. Водоносный горизонт маломощный и малодебитный, практического значения на обследованной площади не имеет.

Среднеюрские отложения, в значительной степени сложенные среднезернистыми, мелкозернистыми и разнозернистыми песками и алевритами, обычно сильно обводнены. Так как на площади района они развиты неповсеместно (выполняют впадины в доюрском рельефе), то и водоносный горизонт локален. Мощность его от 0 до 60 *м*. Уровень подземных вод устанавливается на глубине 5—30 *м* в зависимости от рельефа (на абсолютных отметках от +85 до +100 *м*). Редко уровень воды устанавливается на +0,5 *м* выше устья скважин. Дебит при откачках и понижениях на 5—6 *м* достигает 4—6 *л/сек*, но обычно составляет 1,5—2 *л/сек*. Воды пресные, пригодные для питья.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Пласты горючих сланцев приурочены к сланценосной пачке нижневолжского яруса, сложенной глинами, алевритистыми глинами с прослоями битуминозных глин, пластами и пропластками горючих сланцев. Количество пластов горючих сланцев от одного-трех до пяти. Пласты сближены (см. рис. 26), имеют пологое, близкое к горизонтальному слабоволнистое залегание, не выдержаны по мощности. Пласты расположены на глубине 0—20 *м* в краевых частях района, 30—60 *м* в полосе между краевой и центральной частью района и на глубине 70—120 *м* в приосевой части района в местах перекрытия нижневолжских отложений нижнемеловыми.

В краевых частях района, где пласты горючих сланцев залегают на небольшой глубине (0—20 *м*) или выходят на дневную поверхность, они местами размыты реками и ручьями или подверглись ледниковой эрозии, уничтожившей их частично или полностью.

Гидрогеологические условия сравнительно простые.

Основные водоносные горизонты, которые могут оказывать влияние на разработку, это связанные с лихвинскими и нижневолжскими отложениями. Водоносный горизонт, связанный с лихвинскими отложениями, в краевых частях района из-за сильных врезов долин, рек и ручьев может быть легко дренирован.

Нижневолжский водоносный горизонт, связанный со сланценосной пачкой, может значительно обводнять горные выработки. Однако наличие в краевых частях района многочисленных рек, ручьев и оврагов, дно которых местами находится ниже основных пластов горючих сланцев, может значительно облегчить работы по осушению месторождений.

На Ибском месторождении горючих сланцев развиты четыре пласта, имеющих практическую ценность. Мощность вскрыши здесь от 1,7 до 2,0 *м*.

Горнотехнические условия, сходные с условиями Ибского месторождения, могут быть и на других месторождениях и участках восточной окраины сланценосного района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горючие сланцы Сысольского района накопились в иловых впадинах эпиконтинентального моря (пролива) и относятся к типу сапропелевых горючих сланцев. Стратиграфически они приурочены к отложениям нижневолжского яруса верхней юры.

Распространение горючих сланцев в районе установлено на площади, превышающей 6000 *км*^{2}. В районе имеется до пяти пластов горючих сланцев, обычно сближенных. По качеству горючие сланцы на площади весьма разнообразны. Содержание золы в них от 43 до 93%, летучих от 10 до 36%, дегтя от 2,4 до 9,2%. Сланцы обладают теплотой сгорания от 520 до 2200 *ккал/кг*, в среднем от 1064 до 1357 *ккал/кг*.

Не исключена возможность, что в пределах сланценосной площади могут быть найдены месторождения с высококачественными горючими сланцами.

ВЫВОДЫ

В настоящее время установлено, что в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции имеется четыре района с месторождениями горючих сланцев, связанных с верхнеюрскими отложениями.

Основная группа пластов горючих сланцев приурочена к отложениям нижневолжского яруса. Однако в каждом сланценосном районе они приурочены к различным его стратиграфическим горизонтам.

В южном направлении основная группа пластов горючих сланцев как бы смещается вверх по разрезу. Так, в Нарьян-Марском сланценосном районе проявление сланценосности отмечено в отложениях оксфорда, а основная группа пластов здесь залегает в самом основании нижнего волжского яруса. Основная группа пластов в Ижемском районе приурочена к нижней части зоны *Dorsoplanites (Perisphinctes) panderi*, в Яренгском сланценосном районе они приурочены к зоне *Dorsoplanites panderi* и к нижней части зоны *Virgatites virgatus* (*Epivirgatites nikitini*), а в Сысольском сланценосном районе к зоне *Dorsoplanites panderi* приурочен только один пласт, имеющий весьма ограниченное распространение, а основная группа пластов здесь относится к зоне *Virgatites virgatus (Epivirgatites nikitini)*.

Материал горючих сланцев всех рассматриваемых районов накопился в иловатых впадинах, занимающих значительные части эпиконтинентальных морей (сланцы Сысольского и Яренгского районов), или во впадинах, развитых на шельфе эпиконтинентального моря (сланцы Ижемского и Нарьян-Марского районов). Развитые здесь горючие сланцы относятся к типу сапропелевых.

В каждом из рассмотренных сланценосных районов имеется от одного до трех, реже четырех-пяти пластов, достигающих рабочей мощности.

Горючие сланцы Тимано-Печорской области изучены очень слабо, а в некоторых районах совершенно не изучены. В незначительной степени изучено одно небольшое месторождение в Сысольском районе (Ибское) и одно в Ижемском районе (Айювинское). Горючие сланцы Яренгского района не изучены, так же как горючие сланцы, открытые в 1958—1960 гг. в районе г. Нарьян-Мара.

О низкой степени изученности сланцев в рассматриваемых районах можно судить по соотношению категорий запасов горючих сланцев.

Общие запасы горючих сланцев Сысольского района, имеющих зольность от 42 до 80%, летучих от 10 до 60%, выход дегтя от 2,4 до 18,4% и теплоту сгорания от 1000 до 2130 *ккал/кг*, составляют: действительные (категория C_1) 9 млн. *т*, вероятные (категория C_2) 2,8 *млн. т*, возможные (категория C_3) 5500 *млн. т*.

Запасы горючих сланцев Яренгского района, отнесенные к группе возможных (категория C_3), составляют 3200 млн. *т*. Безусловно, что в этом районе, где верхнеюрские отложения занимают площадь более 10 тыс. *км*^{2}, запасы горючих сланцев значительно превышают названную цифру. Качество сланцев в этом районе может быть более высоким, чем в других районах. Так, по устному сообщению П. Д. Калинина, летом 1964 г. им был опробован ряд выходов сланцев в бассейне р. Васики с невысокой (до 50%) зольностью и значительным выходом смолы (до 12—14%). Сланцы в районе располагаются близко к поверхности. Для определения их практической ценности необходимо в ближайшие годы приступить здесь к поисково-разведочным и поисково-опробовательским работам.

Общие запасы горючих сланцев Ижемского района, имеющих зольность от 42 до 75%, летучих на сухое вещество от 15 до 48%, смолы от 2 до 18% и теплотворную способность от 1260 до 3340 *ккал/кг*, составляют: вероятные (категория C_2) 1000 млн. *т*, возможные (категория C_3) 5800 млн. *т*.

В Нарьян-Марском сланценосном районе возможные запасы (категория C_3) составляют более 1000 млн. *т*. Качество сланцев не изучено. Пласты горючих сланцев залегают здесь на большой глубине (220—280 *м*).

Прогнозные запасы горючих сланцев всех районов Тимано-Печорской провинции превышают 15 млрд. *т*. Они представляют значительную сырьевую базу для комплексного промышленного использования. Сланцы могут быть использованы как твердое топливо для стационарных топок и как сырье для химической промышленности. Зола сланцев может использоваться для удобрения почв и частично для производства цемента.

Для своевременного обеспечения сырьем химической промышленности на будущие десятилетия необходимо в ближайшие годы приступить к изучению горючих сланцев Яренгского района и продолжить начатое в 40-х годах изучение горючих сланцев Сысольского и Ижемского районов.

ВОЛЖСКИЙ БАССЕЙН

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Волжский сланценосный бассейн расположен на востоке Европейской части СССР. Территория бассейна занимает ряд областей и автономных республик Среднего Поволжья и западной части Казахской ССР. С севера на юг он простирается от Северных Увалов до Прикаспийской низменности. Западная граница бассейна проходит по западному склону Приволжской возвышенности, восточная — по правобережью р. Волги, к югу переходя на левый берег р. Волги к западным отрогам Общего Сырта. Общая площадь бассейна около 350 тыс. *км*^{2}.

По экономическим условиям и географическому положению площадь бассейна подразделяется на две части: Правобережье Волги и Заволжье.

Правобережье Волги имеет более развитую промышленность. Плотность населения здесь в среднем 10—20 человек на 1 *км*^{2}, а в полосе, примыкающей к г. Куйбышеву, до 40 человек на 1 *км*^{2}. Территория Заволжья населена значительно меньше. Плотность в юго-восточной части Саратовской области менее 5 человек на 1 *км*^{2}. Основную роль в экономике Заволжья играет сельское хозяйство. Промышленность связана с переработкой местного сельскохозяйственного сырья и сосредоточена в небольших центрах.

Большинство крупных промышленных центров расположено по Волге. К ним относятся города Куйбышев, Саратов, Сызрань, Ульяновск и др. Здесь развито машиностроение (станкостроение, приборостроение, самолетостроение, автомобилестроение), а также нефтеобрабатывающая, химическая и другие виды промышленности.

На Волге построены крупнейшие гидроэлектростанции (Куйбышевская, Волгоградская и др.). Нефть, газ, горючие сланцы, фосфориты, калийно-магнезиальные соли и другие местные полезные ископаемые составляют базу для развития индустрии. Промышленность быстро развивается. Появились новые промышленные центры: Пугачев, Озинки, Волжский и др. Горючие сланцы Озинковского и Савельевского месторождений обеспечивают топливом электростанции г. Саратова (Долгополов, 1948 г.). Минеральная часть горючих сланцев используется для строительных материалов (завод сланцезольного кирпича). Основная отрасль сельского хозяйства — разведение зерновых культур, животноводство, овощеводство и плодоводство. В настоящее время для борьбы с засухой проводятся большие работы по орошению земель.

Главнейшая транспортная магистраль — р. Волга, связывающая территорию бассейна с Каспийским, Азовским, Черным и Балтийским морями. В самое последнее время значение Волги возросло в связи с окончанием работ по реконструкции Волго-Балтийского водного пути.

Железнодорожная сеть развита достаточно густо. Наибольшее количество железных дорог сосредоточено на Правобережье Волги. На территории Заволжья железнодорожная сеть более редкая.

РЕЛЬЕФ

Современные формы рельефа Волжского сланценосного бассейна в различных частях его имеют свои особенности, обусловленные геологическим строением и физико-географическими условиями.

На севере бассейна развит увалистый рельеф (южные отроги Северных Увалов), созданный ледниковой деятельностью и последующей эрозией. Поверхность данного района представляет собой водораздельные очень пологие всхолмления, отделенные друг от друга понижениями. Высшие точки водоразделов превышают уровни рек на 100—150 *м*.

Южнее Северных Увалов, по правобережью Волги развита Приволжская возвышенность. Это довольно высоко поднятая равнина, сильно расчлененная речной и овражной сетью.

Приволжская возвышенность на севере приподнята над уровнем моря до 200—220 *м*. В южном направлении поверхность ее повышается. Так, вершина Сурской Шишки имеет абсолютную высоту 330 *м*, а гора Вотлама в Сызранском районе — 342 *м*. Наиболее высока южная часть Приволжской возвышенности. Наивысшие точки (до 384 *м*) расположены в Хвалынских и Жигулевских горах.

Процессы денудации на Приволжской возвышенности играют первостепенную роль в формировании рельефа. Они выражены в ярусности рельефа. Водораздельное плато Приволжья весьма разнообразно по своей морфологии. Здесь наблюдаются то плоские поверхности, то слабоволнистые, иногда пластообразные «столовые» массивы. Равнинные поверхности плато располагаются на двух или трех уровнях (280—320, 200—240, 150—100 *м*). Коренные породы мезозоя и палеогена, слагающие возвышенности, очень разнообразны по составу, твердости, водопроницаемости, что отражается на характере форм рельефа. Песчаники образуют мелкие куэсты, известняки — утесы Жигулевских гор, а глины — мягковолнистые склоны.

Современная поверхность возвышенности представляет собой сочетание основных элементов: водораздельное плато, водораздельные склоны и долины. Эти элементы осложнены разнообразным комплексом малых форм — оврагами и балками, карстовыми и суффозионными формами, оползнями, дюнными всхолмлениями и т. д.

К юго-востоку от Приволжской возвышенности, на левом берегу р. Волги, лежит обширная низменная равнина. Она имеет плоскую или слабоволнистую поверхность. Средняя высота низменности около 100 *м*. Высоты возрастают с удалением от Волги и достигают на востоке 170 *м* над уровнем моря. Заволжская аккумулятивная равнина еще слабо переработана процессами денудации. Она сложена песчано-глинистыми неогеновыми, а также четвертичными отложениями и занимает современную и древнюю долину Волги. В долине Волги выделяются пойма и три-четыре надпойменные террасы. На востоке верхняя терраса Волги примыкает к возвышенности Общий Сырт с абсолютными высотами от 250—350 *м* на севере до 100—180 *м* на юге.

Общий Сырт сложен преимущественно песчано-глинистыми отложениями юры (юрское плато), что отражается в рельефе. Для поверхности Общего Сырта характерно развитие широких плоских водораздельных массивов и расположенных между ними долин. Плоские водораздельные возвышенности имеют различные высоты (300—320, 180—220 и 100—120 *м*). Склоны этих водоразделов террасированы. В пределах южной части Общего Сырта, где распространена соляно-купольная тектоника, формы рельефа несколько своеобразны. Здесь участки водораздельных возвышенностей разной высоты чередуются с куполо-

образными поднятиями, соответствующими соляно-купольным структурам с коническими холмами, гребнями и грядами, разделенными глубокими балками и оврагами.

ГИДРОГРАФИЯ

В гидрографическом отношении район принадлежит бассейну Волги с притоками Сура, Свияга, Сызрань, Самара и бассейну р. Урала. Режим рек зависит от климата бассейна. В течение длительного периода — с середины ноября или с конца ноября и до апреля — реки скованы льдом. В это время снижается уровень и расход воды в реках. Максимальный расход падает на май, когда заканчивается весеннее таяние. Второй минимум расхода воды наступает в конце лета и осенью.

Волга пересекает район с северо-запада на юго-восток. Ширина ее долины местами достигает 10 *км*. Почти на всем протяжении тянутся рукава, протоки, затоны, старицы. В русле много перекатов, отмелей, островов.

Долины рек Суры и Свияги асимметричной формы. В долинах рек Урала, Б. Иргиза, Чагра, кроме поймы, наблюдается несколько надпойменных террас.

Климат Волжского бассейна умеренно континентальный, на Правобережье с теплым летом (средняя температура июля +18°) и мягкой зимой. Заволжье отличается жарким летом и суровой зимой. Наиболее высокая температура летом в июле поднимается до 37—40°. Зима продолжительная и холодная, особенно в Заволжье. Во время сильных морозов температура воздуха иногда снижается до —48°. Снежный покров устанавливается в конце ноября. В июле и августе выпадает наибольшее количество осадков, распределение которых на территории бассейна подчеркивает континентальность климата. В Заволжье среднее годовое количество осадков не превышает 270—300 *мм*.

Волжский сланценосный бассейн лежит в лесной, лесостепной и степной зонах. На правобережье преобладают широколиственные леса: дуб, сосна, ель, пихта, клен, ясень, ива. В левобережье господствуют типчаково-ковыльные степные травы. В северных районах Заволжья естественные леса встречаются только в поймах. Почвы на описываемой территории на севере правобережья подзолистые, к югу переходят в черноземные. Южнее р. Б. Иргиза почвы темно-каштановые и каштановые.

ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение горючих сланцев Поволжья тесно связано с исследованиями юрских отложений, начало которых относится к середине прошлого столетия.

Первые сообщения о распространении юрских пород в данном районе оценены К. Ф. Рулье, И. Ф. Синцовым, С. Н. Никитиным, Р. В. Пахт.

В 1844—1849 гг. К. Ф. Рулье собрал и обработал палеонтологическую коллекцию из юрских отложений Подмосковья, что позволило ему обосновать стратиграфическое расчленение отложений на ярусы.

С. Н. Никитин уточняет стратиграфическое расчленение юрских отложений Подмосковья и, в частности, выделяет верхний и нижний волжские ярусы (1881, 1884, 1886). В своих многолетних работах А. П. Павлов (1884, 1886, 1888) подтверждает юрский возраст волжских ярусов и разделяет их на зоны, а также уточняет границу между юрой и мелом.

Уточнению стратиграфии юрских отложений в Ульяновском районе и на центральном участке Общего Сырта посвящены работы Л. Н. Розанова (1912, 1923).

Д. Н. Соколов (1921) детально изучил юрские отложения бассейна р. Илек, которые с тех пор стали известны под названием оренбургской юры.

Первые палеогеографиечские построения для юрского периода были выполнены. Г. А. Траутшельдом (1862), К. О. Милашевич (1881). Большое значение имеет также работа А. П. Карпинского (1887), в которой освещена роль колебательных движений земной коры в развитии Русской платформы.

Следующий этап изучения юрских отложений связан с поисками и разведкой различных полезных ископаемых, в первую очередь горючих сланцев. Ценные результаты дали исследования К. Я. Бабича (1948ф), В. П. Веденинной (1946ф), С. И. Евсеевой (1943ф), И. И. Зяблицкого (1935ф). Из работ, посвященных изучению горючих сланцев, следует отметить труды Н. М. Страхова (1934), А. Н. Розанова (1927), Г. Л. Стадникова (1935), Н. М. Попова (1936), А. Ф. Добрянского (1947).

Последний период исследований бассейна — с 1950 г. по настоящее время — характеризуется развитием комплексных геологических и геофизических исследований, проводившихся для выявления структур, перспективных на нефть и газ. Материалы по стратиграфии и палеогеографии юры, полученные в результате бурения опорных скважин, содержатся в работах Н. Т. Сазонова (1958, 1962) и Г. И. Блома (1956).

СТРАТИГРАФИЯ

Территория бассейна расположена в восточной части Русской платформы, фундамент которой слагается древними (докембрийскими) породами. В осадочном покрове платформы представлены породы палеозойской, мезозойской и кайнозойской групп. Здесь залегают отложения архея, нижнего, среднего и верхнего девона, нижнего, среднего и верхнего карбона, нижней и верхней перми, нижнего триаса, средней и верхней юры, мела, неогена и палеогена. Почти повсюду они перекрыты четвертичными образованиями.

Кристаллические породы вскрыты несколькими глубокими скважинами. Поверхность фундамента имеет сложный рельеф, характеризующийся общим погружением в сторону Прикаспийской впадины.

В районе г. Пугачева на глубине свыше 2,5 *км* залегают архейские мигматиты и гнейсы (биотитовые, гранато-биотитовые, силлиманитовые, роговообманковые). В пределах Ульяновской области докембрийский фундамент вскрыт на Борлинской площади на глубине 1930 *м*. Здесь находятся гранито-гнейсы и кристаллические сланцы. К западу от Ульяновской области, в г. Алатыре, аналогичные породы кристаллического фундамента вскрыты на глубине 1480—1490 *м*. В ряде районов поверхность фундамента перекрыта корой выветривания, мощность которой в Ульяновском районе достигает 20 *м*.

ДЕВОНСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

В составе девонских образований выделены все три отдела — нижний (условно), средний и верхний.

Отложения нижнего девона установлены в районе г. Пугачева. По данным Н. И. Усковой (1954ф), они состоят из пяти литологических

комплексов: глинисто-песчаного, песчано-аргиллитового, карбонатного, глинисто-песчанистого и глинистого. Общая мощность их 492 *м*. Возраст условно определяется как нижнедевонский.

Отложения среднего девона, представленные живетским ярусом, вскрыты в окрестностях г. Пугачева, на Барановской площади Ульяновского района и в Порецкой опорной скважине. В Пугачевской скважине внизу они сложены толщей серых песчаников и алевролитов общей мощностью 43 *м*. Выше залегают серые известняки, местами переходящие в доломиты. Мощность этой пачки 17 *м*. Еще выше залегает комплекс пород, состоящий из чередования серых аргиллитов, известняков, доломитов, алевролитов, песчаников. Мощность их 49 *м*. Разрез заканчивается серыми аргиллитоподобными глинами общей мощностью 42 *м*. Сходный состав пород отмечается и в Ульяновском районе, где мощность среднедевонских отложений 25—60 *м*.

Отложения верхнего девона отличаются значительной мощностью, достигающей 550 *м*. В основании франского яруса лежат песчано-алевритовые породы, сменяющиеся выше мергелями и известняками. В верхней части разреза преобладают известняки. Общая мощность их в Ульяновском районе (Борлинская площадь) 210 *м*. В районе г. Пугачева франский ярус сложен серыми глинистыми мелкокристаллическими известняками мощностью 10 *м*, залегающими на размытой поверхности среднего девона. Отложения фаменского яруса расчленяются на нижне- и верхнефаменский подъярусы. Нижний подъярус (задонские и елецкие слои) представлен серыми и пятнистоокрашенными известняками мощностью около 40 *м* (район г. Пугачева). К верхнему подъярусу относятся данково-лебедянские и озерско-хованские слои, состоящие на Пугачевско-Березовском участке из серых и желтоватых или пятнистоокрашенных доломитов с гнездами и прослоями гипса и доломитизированных известняков. Мощность их 115 *м*. Мощность отложений всего яруса (по данным глубокой скважины в г. Алатыре) 245 *м*.

КАМЕННОУГОЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Каменноугольные отложения широко распространены на территории Волжского бассейна. Они обычно скрыты под более молодыми осадками и лишь на небольших участках выходят на дневную поверхность (район Самарской Луки и г. Пугачева). Вскрытая мощность их составляет на Борлинской площади 1097 *м*, в долине р. Б. Иргиза около 1000 *м*, в устье р. Алатыря 650 *м*.

Породы **нижнего карбона** довольно хорошо охарактеризованы фауной и разделены на ярусы.

Отложения турнейского яруса представлены главным образом известняками. Мощность их в долине р. Б. Иргиза 31 *м*, в г. Алатыре 33 *м*, на Борлинской площади 80—85 *м*.

В основании лежащего выше визейского яруса выделяется угленосная свита (яснополянский подъярус), сложенная темно-серыми и черными углистыми песчаниками, глинами и песками. Мощность угленосной свиты от 10 до 200 *м*. Вышележащая часть визейского яруса и намюрский ярус сложены толщей известняков с богатой морской фауной. Мощность известняков визе—намюра 250 *м* и более.

Средний карбон подразделяется на два яруса — башкирский и московский. Нижняя часть башкирского яруса сложена светло-серыми известняками, а верхняя — серыми глинами, песчаниками и алевролитами. Общая мощность башкирского яруса в окрестностях г. Пугачева 167 *м*. В основании московского яруса залегает верейский горизонт, представленный песчано-глинистыми породами с прослоями известняков. Вышележащая толща этого яруса сложена карбонатными породами — известняками с прослоями доломитов, мергелей и известковистых глин. Общая мощность отложений московского яруса около 500 *м*. В Алатырской скважине мощность их сокращается до 250 *м*.

Нижняя часть отложений **верхнего карбона** в Заволжье представлена светлыми и темными известняками мощностью до 150 *м*. Они относятся к касимовской свите. В верхней части разреза залегают известняки, доломиты и доломитизированные известняки, принадлежащие гжельскому ярусу. Общая мощность верхнего карбона 350 *м*, в районе г. Сызрани 260—290 *м*, а на Борлинской площади 195 *м*.

ПЕРМСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Пермские отложения широко развиты на площади Волжского бассейна. Севернее г. Сызрани они согласно залегают на породах верхнего карбона, южнее характер контакта неясен. Пермская система представлена двумя отделами: нижним и верхним.

В отложении **нижнего отдела** принимают участие доломиты с линзами гипса и ангидрита (сакмарский, артинский, кунгурский ярусы). Общая мощность их в Ульяновской области от 0 до 138 *м*.

В пределах Заволжья, в районе Григорьевского купола, под гипсово-ангидритовой толщей залегает каменная соль кунгурского яруса. Общая вскрытая мощность кунгурского яруса здесь 321 *м*.

Верхний отдел пермской системы слагается отложениями казанского и татарского ярусов. Казанский ярус представлен преимущественно доломито-гипсовыми породами мощностью до 75 *м* (с. Городище). В Алатырской скважине мощность отложений этого яруса 23 *м*. Татарский ярус делится на нижний и верхний подъярусы. В основании нижнетатарского подъяруса (восточная часть Общего Сырта) залегают песчаники с прослоями глин, реже мергелей и доломитов общей мощностью до 80 *м*. Выше лежит толща с чередованием глин и песчаников с тонкими прослоями мергелей мощностью до 145 *м*. Заканчивается разрез известняками и мергелями. Аналогичный состав пород этого подъяруса отмечается в долине р. Немды, где вскрытая мощность отложений 71 *м*. Верхнетатарский подъярус состоит из пестроокрашенных глин и песчаников. Мощность их в бассейне рек Б. Иргиза и Б. Глушицы около 225 *м*. На севере, в бассейне р. Немды, основное место в разрезе подъяруса занимают пески и песчаники. Мощность отложений подъяруса здесь 74 *м*.

ТРИАСОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Породы триаса непосредственно выступают на поверхность лишь в области Общего Сырта. На остальной площади они перекрыты более молодыми образованиями. По данным Г. И. Блома, отложения ветлужской серии нижнего триаса в Кировской и Горьковской областях залегают с размывом на татарских породах. Серия представлена толщей пестроцветных образований, разделяющихся на пять горизонтов. Каждый горизонт начинается с песчано-конгломератовых пород и заканчивается глинисто-мергельными слоями. Общая мощность всех горизонтов 120—150 *м*.

В Заволжье ветлужская серия начинается бузулукской свитой. Она сложена в основном песками и песчаниками. Мощность ее от 20 до 130 *м*. Выше этой свиты залегает пестроцветная тананыкская пес-

чано-глинистая свита мощностью до 80 *м*. Еще выше лежит ромашкинская свита мощностью 30 *м*, сложенная глинами, песками и песчаниками (Жутеев, 1959).

ЮРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Среднеюрские отложения, развитые в бассейне, слагаются серо-цветными песчано-глинистыми породами морского происхождения. Они залегают на размытой поверхности различных горизонтов палеозоя, а в районе Озинок на триасе. В Саратовском Заволжье в байосе выделяются нижняя песчанистая часть (35—45 *м*) и верхняя глинистая (30—80 *м*). В районе Красного Кута в толще байоса появляются мергели и мергелистые глины. Мощность толщи 90—100 *м*. В районе Самарской Луки байосские породы представлены белыми кварцевыми песками мощностью 13 *м*.

Отложения батского яруса мощностью 15—18 *м* в северной части Общего Сырта и 45—60 *м* в районе Самарской Луки сложены глинами с прослоями песков. Сходный состав батских отложений наблюдается в нижнем течении р. Алатыря, где мощность бата 21—24 *м*.

Верхняя юра представлена преимущественно морскими осадками, которые более широко распространены, чем среднеюрские. Верхнеюрские отложения расчленяются на келловейский, оксфордский, кимериджский, нижневолжский и верхневолжский ярусы.

В Саратовском Заволжье разрез начинается осадками нижнего келловея, представленного глинами с конкрециями сидерита и включениями пирита (25—30 *м*). Средний келловей литологически не отличается от нижнего. В нижней части этого яруса содержится горизонт известково-мергелистых конкреций. Мощность среднего келловея от 0,5 до 15—18 *м*. Верхний келловей отличается от нижнего и среднего большей карбонатностью глин, наличием глинисто-сидеритовых конкреций. Мощность его 18—20 *м*.

Оксфордский ярус представлен глинами с прослоями сидерита и фосфоритовых желваков. Мощность в районе Самарской Луки достигает 30 *м*, а в устье р. Алатыря максимальная мощность этих отложений 22,6 *м*.

Кимериджский ярус в Ульяновско-Саратовском районе сложен известковистыми глинами мощностью 30 *м*. Аналогичные глины наблюдаются в устье р. Алатыря, где вскрытая мощность их 24 *м*. В Подмосковье кимериджские отложения представлены песчано-алевритистыми глинами с фосфоритовыми желваками мощностью 0,2—1, реже 2—3 *м*.

Нижневолжский ярус в пределах бассейна распространен почти повсеместно. Его отложения залегают на размытой поверхности келловей-оксфорд-кимериджских и отличаются довольно однообразным составом. Это в основном толща чередования сапропелевых глин и горючих сланцев с резко изменчивой мощностью. Наибольшая мощность отложений нижневолжского яруса отмечается в Озинках, где она достигает 80 *м*, и на западной окраине Общего Сырта (50 *м*). В северо-западном направлении мощность нижневолжского яруса уменьшается до 17—18 *м* в Ульяновском районе и до 9—10 *м* в среднем течении р. Унжи. В пределах Московской области мощность яруса 2,5 *м*. В этом же направлении меняется и литологический состав сланценосных отложений. В Подмосковье они представлены кварцево-глауконитовыми песками. Далее к северо-востоку, к бассейну р. Вятки, мощность отложений нижневолжского яруса снова увеличивается и на Синегорском месторождении достигает 11 *м*; по составу отложения

здесь вновь становятся глинистыми. Нижневолжский ярус делится на два подъяруса.

Нижний подъярус (Сазонов, 1962) подразделяется на три зоны. Нижняя зона — *Gravesia gravesiana* — имеет небольшое распространение. Севернее г. Ульяновска, у с. Городище, в отложениях этой зоны содержится *Gravesia gravesiana* Orb. Средняя зона сложена серыми и темно-серыми известковистыми глинами с линзами мергелей и песчаников. Эта зона охарактеризована фауной: *Subplanites sokolovi, Subplanites pseudoscythica* и др. Верхняя зона — *Dorsoplanites panderi* и *Zaraiskites scythicus* — представлена серыми глинами, переслаивающимися с горючими сланцами. Содержат характерный комплекс фауны аммонитов: *Dorsoplanites panderi* Orb., *Dorsoplanites dorsoplanus* Vischn. Мощность зоны изменяется от 50 *м* (в Озинках) до 8 *м* в среднем течении р. Унжи.

Верхний подъярус также расчленен на три зоны. Нижняя зона (*Virgatites virgatus*) представлена маломощным слоем сильно глинистых глауконитовых песков с фосфоритами или более мощной пачкой темно-серых и почти черных глин, вверху сильно песчанистых, с глауконитом и конкрециями фосфоритов. В отложениях этой зоны содержится фауна: *Virgatites virgatus* Buch., *Virgatites sosia* Vischn., *Virgatites pusillus* Mich. Мощность зоны колеблется от 30 *м* в Озинках до 2 *м* в среднем течении р. Унжи. Средняя зона *Virgatites rosanovi* Mich. выделена в разрезах Подмосковья. Некоторые исследователи рассматривают ее как подзону зоны *Virgatites virgatus*. Самая верхняя зона, сложенная известковистыми песчаниками, охарактеризована фауной: *Epivirgatites nikitini* Mich., *Epivirgatites bipliciformis* Nik. Приведенная выше схема расчленения нижневолжского яруса еще не нашла широкого применения. Практически при разведке месторождений сланцев нижневолжская толща подразделяется на две или три зоны.

Верхневолжский ярус сложен кварцево-глауконитовыми песчаниками с желваками и гальками фосфоритов, развитыми на севере Общего Сырта, вблизи г. Ульяновска, на Самарской Луке и в бассейне р. Унжи. Мощность его изменяется от 5—7 *м* на юге до 1 *м* в районе г. Ульяновска и до 0,5 *м* в бассейне р. Унжи. Наиболее полный разрез яруса наблюдается у пос. Кашпировки, где он подразделяется на три зоны (Герасимов, 1962). Здесь в основании лежит глауконитовый песчаник мощностью 0,35 *м*, относящийся к зоне *Kashpurites fulgens*. Вышележащая зона *Garniericeras catenulatum* представлена песчанистыми мергелями и известковистыми песчаниками мощностью 2,6 *м*, в которых содержится *Garniericeras catenulatum* Fisch., *Craspedites subditus* Trd. и др. Выше лежит зона *Craspedites kaschpuricus,* представленная песчанистым мергелем мощностью 0,9 *м* и сцементированным песчаником мощностью 0,1 *м*.

МЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Меловая система представлена как морскими, так и континентальными осадками, которые обычно залегают на размытой поверхности юрских отложений, реже на породах триаса и палеозоя.

НИЖНИЙ МЕЛ

Валанжинский ярус представлен глауконитовыми песчано-глинистыми породами с желваками фосфоритов и подчиненными прослоями мергелей. В Ульяновском и Сызранском районах валанжин сло-

жен песчаниками с фосфоритовыми гальками. Мощность отложений яруса в Ульяновском районе 1 *м*.

Готерив-барремский ярус в Заволжье в основании содержит темно-серые пески с фосфоритовой галькой мощностью 0,5—4 *м*. Выше лежат темно-серые, почти черные глины (4—45 *м*), переходящие вверх по разрезу в алевриты мощностью 10 *м*, которые в свою очередь сменяются темно-серыми песчанистыми глинами. В Ульяновском районе нижняя часть готерив-баррема представлена темно-серыми глинами с конкрециями пирита, кристаллами гипса, а верхняя — чередованием глин, глауконитовых и кварцевых песков и песчаников. Общая мощность нижней и верхней пачек 30 *м*.

Аптский ярус представлен темно-серыми слюдисто-песчанистыми глинами с кристаллами гипса, стяжениями пирита и крупными известково-сидеритовыми, а также глинисто-сидеритовыми конкрециями. В толще глин мощностью 50 *м* прослеживается выдержанный горизонт (2—5 *м*), состоящий из переслаивания глин и мергелистых песчаников. В южной части Общего Сырта ярус сложен глинами мощностью 30—110 *м*.

Альбский ярус в Заволжье подразделяется на два горизонта: нижний песчаный и верхний глинистый. Общая мощность их в районе оз. Индер 180 *м*. В центральной части Общего Сырта альбских отложений нет. Аналогичное строение яруса отмечается на правобережье Волги. В Сызранском районе мощность альба 60—65 *м*.

ВЕРХНИЙ МЕЛ

Сеноманский ярус в Ульяновском районе выражен зеленовато-серыми глауконито-известковистыми песками с прослоями рыхлых песчаников, а местами темно-серых глин. Мощность песков сеномана 50—70 *м*. В пределах Общего Сырта к ярусу относятся серые глины мощностью до 40 *м*. В районе центральной части Общего Сырта сеномана отложения отсутствуют.

Туронский ярус сложен главным образом серовато-белыми мелоподобными мергелями и белым писчим мелом. На отдельных участках мел и мергели замещаются темно-серыми, почти черными глинами, кремнистыми породами и известковистыми песчаниками. Туронские отложения трансгрессивно перекрывают различные горизонты сеноманских песков и песчаников. Мощность турона от нескольких метров до нескольких десятков метров. В пределах Общего Сырта мощность толщи мела и мергеля достигает 40 *м*.

Коньякский ярус литологически неотделим от туронского. Это в основном белые и серовато-белые мелоподобные мергели и мел, местами кремнистые мергели. В Подмосковье коньяк представлен глауконитовыми песками и опоками. Наибольшая мощность их установлена в Ульяновском районе, где она не превышает 20—35 *м*.

Сантонский ярус представлен преимущественно карбонатными и кремнистыми породами; менее распространены пески и песчаники. В Заволжье в основании разреза лежит слой мергелей мощностью 0,2—0,7 *м* с фосфоритами, выше переходящий в комплекс чередующихся опок, кремнистых мергелей и глин. Общая мощность их здесь 25—30 *м*.

Кампанский ярус сложен главным образом карбонатными, мергельно-меловыми, реже известково-песчанистыми осадками. В пределах Ульяновско-Саратовского прогиба в кампане выделяются три горизонта: нижний — чередование мергелей, опок, глин, которые местами сменяются известковистыми породами (их мощность 15—20 *м*); средний — мелоподобные мергели и мел (10—15 *м*); верхний — мелоподобные породы, мергели, замещающиеся глинами, мощность их не более 8—12 *м*. Аналогичный состав отложений кампана наблюдается на площади Общего Сырта и к северу от него. В Новоузенской скважине мощность этого яруса достигает 232 *м*.

В составе маастрихтского яруса преобладают мергельно-меловые осадки. Это в основном писчий мел, мелоподобные мергели. В пределах Общего Сырта мощность их 30—50 *м*. Наибольшая вскрытая мощность — 126 *м* — отмечена на северном крыле Танасского поднятия (Новосеменовский район).

Отложения датского яруса представлены преимущественно карбонатными породами — известняками и мергелями. На Танасском поднятии вскрытая мощность их достигает 12 *м*. В пределах оз. Индер мощность известняков 1,5—3 *м*, редко 5—7 *м*. В Общем Сырте выше известняков залегают известковистые глины общей мощностью до 45 *м*.

ПАЛЕОГЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Палеогеновые отложения залегают на размытых породах верхнего мела. Нижний отдел — палеоцен — подразделяется на сызранскую, саратовскую и камышинскую свиты.

Сызранская свита внизу сложена опоками (нижнесызранские слои), а вверху — опоковидными песчаниками (верхнесызранские слои). Мощность свиты в Ульяновском районе около 90 *м*.

Саратовская свита в Ульяновском районе представлена однообразной толщей песков мощностью 50—55 *м*.

Камышинская свита сложена внизу опоковидными глинами, а вверху песчано-глинистыми отложениями.

Эоцен характеризуется песчано-глинистыми отложениями. В бассейне р. Сызрани эоцен представлен опоко-глинистыми породами, выше которых залегают пески и песчаники. В Новосеменовском районе в его составе преобладают песчаники с прослоями опоковидных глин. Общая мощность эоценовых отложений в этом районе 190 *м*.

Олигоценовые отложения выражены крупно- и среднезернистыми песками с гальками и прослоями глин. Мощность их в Заволжье 4—15 *м*.

НЕОГЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

На размытой поверхности мезозойских и палеозойских отложений в виде сплошного покрова на равнинных участках или выполняя древние речные долины залегают неогеновые отложения. Среди них выделяются акчагыльский и апшеронский ярусы (плиоцен).

Отложения акчагыльского яруса в основном представлены глинами, в которых местами отмечаются прослои песков. Мощность их изменяется от 0 до 200 *м*.

Апшеронские отложения сложены глинами и песками с морской и пресноводной фауной. В Новосеменовском районе мощность их около 40 *м*.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Четвертичные отложения развиты повсеместно, перекрывая сплошным плащом более древние образования. В составе их выделяются нижний, средний и верхний отделы. Нижнечетвертичные отложения распространены ограниченно и представлены песками и глинами. К среднему

отделу относятся ледниковые образования днепровского и московского оледенений, развитые в северной части Волжского бассейна (Соловьев, 1958). Они представлены валунными суглинками, флювиогляциальными, а также озерно-ледниковыми отложениями. Южнее, во внеледниковой области, в это время отлагались преимущественно аллювиальные накопления IV и III террас. Мощность их в долине р. Утвы 34 *м*.

Отложения верхнего отдела слагают II и I надпойменные террасы Волги. Нижняя часть разреза этих террас представлена песчано-галечными отложениями, а верхняя — глинистыми осадками.

В южной части бассейна надпойменные террасы сложены озерно-речными, лиманными и морскими отложениями, связанными с бакинской, хазарской и хвалынской трансгрессиями.

К современному отделу относятся в основном аллювиальные и озерно-болотные отложения, сравнительно широко развитые в речных и овражных долинах. Современные отложения других генетических типов — элювиальные, делювиальные и пролювиальные — пользуются здесь сравнительно ограниченным распространением.

ТЕКТОНИКА

Волжский сланценосный бассейн расположен в восточной части Русской платформы. Кристаллический фундамент ее сложен древними докембрийскими сильно дислоцированными и метаморфизованными породами, погружающимися в сторону Прикаспийской впадины. На кристаллическом фундаменте с резким угловым несогласием и размывом лежат осадочные образования, представленные слабо литифицированными породами палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Они собраны в крупные очень пологие складки первого порядка (антеклизы, своды, синеклизы). Залегание породы в пределах этих структур практически почти горизонтально, пласты наклонены под углами в доли градуса.

Территория Волжского бассейна приурочена к различным крупным структурным элементам первого порядка. Северная часть бассейна расположена в пределах Московской синеклизы, вытянутой в северо-восточном направлении. Она прослеживается в области Кинешмского Заволжья, а затем по правобережью р. Унжи и далее в верховьях р. Ветлуги. Синеклиза осложнена брахиантиклинальными и куполовидными поднятиями второго и третьего порядков протяженностью до 3—5 *км*, реже до 10—15 *км*. Для них характерна небольшая амплитуда (до 40—50 *м*, реже 70—80 *м*) и незначительные углы падения пород на крыльях (десятки минут и лишь иногда 1—2°).

В северо-восточной части синеклизы расположена Вятская зона, имеющая вид свода, вытянутого в северо-восточном направлении. Падение пород на крыльях свода 1—5° и в очень редких случаях превышает 12—15°.

К югу от Московской синеклизы находится другая структура первого порядка — Токмовский свод. Это довольно крупная антеклиза, вытянутая в северо-западном направлении; углы наклона ее крыльев не превышают 15—20°. В ее пределах кристаллический фундамент залегает на относительно небольшой глубине. К структурам второго порядка относится также Алатырское поднятие, которое осложнено рядом более мелких складок, весьма разнообразных как по форме, так и по величине. В основном это мелкие поднятия неправильной формы протяженностью от 3—5 до 10—15 *км* с амплитудой, в редких случаях превышающей 30—40 *м*.

На юго-востоке Токмовский свод ограничен Ульяновско-Саратовской синеклизой северо-восточного простирания, также осложненной

локальными поднятиями, в основном брахиантиклинального типа, сгруппированными в зоны дислокаций. Наиболее ярко выражены Борлинская, Корсунская и Свияжская зоны.

В бассейне Волги, к востоку от Токмовского свода, расположен Жигулевско-Пугачевский свод широтного простирания, характеризующийся резко асимметричным строением. Северный склон его, круто погружаясь, образует уступ, который в верхней части осадочного комплекса отражается в виде флексуры. Вдоль северного крыла свода отмечается ряд локальных поднятий также асимметричного строения. В сводах локальных поднятий на поверхность выходят отложения юры и нижнего мела. Пологий южный склон тоже осложнен отдельными дислокациями.

К юго-востоку от Жигулевско-Пугачевского свода расположена структура, называемая юго-восточным склоном Русской платформы, который полого погружается в сторону Прикаспийской синеклизы. Общее падение пород на склоне от 20 до 40′, чаще всего 30—35′. К структурам второго порядка здесь относятся Большекинельская, Самаркинская и Чаганско-Камелинская структуры. Почти все они юго-восточного простирания.

Для северной части Прикаспийской впадины характерно наличие соляных куполов. В долине р. Урала (широтный участок) следы соляно-купольной тектоники прослеживаются в виде местных сбросовых нарушений. Далее к югу и западу от бассейна р. Хобды и до правого берега Волги распространены типичные соляные купола.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Положение основной сланценосной толщи в общем разрезе верхней юры Поволжья и Заволжья постоянное. Как было показано в геологическом очерке, промышленные пласты горючих сланцев приурочены к верхней части разреза нижнего подъяруса нижнего волжского яруса. В биостратиграфической шкале они находят место в зоне *Dorsoplanites panderi* и *Zaraiskites scythicus*. Внутри этой зоны горючие сланцы связаны взаимопереходами с серыми, в той или иной степени известковистыми и сапропелевыми глинами и в редких случаях — с глинистыми мергелями. В западной части Прикаспийской синеклизы, уже за пределами промышленных площадей Волжского бассейна, еще одним компонентом сланценосной толщи, достигающей здесь наибольшей мощности (95 *м*), являются алевролиты, а в районе Новоузенска — известняки.

Исключительное богатство отложений нижневолжского яруса, в частности сланценосного комплекса, остатками типичной морской фауны с руководящей группой аммонитов позволяет точно стратифицировать разрезы многочисленных размещенных на огромной площади месторождений горючих сланцев.

Мощность сланценосных отложений колеблется в широких пределах, как можно видеть из следующих данных:

Месторождение	Мощность сланценосной свиты, *м*
Ново-Семеновское	45—55
Озинковское	48—50
Макаровское	25
Савельевское	18—19
Кашпирское	7—16
Ундорское	1,7—8,8
Буинское	1,2—8,7
Усольское	0,9—4,7

Отмечается общая закономерность уменьшения мощности зоны *Dorsoplanites panderi* с юго-востока на северо-запад. Количество пластов горючих сланцев внутри зоны *Dorsoplanites panderi* и *Zaraiskites scythicus* в разрезах групп месторождений, а иногда и отдельных месторождений, отличается большим разнообразием.

Так, если сопоставить между собой лишь наиболее важные сланценосные площади, то можно видеть, что количество пластов горючих сланцев на территории Заволжья достигает четырех с общей тенденцией к выклиниванию нижнего IV пласта и замещения его глинами в западных районах (Орловка, Савельевка). На Кашпирском месторождении в районе Сызрани имеется три пласта, причем нижний, III пласт, нерабочий. Наибольшее количество пластов горючих сланцев (шесть-восемь) наблюдается на месторождениях Ульяновской группы (Ундорское и др.). Несколько севернее, на Буинском месторождении, количество пластов горючих сланцев уменьшается до четырех. В самой северной части Волжского бассейна (Мантуровское месторождение) сланценосная толща заключает всего лишь один рабочий пласт. Как правило, рабочие пласты горючих сланцев сложного строения. Кроме них, в сланценосной толще во всех районах присутствуют тонкие прослои горючих сланцев, число которых достигает 10—12.

Мощность отдельных пластов и прослоев сланца изменяется в очень широких пределах — от 0,1 до 4 *м* и более. Данные о суммарной мощности рабочих и нерабочих слоев, а также коэффициенты сланценосности по отдельным месторождениям приведены в табл. 52.

Таблица 52

Месторождение	Мощность пластов горючих сланцев, *м*	Коэффициент сланценосности
Ново-Семеновское . . .	0,4—2,7	24
Озинковское	0,25—4,2	25
Кашпирское	0,3—4,2	6—25
Чернозатонское	0,1—2,6	10

Литологические особенности сланценосных отложений характеризуют данные, приведенные в табл. 53.

СЛАНЦЫ САПРОПЕЛЕВЫЕ

Сланцы сапропелевые слабо известковистые встречаются в виде не выдержанных по мощности прослоев в разрезе Кашпирского месторождения (нижняя часть I пласта горючих сланцев), а также в VII пласте Озинковского месторождения, во II пласте Сергиевского месторождения и на хуторе Макарова в первой пачке (Страхов, 1934).

Сланцы серовато-бурые или серые с буроватым оттенком и реже желто-бурые крепкие, плитчатые, иногда слабо слюдистые (табл. X, фото 2). Количество $CaCO_3$ в них колеблется от 5 до 10%. Терригенная часть составляет от 45 до 80—85%. На плоскостях наслоения присутствуют остатки фауны: крупные пиритизированные белемниты, аммониты, брахиоподы и пелециподы (*Orbiculoidea maeotis* Eichw. и др.), чешуя рыб. Эти остатки часто носят следы растворения, особенно аммониты и орбикулоидеи. Встречаются ходы илоедов.

Таблица 53

Типы пород сланценосной толщи нижневолжского яруса Среднего Поволжья и Заволжья

Группа	Тип	Подтип (по содержанию $C_{орг}$ в %)	$CaCO_3$, %	Терригенный материал, %
Сланцы сапропелевые	Сланцы сапропелевые слабо известковистые	15—30* / 7—15	0 - 10	45—80—85
	Сланцы сапропелевые сильно известковистые	15—40 / 7—15	10—25	20—70
	Сланцы сапропелевые сильно известковистые	15—30 / 7—15	25—75	10—50
Глины	Глины слабо известковистые	От десятых долей % до 7	1,5—8—10	85—97
	Глины известковистые	То же	10—25	55—90
	Глины сильно известковистые	„	25—50	40—70
Мергели**		От десятых долей % до 1,5	83—85	Не превышает 15%

* Граница между подтипами принята по содержанию $C_{орг}$ 15% вследствие того, что сланцы с более высоким и более низким количеством органического углерода отличаются по петрографическому строению.

** Характеристика дается по двум образцам.

Подтип I. Под микроскопом видно, что основная масса сланца с $C_{орг}$ от 15 до 30% слагается сильно разложенным органическим веществом сапропелевого типа, окрашенным в различные оттенки желтого цвета, образующим скопления удлиненной, иногда линзовидной формы. Окраска от периферии к центральным частям таких линз обычно сгущается; при больших увеличениях заметна неотчетливая грануляция. Кроме того, присутствуют красновато- и буровато-коричневые бесструктурные гелевидные сгустки и хлопья гумусового вещества, представляющего, по мнению М. Д. Залесского (1928), гель, образовавшийся вследствие коагуляции непосредственно из морской воды растворенных в ней гуматов. Соотношение органического вещества сапропелевого и гумусового типов в различных образцах сланца неодинаково, но преобладает обычно сапропель. Текстура породы ориентированная, часто линзовидная, обусловлена взаимно параллельной ориентировкой линз органического вещества в результате уплотнения его под влиянием давления вышележащих отложений. В подчиненном количестве по отношению к основной массе наблюдаются остатки форменных элементов растительного происхождения, представленные единичными макроспорами и их обрывками, обломками трахеид с окаймленными порами, сильно измененными, утерявшими структуру и форму мелкими гелефицированными обрывками растительной ткани.

Характерно присутствие водорослей, из которых, помимо указанных ранее М. Д. Залесским (1928) видов сине-зеленых *Oscillatorites Bertrandi* Z a l., зеленых *Pediastrum kidstoni* Z a l. и нитчатых, возможно близких к современным осцилляриям, отмечено наличие во многих препаратах остатков, по своему облику очень близко напоминающих сине-зеленую водоросль *Pila* sp.

Интересно, что водоросли типа *Pila* до сих пор были встречены лишь в осадках континентальных и солоноватоводных бассейнов. Наличие их в морских отложениях при отсутствии следов переотложения указывает на то, что некоторые виды этой водоросли могли приспосабливаться к существованию в обстановке нормального морского режима.

Минеральная примесь выражена тонкодисперсным глинистым веществом, равномерно распределенным в породе, мелкими зернами кальцита и редкими ромбоэдрами доломита. Алевритовый материал представлен единичными зернами кварца, полевых шпатов, листочками гидрослюд и ярко-зелеными зернами глауконита. Пирит в большом количестве (около 3—5%) распределен по всей породе в виде мельчайших зерен, а также образует более крупные скопления до 0,15 *мм*.

Подтип II. В разностях сланцев с содержанием $C_{орг}$ от 7 до 15%, отличающихся от сланцев описанного выше подтипа более светлой окраской, основная масса желто-бурого цвета слагается глинистым и органическим веществом, причем чешуйки глинистых минералов ориентированы большей частью в одном направлении. В сланце содержатся линзовидные скопления сильно разложенного органического вещества сапропелевого типа желтого цвета и красновато-коричневые сгустки гумусового состава, ориентированные в плоскости напластования породы. Определимые водоросли в отличие от описанного выше подтипа сланцев, как правило, отсутствуют. Остатки фауны представлены обломками брахиопод и остракод, иглокожими, а также фораминиферами, среди которых наблюдаются как известковые, так и особи с агглютинированной раковиной.

Алевритовый материал тот же, что и в сланцах I подтипа, но присутствует в несколько большем количестве (2—3%). Значительно увеличивается количество слюд, среди которых наблюдаются листочки зеленой слюды. Чешуйки их ориентированы преимущественно в плоскости наслоения породы. Пирит довольно равномерно рассеян в породе в виде мельчайших кристаллов и скоплений. Кальцит присутствует в количестве до 8—10% в виде зерен менее 0,01 *мм*, иногда крупнее.

Сланцы сапропелевые известковистые распространены наиболее широко (количество карбоната кальция в них изменяется от 10 до 25%). По содержанию $C_{орг}$ эти породы аналогичны сланцам слабо известковистым — так же подразделяются на два подтипа: с количеством органического углерода от 15 до 40% и с содержанием его от 7 до 15%.

Сланцы, относимые к первому подтипу, приурочены преимущественно к нижней части пластов и реже встречаются в верхней и средней. Они окрашены в желто-бурый, коричневый, темно-серый и буровато-черный цвет, плотные, крепкие, иногда отчетливо слоистые из-за наличия тонких прослоев карбонатного материала. На плоскостях наслоения присутствуют крупные остатки аммонитов — *Zaraiskites scythicus* M i c h. и др. Ходы илоедов многочисленны и приурочены преимущественно к верхним частям пластов, но иногда встречаются и в нижних.

По микроструктуре известковистый сланец I пласта Кашпирского месторождения весьма сходен с таковыми I пласта Озинковского

месторождения и отличается от сланцев всех нижележащих пластов — II, III, IV и др.

Основная масса его слагается органическим веществом светло-желтого цвета, прозрачным, с небольшим количеством линз и пленок желто-бурого и бурого цвета, ориентированными параллельно. Глинистое вещество присутствует в незначительном количестве. Порода отчетливо слоиста. Слоистость линзовидная, обусловлена наличием линз и прослоев различных размеров, сложенных вторичными бесцветными прозрачными кристаллами кальцита неправильной многоугольной и ромбоэдрической формы размером от 0,02 до 0,05 *мм*.

Нередко можно видеть, как основная масса огибает ромбоэдры и сферолиты кальцита. Это свидетельствует об образовании их на самых ранних стадиях диагенеза, когда кристаллы росли еще в пластичном осадке. К линзам карбонатного материала приурочены также скопления пирита. В породе алевритовый материал выражен редкими зернами кварца и глауконита.

В других пластах известковистых сланцев также преобладает органическое вещество сапропелевого типа бледно-желтого и желтого цвета, но буровато-коричневых сгустков и линз гумусового состава значительно больше, что, возможно, объясняется несколько отличными физико-химическими условиями накопления и преобразования первичного материала. Кроме того, в них отсутствует слоистость — микрозернистый карбонат кальция распределен в породе равномерно. Терригенный материал представлен кварцем, обломками полевых шпатов и глинистым веществом. Результаты исследования морфологических особенностей глинистых частиц, проведенного на электронном микроскопе по единичным образцам из II и III пластов Кашпирского и VII пласта сланца Озинковского месторождений, показали, что преобладающим глинистым минералом, по-видимому, является гидрослюда, помимо которой вероятно присутствие минералов монтмориллонитовой группы.

Следует отметить, что IV пласт Кашпирского месторождения отличается от вышележащих несколько большей примесью алевритового материала, составляющего 5—8%, беспорядочно рассеянного в породе, причем около половины зерен представлено глауконитом.

Сланцы с содержанием $C_{орг}$ от 7 до 15% темно-серого цвета, иногда коричневатые или буроватые, крепкие, с большим количеством частично растворенных остатков фауны; отмечаются ходы илоедов.

В шлифах видно, что основная масса, пропитанная тонкодисперсными органическими соединениями, окрашивающими ее в желто-бурый цвет, слагается глинистым веществом, большая часть чешуек которого ориентирована в одном направлении. Наблюдаются линзы органического вещества желтого и красновато-коричневого цвета, а также сильно измененные мелкие остатки растительной ткани. Встречаются редкие остатки водорослей плохой сохранности. Карбонатная часть представлена микрозернистым кальцитом.

Алевритовый материал — кварц, единичные зерна полевых шпатов, слюды, гидрослюды, глауконит. Присутствует пирит, тонко распределенный в породе.

Сланцы сапропелевые сильно известковые в изученных отложениях распространены нешироко. Они приурочены преимущественно к верхним частям пластов (I и IV пласты Кашпирского, I и VI пласты Озинковского месторождений). Содержание $CaCO_3$ в них от 25 до 75%. Количество терригенного материала изменяется от 10 до 50%.

Сланцы первого подтипа ($C_{орг}$ от 15 до 30%) окрашены в коричневато- и желто-бурый цвет. Порода иногда слоиста. Слоистость тон-

кая горизонтальная, обусловлена чередованием прослоев, обогащенных органическим веществом и карбонатным материалом. Присутствуют остатки фауны, частично выщелоченные и пиритизированные, а также чешуи рыб. В верхней части I пласта (Кашпир), там, где кровля его несколько размыта, в сланце наблюдаются ходы илоедов, заполненные темно-зеленым глауконитовым песком. Многочисленные ходы наблюдаются также и в кровле IV пласта сланца (Кашпир).

По микроструктуре описываемые сланцы весьма сходны с известковистыми разностями, обогащенными органическим веществом. Аналогично этим породам, I пласт отличается от нижележащих меньшим количеством гумусового вещества. Наблюдаются линзы и прослои, сложенные кальцитом, иногда зонального строения, к которым приурочены скопления пирита. Основная масса нижележащих пластов сланца слагается органическим веществом сапропелевого типа желтого цвета с большим количеством пленок и скоплений гумусового вещества и редкими сильно измененными остатками растительной ткани желтобурого и коричневато-бурого цвета. Вторичный карбонат в них отсутствует. Состав фауны аналогичен описанному в известковистых сланцах. Изучение под электронным микроскопом морфологии глинистых частиц показало, что ассоциация их, по-видимому, сходна с таковой в известковистых разностях. Возможно присутствие единичных зерен каолинита. Алевритовый материал — кварц, единичные обломки полевых шпатов и слюды. Среди прозрачных тяжелых минералов присутствуют циркон, цоизит, анатаз, рутил, глаукофан, биотит.

Сланцы известковые второго подтипа с содержанием $C_{орг}$ от 7 до 15% распространены несколько шире. Они встречены в кровле и почве V пласта (Кашпир), а также и в I пласте (Озинки). Содержание $C_{орг}$ в них сравнительно низко — 8—9%, вследствие чего они приближаются по составу к сапропелевым глинам и мергелям. Окраска сланцев изменяется от желто-бурой до бурой и светло-серой, часто с буроватым оттенком. Иногда макроскопически наблюдаются линзы, обогащенные органическим веществом бурого цвета в основной серой массе. К ним часто приурочены скопления пирита. Довольно многочисленная фауна представлена обычным комплексом — лингулами, астартами и иноцерамами, орбикулоидеями, иглокожими, цефалоподами, фораминиферами и остракодами.

Под микроскопом видно, что основная глинисто-карбонатная масса в различной степени пропитана органическими соединениями. Кроме того, встречаются линзы желтого цвета, сложенные сапропелевым веществом, и желто-бурые и красновато-коричневые сгустки гумусового состава. В небольшом количестве встречаются мелкий растительный детрит и светло-желтые водоросли *Pila* sp.

ГЛИНЫ

Глины слабо известковистые распространены в изученных отложениях нешироко. Они встречены только в нижней части разреза сланценосной толщи в районе Общего Сырта. Эти породы светло-серые с буроватым оттенком, плитчатые, загипсованные, с ярозитом. Содержание $CaCO_3$ в них от 1,5 до 8%. Количество $C_{орг}$ обычно не превышает 1% и редко достигает 6—7%. Терригенный материал составляет от 85 до 97%. Остатки фауны часто выщелоченные, представлены цефалоподами, многочисленными отпечатками орбикулоидей и неопределимым детритом.

Среди слабо известковистых глин по микроструктуре выделяются две разности: а) глины с примесью алевритового материала неориентированной текстуры и б) глины псевдомонокристаллического строения.

Основная масса породы слагается чешуйками глинистых минералов, по предварительным данным окрашивания в основном гидрослюдистого состава с показателем преломления больше кварца и двупреломлением в желто-белых тонах, расположенными беспорядочно и угасающими поэтому неодновременно. Местами наблюдается флюидальная текстура. Алевритовый материал, составляющий от 2 до 5—10%, рассеян в породе неравномерно, обогащая отдельные участки и линзы. Он представлен преимущественно кварцем, реже обломками полевых шпатов и редкими чешуйками слюды, глауконитом ярко-зеленого цвета, зернами фосфатов и акцессорных минералов, среди которых изредка в большом количестве встречаются цоизит и эпидот. Иногда к скоплениям обломочного материала приурочивается пирит в виде мельчайших зерен. Встречаются обрывки растительной ткани.

Вторая разность, встречающаяся в разрезе реже, отличается от первой тем, что основная масса слагается агрегатами чешуек глинистых минералов, большая часть которых ориентирована в одном направлении и угасает одновременно.

В породе равномерно рассеян алевритовый материал (3—4%) — кварц, полевые шпаты, частью сильно выветрелые, обломки кварцита, зерна фосфатов иногда с примазками глауконита, мусковит и зеленая слюда, глауконит — в виде крупных зерен микрозернистого мелкоагрегатного строения, значительно превышающих по размерам обломки акцессорных минералов. Пирит рассеян в виде мельчайших зерен. В значительном количестве встречаются обломки костей рыб. Содержится кальцит — зерна неправильной формы размером до 0,8 *мм*.

Глины известковистые, так же как и глины слабо известковистые, не пользуются широким распространением и приурочены почти исключительно к нижней части разрезов, причем прослои их редко превышают по мощности 1 *м*. Они окрашены в серый и темно-серый цвет, крепкие, с полураковистым изломом. Содержание $CaCO_3$ в них по сравнению с глинами слабо известковистыми увеличивается и колеблется от 10—15 до 25%. Количество органического углерода изменяется от десятых долей до 6%. Терригенная часть составляет от 55 до 90%. На плоскостях наслоения присутствует большое количество раковинного детритуса, а также целых мелких и крупных остатков фауны, часто образующих локальные скопления. Биоценоз глин несколько отличается от биоценоза сланцев. К нижнему контакту глины со сланцами часто приурочены ходы илоедов, причем если в пласте сланцев они ориентированы, как правило, горизонтально, то на границе слоев часто располагаются наклонно.

Основная масса породы представлена тонкодисперсным глинистым веществом. Агрегаты глинистых минералов не имеют одинаковой оптической ориентировки и угасают неодновременно. В глине рассеян микрозернистый кальцит. Алевритовый материал, равномерно распределенный в породе, представлен кварцем, единичными обломками полевых шпатов (0,05 *мм*), листочками мусковита, частично гидратированными (0,15 *мм*), и глауконитом двух разновидностей: ярко-зеленым мелкоагрегатным и слюдоподобным светло-зеленым. Содержание алевритового материала различно: в Кашпирском месторождении количество его в глинах не превышает 1—3%, небольшое увеличение (до 10—15%) отмечается несколько южнее Кашпира, причем одновременно с кварцем возрастает содержание глауконита. Характерно при этом уменьшение содержания остатков фауны и особенно криноидей.

Известковистые глины Заволжья (Озинки) несколько лучше отсортированы по гранулометрическому составу и более обогащены орга-

ническим веществом. Содержание алевритового материала не превышает 1—2%. Глины часто псевдомонокристаллического строения. Характерно почти полное отсутствие остатков иглокожих, которые встречаются редко, причем нацело замещенные пиритом. Наблюдаются обломки створок раковин, ориентированные наклонно. Все приведенные выше данные свидетельствуют о том, что отложение этих глин происходило в более спокойных условиях, чем аналогичных пород в Кашпире. Органическое вещество пропитывает основную массу породы, придавая ей буроватый оттенок, и представлено бесструктурными, почти нацело разложенными гелефицированными остатками растительной ткани, редкими обрывками макроспор и остатками водорослей (?).

Глины сильно известковые распространены очень широко и присутствуют в основании всех сланцевых пачек на Кашпирском месторождении, южнее его и в Озинках. Они окрашены в серый и редко темно-серый цвет, крепкие, плитчатые. Количество карбоната кальция в них от 25 до 48—50%. Содержание $C_{орг.}$ изменяется обычно от 1 до 4—6%, достигая в среднем 3%. Терригенного материала от 40 до 70%. Наблюдаются остатки фауны. Для описываемых пород характерно явление перераспределения карбоната кальция, выражающееся в образовании стяжений кальцита неправильной и линзовидной формы серовато-белого цвета (3—5 *см*), которые прослеживаются в породах, подстилающих I и II пласты сланца (Кашпир) на расстоянии соответственно 35 и 8 *см* от их подошвы. Иногда эти стяжения приурочены к остаткам фауны — брахиоподам и аммонитам, что наиболее четко наблюдается в глине, подстилающей I пласт (Кашпир). В известковых глинах нижней половины сланценосной толщи присутствуют известково-фосфоритовые стяжения неправильной округлой и угловатой формы размером 3—5 *см* (Страхов, 1934).

Под микроскопом по структурно-текстурным признакам среди известковых глин выделяются следующие разности.

1. Глины псевдомонокристаллические с небольшим количеством раковинного детрита и отдельными редкими раковинами фораминифер хорошей сохранности — известковистыми и реже кварцевыми, агглютинированными, обломками остракод, редкими остатками иглокожих, часто пиритизированными. Алевритовый материал представлен единичными зернами кварца, угловатыми обломками калиевых полевых шпатов, среди которых встречаются регенерированные кристаллы, глауконитом, мусковитом и гидрослюдами. Пирит тонко рассеян в основной массе породы. Взаимно параллельная ориентировка листочков слюд, удлиненных остатков фауны и чешуек глинистых минералов обусловливает наличие в породе микрослоистости. Органическое вещество присутствует в тонкодисперсном состоянии, окрашивая породу в желтобурый цвет, а также в небольшом количестве рассеяно в виде бесструктурных сильно разложенных остатков форменных элементов, ориентированных в плоскости наслоения. Описываемые породы распространены преимущественно в Заволжье и сравнительно редко встречаются в Кашпире.

2. Глины известковые с остатками фауны (10—12%), микрослоистые с примесью алевритового материала. Описываемая разность отличается от предыдущей прежде всего присутствием значительного количества остатков фауны, представленных преимущественно иглокожими. Алевритовый материал (2—3%) аналогичен описанному выше. Характерно довольно большое количество слюд. Обломочный материал распределен равномерно и реже обогащает отдельные участки и линзы. Взаимно параллельная ориентировка остатков фауны и линз алевритового материала обусловливает наличие в породе микрослоистости.

Количество органического вещества в глинах около 1%. При повышении его содержания до 5—6% количество фауны уменьшается и изменяется ее состав — исчезают иглокожие, увеличивается количество фораминифер, причем среди них наблюдаются особи с агглютинированной раковиной, микрослоистость становится более отчетливой, и глины по своему характеру приближаются к первой разности, отличаясь от нее только увеличением содержания алевритового материала.

3. Известковые глины третьей разности, отличающиеся от двух первых значительным количеством алевритовой примеси (до 10—15%), в изученных отложениях наименее распространены. Они встречены только в нижней части разреза сланценосной толщи южнее Кашпирского месторождения. Органические остатки представлены перечисленным выше комплексом, причем преобладает неопределимый детрит. Алевритовый материал — кварц, единичные зерна полевых шпатов с подчиненным количеством чешуек слюд — концентрируется преимущественно в линзовидные прослои или обогащает отдельные участки породы.

МЕРГЕЛИ

Мергели в изученных отложениях развиты очень ограниченно и встречены только в Озинковском месторождении, где залегают выше I пласта сланца. Количество карбоната кальция в них достигает 85%, поэтому по составу они приближаются к глинистым известнякам. Содержание органического углерода колеблется от десятых долей до 1,5%. Терригенная часть не превышает обычно 15%.

Среди мергелей выделяются две разности. Первая окрашена в серый цвет, очень крепкая, с характерным занозистым изломом и столбчатой отдельностью с немногочисленными остатками фауны, принадлежащими исключительно иглокожим. Порода слагается микро- и мелкозернистым кальцитом аллотриоморфной структуры, частично перекристаллизованным, с участками пойкилитового строения. Присутствуют редкие зерна кварца и глауконита, а также тонкодисперсное глинистое вещество. Вторая разность отличается от описанной значительно меньшей крепостью и присутствием крупных остатков фауны. Иногда порода неравномерно пятниста из-за наличия линз и пятен, обогащенных органическим веществом.

Характер распространения сланценосных отложений в пределах Волжского бассейна прерывистый (см. прилож. 3). Наряду с большими сланценосными площадями (Приуральская, Общесыртовская, Ульяновская, Свияжско-Сурская, Мантуровская, Кировская и др.), занимающими сотни квадратных километров, имеются очень небольшие по размерам выходы горючих сланцев в присводовых частях солянокупольных структур порядка 3—10 $км^2$ с быстрым погружением на крыльях сланценосных отложений под мощный покров меловых пород (Озинки и др.).

Причина прерывистости выходов продуктивной толщи заключается в тектонике, но главным образом — в процессах денудации, связанных с ней косвенно и проявлявшихся временами в меловом периоде и кайнозое, а также в фациальных изменениях типов осадков.

Последний (палеографический) фактор выявляется при изучении генетических границ сланценосности территории Волжского бассейна в целом. Очевидно, Кировская группа месторождений не завершает сланценосную полосу, которая протягивается еще далее на север в Тимано-Печорскую область. Следовательно, граница бассейна проводится здесь чисто условно. Может быть, ее с бóльшим основанием следовало

бы провести между Кировской и Мантуровской группами месторождений. Также условна граница и на юге бассейна, поскольку установлено наличие горючих сланцев в бортовой и центральной частях Прикаспийской синеклизы.

При определении границ Волжского бассейна и отдельных составляющих его групп месторождений, пожалуй, наиболее важное значение имеет учет палеографических условий верхнеюрской эпохи на Русской платформе.

Таким образом, можно отметить следующее.

Горючие сланцы и переслаивающиеся с ними известковистые глины еще со времени появления работ А. Н. Розанова (1927) и Н. М. Страхова (1934) все исследователи считают осадками центральных частей эпиконтинентального морского бассейна (иловых впадин). Этот бассейн обладал нормальной соленостью, а также нормальным газовым режимом. Он был заселен богатой донной растительностью, послужившей исходным материалом для накопления органической массы горючих сланцев и сапропелевой части глин. Полагают (по наличию донных водорослей), что глубина бассейна была до 100 *м*.

Территория Среднего Поволжья и Заволжья, занятая сланценосной формацией, ограничена на востоке областью развития осадков иного фациального типа — более мелководных песчано-глауконитовых и фосфоритовых пород, узкая полоса которых окаймляет склон Татарско-Башкирского свода и Урала (см. Атлас литолого-палеографических карт Русской платформы. Верхняя юра).

Такая же картина наблюдается на западе, в Московской синеклизе, и на юго-западе, на склонах Воронежско-Ставропольского свода. Довольно широкая зона песчано-глауконитовых отложений без отчетливо выраженного сланцепроявления отделяет Свияжско-Сурскую группу месторождений от Кировской сланценосной площади. Это обстоятельство должно быть принято во внимание при уточнении северной границы Волжского бассейна, которая достаточно условна, поскольку в непосредственном соседстве с Кировской группой месторождений находится Сысольский сланценосный район, входящий уже в состав Тимано-Печорской сланценосной области.

В самой северо-западной части Прикаспийской впадины зона *Dorsoplanites panderi* представлена сильно известковистыми глинами и мергелями, а в районе Новоузенска — песчанистыми известняками большой мощности.

В одной из последних работ Н. М. Страхов (1960) относит волжские горючие сланцы к особому фациально-генетическому типу отложений подводных водорослевых лугов и трав — к типу бентогенных пелагических горючих сланцев.

Из всего сказанного о генезисе горючих сланцев зоны *Dorsoplanites panderi* явствует, что представления М. Д. Залесского (1928) и Н. Г. Кассина (1925, 1928) о накоплении исходного минерального и органического материала сланцев в опресненных лагунах и морских заливах не нашли сторонников в более позднее время.

Более полное представление о генезисе описываемых сланцев можно получить при изучении истории геологического развития региона в период, предшествовавший нижневолжскому веку, во время последнего и в следующий век.

П. А. Герасимов, Е. Е. Мигачева, Д. П. Найдин и Б. П. Стерлин (1926), а также (несколько ранее) Н. Г. Сазонов (1958) указывают, что в келловее началось общее погружение Русской платформы с внедрением морской трансгрессии в область среднеюрской суши. Образовавшееся узкое меридионально вытянутое море-пролив соединило Арктический бассейн с Тетисом. В начале оксфорда море расширило свои границы, но уже в среднем и верхнем оксфорде намечается некоторая регрессия моря с сохранением прежнего типа осадков (мергели и глины с железистыми оолитами, сапропелевые глины с аммонитами и др.). Еще более сокращается площадь этого эпиконтинентального моря в кимериджский век, когда появились многочисленные острова в области современного бассейна рек Унжи и Вятки, затруднившие связь эпиконтинентального моря Приволжской части Русской платформы с бореальным морем. Эта связь была восстановлена в верхнекимериджский век, что отразилось на характере фауны аммонитов и значительной мощности отложившихся в Поволжье глинистых морских осадков. В это же время произошли поднятие юга Русской платформы и регрессия моря из Украинской синеклизы. Поднятие продолжалось и в нижневолжский век, когда связь части бассейна, занимавшей рассматриваемый регион, с бореальным морем была широкой, а с Тетисом затрудненной. Осадки этого времени в пределах Русской платформы выражены в мелководной зоне глауконитовыми песками с фосфоритами (Подмосковье, бассейн рек Вятки и Унжи), а в более глубоководной части (Поволжье) — известковистыми и сапропелевыми глинами, мергелями и горючими сланцами. На западе Прикаспийской синеклизы на ограниченной площади отлагались известняки — образование, связанное с более теплым участком морского бассейна.

Во время формирования сланценосной толщи нижнего волжского яруса морское дно испытывало мелкие пульсации, что выразилось в разрезе ритмичным переслаиванием горючих сланцев с глинами и мергелями. В связи с колебательными движениями морского дна и частыми изменениями условий его освещения происходили сокращения и увеличения участков развития фитобентоса. Это в свою очередь обусловило локальный характер накопления органического материала горючих сланцев.

В конце нижневолжского века, во время *Virgatites virgatus* и *Epivirgatites nikitini* и далее в верхневолжский век интенсивность восходящих движений повысилась. Морской бассейн регрессировал на север и восток, причем этот процесс сопровождался частичным разрушением отложившихся ранее пород верхней юры, в том числе и сланценосных.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Петрографический и химический состав волжских горючих сланцев изучен слабо. Имеются лишь результаты технических и элементарных анализов, число последних невелико. Сланцы эти состоят из двух компонентов — органического вещества и терригенного материала. Сапропелевое органическое вещество (от 11—14 до 50—55%) окрашено в различные тона желтого цвета с хлопьевидными участками бесструктурного красновато-бурого гумусового вещества, смешанного с глинистой тонкодисперсной массой и с мелкими зернами глауконита, кварца, пирита и листочками слюды.

Органическое вещество горючих сланцев обладает относительно постоянным составом (табл. 54).

Как показывают приведенные данные анализов, количество углерода на горючую массу составляет от 54,5 до 79%, преобладают значения 60—67%.

Содержание водорода на горючую массу 7—8,8%, редко больше. Сумма азота и кислорода изменяется от 4,7 до 35,2% при среднем значении около 20%.

Таблица 54

Элементарный состав органической массы горючих сланцев Волжского бассейна

Месторождение	Элементарный состав, %				N
	C	H	O—N	S	
Чернозатонское	65,3	7	20,8	6,7	
Озинковское	65,5	8,3	20,6	5,6	
Кашпирское	54,5—75,2	4,1—10,9	4,7—35,2	1,2—11,3	
	66,1	7,9	19,5	6,3	
Макаровское	61,3—79	7,5—7,9		3,7—9,0	
	67,6				
Собственно Общесыртовское	74,5	8,8		11,8	0,6
Дергуновское	70,4	8,4	13,8	7,4	
Лево-Свияжское	60,4—64	6,8—7,2	28,8—32,8		
	61,8	7,0	31,2		
Усольское	56—61	6,5—8,1			

Примечание. В знаменателе приведены средние содержания.

Данные технических анализов, показывающие изменение качества горючих сланцев по отдельным месторождениям и группам месторождений, приведены в табл. 55.

Содержание золы в сланцах колеблется в значительных пределах — от 24,8 до 88,5%. В основном преобладают высокозольные сланцы со средним содержанием золы более 60%.

Теплота сгорания ($Q^c_б$) горючих сланцев также изменяется в значительных пределах — от 1720 *ккал/кг* (среднее значение) на месторождениях Кировской группы до 2419 *ккал/кг* на Ново-Семеновском месторождении. Теплота сгорания ($Q^c_б$) сланцев лучших на месторождениях пластов достигает 4224—5110 *ккал/кг*. Теплота сгорания сланца на горючую массу ($Q^r_б$) 7150 *ккал/кг* по Чернозатонскому месторождению и 7999 *ккал/кг* по Кашпирскому месторождению.

Влажность ($W^л$) горючих сланцев находится в пределах 2,8—7,5% (средняя). Наибольшая влажность, достигающая 11%, отмечается в сланцах месторождений Кировской группы.

Количество серы (S^c) в горючих сланцах в среднем составляет 2,3—7,3% и в отдельных случаях достигает 12—17%.

Характеристика состава золы в обобщенном виде приведена в табл. 56.

Содержание кремнезема в золе горючих сланцев в большинстве случаев более 40%, за исключением сланцев Приуральской группы месторождений, где оно несколько снижено (от 36,4 до 26,4).

Содержание окиси кальция заметно увеличивается в кашпирских и приуральских сланцах, соответственно составляя 14—15 и 30,9—34,9%. Содержание глинозема в сланцах от 4,8 до 30%.

При полукоксовании горючие сланцы Волжского бассейна дали выход первичной смолы от 3,7 до 24%, полукокса 58—91% (табл. 57).

Исследования качества горючих сланцев Волжского бассейна показали, что они являются удовлетворительным энергетическим топливом.

Кроме энергетических целей, сланцы (по данным В. Г. Каширского, 1962) могут быть использованы и как сырье для газификации. При тер-

Таблица 55

Результаты технических анализов горючих сланцев Волжского бассейна

Месторождение и группа месторождений	W^a, %	V^r, %	$S_{общ.}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*	A^c, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
Ново-Семеновское	2,3—10,9	—	0,4—17,7	1026—4253	42,9—88,5	—
	5,6		6,2	2419	62,1	
Туксайское	12,6—15,3	65,3—72,2	3,8—6,7	2002—3169	43,4—58,2	—
Чернозатонское	6,6—7,0	—	1—8,9	1400—4224	26—70	До 7150
				2100		
Озинковское	—	—	Ср. 4,5	944—3048	48,1—82,1	—
				2250	54	
Собственно Общесыртовское	—	—	2,4—4,7	1666—3181	49,1—70,8	—
			3,6	2305	60,5	
Савельевское	—	—	Ср. 3,7	1000—3600	68—78,5	—
				2000	74,6	
Кашпирское	1,9—4,9	64—98	0,9—5,1	1386—2877	45,4—68,6	6202—8449
	2,8	86	3,1	2212	59,3	7999
Ульяновская группа	5,0—9,3	—	1,5—6,2	1237—3672	36—72,7	—
	6,6		3,0	2243	60	
Буинское	5,9—14,8	—	Ср. 7,3	820—3144	60—71	—
	7,5			1736	63,2	
Мордовская группа	—	—	0,3—12,7	620—5110	24,8—83,5	—
			6,0	2986	49,3	
Мангуровская группа	3,1—11,8	—	—	505—4437	39—88	—
Кировская группа	4,8—16,7	—	0,2—3,8	1401—2050	62,7—77,2	—
	11		2,3	1720	71,5	

Примечание. В знаменателе приведены средние содержания.

Таблица 56

Состав золы горючих сланцев Волжского бассейна в %

Компоненты	Месторождение и группа месторождений							
	Приуральская группа	Озинковское месторождение	Кашпирское месторождение	Дергуновское месторождение	Макаровское месторождение	Свияжско-Сурская группа	Ульяновская группа	Мордовская группа
SiO_2	26,4—36,4	46,5—59	31—52	49,7	39—47	36—47	38—56	32,8—45
Al_2O_3	12,3—13,5	17,3—30	13—17	15,7	4,8—10,2	—	10—23	7—13
Fe_2O_3	4—5,1	5,2—6,5	6,5	6,2	11,2—26	—	7,3	9,7—10,9
CaO	30,9—34,9	8,8—18,2	14—45	17,1	16,5—20	4,6—17,1	8—30	12—34
MgO	1,7—2,0	0,56—2,9	1,7—3,3	2,6	1,3—2,8	2,2—6,6	1—4,1	0,8—1,8
SO_3	7,3—13,9	1,9—2,4	5,1—15,5	7,2	4,7—16,6	—	2,8—11,8	8,4—11,1
P_2O_5	—	—	—	1,5	—	—	—	

Таблица 57

Результаты сухой перегонки горючих сланцев по Фишеру в %

Группа месторождений и месторождение	Первичная смола	Полукокс	Подсмольная вода
Приуральская группа			
Ново-Семеновское	3,7—23	58—91	1,1—8,3
Туксайское	12,9	73	
Чернозагонское	12,9—24		
Озинковское	5,2—14,5	75,8—90,7	1,0—3,2
Кашпирское	5—15	73,6—88,8	1,1—8,9
Ульяновская группа			
Ундорское	6,6—12,3	71,5—83,1	5,2—7,2
Захарьевское	7,6—9,9	76—81,9	5—7
Бессоновское	4,7	80,7	1,1
Васильевское	7,1—11,7	75—85,5	
Лево-Свияжское	3,9—17,8	67—90,4	2,2—13
Общесыртовская группа			
Макаровское	9,6—17,7	60—82,6	3,8—13,2
Дергуновское	7,8	79,6	6,4
Мантуровская группа		71,9	
Вурнарское	14,7	66,2	9,1

мическом разложении горючего сланца в пылевидном состоянии был получен высококалорийный газ, состав которого приведен в табл. 58.

Газовый бензин улавливается с температурой кипения до 100° С. Показатели, характеризующие газовый бензин, приведены в табл. 59.

В составе коксового остатка отмечается высокое содержание углерода, что позволяет использовать его как энергетическое топливо.

Результаты опытов дают основание считать возможным получение высококалорийного газа и газового бензина путем энергохимической переработки пылевидного сланца при одновременном использовании коксового остатка для тепловой энергии.

Таблица 58

Выход и состав газа термического разложения горючего сланца Савельевского месторождения

t реакт., °С	t потока, °С	Выход газа, *л/кг*	Состав газа, %							Qгаза, *ккал/кг*
			H_2S	CO_2	C_mH_n	CO	H_2	$C_{n}H_{2n+2}$	N_2	
800	640	170	10,2	12,3	9,6	18,2	29,5	10,5	9,7	3595
900	700	347	3,6	13,4	5,8	14,5	44,7	10,2	7,8	3302
1000	770	582	1,5	13,6	3,9	18,3	45,4	6,7	10,6	2862

Таблица 59

t потока, °С	Выход бензина (в % на сухое вещество)	Содержание серы, %
640	1,17	—
700	1,67	11,4
770	2,20	9,2

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

На территории бассейна выделяются следующие водоносные комплексы (Афанасьев, 1956).

Водоносный комплекс четвертичных отложений. Аллювиальные отложения содержат ряд водоносных горизонтов, в которых циркулируют поровые и порово-пластовые воды. Водоносными являются мелко- и крупнозернистые пески, обогащенные в нижней части гравийно-галечным материалом.

Подземные воды залегают на глубине 8—25 *м*. Максимальные расходы скважин достигают 50—60 *м³/час*.

По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 1 *г/л*. Они вполне пригодны для питьевых целей.

Водоносный комплекс неогеновых отложений. Состоит данный комплекс из 3—5 водоносных горизонтов, которые характеризуются значительными напорами. Водовмещающими породами служат маломощные прослои песчаников. Водообильность неогена в пределах Мелекесской мульды измеряется десятыми и сотыми долями литра в секунду, но иногда превышает 1—3 *л/сек*. Наиболее водообильны нижние горизонты. Воды минерализованы и не пригодны для питья.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений. Этот комплекс также состоит из нескольких водоносных горизонтов и характеризуется небольшой водообильностью. В отдельных случаях водообильность несколько повышается. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 1 *г/л*.

Водоносный комплекс меловых отложений. Меловые отложения содержат порово-пластовые и трещинно-пластовые воды. Водосодержащими являются пески и мело-мергельные породы, характеризующиеся разнообразной водообильностью. Дебиты скважин колеблются от нескольких до 15 *м³/час*, а в Ново-Семеновском районе дебит достигает 154 *м³/час*. Воды обладают иногда напором. В долине р. Суры отмечен

самоизлив с расходом до 25 *м³/час*. Воды пестрой минерализации, от пресных до солоноватых.

Водоносный комплекс юрских отложений. В этом комплексе развиты водоносные горизонты батского, келловейского и волжского ярусов. Первые два приурочены к песчаникам. В бассейне р. Алатыря они вскрыты на глубине 103—143 *м*. Воды напорные и безнапорные. Дебит их достигает 1—2 *л/сек*.

Нижневолжский водоносный горизонт приурочен к нижней части сланценосной толщи. Водоносными являются прослои трещиноватых песчанистых мергелей и известковистых песчаников. В отложениях верхневолжского яруса водоносными являются прослои глауконитовых песков и песчаников с фосфоритами. Удельный дебит скважин у пос. Кашпир составляет 0,025 *л/сек*, а в районе Общего Сырта дебит родников достигает 0,2 *л/сек*. Воды пресные, иногда слабо солоноватые.

Водоносный комплекс триасовых отложений. Для него характерны наиболее водообильные горизонты песчаников и конгломератов, менее — горизонты мелкозернистых песков (дебиты источников не более 1 *л/сек*). Воды пресные, хорошего качества.

Водоносный комплекс палеозойских отложений. Рассматриваемый комплекс залегает на больших глубинах и имеет напорный характер. Отложения казанского и татарского ярусов верхней перми содержат довольно водообильные водоносные горизонты. Некоторые из них обладают напором до 200 *м*.

В загипсованной толще доломитов и известняков нижней перми содержатся высокоминерализованные воды, не имеющие практического значения для водоснабжения.

Карбоновый водоносный комплекс. В данном комплексе водовмещающими породами являются трещиноватые и кавернозные известняки и доломиты. Воды высокодебитные. Отложения верхней части карбона содержат пресные воды, более низкие горизонты — высокоминерализованные жесткие воды. Удельный дебит 10—30 *м³/час*.

В девонских доломитах и известняках циркулируют трещинно-карстовые воды. Они вскрываются на глубине 1200—2000 *м*. Дебит скважин изменяется от сотых и десятых долей до 25 *л/сек*.

Горнотехнические условия бассейна благоприятны. Обводненность сланценосных отложений слабая. Так, например, удельный дебит сланценосной толщи на Савельевском месторождении 0,003—0,15 *л/сек*, максимальный достигает 1,5 *л/сек*. На Озинковском месторождении удельный дебит вод продуктивной толщи 0,3—0,4 *л/сек*. Большой приток можно ожидать вблизи зон тектонических нарушений.

В пределах Мантуровской группы месторождений сланценосные отложения характеризуются удельным дебитом 0,15—1,05 *л/сек*. Повышенная обводненность наблюдается на Буинском месторождении, где некоторые скважины, вскрывшие нижневолжскую толщу, имели расход от 3 до 4 *м³/час*. Водоносный горизонт местами носил напорный характер.

Как продуктивные, так и перекрывающие их породы содержат слабо водоносные горизонты, неоднородные по фильтрационным свойствам. Водоносные горизонты в одних случаях в некоторой мере гидравлически взаимосвязаны, в других разобщены водоупорными слоями глин. Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет атмосферных осадков. На юге бассейна оно незначительно из-за малого количества осадков и интенсивного испарения влаги с поверхности.

Сланценосные отложения залегают почти горизонтально или с небольшими углами наклона.

Пласты горючих сланцев преимущественно сложного строения, обусловленного чередованием сланцев с прослоями глин и мергелей. Наиболее сложное строение сланценосной толщи отмечается на Мантуровском месторождении, где наблюдается тонкое и частое чередование горючих сланцев с глинами. Эти породные прослои попадают при разработке пласта в сланец и повышают товарную зольность последнего. В почве сланцев в основном залегают глина, а в кровле — глины и иногда пески и песчаники.

Пласты как по падению, так и по простиранию характеризуются изменчивостью по мощности. Бассейн сложен преимущественно глинистыми разностями пород, которые в целом относятся к среднеустойчивым при проходке горных выработок.

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Подсчет запасов горючих сланцев Волжского бассейна впервые был выполнен в 1955—1957 гг. территориальными геологическими управлениями Министерства геологии и охраны недр СССР в соответствии с кондициями, принятыми Межведомственной комиссией (А. А. Молодчиков, С. П. Щербак, Ф. А. Алелеков). К подсчету принимались пласты горючих сланцев мощностью от 0,5 *м* и выше с теплотворной способностью ($Q^c_б$) не ниже 1500 *ккал/кг*. При этом в соответствии с кондициями были выделены балансовые и забалансовые запасы.

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. запасы горючих сланцев Волжского бассейна составляют по категориям $A+B+C_1$ 1362,4 млн. *т*, в том числе по категории А 410,8 млн. *т*, по категории В 474 млн. *т* и по категории C_1 477,6 млн. *т*. Кроме того, балансовые запасы по категории C_2 составляют 2665,2 млн. *т* и забалансовые 677,2 млн. *т* (табл. 60).

В настоящее время разрабатывается Кашпирское месторождение, которое обеспечено запасами на срок более 20 лет.

РАЙОНИРОВАНИЕ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА

Районирование бассейна произведено по географическому принципу с учетом геолого-структурных особенностей каждой группы месторождений. На территории бассейна можно выделить следующие группы месторождений.

Кировская группа приурочена к зоне Вятских куполообразных поднятий. В разрезе продуктивного горизонта содержится до трех пластов горючих сланцев.

Мантуровская группа расположена в пределах Московской синеклизы. Склоны последней пологие и характеризуются углами падения в несколько минут. Сланценосная свита характеризуется резко изменчивой мощностью.

Мордовская группа находится в пределах зоны Алатырского поднятия. Глубина залегания сланценосной свиты изменяется от 19 до 112 *м*.

Свияжско-Сурская группа расположена в зоне одноименных поднятий, разнообразных по форме и размерам, в основном северного и северо-восточного простираний. Преимущественная глубина залегания пластов 50—90 *м*.

Ульяновская группа располагается на восточном крыле Ульяновско-Саратовской синеклизы, вытянутой в меридиональном направлении и осложненной более мелкими структурами. Глубина залегания слан-

Таблица 60

Запасы сланцев Волжского бассейна на 1 января 1964 г. в млн. т

Месторождения	A	B	C_1	A+B+C_1	C_2	Забалансовые
Мантуровская группа	—	1,3	4,9	6,2	36,2	5,8
Ульяновская группа	1,4	31,8	15	48,2	112,4	139,8
Ундорское	—	25	1,8	26,8	—	9,1
Захарьевское	—	1,4	5,2	6,6	—	4,6
Мостовское	1,4	5,4	8,0	14,8	—	17,9
Бессоновское	—	—	—	—	—	10,4
Шумовское	—	—	—	—	112,4	97,8
Сызранская группа						
Кашпирское	333,2	71,6	299,4	704,2	1420,3	136,8
Общесыртовская группа	52,6	322	122,6	497,2	932	45,0
Собственно Общесыртовское	50,7	258,6	66,7	376	457,3	—
Больше-Черниговское	—	—	—	—	467,5	—
Дергуновское	—	—	29,1	29,1	7,2	45,0
Коцебинское	1,9	32,8	6,2	40,9	—	—
Андреевское	—	30,6	20,6	51,2	—	—
Орловско-Пугачевская группа						
Савельевское	10,5	5,2	14,6	30,3	161,2	190,9
Озинковская группа	12,6	45,2	14,8	72,6	0,9	158,9
Озинковское	12,6	5,9	14,8	33,3	—	10,7
Гремучинское	—	30,6	—	30,6	—	127,9
Карташев-Беленькое	—	8,7	—	8,7	—	20,3
Приуральская группа						
Ново-Семеновское	0,5	0,5	2,7	3,7	2,4	
Итого по бассейну	410,8	474	477,6	1362,4	2665,2	677,2

ценосной свиты изменяется в значительных пределах от выхода на поверхность до глубины более 200 *м*.

Сызранская группа расположена в пределах Жигулевских дислокаций, являющихся структурным осложнением Жигулевско-Пугачевского свода. Дислокации имеют вид асимметричных складок, вытянутых в широтном направлении. Разработка горючих сланцев ведется на Кашпирском месторождении. Сланценосная свита здесь залегает на глубине от 16 до 328 *м*.

Орловско-Пугачевская группа приурочена к южному крылу Жигулевско-Пугачевского свода, осложненного пологими структурами второго порядка. Углы падения пород обычно не превышают десятков минут. Сланценосная свита, залегающая до глубины 200 *м*, содержит от 3 до 10 пластов горючих сланцев.

Общесыртовая группа приурочена к западной опущенной зоне юго-восточного склона Русской платформы, осложненной пологими структурами второго порядка. Сланценосная свита залегает на глубине не более 60 *м*.

Озинковская группа месторождений занимает юго-западную часть юго-восточного склона Русской платформы. В ее пределах выделяются шесть солянокупольных структур. Сланценосные отложения содержат до семи пластов горючих сланцев, из которых три пласта имеют промышленное значение. Глубина залегания свиты колеблется в широких пределах от выхода на поверхность до 200 *м*.

Приуральская группа расположена в переходной зоне от юго-восточного склона Русской платформы к Прикаспийской синеклизе. Для этой зоны характерно развитие солянокупольной тектоники. Сланценосная свита здесь содержит до 12 пластов горючих сланцев. Глубина ее залегания изменяется от 5 до 60 *м*. Гидрогеологические и горнотехнические условия благоприятные.

КИРОВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Сланценосные отложения широко распространены в бассейне верхнего течения р. Вятки и ее притоков — рек Кобры, Черной Холуницы и Волосницы.

В настоящее время здесь разведаны два месторождения: Синегорское и Воронье-Волосковское.

СИНЕГОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на правом берегу р. Кобры в 150 *км* к северу от ст. Слободское Горьковской ж. д. Месторождение занимает часть водораздельной возвышенности между реками Коброй и Мытицей, поднимающейся на 200 *м* над уровнем моря.

Геологоразведочные работы были начаты в 1932 г. Горьковским геологоразведочным трестом. После длительного перерыва в 1953 г. Горьковским геологическим управлением проведена детализация разведок 1932 г.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Наиболее древними отложениями, вскрытыми бурением, являются татарские слои верхней перми. Это преимущественно песчаники, пески, алевролиты и аргиллиты. В пределах долины р. Поперечной установленная мощность отложений татарского яруса составляет 132 *м*.

На неровной сильно эродированной поверхности татарских слоев последовательно залегают триасовые, юрские, меловые и четвертичные отложения.

В разрезе нижнего триаса выделен ветлужский ярус, сложенный песчано-конгломератовыми и глинисто-мергельными породами общей мощностью около 270 *м*.

Среднеюрские слои вскрытой мощностью 16,3 *м* представлены яркоокрашенными глинами, содержащими конкреционные стяжения сидерита.

Отложения верхней юры (келловейский и оксфорд-кимериджский ярусы) сложены преимущественно песчаной толщей с подчиненными прослоями глин и алевролитов; мощность их достигает 72 *м*.

Отложения нижневолжского яруса залегают обычно на размытой поверхности кимериджа и обнажаются на правобережье р. Кобры и левобережье р. Мытицы. В основании их залегает слой песчанистого мергеля. Выше лежат темно-серые глины, переслаивающиеся с горючими сланцами. Наибольшая мощность нижневолжских отложений, равная 14 *м*, отмечена в 6 *км* северо-западнее с. Синегорье.

Таблица 61

Результаты технических анализов горючих сланцев Синегорского месторождения

Пачки	$W^{л}$, %	A^{c}, %	$S^{c}_{общ.}$, %	CO_2, %
I (верхняя)	4,17—15,07 / 9,1	54,35—87,30 / 67,8	0,83—4,73 / 2,5	0,36—13,42 / 5,1
II (нижняя)	5,62—17,07 / 10,6	61,36—79,45 / 68,5	0,70—4,13 / 2,9	0,22—10,39 / 4,3
III (средняя)	14,2—16,7 / 15,5	62,7—75,6 / 68,8	2,1—3,8 / 2,6	7,7—14,1 / 10,5

Пачки	$Q^{p}_{н}$, *ккал/кг*	$Q^{p}_{в}$, *ккал/кг*	$Q^{л}_{б}$, *ккал/кг*
I (верхняя)	479—2055 / 1217	559—2290 / 1373	583—2365 / 1431
II (нижняя)	697—1718 / 1147	825—1940 / 1299	843—2016 / 1374
III (средняя)	1810—2050 / 1830	—	—

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Таблица 62

Результаты сухой перегонки по Фишеру горючих сланцев Синегорского месторождения в %

Пачки	Смола	Полукокс	Вода пирогенная	Газы летучие
I (верхняя)	5,75—9,50 / 8,6	78,70—86,05 / 82,4	0,75—5,50 / 3,6	2,8—10,05 / 5,3
II (средняя)	5,2—7,4 / 6,3	—	—	—
III (нижняя)	6,75—9,50 / 8,1	75,45—79,55 / 77,5	10,0	5,05—6,70 / 5,8

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Нижнемеловые отложения (валанжин, готерив, баррем и апт) трансгрессивно залегают на юрских осадках. В основании лежит фосфоритовый слой. Выше они представлены серыми и темно-серыми глинами с подчиненными им прослоями песков и алевритов. Общая мощность их достигает 150 *м*.

Четвертичные отложения сплошным чехлом покрывают более древние породы, их общая мощность 60 *м*. Здесь выделяются флювиогляциальные и моренные отложения максимального оледенения и современные аллювиальные осадки.

Общее пологое погружение осадочных пород в северном направлении осложняется рядом структур, среди которых отмечаются Зуевская, Лукинская и Костровская.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосность связана с нижневолжским ярусом (зона *Dorsoplanites panderi*). Сланценосная свита распространена на площади около 90 *км*^{2}; она состоит из переслаивания пластов горючих сланцев и разделяющих их глин. Количество прослоев горючих сланцев изменяется от одного до шести, а суммарная мощность сланцев от 0,6 до 7,2 *м*. Наибольшая суммарная мощность прослоев сланцев отмечена в скв. 11, расположенной в 6 *км* к северу от с. Синегорье. Здесь продуктивная свита вскрыта на глубине от 58,4 до 72,4 *м*. Суммарная мощность прослоев сланцев 7,2 *м* при мощности разделяющих их глин 4,6 *м*. К востоку и западу от этой скважины происходит уменьшение мощности сланценосной свиты и сокращение мощности слоев горючих сланцев. Так, в 5 *км* к юго-востоку количество прослоев горючих сланцев сокращается до четырех, а их мощность до 3 *м*. Резкое изменение строения свиты наблюдается и в южном направлении. Вблизи д. Бережаны встречено два прослоя сланца мощностью 0,29 и 0,04 *м* при мощности сланценосной свиты 2,8 *м*.

Довольно резкое изменение в строении сланценосных отложений происходит в северо-восточном направлении (около 20 *км* от с. Синегорье), где мощность свиты сокращается до 1,7 *м*.

По данным К. А. Еремина (1954ф), мощность продуктивной свиты в южной части района от 0,3 до 11,8 *м*, в среднем 3,2 *м*. В свите отчетливо выделяются три пачки сланцев, разделенных прослоями глин. Мощность нижней пачки от 0,3 до 3,9 *м*, средняя — 1,89 *м*. Мощность II пачки (средней) колеблется от 1 до 2 *м*, средняя 1,5 *м*. Мощность III пачки от 0,56 до 2,65 *м*, составляя в среднем 1,45 *м*.

Качественная характеристика сланцев верхней и нижней пачек (табл. 61, 62) приведена по данным геологоразведочных работ 1953 г., а средняя пачка охарактеризована по данным отчета И. В. Хаустова (1931—1932 гг.).

По качеству горючие сланцы различны. Однако кондиции соответствует только средняя пачка.

Запасы подсчитывались по средней пачке (Молодчиков, 1956ф). Они составили по категории C_2 273,514 тыс. *т* на площади 134,24 *км*^{2} и отнесены к группе забалансовых.

ВОРОНЬЕ-ВОЛОСКОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 60 *км* к западу от ст. Кирс ж.-д. ветки Яр—Фосфориты, на правом берегу р. Черной Холуницы, левого притока р. Вятки.

Геологическая характеристика района впервые дана П. И. Кротовым (1912) и Н. Г. Кассиным (1928). Геологоразведочные работы здесь

были проведены И. В. Хаустовым (1932). В 1953 и 1956 гг. Горьковским геологическим управлением на данном месторождении пройдено несколько буровых скважин и шурфов для контрольного опробования горючих сланцев и уточнения запасов. Повторное контрольное опробование сланцев проведено еще в 1963—1964 гг. экспедицией Средне-Волжского геологического управления.

Участок месторождения сложен верхнепермскими, нижнемеловыми и четвертичными отложениями.

Верхнеюрские отложения трансгрессивно залегают на породах татарского яруса верхней перми. Внизу они сложены темно-серыми глинами, серыми мергелистыми известняками и глауконитовыми песками, вверху — сапропелевыми глинами с прослоями горючих сланцев. Мощность верхней юры достигает 36 *м*.

Нижнемеловые отложения представлены валанжинским фосфоритовым слоем и перекрывающими его готерив-барремскими глинами мощностью до 31 *м*.

Четвертичные отложения распространены повсеместно. Среди них преобладают песчано-галечные и глинистые валунные отложения. Мощность их от 2,5 до 10 *м*.

Сланценосная свита (зона *Dorsoplanites panderi*), залегающая горизонтально, распространена на площади более 100 *км*^{2}. Она находится на глубине от 2,8 до 42,7 *м*. Свита сложена чередующимися слоями мергельной и сапропелевой глин с подчиненными прослоями горючих сланцев. Мощность свиты не выдержана и изменяется от 6,6 до 12 *м*. Уменьшение мощности свиты отмечается в периферической части месторождения. Она содержит три пачки горючих сланцев. Нижняя пачка мощностью от 1 до 2,6 *м* (в среднем 2,3 *м*) сложена коричневато-серым тонкослоистым горючим сланцем. Средняя пачка лежит выше нижней на 0,45—1,55 *м*. Она представлена зеленовато-серым сланцем. Мощность ее изменяется от 0,65 до 3,3 *м*, в среднем составляет 2,3 *м*. Отделяясь от средней пачки слоем глины мощностью от 0,80 до 1,5 *м*, залегает верхняя пачка темно-серого горючего сланца. Мощность пачки от 1 до 2,5 *м*, в среднем 2 *м*. Эти пачки имеют следующую характеристику (табл. 63).

Сланец отдельных пачек имеет следующий элементарный состав (табл. 64).

Таблица 63

Результаты технических анализов горючих сланцев Воронье-Волосковского месторождения [1]

Пачки сланцев	A^c, %	CO_2^c, %	$S_{общ.}$, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*	Выход смолы на сланец, %
Нижняя	69—75,8 / 72,5	0,2—8,2 / 6,0	1,9—3,6 / 0,8	1300—1950 / 1570	5,5—8,0 / 7,7
Средняя	70,8—79,0 / 75	3,2—6,5 / 5,0	1,0—5,0 / 2,5	1020—1435 / 1200	4,0—6,6 / 5,5
Верхняя	75,5—80,7 / 78,5	0,5—4,6 / 2,8	1,7—3,0 / 1,9	1020—1330 / 1130	4,1—4,8 / 4,5

[1] Анализы выполнены в лаборатории ВНИИТа.

Таблица 64

Пачки сланцев	Содержание (в % на сухое вещество)					$Q_б^c$, *ккал/кг*
	C	H	N	$S_{орг.}$	O (по разности)	
Верхняя	11,04	1,67	0,39	0,69	6,31	1100
Средняя	12,57	1,46	0,40	0,98	5,12	1280
Нижняя	14,47	2,10	0,54	1,69	2,82	1570

Экспериментальные работы по термическому разложению технологических проб сланцев отдельных пачек характеризуют данные табл. 65.

Таблица 65

Пачки сланцев	В % на сухое вещество						
	органическое вещество	у, *мм*	$Q_б^c$, *ккал/кг*	выход			
				смола	вода	полукокс	газ + потери
Верхняя	20,10	—	1100	4,50	3,30	88,80	3,40
Средняя	20,53	—	1280	5,0	3,0	88,50	3,50
Нижняя	21,62	—	1510	7,5	3,50	85,30	3,70

Полукокс верхней пачки сланца имеет теплоту сгорания 615 *ккал/кг*, средней пачки — 890 *ккал/кг* и нижней — 1005 *ккал/кг*.

Газ, отобранный при полукоксовании технологических проб сланца, имеет следующий состав (табл. 66).

Таблица 66

Пачки сланцев	Состав газа в % (на безвоздушный)					Теплота сгорания газа, *ккал/кг*	
	CO_2	C_nH_m	CO	H_2	C_nH_{2n+2}	низшая	высшая
Верхняя	38,2	6,9	4,8	31,6	18,5	3510	3894
Средняя	39,7	6,9	3,5	29,5	20,3	3571	3960
Нижняя	39,6	6,5	9,5	20,2	24,2	3684	4055

Подсмольная вода верхней и нижней пачек сланца имеет следующий состав:

Состав воды, *мг/л*	Содержание
pH	7,7
Химическое потребление кислорода (ХПК)	10 847
Окисляемые вещества	1990
Фенолы летучие	818,5
Фенолы нелетучие	105
Плотный остаток	1815
Сера общая	272,4
Аммиак общий	445

Подсмольная вода требует очистки.

Смола полукоксования сланца не имеет легких погонов. Начальная температура кипения 115—132° С. Остаток кипит при температуре свыше 300° С и составляет значительную часть смолы — 40—46%. Смола содержит большое количество серы — около 6%, а также кислых масел — 22—39%. Теплота сгорания смолы порядка 9584 *ккал/кг* (табл. 67).

Таблица 67

Характеристика безводной смолы полукоксования сланца

Показатели	Смола сланца	
	Нижняя пачка	Верхняя пачка
Удельный вес d_{20} . . .	0,9657	0,9626
Вязкость °Э при 50°С .	1,38	1,31
Механические примеси, %	0,10	0,03
Кислое масло, % . . .	24,22	39,03
Основание, %	11,57	12,91
Теплота сгорания $Q_б^с$, *ккал/кг*	9584	9577
Углерод, %	80,50	80,30
Водород, %	9,95	9,58
Азот, %	0,90	0,90
Сера, %	5,88	6,27
Кислород по разности, %	2,77	2,95

Выход фракций (в %) смолы полукоксования следующий (табл. 68).

Таблица 68

Выход фракций	Смола сланца	
	Нижняя пачка	Верхняя пачка
Фракция до 200°	19,3	18,3
Фракция 200—300° . . .	32,5	36,5
Фракция свыше 300° . .	47,6	44,2
Потери разгонки . . .	0,6	1,0

Смола различных фракций имеет следующую характеристику (табл. 69).

Таблица 69

Показатели	Смола нижней пачки			Смола верхней пачки		
	фракция до 200°	фракция 200—300°	фракция >300°	фракция до 200°	фракция 200—300°	фракция >300°
Удельный вес d_{20}	0,8554	0,9388	1,0363	0,8814	0,9422	1,0404
Содержание фенолов, % .	4,78	13,27	—	4,1	18,41	—
Содержание основания, %	12,14	6,13	—	9,0	11,81	—
Содержание серы, % . . .	6,27	4,89	4,53	6,65	4,78	4,33
Теплотворная способность $Q_б^с$, *ккал/кг*	—	9781	7989	—	9727	7484

Как отдельные пачки, так и вся сланцевая свита в целом бедна органическим веществом, характеризуется низкой теплотой сгорания. Выход смолы 4,5—7,7%.

Зольный остаток после сжигания сланцев II и III слоев в газовой печи при температуре 800—1000° С имеет удельный вес 2,16. Основная масса зерен его меньше 100 μ.

При термическом разложении технологической пробы сланца нижнего слоя во вращающейся реторте выход полукокса составил 85,3%. Шихта из 97% сланцевого полукокса, раздробленного до крупности 3 *мм*, и 3% антрацита, увлажненного до 18%, обеспечивает получение легкого сланцезольного наполнителя бетонов — аглопорита (табл. 70).

Таблица 70

Фракции, *мм*	Насыпной объемный вес, *кг/м³*	Объем межзерновых пустот, %	Водопоглощение, %	Прочность при сдавливании в цилиндре, *кг/см²*	Морозостойкость, количество циклов
20—10	463	64,1	25,3	11,68	Выдержал 15 циклов
10—5	502	59,9	27,15	15,26	
5—1,2	564	55,2	31,76	25,81	
1,2	757	8,4	46,51	85,82	

Аглопорит может быть использован при производстве аглопоритобетона марок «250» и «300» при расходе цемента соответственно 295 и 320 *кг* на 1 *м³*.

Сланцы Воронье-Волосковского месторождения не представляют интереса для химико-технологической переработки. В качестве энергетического сырья промышленное значение имеют сланцы только нижней пачки.

Подсчет запасов произведен в 1953—1956 гг. Горьковским геологическим управлением. Забалансовые запасы горючих сланцев Воронье-Волосковского месторождения по категории C_2 составляют 353 млн. *т*.

МАНТУРОВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Эта группа месторождений расположена на территории Костромской области, занимая водораздел рек Унжи и Неи, от ст. Мантурово и Нея на севере и до с. Унжа на юге.

Описываемый район находится в пределах Унжа-Костромской равнины, характеризующейся абсолютными отметками в среднем от 110 до 120 *м*.

В группу входят Усольское, Голиковское, Ледино-Афанасьевское, Угорское, Поисковое, Семенихинское и Макаровское месторождения.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

На рассматриваемой территории развиты отложения верхней перми, триаса, верхней юры, нижнего мела и четвертичные.

Отложения татарского яруса верхней перми вскрыты буровой скважиной в 5,5 *км* к юго-западу от с. Унжа (в с. Кадый). В основании разреза залегают загипсованные породы, переходящие выше в пески и песчаники. Верхнюю часть разреза слагают алевролиты. Общая вскрытая мощность отложений татарского яруса 144 *м*.

Отложения ветлужского яруса нижнего триаса на полную мощность вскрыты в том же пункте (с. Кадый). Представлены они в основном алевролитами, переслаивающимися песчаниками, и редкими прослоями глин и аргиллитов общей мощностью 134 *м*.

Келловейские образования верхней юры ложатся с отчетливым перерывом на отложения ветлужского яруса. В нижней части разреза они сложены песками и глинами, в верху — комплексом песчано-глинистых пород с преобладанием глин. Общая мощность пород келловея 28 *м*. Трансгрессивно залегающие образования оксфорда и кимериджа представлены серыми и темно-серыми глинами мощностью до 13 *м*.

Нижневолжский ярус подразделяется на две зоны. Нижняя зона (*Dorsoplanites panderi*) сложена переслаивающимися темно-серыми

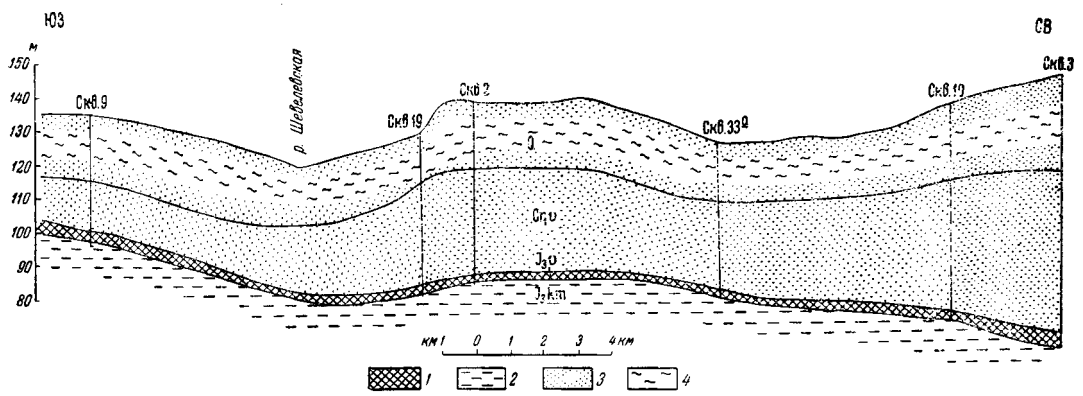


Рис. 27. Схематический геологический разрез по Мантуровскому месторождению
1 — сланценосная свита; *2* — глина; *3* — песок; *4* — суглинок

глинами, мергелями и прослоями горючих сланцев; общая мощность зоны 8 *м*. Верхняя зона (*Virgatites virgatus*) представлена темно-серыми, почти черными глинами с прослоями песка. Мощность ее от 2 до 8 *м*. Отложения верхневолжского яруса сложены глауконитовыми песками с желваками фосфоритов мощностью, не превышающей 0,5 *м*. Залегающие выше отложения валанжинского яруса нижнего мела выражены зеленовато-серыми глауконитовыми песками, в разной степени ожелезненными, с прослоем фосфоритизированного песчаника. Мощность валанжина достигает 30 *м*.

Среди четвертичных образований наиболее широко распространены флювиогляциальные пески и моренные суглинки. Общая мощность их достигает 40 *м*.

В пределах района отмечается общее очень пологое (углы падения не превышают долей градуса) падение пород (рис. 27), осложненное иногда локальными, также пологими поднятиями и впадинами.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосные отложения приурочены к нижневолжскому ярусу (зона *Dorsoplanites panderi*). Характерная особенность этой зоны — частое переслаивание серых глин и горючих сланцев. Глубина залегания сланценосной свиты колеблется в широких пределах — от выхода на поверхность по берегам рек до 40—50 *м* на водоразделах. Мощность свиты от 0,9 до 8 *м*. При этом отмечается увеличение мощности свиты с юга на север. В том же направлении происходит и увеличение

содержания прослоев сланцев (Козмин, 1944ф). Так, на самых северных участках мощность свиты увеличивается до 8 *м*, а число прослоев горючего сланца — до 10—11. К югу и юго-западу происходит постепенное уменьшение количества прослоев горючих сланцев. Местами же они размыты. Свита содержит один пласт горючего сланца сложного строения: он состоит из тонких прослоев сланца (от 2 до 10) и разделяющих их глин. В верхней части разреза содержится до четырех прослоев тонкослоистого горючего сланца коричневато-бурого цвета. В нижней части разреза развиты толстоплитчатые горючие сланцы темно-серого цвета. Различие сказывается также и в составе минеральной, органической и известковистых частей. Первая разновидность (тонкослоистые сланцы) более обогащена органическим веществом, менее зольна, менее известковистая, чем вторая разновидность сланцев.

По качеству горючие сланцы Мантуровской группы неоднородны.

УСОЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 18—20 *км* к югу от ст. Мантурово Северной ж. д. Геологоразведочные работы на месторождении были проведены в 1939—1943 гг. Горьковским геологическим управлением.

Сланценосная свита, залегающая на глубине от 1,7 до 27 *м*, содержит восемь прослоев горючих сланцев. Суммарная мощность пласта от 0,97 до 4,7 *м* и составляет в среднем 3,8 *м*. Мощность прослоев горючих сланцев изменяется в широких пределах — от 0,02 до 1,1 *м*. Породы, разделяющие сланцы, представлены глинами, мергелями и сапропелевыми глинами мощностью до 1 *м*.

Горючие сланцы данного месторождения по своим качественным показателям неоднородны, что видно из данных табл. 71, 72.

Таблица 71

Результаты технических анализов горючих сланцев Усольского месторождения

Пачки	$W^{л}$, %	$A^{с}$, %	CO_2, %	$Q^{с}_{б}$, *ккал/кг*	Смола на сланец, %
1	5,5—11,1	40,2—76,7	0,0—9,0	2078—4401	8,1—12,7
2	4,9—9,6	48,4—72,9	0,0—8,1	1011—3205	6,3—9,6
3	3,9—9,1	56,2—77,9	0,0—9,9	1150—3075	3,8
4	4,3—11,8	39,9—88,0	0,0—14,7	638—3744	5,7—10,4
5	4,1—8,2	44,9—74,8	0,0—14,7	1248—3397	5,5—9,4

Таблица 72

Состав золы усольских сланцев в %

Пачки	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	CaO	MgO	SO_3
1 шт. № 2	53,2	16,2	9,8	2,9	3,3	2,1	5,2
2 „ № 2	56,8	6,6	13,3	0,9	3,0	3,9	6,3
3 верхняя	55,7	16,4	4,2	1,6	4,9	2,9	5,6
3 нижняя	59,9	7,8	9,2	1,6	4,1	3,2	2,4

Органическая масса сланцев содержит (средняя проба по трем пластам); C 56,0—61,4%, H 6,5—8,1%, O+N+S 29,1—33,6%, N 1,6—1,3%.

Сухая перегонка по Фишеру дает: воды 5,5%, дегтя 12,8%, полукокса 71,9%, газ и потери 9,6%.

В состав дегтя входят: бензиновая фракция до 185° 17%, лигроиновая фракция 185—225° 11%.

Результат химического исследования дегтя показывает содержание в нем фенолов 2,8%, оснований 1,9%, асфальтенов 0,13% и очень высокое содержание нейтральных масел — 91,1%.

Характеристика отдельных фракций дает следующее (табл. 73).

Таблица 73

Пределы выкипания фракций	Удельный вес	Содержание серы, %
30—85° (газовый бензин)	0,678	1,38
до 185°	0,824	6,95
185—225°	0,891	7,75
225—360°	0,946	5,7

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции (Молодчиков, 1956ф) балансовые запасы горючих сланцев по категории В составляют 1269 тыс. *т* на площади 0,6 *км*². Забалансовые запасы 940 тыс. *т*.

ГОЛИКОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 6 *км* к югу от Усольского месторождения. Впервые оно разведывалось в 1941 г. Горьковским геологическим управлением.

Сланценосная свита, залегающая на глубине от 5,5 до 35,6 *м*, содержит до восьми прослоев горючего сланца. Мощность свиты от 3,3 до 5,1 *м*, в среднем составляет 4 *м*. Мощность же прослоев горючих сланцев колеблется от 0,02 до 1,2 *м*. Прослои горючих сланцев отделены друг от друга глинами. Нижние пачки (8, 7, 6) непромышленные; они представлены в основном сапропелевыми глинами. Преобладающая мощность верхних пачек 0,2 *м* (1-я, 2-я, 3-я), 0,5 *м* (4-я) и 0,8 *м* (5-я пачка). Строение и мощность пачек довольно устойчивы.

Горючие сланцы отдельных пачек разного качества, что видно из табл. 74.

Таблица 74

Результаты технического анализа горючих сланцев Голиковского месторождения

Пачки	$W^{л}$, %	A^{c}, %	CO_2, %	$Q_{б}^{c}$, *ккал/кг*	Смола на сланец, %
1	4,4—9,2	42,0—73,6	0,0—1,4	1964—3969	8,7—16,0
2	3,1—10,6	39,0—70,6	0,0—15,3	1692—3907	8,8—15,0
3	5,7—10,8	—	0,0—15,1	592—4437	4,0—16,0
4	4,4—11,8	37,2—72,9	0,0—14,5	625—3715	5,5—17,0
5	4,3—8,1	55,0—73,0	0,0—12,1	505—2330	6,1—10,3

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции (Молодчиков, 1956ф) забалансовые запасы сланцев на Голиковском месторождении составляют по категории В 595 тыс. *т* на площади 0,5 *км*² и по категории C_1 1340 тыс. *т* на площади 0,7 *км*². По балансу запасов СССР на 1 января 1963 г. забалансовые запасы горючих сланцев составляют 3160 тыс. *т*.

ЛЕДИНО-АФАНАСЬЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на правом берегу р. Унжи, в 25 *км* к югу от ст. Мантурово Северной ж. д. Впервые оно разведывалось в 1939—1940 гг. Горьковским геологическим управлением. В 1962 г. была проведена доразведка северной части месторождения.

Сланценосная свита сложена переслаивающимися глинами, мергелями и горючими сланцами мощностью от 1,5 до 3,6 *м* (в среднем 2,6 *м*). Свита содержит до пяти пачек горючих сланцев. Мощность пачек весьма изменчива — от 0,05 до 1,2 *м*.

Качество сланцев характеризуется данными табл. 75.

Таблица 75

Результаты технических анализов горючих сланцев Ледино-Афанасьевского месторождения

Пачки	$W^{л}$, %	A^{c}, %	CO_2, %	$Q_{б}^{c}$, *ккал/кг*	Смола на сланец, %
1	4,2—5,0	58,6—64,5	—	2275—3167	10,0—13,0
2	5,0—8,1	49,1—72,4	До 0,2	2015—3187	9,0—15,5
3	7,1	72,6—73,7	До 1,7	1702—1950	13,6
4	5,5	57,1—72,4	0,0—16,5	1727—2726	7,7—10,6
5	4,6—5,5	54,7—69,0	0,0—8,0	1700—2900	8,0—12,2

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции запасы горючих сланцев подсчитывались по четвертой и пятой пачкам на площади 0,3 *км*². Они составляют по категории C_1 495 тыс. *т* и отнесены к забалансовым (Молодчиков, 1956ф).

УГОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 9 *км* к югу от Ледино-Афанасьевского месторождения. Месторождение разведывалось в 1941—1942 гг. Горьковским геологическим управлением.

Сланценосная свита, залегающая на глубине от 2 до 38 *м* и состоящая из чередования сапропелевых глин и мергелей, заключает один пласт горючего сланца. Пласт имеет сложное строение и состоит из четырех пачек горючих сланцев, разделенных прослоями глин. Мощность отдельных пачек сланцев от 0,04 до 0,82 *м* (в среднем 0,3 *м*); мощность породных прослоев от 0,2 до 0,5 *м*. Мощность сланценосной свиты, установленная работами, от 0,88 до 2,3 *м* (в среднем 1,6 *м*). В северном и юго-западном направлениях она уменьшается. (К северу в связи с выклиниванием второй пачки сланцев, а также размыва первой пачки, а к юго-западу за счет выклинивания второй, третьей и четвертой пачек и размыва первой пачки.)

Качество сланцев характеризуется следующими показателями (табл. 76).

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции (Молодчиков, 1956ф) балансовые запасы горючих сланцев составляют по категории C_1 4879 тыс. *т* на площади 2,7 *км*² и забалансовые 320 тыс. *т*.

Таблица 76

Результаты технических анализов горючих сланцев Угорского месторождения

Пачки	$W^{л}$, %	A^{c}, %	CO_2, %	$Q_{б}^{c}$, *ккал/кг*	Смола на сланец, %
1	3,7—8,0	48,0—72,6	0,0—0,1	1890—3380	8,5—14,2
2	3,8—7,3	42,6—70,2	0,0—5,2	1327—4402	9,0—16,4
3	5,1—8,2	44,5—66,4	0,0—11,9	1750—3452	6,4—19,0
4	3,6—7,1	49,3—69,4	0,0—13,1	1652—2843	6,7—14,0

ПОИСКОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 45 *км* к югу от ст. Мантурово Северной ж. д. и в 12 *км* от Угорского месторождения.

Геологопоисковые работы проводились в 1942 г. Горьковским геологическим управлением.

Сланценосная свита, залегающая до глубины 50 *м*, содержит один пласт горючего сланца. Пласт сложного строения и состоит из трех пачек горючих сланцев суммарной мощностью от 0,6 до 2,5 *м*. Мощность отдельных пачек очень непостоянна и колеблется от 0,05 до 0,8 *м*; мощность породных прослоев от 0,1 до 0,6 *м*.

Горючие сланцы отличаются высокой теплотой сгорания (табл. 77). Выход смолы (на сланец) колеблется от 8 до 16%.

Таблица 77

Результаты технических анализов горючих сланцев Поискового месторождения

Пачки	$W^{л}$, %	A^{c}, %	CO_2, %	$Q_{б}^{c}$, *ккал/кг*	Смола на сланец, %
1	5,6—7,7	30,2—66,5	—	2640—4200	8,0—16,0
2	5,1—8,9	44,7—65,4	—	2691—3017	10,2—13,8
3	4,6—6,7	41,0—60,0	0,0—6,0	2584—3600	11,0—12,0
4	—	41,0	—	3600	11,0

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции (Молодчиков, 1956ф) балансовые запасы горючих сланцев по категории C_2 составляют 36 230 тыс. *т* на площади 23 *км*^{2} и забалансовые 2146 тыс. *т*.

МАКАРОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на левом берегу р. Унжи у д. Макарово в 10 *км* к северу от Усольского месторождения. Месторождение разведывалось в 1932, 1939—1940 гг. Горьковским геологическим управлением.

Сланценосная свита характеризуется мощностью 2,5 *м* (в среднем). В северной части месторождения она увеличивается до 7,5 *м*. Общая мощность горючих сланцев около 1 *м*. Мощность отдельных прослоев сланцев очень изменчива и колеблется от 0,1 до 0,4 *м*. Горючие сланцы характеризуются содержанием A^{c} от 57,1 до 66,2%, CO_2 от 2,6 до 6,4%, $Q^{c}_{б}$ от 1671 до 2252 *ккал/кг*, в среднем 2015 *ккал/кг*. Выход смолы (на сланец) 9,0—9,5%.

Запасы по данным разведки 1939—1940 гг. на площади 6 *км*^{2} по категории C_1 составляют 6376 тыс. *т*.

Семенихинское месторождение расположено в 24 *км* к юго-востоку от ст. Мантурово Северной ж. д. Суммарная мощность горючих сланцев около 2 *м*. Теплота сгорания ($Q_{б}^{c}$) около 3000 *ккал/кг*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пределах Мантуровской группы месторождений строение сланценосной свиты очень неоднородно. Отмечается значительное изменение мощности и качества горючих сланцев по простиранию. Так, севернее Макаровского месторождения наблюдается расщепление пластов горючих сланцев и уменьшение их мощности; известковистость и зольность их здесь возрастает. Пласты горючих сланцев в южной части района более выдержаны и характеризуются лучшими качествами. Общие балансовые запасы горючих сланцев по категориям $A+B+C_1$ и по категории C_2 42 млн. *т*. Однако изученность района в настоящее время недостаточна, в связи с чем выводы и носят предварительный характер.

МОРДОВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В рассматриваемом районе горючие сланцы нижневолжского яруса установлены разведочными работами на Горко-Хухаревском и Моревском месторождениях. Территория этих месторождений занимает часть водораздельной возвышенности между реками Алатырь и Пьяна, приподнятой над уровнем моря до 230—250 *м*.

ГОРКО-ХУХАРЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на правом берегу р. Меня, в 45 *км* к северо-западу от ст. Алатырь Горьковской ж. д.

Поисково-разведочные работы на месторождении проводились в 1932 и 1953—1955 гг. Средне-Волжским геологическим трестом и Волжской комплексной геологоразведочной экспедицией.

В пределах данной территории на дневную поверхность выходят мезозойские и четвертичные образования. Наиболее древние из них представлены отложениями келловейского, оксфорд-кимериджского и нижневолжского ярусов верхней юры. В составе келловейского и оксфорд-кимериджского ярусов преобладают серые, реже светло-серые сильно известковистые глины. Среди однообразных пород оксфорда отмечаются прослои темно-серых горючих сланцев, широко распространенных. Общая мощность глинистых отложений около 50 *м*.

Нижневолжские отложения залегают на подстилающих породах кимериджа без ясно выраженных следов перерыва. Они представлены в основном глинами, среди которых прослеживается пачка горючих сланцев. Отложения хорошо фаунистически охарактеризованы и относятся к зоне *Dorsoplanites panderi*. Мощность отложений нижневолжского яруса в бассейне нижнего течения р. Алатыря изменяется от 3 до 9 *м*.

Разрез нижнемеловых отложений начинается валанжином, породы которого с размывом ложатся на отложения нижневолжского яруса. Пески валанжина перекрыты песчано-глинистыми отложениями готерив-баррема мощностью 22—87 *м*. Они в свою очередь сменяются глинами апта. В аптских отложениях отмечается пачка серых горючих сланцев мощностью до 1,5 *м*. Полная мощность апта 30—35 *м*. Разрез

нижнего мела заканчивается серыми и темно-серыми альбскими глинами мощностью до 28 *м*.

Четвертичные образования представлены флювиогляциальными песками, элювиально-делювиальными суглинками и супесями и современными аллювиальными отложениями (в основном пески). Общая их мощность составляет 60—70 *м*.

Сланценосность промышленного значения связана с отложениями нижневолжского яруса. Прослои горючих сланцев, не имеющих промышленного значения, встречаются в оксфорд-кимериджском ярусе верхней юры и в аптском ярусе нижнего мела.

Сланценосная свита нижневолжского яруса, залегающая на глубине от 54 до 108 *м*, содержит один слой горючего сланца мощностью от 0,03 до 0,65 *м* (в среднем 0,3 *м*), который характеризуется следующими показателями: A^c — от 24,8 до 83,4%, в среднем 52,3%, CO_2 в среднем 0,6%, $S_{общ}$ в среднем 4,7%. Выход смолы от 9 до 25% при средней величине 11,2%. Теплота сгорания ($Q_б^c$) от 620 до 5071 *ккал/кг* при среднем значении 2747 *ккал/кг*.

Запасы подсчитывались на площади 0,1 *км*² при мощности пласта 0,56 *м* (Молодчиков, 1956ф). Они составляют по категории C_1 131 тыс. *т*. Подсчитанные запасы утверждены ГКЗ как забалансовые вследствие небольшой мощности пласта, его обводненности и значительной глубины залегания.

МОРЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение вблизи с. Моревка, в 23 *км* к северо-западу от Горко-Хухаревского месторождения.

Геологоразведочные работы на месторождении проводились в 1954—1955 гг. Волжской геологоразведочной экспедицией.

Геологическое строение месторождения аналогично Горко-Хухаревскому.

Сланценосная свита нижневолжского яруса залегает на глинах кимериджа и трансгрессивно перекрывается фосфоритовым горизонтом валанжина. Продуктивная свита, залегающая на глубине от 19 до 112 *м*, содержит один слой горючего сланца мощностью от 0,03 до 1,35 *м*, при средней величине 0,49 *м*. Горючий сланец характеризуется следующими показателями: A^c от 27,7 до 75,2% при средней величине 46,3%; CO_2 от 0,3 до 17,8%, среднее 1,2%; $S_{общ}$ от 3,8 до 12,7%, среднее 8%. Смола на сланец изменяется от 2,2 до 21% при среднем значении 13,1%, теплота сгорания ($Q_б^c$) — от 700 до 5110 *ккал/кг* при средней величине 3226 *ккал/кг*.

Запасы подсчитывались на площади 1 *км*² (Молодчиков, 1956ф). Они составили 1154 тыс. *т*. Подсчитанные запасы утверждены ГКЗ как забалансовые из-за большой глубины залегания и обводненности пласта.

Кроме этих двух месторождений, в бассейне нижнего течения р. Алатыря нижневолжские сланценосные отложения вскрыты буровыми скважинами. Так, скв. № 8-к коричневато-серый глинистый тонкослоистый горючий сланец встречен на глубине 66,3—67,0 *м*. Аналогичные сланцы вскрыты и другими скважинами. Данные бурения свидетельствуют о широком площадном распространении сланценосных отложений в районе. Результаты анализа горючих сланцев показали следующее (табл. 78).

Анализ золы этих сланцев дал следующее содержание: SiO_2 45,2—32,8%; CaO 12,1—34,1%; MgO 1,8—0,8%; Fe_2O_3 10,9—97%; Al_2O_3 13,5—7,3%; SO_3 8,4—11,1%.

Таблица 78

№ скважины	$W^л$, %	A^c, %	$V^г$, %
1-к	6,1	54,0	41,7
5-к	4,4	58,4	37,0
2-к	5,4	61,6	36,8

ПОДМОСКОВНЫЙ РАЙОН

В Подмосковном районе проявления горючих сланцев в нижневолжских отложениях стали известны в результате разведочных работ на фосфориты, произведенных А. Н. Розановым в 1931 г.

В пределах Московской области нижневолжские отложения сложены зелеными и бурыми глауконитовыми песками с прослоями песчанистых фосфоритов. Мощность их достигает 2,5 *м*.

Наличие горючих сланцев отмечено близ сел Коломенское, Дьяковское, Чагино, Братеево, Беседы, Мильково, Мамонов, а также к югу от г. Коломны по р. Коломенке. Мощность прослоев сланцев от 0,2 до 0,4 *м*.

На территории Ивановской области выходы горючих сланцев известны на правом берегу р. Волги между Кинешмой и Юрьевец-Повольским. Нижневолжские отложения, развитые здесь, имеют мощность до 0,8 *м* и представлены глинами, переходящими в сланцы. Мощность прослоев горючих сланцев 0,4—0,5 *м*.

СВИЯЖСКО-СУРСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассматриваемый район находится в пределах Чувашской АССР и занимает водораздельное пространство между реками Свиягой и Сурой.

Детальной разведкой здесь покрыта площадь около 20 *км*², а предварительной — 83 *км*². В данный район входят Ибресинское, Буинское, Липовское и Вурнарское месторождения.

В геологическом разрезе отмечаются верхнепермские, верхнеюрские, нижнемеловые и четвертичные отложения (Молодчиков, 1956ф). Сланценосные отложения, являющиеся северо-западным продолжением распространения горючих сланцев в Ульяновском районе, имеют мощность до 3 *м* и залегают на глубине 50—90 *м* и более.

ИБРЕСИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение вблизи ст. Ибреси Горьковской ж. д. Месторождение разведывалось в течение ряда лет (1933, 1936 и 1943—1944 гг.) Горьковским геологическим управлением.

Сланценосность связана с зоной *Dorsoplanites panderi*. Сланценосная свита, состоящая из чередования горючих сланцев и сапропелевых глин, залегает на породах кимериджа и перекрывается фосфоритовым слоем валанжинского возраста. Продуктивная свита находится на глубине 85—90 *м*, а в южной части месторождения на глубине до 120 *м* и имеет мощность от 1,1 до 2,7 *м*. Она заключает один пласт, обычно состоящий из двух пачек. Верхняя пачка сложена темно-серым горючим сланцем мощностью от 0,16 до 0,84 *м* при средней величине 0,58 *м*. Нижняя пачка состоит из бурого глинистого горючего сланца мощностью от 0,1 до 0,3 *м*. Обе пачки разделены сапропелевой глиной мощностью от 0,24 до 0,9 *м*.

Верхняя пачка является основным продуктивным слоем и характеризуется следующим составом: A^c 40,8—65,2%, в среднем 55,8%, CO_2 5,8—24,1%, в среднем 9,8%, $Q_б^c$ 1991—3202 *ккал/кг*, в среднем 2544 *ккал/кг*, смола на сланец 5,3—13,2%, ср. 10,9%.

В результате сухой перегонки получено: смолы 9,7%, полукокса 73,7%, пирогенной воды 4,8%, газа 6,9%. Состав золы (в среднем): SiO_2 39,3%; SO_3 11,8%; CaO 16,7%; MgO 2,1%; Al_2O_3 14,6%; P_2O_5 2,4%.

Нижняя пачка пласта имеет более низкие качественные показатели, а именно: $Q_б^c$ ниже 1500 *ккал/кг*, смолы менее 6%. Запасы подсчитывались по верхней пачке (Молодчиков, 1956ф). Они составляют по категории В 1402 тыс. *т* на площади 1,5 *км*². По балансу СССР на 1 января 1958 г. забалансовые запасы горючих сланцев составляют 10 173 тыс. *т*.

БУИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено вблизи ст. Буинск Горьковской ж. д. Сланценосны отложения нижневолжского яруса, которые трансгрессивно залегают на кимериджских глинах и перекрываются породами валанжина. Сланценосная свита сложена чередующимися слоями сапропелевых глин и горючих сланцев. Мощность ее от 1,2 до 2,7 *м*. Она распространена на площади 19 *км*² и залегает на глубине 50—70 *м*. Свита содержит четыре пласта сланцев. Пласт I характеризуется сложным строением и состоит из двух пачек мощностью по 0,2 *м* каждая. Пласт II мощностью 0,22 *м* отделен от I пласта прослоем глин мощностью 0,2 *м*. Пласт сложен глинистым горючим сланцем. Пласт III расположен ниже пласта II на 0,15 *м*. Средняя мощность пласта 0,29 *м*. Пласт IV залегает ниже III пласта на 0,59 *м*. Мощность его от 0,07 до 0,79 *м*. Средняя мощность 0,23 *м*.

Качественная характеристика сланцев приведена в табл. 79.

Таблица 79

Результаты технических анализов горючих сланцев Буинского месторождения

Пласты и пачки	$W^л$, %	A^c, %	CO_2, %	$S_{общ}$, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*
I верхняя пачка	3,4—10,6 / 7,0	65,2—75,2 / 71,0	3,8—20,0 / 10,0	7,2 (средн.)	820—1564 / 1070
I нижняя пачка	3,9—14,8 / 9,4	19,0—70,4 / 60,0	5,7—14,1 / 8,0	4,1 (средн.)	1221—3191 / 2290
II	3,1—8,7 / 5,9	51,6—73,4 / 61,0	7,1—25,3 / 14,5	6,1 (средн.)	953—2789 / 1600
III	3,8—10,4 / 7,8	47,8—73,3 / 62,0	4,7—16,2 / 9,8	9,7 (средн.)	1160—3144 / 1985
IV	3,2—8,4	65,1—87,9 / 70,0	10,1—16,6 / 13,0	2,4 (средн.)	710—1437 / 970

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Лучшие по качеству пласты I (нижняя пачка), II и III.

Состав золы сланцев нижней пачки I пласта следующий: SiO_2 39,5%; Al_2O_3 19,6%; CaO 21,1%; MgO 3,4%; SO_3 8,5%; P_2O_5 1,2%.

Запасы сланцев подсчитывались по нижней пачке I пласта, по II и III пластам (Молодчиков, 1956ф). Они составляют по категории C_1 5456 тыс. *т* на площади 5,4 *км*² и отнесены к группе забалансовых.

ЛИПОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 8—10 *км* к юго-востоку от разъезда Буинск. Сланценосная свита мощностью от 1,8 до 2,7 *м* залегает на глинах кимериджского возраста и трансгрессивно перекрывается породами валанжина. Свита содержит пять пластов горючих сланцев. Суммарная мощность пластов от 0,8 до 1,7 *м*, составляя 34,4% мощности всей сланценосной свиты. Два верхних пласта сближены, остальные разделены сапропелевой глиной. Сланцы листоватого строения, темно-серого цвета. Качество их изучено недостаточно. Содержание золы от 51,6 до 74,7%, теплота сгорания ($Q_б^c$) от 1042 до 3100 *ккал/кг*.

Запасы по категории C_1 80 908 тыс. *т*.

ШИГАЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 45 *км* к юго-востоку от ст. Ибреси Казанской ж. д.

Сланценосная свита залегает на глубине от 59 до 116 *м*. Мощность ее от 0,38 до 3,9 *м*. Свита содержит четыре пласта горючих сланцев. Суммарная мощность всех прослоев сланцев 1,6 *м*. Верхние пласты сложного строения (пласт I включает два прослоя глины, а пласт II один прослой).

Качество сланцев изучено слабо. По имеющимся данным (Добрянский, 1947ф), содержание $W^л$ от 9,7 до 27,7%, A^c — от 48,8 до 72,8%. Теплота сгорания ($Q_б^c$) 1226—3581 *ккал/кг*. Элементарный состав горючей массы: C 60,9%; H 7,3%; O_2+N+S 31,8%.

Запасы по категории C_2 86 573 тыс. *т* (Васильев, 1958ф).

ВУРНАРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 5 *км* к северо-западу от ст. Вурнары. Здесь разведаны Южный Ораушский, Санарский, Ирарский, Мало-Яушский и Санарско-Сосинский участки. Общая разведанная площадь составляет 6400 *км*².

Сланценосные отложения, залегающие на глубине 18—67 *м*, подразделяются на две пачки: верхнюю — ракушник и нижнюю — плитняк. Верхняя пачка представлена глинистым горючим сланцем черного цвета. Мощность ее от 0,10 до 0,25 *м*, в среднем 0,14 *м*. Нижняя пачка сложена черным тонкоплитчатым горючим сланцем мощностью от 0,22 до 0,37 *м*. Залегает она или непосредственно под верхней пачкой, или отделяется от нее прослоем сидеритового мергеля мощностью 0,1—0,25 *м*.

Качество сланцев изучено слабо. Имеющиеся данные приведены в табл. 80, 81.

Элементарный состав органической массы (один анализ) следующий: C 61,6%; H 7,4%; O+N+S 31,0%.

Результаты сухой перегонки 2-го слоя сланцев следующие: смола 14,72%, пирогенная вода 9,1%, полукокс 66,2%, газ и потери 5,8%; C в сланце 32,9%, H 4,4%, N_2 0,8%, S 5,7%.

Состав золы сланцев (в %) характеризуется данными табл. 81.

Таблица 80

Результаты технических анализов горючих сланцев Вурнарского месторождения

Пачки	$W^{д}$, %	A^{c}, %	CO_2, %	$S_{общ}$, %	$Q_{б}^{c}$, *ккал/кг*
I (ракушник)	3,01—3,8	73,9—78,7	1,1—5,2	3,1—9,2	1969—2000
II (плитняк)	3,0 - 5,8	44,9—62,5	1,1—4,9	2,8—11,1	2758—4055

Таблица 81

Пачки	SiO_2	R_2O_3	CaO	MgO
I	7,4—45,1	23,2 - 38,6	4,6—10,9	2,8—3,2
II	36,4 - 47,8	14,2—39,3	7,3 - 17,1	2,2—6,2

По балансу запасов СССР на 1 января 1958 г. забалансовые запасы горючих сланцев составляют 8807 тыс. *т*.

УЛЬЯНОВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ульяновский сланценосный район расположен в Среднем Поволжье на территории юго-западной части Татарской АССР и северной части Ульяновской области.

Орографически территория района представляет часть платообразной Приволжской возвышенности, глубоко расчлененной речными долинами и оврагами. Ее пересекают реки Волга, Свияга, Сура и др. Наиболее высокие участки плато находятся на юге района, где абсолютные отметки достигают 350 *м* абсолютной высоты и более. Самые низкие участки приурочены к долине р. Волги.

Рассматриваемая площадь в геологическом отношении изучена достаточно хорошо. Первые сведения о наличии пластов горючих сланцев в отложениях верхней юры появились в 1895 г. В дальнейшем изучением сланценосности в различное время занимались А. П. Павлов, А. Д. Архангельский, Н. М. Страхов, А. Н. Розанов, П. И. Бутов, И. И. Зяблицкий, Б. В. Цванцигер, И. С. Забнин, С. К. Нечитайло и др.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

На территории Ульяновского сланценосного района развиты породы палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Однако на дневную поверхность выходят лишь мезозойские и кайнозойские осадочные образования, в то время как породы палеозоя, залегающие на значительной глубине, вскрыты только буровыми скважинами.

Самыми древними из мезозойских отложений являются верхнеюрские. Они представлены келловейским, оксфордским, кимериджским, нижневолжским и верхневолжским ярусами.

В основании верхней юры лежат морские глины и мергели келловейского яруса мощностью до 10 *м*.

Вышележащие отложения оксфордского и кимериджского ярусов состоят из светло-серых слабо известковистых глин, переходящих местами в мергель. Мощность их в среднем 35—40 *м*. Отложения нижневолжского яруса делятся на зоны, которые литологически отличаются друг от друга. Внизу лежит пачка светло-серых глин с прослоями мергеля. Эту пачку многие исследователи выделяют в так называемый ветлянский горизонт нижневолжского яруса, содержащий довольно богатую фауну. Здесь встречаются *Cylindroteuthis magnifica* d'Orb. и другие формы.

Выше лежит сланценосная свита, представляющая собой чередование темно-серых глин и коричнево-черных пластов горючего сланца. Эти слои относятся к зоне *Dorsoplanites panderi*. Глины и горючие сланцы содержат отпечатки разнообразных аммонитов, относящихся к родам *Dorsoplanites, Pavlovia, Zaraiskites* и др. Из белемнитов обычны *Cylindroteuthis absoluta* Fisch.

На размытой поверхности сланценосной свиты лежат слои двух зон: *Virgatites virgatus* Buch. и *Epivirgatites nikitini* Mich. В основании первой из этих зон лежит фосфоритовый прослой, выше сменяющийся пластом глауконитового песчаника или песка, над которым снова лежит фосфоритовый прослой, включающий ядра аммонитов.

Самая верхняя зона нижневолжского яруса представлена слабоизвестковистыми песчаниками с фауной *Epivirgatites nikitini* Mich. и др. Мощность всего нижневолжского яруса достигает 17—18 *м*.

Отложения верхневолжского яруса в северной части района характеризуются мощностью, не превышающей 1 *м*. Здесь они представлены зеленовато-серыми песчаниками. В южной части района отложения яруса сложены мергелями и мергелистыми песчаниками мощностью в несколько метров.

Нижнемеловые отложения распространены широко. В северной половине района они выходят на поверхность почти повсеместно. Среди них выделены валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы. Отложения валанжинского яруса сложены кварцево-глауконитовым песчаником с желваками фосфоритов мощностью не свыше 1 *м*. На размытой поверхности валанжина лежат темно-серые, почти черные глины готерива, мощность которых непостоянная и колеблется от 4 до 50 *м*. Отложения барремского, аптского и альбского ярусов однообразны. В основном это известковистые серые глины различных оттенков мощностью около 100 *м*.

Верхний мел сложен отложениями сеноманского, туронского, коньякского, сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов. Они выражены известковистыми породами — светло-серыми, иногда сильно окремненными мергелями и белым мелом общей мощностью до 130 *м*.

Палеогеновые отложения представлены преимущественно своим нижним отделом — палеоценом. В составе этих отложений, мощность которых достигает 200 *м*, развиты опоки, песчаники и опоковидные песчаники. Вышележащие слои царицынского яруса эоцена имеют небольшое распространение; сложены они пачкой песков и песчаников мощностью до 12—16 *м*.

Неоген представлен только плиоценом, отложения которого выполняют древние долины рек. В нижней части они сложены песками и галечниками, сменяясь выше песчано-глинистыми породами. Общая мощность их до 30 *м* (окраина г. Ульяновска).

Разнообразные по составу и генезису четвертичные отложения развиты повсеместно. Среди них широко распространены аллювиальные отложения (древне-, средне-, новочетвертичные и современные). Они слагают пойму и более древние надпойменные террасы.

В структурном отношении район приурочен к Ульяновско-Саратовской синеклизе. В пределах этой структуры осадочные породы полого наклонены на юго-запад. Угол наклона их колеблется от нескольких минут до 1—1,5°. На фоне пологого залегания выделяются более мелкие локальные поднятия и впадины второго порядка, в основном брахискладки. Наиболее ярко выражены Борлинские дислокации.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосная свита распространена на площади около 300 *км*². Выходы ее на поверхность отмечаются на правом берегу р. Свияги у с. Васильевки, в верховьях рч. М. Цильна, сел Старые и Средние Алгаши и на правом берегу р. Волги на протяжении 35—40 *км* от с. Большие Тарханы на севере до г. Ульяновска на юге, ниже которого свита погружается под уровень реки. Буровыми скважинами пласты горючих сланцев в Ульяновске вскрыты на глубине 120—200 *м*, в 9 *км* к западу от Ульяновска (с. Корсун) на глубине 280—300 *м*, а в 5 *км* к югу (с. Сенгилей) на глубине 150—160 *м*. Свита сложена серыми известковистыми глинами с пластами и прослоями горючих сланцев мощностью от 0,05 до 0,9 *м*. В свите содержится шесть-восемь пластов горючих сланцев. Мощность ее 6—7 *м* и в редких случаях достигает 8—11 *м*. Верхняя пачка (пласты 1, 2, 3, 4) отличается наибольшей мощностью и лучшим качеством. Они сближены между собой, суммарная мощность до 2—2,8 *м*. На долю сланца падает 1,2—1,7 *м*. Эта пачка по простиранию выдерживается, хотя отдельные пласты горючего сланца часто расщепляются или переходят в сапропелевую глину. Верхняя часть сланценосной свиты эксплуатируется. Нижняя же часть (пласты 5, 6, 7), отделенная от верхней серой глиной мощностью до 1,5 *м*, не эксплуатируется.

На территории рассматриваемого сланценосного района выявлено более 10 месторождений.

УНДОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Ульяновской области в 30 *км* к северу от г. Ульяновска.

Детальные геологоразведочные работы проводились в 1930—1932 гг. (И. И. Забнин). Разведанная площадь составляет 10,2 *км*².

Сланценосная свита, залегающая на глубине от 3,2 до 120,8 *м*, сложена серыми известковистыми глинами, чередующимися с пластами горючих сланцев. Свита содержит до семи-восьми пластов горючих сланцев. Мощность свиты изменяется от 1,9 до 6,8 *м*. Пласты горючих сланцев, а также вмещающие их глины не выдержаны по простиранию даже в пределах небольших по протяжению участков. Из общего количества пластов только пять верхних пластов промышленные. Суммарная мощность их изменяется от 1,05 до 2,5 *м*. Качественные показатели сланцев приведены в табл. 82.

Ундорские сланцы сернистые; общей серы в них содержится от 2,3 до 3,4% (табл. 83).

Смола сланцев имеет удельный вес около 0,97—0,99, фенолов в ней до 20%. Серы в смоле от 4,5 до 7%, оснований до 1,5%. Подсмольная вода содержит 3—4% аммиака. Результаты перегонки смолы показаны в табл. 84.

Состав золы ундорских сланцев (в %) приведен в табл. 85.

Анализ газа горючих сланцев показал следующий состав: CO_2 до 20,7%; O до 3,7%; N до 14,9%; CO до 0,8%; H до 10,6%, метана до 49,6% (по разности), тяжелые углеводороды до 1,3%.

Таблица 82

Результаты технических анализов горючих сланцев Ундорского месторождения

Индекс пласта	$W^{л}$, %	$A^{с}$, %	$CO_{2минер.}$, %	$Q^{с}_{б}$, *ккал/кг*
I	5,2—7,4 / 6,3	50,75—72,08 / 63,6	5,36—11,67 / 7,5	1612—3119 / 2430
II	5,0—6,0 / 5,6	59,45—75,72 / 68,5	6,08—14,3 / 9,9	1410—2394 / 1885
III	5,6—6,9 / 6,3	61,75—73,42 / 66,7	9,54—16,22 / 11,0	1378—2380 / 1790
IV	4,62—7,66 / 6,3	63,62—67,55 / 64,1	8,73—13,21 / 12,1	1792—2184 / 2000
V	5,5—6,92 / 6,1	62,9—68,1 / 64,8	2,55—13,61 / 10,5	1680—2932 / 2090
VI	4,51—4,7 / 4,6	64,84—71,37 / 68,8	8,1—12,96 / 9,8	1565—1740 / 1615
VII	3,6	65,51	17,81	
VIII	3,9	74,0	12,9	

Примечание. В числителе приведено максимальное и минимальное содержание компонентов, в знаменателе — средние показатели тех же компонентов.

Таблица 83

Результаты сухой перегонки ундорских сланцев (по Фишеру) в %

Индекс пласта	Смола	Пирогенная вода	Полукокс	Газ и потери	Сера общая	Азот
I	12,35	7,2	71,5	8,85	3,3	0,58
II	8,6	5,5	80,45	5,45	2,8	0,55
III	6,6	5,4	83,18	7,8	3,4	0,56
IV	8,07	5,5	80,4	6,1	3,03	0,5
V	9,7	5,2	79,39	5,7	2,38	0,57

Таблица 84

Фракции смолы	I пласт		II пласт	
	%	уд. вес	%	уд. вес
До 170° С	16	0,8912	20	0,8722
170—225° С	24	0,9343	23	0,9318
225—275° С	23	0,9986	20	0,9837
275—310° С	19	1,0257	11	1,0034
310—370° С	8	—	19	1,0420
Остаток	10	—	7	—

Примечание. Анализы заимствованы из работы А. Ф. Добрянского (1947 г.)

Таблица 85

SiO_2	R_2O_3	CaO	MgO	SO_3	R_2O
46,8	19,5	21,0	1,8	7,0	5,9
44,9	23,9	23,4	1,0	6,1	—

Запасы подсчитывались по I, II, III, IV, V и VII пластам (Молодчиков, 1956ф); они составили по категории C_1 1071 тыс. *т* на площади 0,5 *км*² и по категории C_2 7109 тыс. *т* на площади 2,7 *км*².

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. балансовые запасы горючих сланцев Ундорского месторождения по категориям $A+B+C_1$ составляют 26,8 млн. *т*, в том числе по категории B 25 млн. *т* и по категории C_1 1,8 млн. *т*. Забалансовые запасы составляют 91 *т*.

ЗАХАРЬЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Ульяновской области в 14 *км* к северу от г. Ульяновска. Оно разведывалось в 1930—1932 г. После перерыва разработка сланцев возобновилась в 1939 г. и продолжалась до 1947 г. Разведанная площадь 3,5 *км*².

Сланценосная свита мощностью 4,9 *м* (в среднем), залегающая на глубине от нескольких метров до 132 *м*, заключает семь-восемь пластов горючих сланцев суммарной мощностью от 1,8 до 3,2 *м* (в среднем 2,2 *м*). Рабочими пластами являются три верхних пласта. I (самый верхний) пласт средней мощностью 0,56 *м* состоит из двух пачек, разделенных глиной. II пласт отделен от I глиной мощностью 0,43 *м*. Пласт сложен глинистым горючим сланцем средней мощностью 0,57 *м*. III пласт расположен ниже II на 0,3 *м*. Мощность его изменяется от 0,1 до 0,65 *м*.

Качество горючих сланцев характеризуется данными табл. 86, 87.

Таблица 86

Результаты технических анализов горючих сланцев Захарьевского месторождения

Индекс пласта	$W^л$, %	A^c, %	CO_2минер., %	$Q_б^c$, *ккал/кг*
I	5,08	53,80—63,3	7,76—11,15	1979—3110
II	5,14	62,3—67,17	11,03—13,82	1780—1973
III	5,64	58,56—63,8	8,18—10,25	2287—2413
IV	—	75,08	12,57	—
V	—	79,2	11,71	—
VI	—	76,3	10,59	2
VII	—	73,64	7,47	1670

Таблица 87

Результаты перегонки по Фишеру в %

Индекс пласта	Смола	Пирогенная вода	Полукокс	Газ и потери	Сера общая	Азот
I	9,97	7,0	76,14	6,89	4,12	0,57
II	7,69	5,0	81,95	5,36	2,94	0,54
III	9,12	5,2	80,35	6,33	4,13	0,58

Запасы подсчитывались по I, II и III пластам (Молодчиков, 1956ф); они составили по категории C_1 1436 тыс. *т* на площади 0,9 *км*² и по категории C_2 46 222 тыс. *т* на площади 2,6 *км*².

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. балансовые запасы горючих сланцев Захарьевского месторождения составляют по категориям $A+B+C_1$ 6648 тыс. *т*, в том числе по категории B 1422 тыс. *т*, по категории C_1 5226 тыс. *т*. Забалансовые запасы составляют 4620 тыс. *т*.

МОСТОВСКОЕ (ПОДГОРОДНЕНСКОЕ) МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено вблизи г. Ульяновска, непосредственно примыкая к нему своей юго-восточной границей.

Разведочные работы проводились в течение ряда лет (1931—1932, 1939—1942 гг.) Московским и Средне-Волжским геологоразведочными трестами, а также трестом «Южуралуглеразведка», который в 1943 г. произвел пересчет ранее выявленных запасов.

Сланценосные отложения, распространенные на площади 15 *км*², залегают на глубине от 118 до 225 *м*. Продуктивная свита мощностью от 2,2 до 6,4 *м* содержит шесть-семь пластов горючих сланцев. Иногда число прослоев увеличивается до восьми-девяти. Суммарная мощность горючих сланцев изменяется от 0,9 до 2,8 *м* при среднем значении 1,8 *м*. Мощность же прослоев колеблется от 0,05 до 0,9 *м*. Для пластов характерно сложное строение и невыдержанность по мощности.

Качественная характеристика их приведена в табл. 88.

Выход смолы по I пласту 5,8%, по II пласту 6,5%. Промышленными являются верхние пять-шесть пластов.

Запасы подсчитывались по I, II, III, IV, V, VI пластам (Молодчиков, 1956ф); они составили по категории B 9280 тыс. *т* на площади 5 *км*² и по категории C_1 3131 тыс. *т*.

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. запасы горючих сланцев Подгородненского месторождения составляют по категориям $A+B+C_1$ 14 791 тыс. *т*, в том числе по категории A 1373 тыс. *т*, по категории B 5416 тыс. *т* и по категории C_1 8002 тыс. *т*. Забалансовые запасы 17 898 тыс. *т*.

БЕССОНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Татарской АССР, в 4 *км* к северу от пристани Ундоры, на правом берегу р. Волги.

Месторождение разведано в 1931—1932 гг. Научным институтом по удобрениям. Разведанная площадь составляет 11,6 *км*².

Сланценосная свита принадлежит зоне *Dorsoplanites panderi*. Мощность ее изменяется от 2,4 до 6 *м*. Свита содержит до семи пластов горючих сланцев суммарной мощностью от 0,85 до 2,47 *м*. Эти пласты сгруппированы в две пачки. Нижняя пачка содержит два пласта (VI и VII) средней мощностью 0,44—0,59 *м*. Она отделена от верхней пачки прослоем глины мощностью 0,2—2,5 *м*. Верхняя пачка включает пять пластов горючих сланцев (I, II, III, IV и V), мощность которых колеблется от 0,45 до 2,03 *м*.

Результаты технических анализов приведены в табл. 89.

Выход смолы по данным трех анализов для IV пласта 7,3%, для VI 2,02% и для VII 3,95%. При перегонке по Фишеру (Добрянский, 1947) получено: смолы 4,77%, пирогенной воды 1,17%, полукокса 80,7% и газа 2,64%.

Таблица 88

Результаты технических анализов горючих сланцев Мостовского месторождения

Индекс пласта	$W^{л}$, %	A^{c}, %	V^{c}, %	CO_2минер., %
I	4,0—17,4 / 8,8	58,77—85,2 / 72,7	20,73—44,0 / 31,1	5,8—16,64 / 9,1
II	4,24—18,56 / 9,1	52,98—85,63 / 67,4	18,0—46,04 / 34,7	6,61—17,08 / 10,1
III	3,98—18,12 / 9,2	62.21—80,34 / 68,3	23,29—50,42 / 33,6	8,4—12,3 / 10,5
IV	4,64—19,85 / 9,31	63,12—78,03 / 69,1	19,2—54,95 / 28,1	6,61—11,80 / 10,3
V	3,74—21,36 / 8,5	53,6—79,95 / 66,1	16,9—50,4 / 33,4	6,06—11,72 / 10,3
VI	4,3—16,03 / 7,9	49,7 · 78,12 / 68,2	15,92—51,67 / 31,5	8,6—11,8 / 10,4
VII	4,3—14,14 / 7,4	49,43—89,89 / 70,2	16,0—51,89 / 30,9	6,7—12,35 / 9,5

Индекс пласта	$S^{c}_{общ.}$, %	$Q^{c}_{б}$, *ккал/кг*	Удельный вес
I	1,66 7,72 / 2,5	1300—2935 / 2039	1,48—1,96 / 1,7
II	2,26—8,64 / 3,4	1337—2319 / 1969	1,46—2,04 / 1,6
III	2,65—8,64 / 3,5	1548—2192 / 1895	1,5—1,85 / 1,6
IV	2,6—9,52 / 3,1	1547—2245 / 1907	1,45—1,91 / 1,6
V	1,72—10,47 / 4,0	1213—2618 / 1992	1,43—1,86 / 1,7
VI	1,51—13,59 / 4,1	1382—2244 / 1781	1,46—1,83 / 1,6
VII	1,23—4,55 / 3,1	1339—2374 / 1625	1,52—2,08 / 1,7

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Состав золы сланцев Бессоновского месторождения следующий: SiO_2 43,9; Fe_2O_3 7,3; Al_2O_3 12,5; P_2O_5 0,5; CaO 19,5; MgO 2,1; SO_3 11,8.

Запасы сланцев подсчитывались по пластам I, II, III, IV, V, VI и VII (Молодчиков, 1956ф). Они составляют по категории C_2 10,4 млн. *т* и отнесены к группе забалансовых.

Таблица 89

Результаты технических анализов горючих сланцев

Пласты	Средняя мощность, *м*	A^{c}, %	$Q^{c}_{б}$, *ккал/кг*
I	0,36	39,7	3672
II	0,14	61,9	1386
III	0,23	64,9—69,9 / 68	1067—2019 / 1670
IV	0,34	58,1—77,6 / 61,2	1704—2058 / 1867
V	0,32	48,9—66,7 / 57,7	1753—3094 / 2252
Среднее по верхней пачке пластов	1,39	56,8	2342
VI	0,2	52,6—74,1 / 68,6	620—1476 / 1549
VII	0,24	58,8—70,0 / 68,7	1200—2152 / 1515
Среднее по нижней пачке пластов	0,44	68,6	1534

КАДЫШЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Татарской АССР в 2 *км* к юго-востоку от с. Кадышево. Оно разведано в 1931—1932 гг. Научным институтом по удобрениям.

Строение сланценосной толщи такое же, как на Бессоновском месторождении. Сланценосная свита залегает на глубине 30—50 *м* (в среднем). Мощность ее от 2,3 до 7,2 *м*. Она содержит до семи пластов горючих сланцев мощностью от 0,12 до 0,45 *м*. Суммарная мощность сланцев от 0,22 до 2,56 *м*, в среднем 1,6 *м*. На большей части обследованной площади (6,1 $км^2$) два верхних пласта отсутствуют.

Качественная характеристика приведена в табл. 90 (Молодчиков, 1956ф).

Таблица 90

Индекс пласта	A^{c}, %	$Q^{c}_{б}$, *ккал/кг*
II	60,14	1834
V	60,65	1622
VI	70,25	1237

Технические анализы сланцев по штольне № 1 (Стадников) приведены в табл. 91.

Таблица 91

Индекс пласта	$W^{л}$, %	A^{c}, %	CO_2, %	$Q_{б}^{c}$, ккал/кг
VI	5,5	71,7	18,3	—
VII	11,1	66,1	15,6	1834
VIII	9,8	60,6	15,1	1622

Запасы подсчитывались по II, III, IV, V, VI и VII пластам (Молодчиков, 1956ф) для площади, равной 5 *км*² (Центральная площадь), где они составили по категории C_3 11 329 тыс. *т*.

По балансу запасов СССР на 1 января 1958 г. забалансовые запасы горючих сланцев 14 367 тыс. *т*.

ВАСИЛЬЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 45—50 *км* к северо-западу от г. Ульяновска на правом берегу р. Свияги. Разведано оно в 1946 г. (Богатков, 1947ф) на площади около 80 *км*². Сланценосная свита, залегающая на глубине 60—70 *м*, мощностью 5,1 *м* (в среднем) содержит до девяти пластов горючих сланцев, суммарная мощность которых от 1,7 до 3,2 *м*.

Качественная характеристика сланцев приведена в табл. 92.

Таблица 92

Результаты технических анализов горючих сланцев Васильевского месторождения

Индекс пласта	$W^{л}$, %	A^{c}, %	V^{c}, %	CO_2, %	$S^{c}_{общ}$, %	$Q_{б}^{c}$, ккал/кг
I	6,43—7,56	27,63—41,48	34,87—42,02	0,25—1,05	4,29—5,84	3178—4449
	6,83	35,78	37,81	0,72	4,93	3704
II	5,38—5,87	51,4—53,73	26,93—31,97	1,02—2,53	2,49—2,56	2994—3322
	5,61	52,63	29,58	1,73	2,52	3108
III	3,85—4,14	54,99—57,69	20,2—24,46	7,18—8,98	1,26—2,31	2436—2658
	4,05	55,89	24,14	7,73	1,89	2500
IV	6,2—6,32	40,64—47,63	29,32—42,54	0,59—0,63	2,76—3,41	2994—3322
	6,26	44,14	36,13	0,61	3,09	3101
V	3,1—6,4	69,26—69,6	16,82—17.3	7,29—10,79	1,7—2,9	1302—1577
	4,66	69,42	17,05	8,94	2,26	1424
VI	3,56—7,5	56,14—72,4	13,05—24,58	4,6—4,89	1,85—2,98	1209—1979
	4,89	66,87	16,97	4,7	2,23	1471

Примечание. Анализы заимствованы из отчета А. А. Молодчикова (1956ф).

Результаты сухой перегонки по Фишеру (Богатков, 1947ф) показаны в табл. 93 (в %).

Зола горючих сланцев характеризуется данными табл. 94 (в %).

Запасы подсчитывались на площади 74 *км*² (Молодчиков, 1956ф). Они составляют по категории C_1 100 950 тыс. *т*.

Таблица 93

Индекс пласта	Смола на сланец	Полукокс	Газ и потери
I	11,7	75,2	8,2
II	7,7	81,5	7,0
III	10,2	76,5	8,9
IV	7,1	85,5	4,2

Таблица 94

Индекс пласта	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3
I	54,0	18,0	10,4	2,4	6,2
II	53,8	18,0	10,1	2,2	6,9
III	45,3	13,6	23,2	1,1	5,5
IV	50,4	23,4	9,3	1,8	4,2

АЛГАШИ-ШАЙМУРИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на территории Татарской АССР в 55 *км* к северо-западу от г. Ульяновска, на левом берегу р. Свияги.

Месторождение разведано в 1946 г. (Богатков, 1947ф). Сланценосная свита мощностью 2,7 *м* (в среднем) распространена на площади 49,6 *км*². Она содержит до пяти пластов горючих сланцев мощностью от 0,05 до 0,5 *м*. Суммарная мощность горючих сланцев изменяется от 1 до 1,9 *м* при средней величине 1,4 *м*.

Качество сланцев изучено только по пяти пробам (табл. 95).

Зола сланцев характеризуется данными табл. 96 (в %).

Таблица 95

Индекс пласта	W^{c}, %	A^{c}, %	V^{c}, %	CO_2, %	$S^{c}_{общ}$, %	$Q_{б}^{c}$, ккал/кг
I	9,2	60,8	22,0	3,7	1,5	1946
II	8,2	38,7	30,1	1,8	4,2	3523
III	3,6	61,9	16,4	9,6	1,5	1654
V	5,9	45,2	28,6	4,2	3,3	3085
VI	4,2	57,4	20,7	4,6	2,2	2447

Таблица 96

Индекс пласта	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3
I	55,7	23,2	11,2	2,1	2,8
II	56,4	10,2	8,7	4,1	3,1
III	38,0	13,2	30,1	1,8	5,1
IV	47,7	18,2	14,4	1,9	8,1
V	45,2	17,4	18,7	1,5	7,5

Запасы подсчитывались на площади 496 *км*² по пластам I, II, III, IV, V, VI; они составили по категории C_2 855,6 млн. *т* (Молодчиков, 1956ф).

ЛЕВО-СВИЯЖСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на левом берегу р. Свияги в 35—40 *км* к северу от г. Ульяновска. Геологопоисковые работы проведены в 1942 г. на площади 50 *км*².

Сланценосная свита, залегающая на глубине 25—38 *м*, содержит в основном до семи пластов горючих сланцев. В некоторых скважинах встречено до 10 пластов и прослоев. Суммарная мощность их изменяется от 1 до 2 *м*. I и II пласты сложены коричневым сланцем. Нижние

пласты (III, IV, V, VI и VII) представлены темно-серыми сланцами, часто состоящими из двух или трех пачек, разделенных глиной.

Результаты технических анализов приведены в табл. 97 (Добрянский, 1947ф).

Таблица 97

Результаты технических анализов горючих сланцев Лево-Свияжского месторождения

Скважины и пласты	$W^{л}$, %	A^{c}, %	$A^{c}+CO_2$, %	CO_2, %	$S^{c}_{общ}$, %	$Q^{c}_{б}$, *ккал/кг*	$Q^{г}_{б}$, *ккал/кг*
Скв. 101, пласты I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X	4,9—7,2 / 5,8	54,4—76,7 / 62,9	60,3—85,1 / 70,8	4,4—12,2 / 7,8	Ср. 3,4	1150—2810 / 1840	6584
Скв. 100, пласты I, II, III, IV, V, VI	5,6—7,1 / 6,8	43,1—69,7 / 68,2	48,0—75,6 / 76,5	4,8—11,2 / 8,2	Ср. 6,2	1420—3620 / 2050	6592
Скв. 102	Ср. 6,5	67,8	72,1	4,2	3,5	2150	6693
Скв. 115	Ср. 5,7	58,2	62,5	4,3	4,1	2880	

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Элементарный состав горючей массы (в %) характеризуется данными табл. 98.

Таблица 98

Скважины	$C^{г}$	$H^{г}$	O+N+S
100	60,9	6,8	32,3
101	60,4	6,8	32,8
102	61,9	7,0	31,1
100	64,0	7,2	28,8
Среднее . .	61,8	7,0	31,2

Результаты сухой перегонки (в %) горючих сланцев, по Фишеру, приведены в табл. 99.

ЕМБУЛАТОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на правом берегу р. Карлы (правый приток р. Волги), в 55 *км* к западу от с. Тетюши.

Сланценосная свита мощностью 3 *м* распространена на площади 3,1 *км*². Она содержит до пяти пластов горючих сланцев суммарной мощностью 1,5 *м*.

По балансу СССР на 1 января 1957 г. балансовые запасы горючих сланцев по категории C_2 составляют 5580 тыс. *т*.

Таблица 99

Скважины и пласты	Смола на сланец	Полукокс	Пирогенная вода	Газ и потери	Смола на кероген
Скв. 101, пласты I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X	3,9—10,7 / 7,6	77,1—90,4 / 84,2	2,2—4,8 / 3,2	3,8—7,8 / 5,0	23,0—31,3 / 26,0
Скв. 100, пласты I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X	4,0—17,8 / 8,8	67,6—89,9 / 81,4	3,9—6,5 / 3,6	3,1—9,8 / 6,2	16,4—34,2 / 37,6
Скв. 102	5,6	80,7	9,5	7,7	20,0
Скв. 115	6,8	75,7	13,2	4,9	18,1

Примечание. В знаменателе приведены средние величины. Запасы не подсчитывались.

ЯМАНЧУРИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на левом берегу р. Карлы, в 2 *км* к северу от д. Яманчурино.

Сланценосная свита мощностью 3—4 *м* распространена на площади 1,8 *км*².

Балансовые запасы горючих сланцев по категории C_2 составляют 3120 тыс. *т* (Молодчиков, 1956ф).

НОВО-ШАЙМУРЗИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на левом берегу р. Б. Тальцы, вблизи с. Ново-Шаймурзино.

Строение сланценосной свиты аналогично Ембулатовскому месторождению. Она распространена на площади 12 *км*². Забалансовые запасы сланцев составляют 21 600 тыс. *т* (Молодчиков, 1956ф).

ШУМОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 30 *км* к северу от г. Ульяновска. Разведанная площадь месторождения 69,7 *км*². Сланценосная свита мощностью 2,6 *м* содержит семь пластов горючих сланцев мощностью от 0,06 до 0,31 *м*. Суммарная мощность верхних шести пластов 1,36 *м*. Они содержат: A^{c} 55—74%; CO_2 7,8—13,5%; $Q_{б}^{c}$ 1600—2800 *ккал/кг*. На 1 января 1963 г. балансовые запасы горючих сланцев по категории C_2 составляют 112 400 тыс. *т*. Забалансовые запасы составляют 97 800 тыс. *т*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горючие сланцы Ульяновского сланценосного района, несмотря на благоприятное географическое положение, разведаны еще недостаточно. Судя по имеющимся немногочисленным анализам, они могут использоваться не только как топливо, но и как сырье для химической промышленности.

СЫЗРАНСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Эта группа месторождений расположена в пределах Жигулевских дислокаций. Здесь известны месторождения Кашпирское и Самарской Луки.

КАШПИРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Куйбышевской, Саратовской и Ульяновской областей, в 12 *км* южнее г. Сызрани и в 3 *км* к юго-востоку от пос. Кашпир.

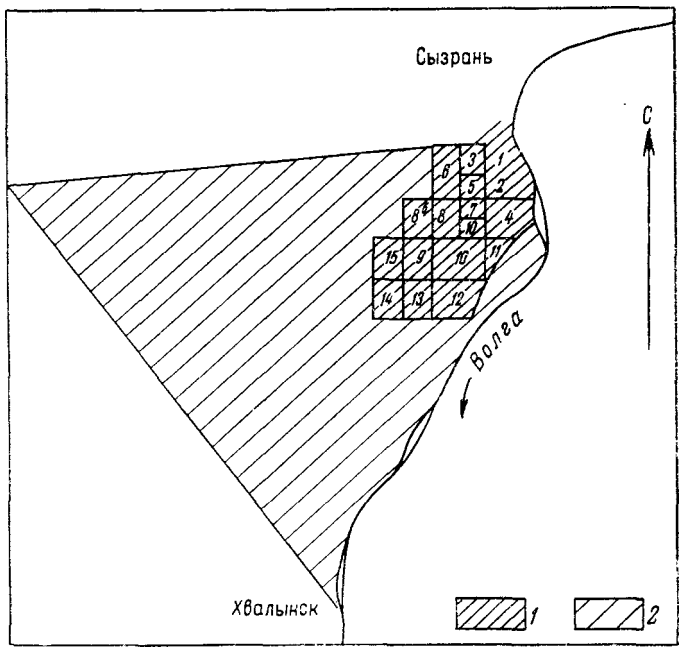


Рис. 28. Обзорная карта Кашпирского месторождения

1 — участок детальной разведки; *2* — участок поисковой разведки

Месторождение занимает возвышенную часть правобережья р. Волги, представляющую степное плато, сильно расчлененное овражной сетью. Наибольшие абсолютные отметки плато, достигающие 213 *м*, находятся в юго-западной части месторождения. К северу, к долине р. Сызранки, плато понижается до 100 *м*, а на северо-западе — до 45—50 *м*. Восточная часть плато круто обрывается к долине р. Волги и прорезается короткими и глубокими оврагами.

Кашпирское месторождение известно с конца XVIII в.

Геологические исследования района месторождения проводились неоднократно, поэтому он изучен достаточно хорошо. Впервые добыча горючих сланцев на месторождении была осуществлена в 1919 г. Геологоразведочные работы на месторождении периодически проводились различными организациями (в 1930—1934 гг., 1939—1940 гг., 1951—1952 гг. и 1954—1957 гг.). В результате их были детально разведаны участки № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8-бис, 9, 10, 10-бис, 11, 12, 13, 14, 15. Кроме того, были проведены поиски на площади, расположенной к югу и западу от детально разведанных участков (рис. 28).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Наиболее древние породы, изученные в пределах Кашпирского месторождения, — карбоновые известняки и доломиты. Выходы этих пород наблюдаются в районе г. Сызрани. Скважинами они вскрыты более чем на 1000 *м*.

Среднеюрские отложения (байосский и батский ярусы), залегающие несогласно на карбоновых породах, характеризуются мощностью до 26 *м*. Они представлены пестроокрашенными глинами с прослоями песков.

В разрезе верхней юры выделяются (рис. 29) осадки келловейского, оксфорд-кимериджского и волжского ярусов. Келловей представлен серыми и темно-серыми глинами с прослоями мелкозернистых песков и алевритов. Мощность пород до 18—20 *м*. Нерасчлененные отложения оксфорда и кимериджа мощностью до 75 *м* состоят из голубовато-серых и серых известковистых глин с мелкими конкрециями фосфорита и пирита.

Выше лежит сланценосная толща нижневолжского яруса, расчленяющаяся на два горизонта. Нижний — продуктивный (зона *Dorsoplanites panderi*) сложен серыми мергелистыми глинами и пластами горючих сланцев. Мощность его от 7 до 15 *м*. Верхний горизонт (зона *Virgatites virgatus*) сложен зеленовато-серыми и темно-зелеными известковистыми песчаниками с желваками фосфоритов. Мощность его 0,4—0,6 *м*.

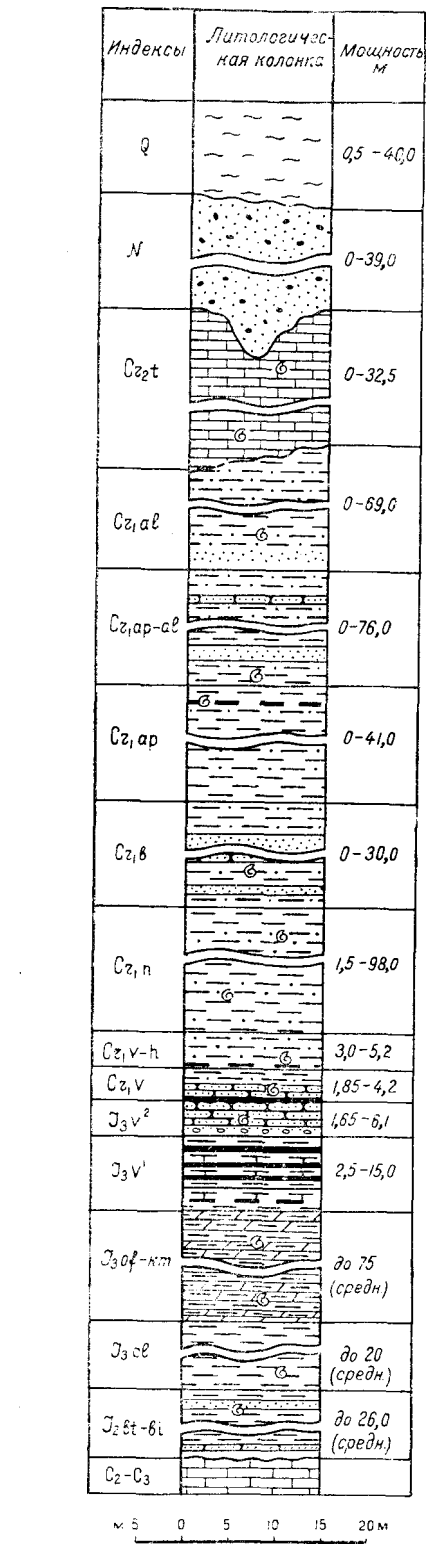


Рис. 29. Сводный стратиграфический разрез Кашпирского месторождения (по П. С. Черняеву)

1 — суглинки; *2* — глины; *3* — песчаные глины; *4* — сапропелевые глины; *5* — мергелистые глины; *6* — известковистые глины; *7* — пески; *8* — пески с конгломератами; *9* — песчаники; *10* — известняки; *11* — горючие сланцы; *12* — фауна

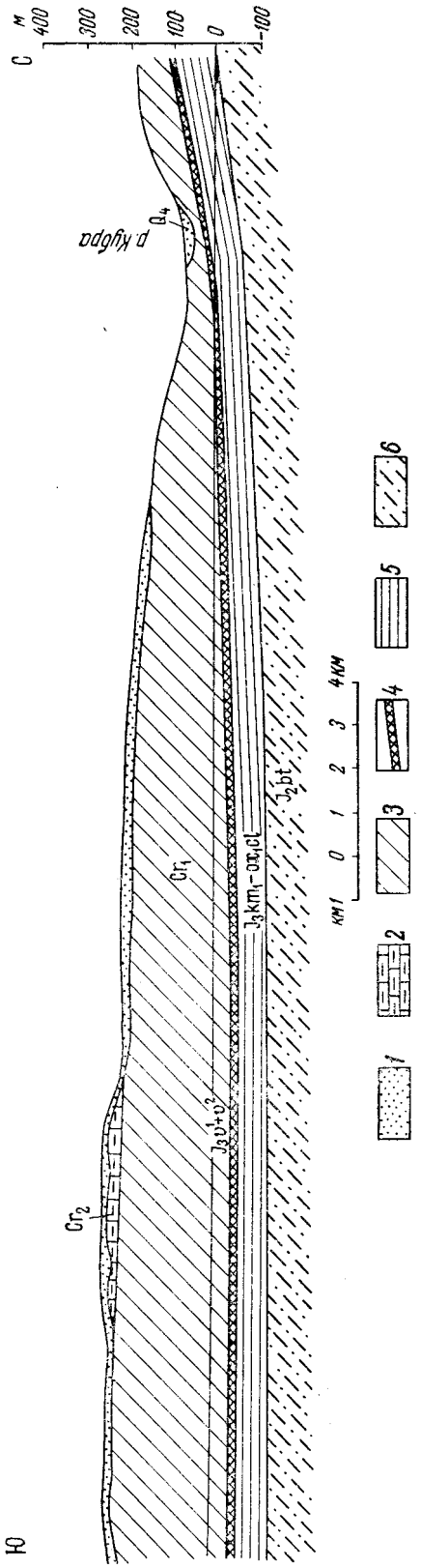


Рис. 30. Схематический геологический разрез по Кашпирскому месторождению

1 — Q_{IV} — новочетвертичные отложения; *2* — Cr_2 — верхнемеловые отложения; *3* — Cr_1 — нижнемеловые отложения; *4* — $J_3v_1+v_2$ — верхнеюрские отложения, верхневолжский и нижневолжский ярусы, внизу горизонт черных сланцев; *5* — $J_3km_1+ox_1cl$ — верхнеюрские отложения, кимериджский, оксфордский, келловейский ярусы; *6* — J_2bt — среднеюрские отложения, батский ярус

Отложения верхневолжского яруса, представленные известковистыми песчаниками светло-серого цвета с желваками фосфоритов мощностью до 6 *м*.

Нижнемеловые отложения развиты наиболее широко на территории месторождения. Они несогласно залегают на подстилающих породах. Разрез их начинается валанжинскими кварцево-глауконитовыми песчаниками с желваками фосфоритов и прослоями угля. Выше по разрезу следует готерив-барремские глины темно-серые слоистые, загипсованные и пиритизированные, с прослоями кварцево-глауконитовых песков общей мощностью до 130 *м*.

Залегающие выше нерасчлененные отложения аптского и альбского ярусов сложены черными и темно-серыми толстослоистыми глинами с прослойками кварцево-глауконитовых песков. Мощность отложений достигает 180 *м*.

Верхнемеловые отложения залегают несогласно на альбских породах. Они выражены туронскими известняками мощностью до 32,5 *м*.

Неогеновые отложения (акчагыльский ярус) представлены разнозернистыми светло-серыми глинистыми песками мощностью до 40 *м*. Они несогласно залегают на различных породах меловой системы.

Четвертичные отложения распространены почти повсеместно. В составе их пески, суглинки, глины мощностью до 40 *м* (в долинах рек).

Мезо-кайнозойские отложения собраны в пологую брахиантиклинальную

складку северо-восточного простирания, располагающуюся на южном пологом крыле Жигулевского поднятия. Углы падения пород до 1°. В редких местах достигают 10°.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Как отмечено выше, горючие сланцы приурочены к отложениям нижневолжского яруса (зона *Dorsoplanites panderi*). Глубина залегания сланценосной свиты колеблется в широких пределах — от 16 до 328 *м*, залегание ее почти горизонтальное (рис. 30). Горючие сланцы установлены на площади 237 *км*² (баланс запасов 1959 г.). В пределах детально разведанной площади выделено 17 участков. В северной части месторождения находятся участки № 1, 2, 3, 5, 6. На участках № 1 и 2 расположены действующие и строящиеся шахты. Участки № 3, 5 и 6 детально разведаны. Мощность сланценосной свиты в этой части месторождения изменяется от 5 до 7 *м*.

Свита содержит три пласта горючих сланцев (рис. 31). В основании залегает пласт III (нерабочий) средней общей мощностью 0,3 *м*. Пласт местами однородный, иногда сложного строения. На участке № 2 он состоит из двух пачек мощностью 0,07—0,2 *м*, разделенных прослоем известковистой глины мощностью 0,2—0,4 *м*.

Пласт II залегает на 1,2 *м* выше пласта III. Суммарная мощность пласта от 0,32 до 4,2 *м*. Он распространен повсеместно и состоит из трех пачек. Нижняя пачка мощностью 0,05—0,58 *м* сложена сильно глинистым горючим сланцем, часто переходящим в сапропелевую глину.

Средняя пачка отделена от нижней известковистой глиной, мощность которой изменяется от 0,14 до 0,95 *м*. Эта пачка тоже развита повсеместно. Она представлена темно-коричневым сланцем и характеризуется мощностью от 0,05 до 0,47 *м*. Особенно резкие колебания мощности наблюдаются на участках № 3, 5, 6.

Верхняя пачка расположена выше средней на 0,05—1,7 *м*. Она также прослежена на всей площади разведанных участков. Мощность ее от 0,08 до 0,5 *м*. Пачка сложена темно-коричневым сланцем. В почве и кровле ее лежит известковистая глина.

Пласт I лежит выше пласта II на 0,07—1,65 *м*. Распространен повсеместно. Мощность его от 0,1 до 0,8 *м*. Пласт простого строения, за исключением участков № 5 и 6, где в пласте наблюдаются породные прослои. Пласт сложен желтовато-бурым горючим сланцем. В почве и кровле его лежат глины.

В южной части месторождения расположены разведанные участки № 4, 7, 8, 8-бис, 9, 10, 10-бис, 11, 12, 13, 14, 15.

Мощность сланценосной свиты в данной части месторождения от 6 до 15 *м*. Мощность пластов горючих сланцев от 0,52 до 2,93 *м*. Коэффициент сланценосности от 6 до 25. Свита также содержит три пласта горючих сланцев (рис. 32).

Пласт III, залегающий в основании свиты, развит на южном участке и на участке № 9. На последнем он представлен сапропелевой глиной и сложен двумя пачками мощностью 0,1—0,20 *м*.

Пласт II лежит на 0,5 *м* выше пласта на участке № 9. На остальной площади это расстояние увеличивается до 4,5 *м*. Мощность пласта от 0,41 до 2,82 *м*.

Пласт сложного строения и состоит из трех пачек. Нижняя пачка развита неповсеместно. Мощность ее от 0,05 до 0,4 *м*. Только в районе

г. Хвалынска она представлена метровым слоем сильно глинистого горючего сланца.

Средняя пачка отделена от нижней известковистой глиной мощностью 0,05—1,03 *м*. Эта пачка развита повсеместно и сложена темно-коричневым сланцем мощностью 0,06—0,43 *м*.

Верхняя пачка расположена выше средней на 0,2—0,95 *м*. Она прослежена на площади всех участков. Мощность ее от 0,05 до 0,37 *м*.

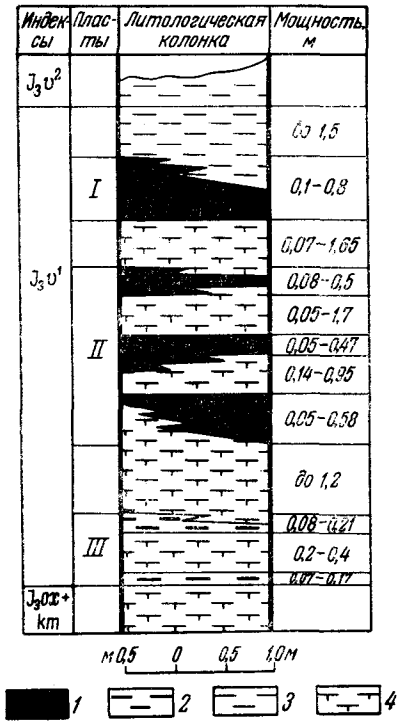


Рис. 31. Строение сланценосной свиты Кашпирского месторождения (северная часть)

1 — горючий сланец; *2* — сапропелевая глина; *3* — глина; *4* — известковистая глина

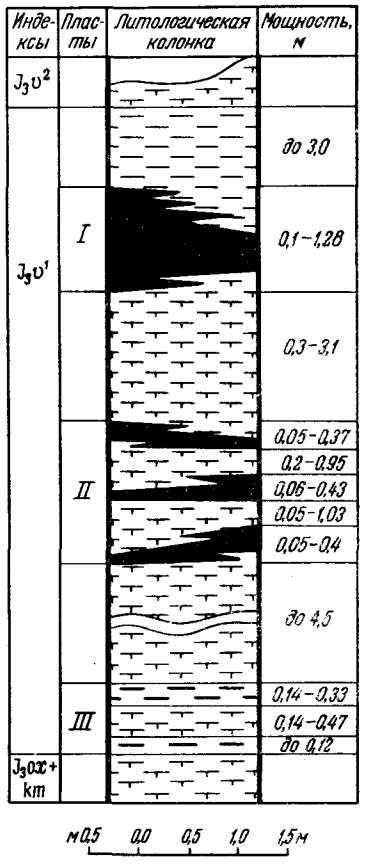


Рис. 32. Строение сланценосной свиты Кашпирского месторождения (южная часть)

Условные обозначения см. к рис. 31

В общем, на южном участке происходит уменьшение ее мощности. Пачка сложена темно-коричневым сланцем. В почве и кровле ее лежит известковистая глина.

Пласт I находится выше пласта II на 0,3—3,1 *м*. Мощность пласта от 0,1 до 1,28 *м*. В южной части месторождения мощность пласта, в общем, больше, чем в северной. Здесь она увеличивается в направлении участков № 12, 13, 14 и на юго-запад до участка № 15.

Далее на юг и запад наблюдается медленное уменьшение мощности пласта до 1,0 *м* на юге (г. Хвалынск) и до 0,9 *м* на западе.

Пласт простого строения, развит повсеместно. Он представлен желтовато-бурым сланцем. На детально разведанном участке № 9 этот

пласт довольно выдержанный, мощность его 1—1,2 *м* (рис. 33). Лишь одна скважина вскрыла пласт мощностью менее 1 *м*, а другая — более 1,4 *м*. В почве и кровле пласта распространены известковистые глины. Кроме того, плиты горючих сланцев вскрыты скважинами на левом берегу р. Волги (участок Левобережный; см. рис. 33).

По качественным показателям пласты горючих сланцев резко отличаются друг от друга. В табл. 100, 101 приведены средние и крайние величины качественных показателей кашпирских сланцев. При общей высокой зольности всех пластов худшей является нижняя пачка II пласта. Зольность ее на участке № 9 достигает 71%. Наибольшая теплота сгорания наблюдается в I и II (верхняя пачка) пластах, где она составляет 2400—2500 *ккал/кг* (на сухой сланец).

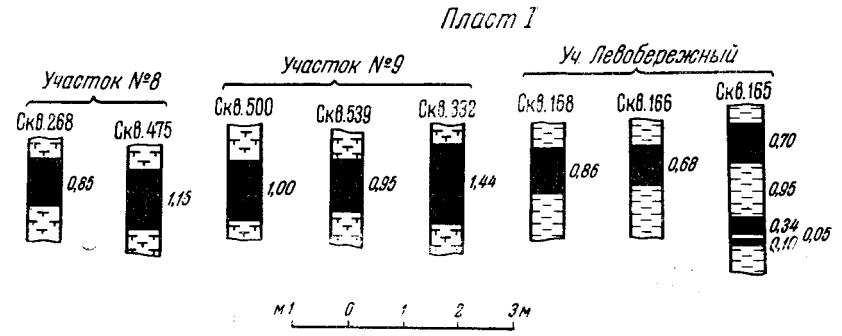


Рис. 33. Строение пластов Кашпирского месторождения (по А. А. Молодчикову)

Условные обозначения см. к рис. 31

Сланцы в основном многосернистые. Распределение серы по пластам и по категориям сернистых соединений изучено недостаточно. В табл. 102 приведены (в %) следующие данные (Добрянский, 1947):

На всех участках I и II пласты (верхняя и средняя пачки), в общем, наименее зольны и дают наибольшую теплоту сгорания. Выход смолы в таких пачках изменяется в пределах 10—13% (табл. 103).

Результаты перегонки смолы следующие (Добрянский, 1947).

Температура, °С	Фракции, %
100—150	1,04
150—170	1,45
170—225	8,23
225—275	14,95
275—310	21,90
310—350	23,53

Элементарный состав смолы (в %) приведен в табл. 104.

Вязкость отбензиненной смолы (I) Э50—3,73%, фенолов 3,61%, оснований 3,3%, карбоновых кислот 0,082%; фракций до 200° 4%, от 200 до 300° 31%, от 300 до 350° 24% и выше 350° 41%.

Анализ бензиновых фракций дает следующие данные: удельный вес 0.905, S 11%, N 0,33%, C 75,93%, H 9,3% и O 3,37%.

Состав золы сланцев (в %) приведен в табл. 105.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Верхнеюрские отложения на площади месторождения характеризуются благоприятными гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями эксплуатации. Незначительная водоносность пород

Результаты технических анализов

Участки	Пласты и пачки	A^c, %	W^a, %	V^c, %	V^r, %
4, 5, 6, 9, 10-бис, 10, 11, 12, 13, 14, 15, Поисковый	I	45,49—52,2 / 49,99	1,91—4,96 / 2,65	28,25—37,63 / 31,9	69,61—91,18 / 86,5
4, 5, 6, 10-бис, 10, 11, 12, 13, 14, 15, Поисковый	II, верхняя пачка	49,98—68,22 / 60,2	2,21—3,84 / 3,0	24,16—34,97 / 29,7	79,26—90,6 / 86,6
4, 5, 6, 10-бис 10, 11, 12, 13, 14, 15	II, средняя пачка	53,07—63,91 / 61,7	2,61—3,86 / 3,08	23,0—37,0 / 37,0	81,20—98,0 / 88,5
4, 5, 6, 10-бис, 11, 12, 13, 14, 15	II, нижняя пачка	61,80—68,67 / 66,48	2,42—3,45 / 2,78	15,42—30,61 / 20,1	64,21—90,75 / 85,5

Примечание. Значение A^c несколько занижено в связи с тем, что не учтено содержание CO_2.

сланценосной свиты и отсутствие водообильных водоносных горизонтов в перекрывающих отложениях обусловили слабое обводнение месторождений.

Продуктивные отложения, представленные глинами, достаточно устойчивы при проходке горных выработок.

ЗАПАСЫ

Запасы сланцев Кашпирского месторождения в 1952 г. исчислялись в 105,9 млн. *т* по категориям $A+B+C_1$.

Данные по запасам приведены в табл. 106 (Молодчиков, 1956ф).

В 1956 г. был произведен подсчет запасов сланцев по состоянию их на 1 января 1955 г. (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958). По данной сводке балансовые запасы составляют 144 млн. *т*, а забалансовые — 75 млн. *т*.

Запасы горючих сланцев по участкам на 1 января 1958 г. приведены в табл. 107 (Черняев, 1958ф).

По балансу запасов СССР на 1 января 1962 г. запасы сланцев составляют по категориям $A+B+C_1$ 708,5 млн. *т*, в том числе по категории A 335,8 млн. *т*, по категории B 73 млн. *т* и по категории C_1 299,6 млн. *т*, забалансовые 136,8 млн. *т*.

В 1962 г. добыча составляла 1307 тыс. *т* (по трем шахтам).

В 1963 г. добыча увеличилась до 1386 тыс. *т*. Обеспеченность действующих шахт запасами категорий $A+B+C_1$ характеризуется данными табл. 108.

По качеству кашпирские сланцы пригодны не только для энергетических целей, их можно использовать и как сырье для химической промышленности. В связи с благоприятным географическим положением Кашпирское месторождение имеет большое промышленное значение.

Таблица 100

сланцев Кашпирского месторождения

CO_2^a, %	CO_2^c, %	$S^c_{общ.}$, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*	$Q_б^r$, % *ккал/кг*	Удельный вес
14,36—18,25 / 17,4	4,97—15,89 / 11,5	3,05—5,11 / 4,16	2371—2877 / 2583	7565—8449 / 7945	1,71—1,97 / 1,91
8,14—18,25	4,21—12,34	2,72—4,76 / 3,78	1688—2852 / 2402	6607—8449 / 7736	1,95—2,21 / 2,04
6,98—11,06 / 9,8	4,51—5,87 / 5,4	1,98—4,38 / 2,9	2005—2706 / 2178	6202—8110 / 7616	1,88—2,08 / 2,01
5,62—13,12 / 11,0	5,53—8,19 / 7,1	0,89—2,79 / 1,56	1386—2128 / 1685	7010—8136 / 7501	2,17—2,34 / 2,24

Таблица 101

Состав органического вещества сланцев Кашпирского месторождения[1]

Участки	Пласты и пачка	C^r, %	H^r, %	S^r, %	$(Q+N)^r$
4, 10-бис, 10, 12, 13, 14, 15	I	59,50—71,10 / 65,46	5,12 - 9,78 / 7,60	4,22—9,45 / 7,19	11,38—24,70 / 19,72
4, 10-бис, 10, 12, 13, 14, 15	II, верхняя пачка	62,20—75,20 / 67,05	4,12—9,80 / 7,46	3,50—11,30 / 7,47	4,70—21,88 / 18,02
4, 10-бис, 10, 12, 13, 14, 15	II, средняя пачка	62,00—72,80 / 67,42	5,27—10,45 / 7,86	4,83—10,60 / 6,49	6,81—23,84 / 18,88
4, 10-бис, 10, 12, 13, 14, 15	II, нижняя пачка	54,50—73,80 / 64,55	5,64—10,90 / 8,87	1,23—5,97 / 4,19	8,40—35,27 / 22,39

[1] По данным Челябинского геологоразведочного треста.

Примечание. В знаменателе приведена средняя величина.

Таблица 102

Сернистость	Пласт I	Пласт II (верхняя пачка)
Общая сера	8,32	4,7
Пиритная сера	4,13	2,03
Сульфатная сера . . .	0,29	0,24
Органическая сера . .	4,0	2,42

Таблица 103

Результаты перегонки по Фишеру сланцев Кашпирского месторождения (в %)

Участки	Пласты и пачки	Выход смолы	Подсмольная вода	Полукокс	Газ
4, 6, 9, 10-бис, 10, 11, 12, 13, 14, 15, Поисковый	I	10,43—14,87 / 13,48	1,36—8,94 / 3,35	73,66—79,19 / 74,7	5,62—11,38 / 8,8
10-бис, 11, 12, 13, 14	II, верхняя пачка	10,02—12,46 / 11,5	1,95—2,87 / 2,3	74,28—80,19 / 77,3	7,82—9,13 / 8,3
10-бис, 10, 11, 12 13, 14	II, средняя пачка	9,66—11,63 / 10,4	1,44—2,17 / 1,8	79,34—81,81 / 80,6	6,75—7,85 / 7,3
10-бис, 10, 11, 12 13, 14	II, нижняя пачка	5,01—7,84 / 6,4	1,14—2,28 / 1,7	78,94—88,87 / 85,3	4,84—7,59 / 5,7

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Таблица 104

Смолы	C	H	S	N	O	Удельный вес
I отбензиненная смола	80,24	9,10	7,75	0,89	2,02	1,075
II легкая смола	77,29	8,75	10,4	0,47	3,09	0,951
III другие смолы	70,67	8,77	7,43	0,92	12,2	—
IV	73,7	8,8	7,1	0,8	9,1	—

Таблица 105

Пласты	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	Примечание
II	52,42	13,25	6,5	16,13	2,02	—	6,35	Стадников
III	48,23	17,77	6,03	22,3	1,76	—	6,28	
I	31,03	14,47		45,67	2,92	—	15,56	
II	49,10	21,52		14,35	3,32	—	10,43	Вольский завод
III	40,0	17,06		34,23	3,04	—	5,11	
IV	39,55	16,86		27,76	2,99	—	9,99	

Таблица 106

Участки	Балансовые A_2+B+C_1, млн. *т*	Забалансовые
Северная часть месторождения (участки 1, 2, 3)	93,6	—
Южная часть месторождения (участники 8,8-бис, 9, 10, Южный, Левобережный)	280,8	—
Южная часть месторождения (участки 4, 7, 8, 8-бис, 10, Южный)	—	68,1
Северная часть месторождения (участки 1, 2, 3, 5, 6)	—	47,0

Таблица 107

Участки	Запасы A_2+B+C_1, млн. *т*	Промышленные запасы, млн. *т*
Северная часть месторождения (участки 5 и 6)	14,2	7,3
Южная часть месторождения (участки 10, 10-бис, 11, 12, 13, 14, 15)	257,7	214,6
Всего . . .	271,9	222,0

Таблица 108

Шахты	Добыча, тыс. *т*	Балансовые запасы по кат. A+B+C₁	Обеспеченность запасами в годах
№ 1	319	7 255	10
№ 5/6	524	9 956	29
№ 3	543	30 623	45

Наличие значительного количества населенных пунктов и удобные транспортные связи способствуют быстрому его освоению. В настоящее время основными потребителями кашпирских сланцев являются Сызранская ТЭЦ и Кашпирский сланцеперегонный завод.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ САМАРСКОЙ ЛУКИ

В районе Самарской Луки выходы горючих сланцев нижневолжского яруса наблюдаются в нескольких пунктах. Они известны у Красного оврага, у д. Бакалейки, между Батраками, Костычами и другими селами. В одном из этих пунктов мощность сланценосной свиты 3,4 *м*. Она содержит четыре прослоя горючих сланцев (0,25; 0,35; 0,15 и 0,1 *м*). В районе пос. Батраки два сланцевых пласта мощностью 0,25—0,35 *м* разделены слоем глины мощностью 0,4 *м*, $Q_б^c$ до 2100 *ккал/кг*, A^c 64—74%.

По данным А. Н. Розанова (1927), в Пустынном овраге сланценосная свита достигает мощности 4,1 *м*, полезная же мощность пласта горючих сланцев составляет 0,85 *м*.

ОБЩЕСЫРТОВСКИЙ СЛАНЦЕВЫЙ РАЙОН

Рассматриваемый район находится на территории Куйбышевской, Саратовской и Оренбургской областей.

На севере района расположено Торпано-Гришкинское месторождение, южнее располагается группа собственно Общесыртовских месторождений (Ново-Николаевское, Макаровское, Кумраси-Гнедовское, Андреевское и Фитальское) и Больше-Черниговское месторождение; на юго-западе и западе находятся Коцебинское, Больше-Глушицкое и Дергуновское месторождения. В юго-восточной части района расположено Иртек-Ембулатовское месторождение.

Описываемая территория занимает водораздельное плато бассейнов рек Бузулука, Б. Иргиза и Чаган, представляющее собой холмистую равнину с абсолютными отметками до 200—300 *м*.

Первые сведения о горючих сланцах известны с 1870 г. (И. Синцов). Несколько позднее (с 1876 по 1886 г.) сланцы изучались М. Новаковским и А. Зайцевым, а с 1904 по 1911 г. Л. Прасоловым, С. Неуструевым и Н. М. Розановым. Геологоразведочные работы начались с 1927 г. (Н. М. Попов).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В пределах района обнажаются триасовые, юрские, меловые, неогеновые и четвертичные отложения.

Нижнетриасовые отложения (бузулукская, тананыкская, ромашкинская) свиты, трансгрессивно залегающие на породах татарского яруса верхней перми, сложены песками, песчаниками и пестроокрашенными глинами общей мощностью до 170 *м*.

В составе среднеюрских отложений (батский ярус) преобладают пески с линзами песчаных глин. Мощность их не превышает 30 *м*.

Верхнеюрские осадки залегают трансгрессивно на отложениях средней юры, а иногда и на более древних породах. Выходы их на дневной поверхности занимают большие площади. В основании разреза верхней юры развит фосфоритовый слой, выше которого лежат пески мощностью до 30 *м*, относимые к келловейскому ярусу. Отложения оксфорд-кимериджского яруса чаще всего отсутствуют, местами же они представлены пачкой ожелезненного песка мощностью 2—2,5 *м*.

Отложения нижневолжского яруса широко распространены на территории Общего Сырта. Они подразделяются на две свиты. Нижняя продуктивная свита (зона *Dorsoplanites panderi*) сложена серыми и черными глинами с прослоями горючих сланцев и фауной *Dorsoplanites dorsoplanus* Vischn, *Zaraistites scythicus* Vischn и др. Мощность свиты до 25 *м*.

Верхняя свита (зона *Virgatites virgatus*) представлена серыми известняками, мергелями и мергелистыми глинами. Для свиты характерна фауна *Virgatites virgatus* Buch, *Aucella russiensis* Pavl, *Cylindroteuthis absolutus* Fisch. Мощность ее 12 *м*. Выше лежит верхневолжский ярус, сложенный песками. Мощность его достигает 5 *м*.

Меловые отложения имеют ограниченное распространение. Выходы их на поверхности отмечены небольшими пятнами. Нижнемеловые (барремские, готеривские и валанжинские) отложения сложены глинами, алевролитами и песками.

Верхний мел (турон, сантон, кампан, маастрихт), достигающий мощности 65 *м*, распространен в грабенах Общего Сырта. В нижней части этих отложений развит фосфоритовый слой, выше лежит серовато-белый писчий мел, переходящий в мергель.

Неогеновые отложения акчагыльского и апшеронского ярусов занимают древние долины и пониженные части водораздельных склонов. Представлены они глинами, суглинками и песками мощностью от нескольких до 150—200 *м*.

Среди четвертичных образований наиболее распространены террасовые комплексы, относимые к хазарскому и хвалынскому ярусам, а также современные аллювиальные отложения. Представлены они главным образом песками мощностью до 30 *м*.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Как уже указывалось выше, пласты горючих сланцев приурочены к нижней свите нижневолжского яруса. Выходы последних с севера на юг тянутся непрерывной полосой шириной от 3 до 20 *км* и длиной до 100 *км*. Продуктивная свита содержит от 6 до 12 пластов горючих сланцев, характерной особенностью которых является невыдержанность по мощности и простиранию (*Милютина*, 1952ф).

ТОРПАНО-ГРИШКИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на территории Оренбургской области в 55 *км* к западу от ст. Бузулук.

Сланценосная свита мощностью 25 *м* распространена на площади около 18 *км*^{2} и содержит три пласта горючих сланцев.

Нижний пласт мощностью 5,2 *м* состоит из двух пачек горючего сланца мощностью 0,3 *м* (верхняя пачка) и 4,5 *м* (нижняя пачка).

Средний пласт лежит выше нижнего пласта на 9,5 *м*. Мощность его 2,4 *м*. Он состоит из одной или двух пачек, разделенных прослоем глины мощностью 0,3 *м*. Средняя суммарная мощность пачек горючих сланцев этого пласта 2,1 *м*.

Верхний пласт мощностью 3,5 *м* расположен выше среднего пласта на 8 *м*. Пласт сложный и состоит из трех пачек сланца мощностью 0,5; 1 и 0,5 *м*, разделенных прослоями глин суммарной мощностью около 1,5 *м*.

Нижний пласт характеризуется: A^c от 61,8 до 81,7%; $S_{общ.}$ 3%; $Q_б^c$ от 1000 до 2867 *ккал/кг*.

Для среднего пласта характерно содержание A^c от 66 до 87%; $S_{общ.}$ 2,3%; $Q_б^c$ от 748 до 1860 *ккал/кг*.

Верхний пласт характеризуется следующими показателями: A^c от 63 до 82%, $Q_б^c$ от 516 до 1713 *ккал/кг*.

Общие запасы горючих сланцев, подсчитанные Волжским геологическим трестом в 1939 г. по категории В, составляют 258,2 млн. *т*.

МАКАРОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на территории Оренбургской области, в 75 *км* к юго-западу от г. Бузулука. Геологоразведочные работы на месторождении проводились в 1936 г. Волжским геологическим управлением (И. И. Зяблицкий). Разведанная площадь составляет 27 *км²*.

Нижняя продуктивная свита нижневолжского яруса мощностью до 24 *м* сложена серыми и темно-серыми сапропелевыми и мергелистыми глинами, содержащими три пласта горючих сланцев. Каждый пласт сложного строения и состоит из трех-четырех пачек горючего сланца. В основании продуктивной свиты залегает пласт P_1; средняя суммарная мощность его 3,6 *м*. Он состоит из трех пачек горючих сланцев: пачка А (нижняя) имеет среднюю мощность до 0,5 *м*, а пачки В (средняя) и С (верхняя) обладают средней мощностью от 0,3 до 0,7 *м*.

Пласт P_2 средней мощностью 2,8 *м* расположен выше пласта P_1 на 7,2 *м*. Пласт сложного строения и состоит из трех пачек горючего сланца, мощность которых в среднем от 0,04 до 1,1 *м*. Пачки отделены друг от друга прослоями глин. Промышленной является пачка В мощностью 1,1 *м*, сложенная темно-серым горючим сланцем.

Пласт P_3 лежит выше пласта P_2 на 4,2 *м*. Средняя мощность пласта 5,8 *м*. Он также сложного строения и состоит из четырех пачек горючего сланца, разделенных прослоями сапропелевых глин. Промышленной является пачка А (нижняя), представленная тонкослоистым сланцем коричневого цвета средней мощностью 1,1 *м*. Остальные пачки имеют среднюю мощность от 0,1 до 1 *м*, они нерабочие.

Качество сланцев характеризуется данными табл. 109, 110.

Состав золы (в %) характеризуется данными табл. 111.

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. запасы горючих сланцев Макаровского месторождения составляют по категориям $A+B+C_1$ 152,1 млн. *т*, в том числе по категории А 29,3 млн. *т*, по категории В 113,8 млн. *т* и по категории C_1 8,95 млн. *т*.

НОВО-НИКОЛАЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на территории Больше-Глушицкого района Куйбышевской области, в 70 *км* к юго-востоку от г. Бузулука. Впервые разведка его была проведена в 1935 г. Волжским геологическим трестом (И. И. Зяблицкий).

Сланценосная свита, сложенная серыми и темно-серыми сапропелевыми глинами с пластами горючих сланцев, распространена на площади 28 *км²*. Мощность свиты в среднем 23,3 *м*. Пласты горючих сланцев очень сложного строения. Каждый пласт состоит из нескольких пачек горючего сланца, разделенных прослоями сапропелевой глины. Мощность пластов и содержащихся в них пачек не выдержана по простиранию и колеблется в значительных пределах. Разведочными работами установлены три пласта горючих сланцев: пласт P_1 (нерабочий)

Таблица 109

Результаты технических анализов горючих сланцев Макаровского месторождения

Пласты	Пачки	A^c, %	V^c, %	CO_2, %	$S^c_{общ.}$, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*
P_1	A	70,33	17,28	10,97	4,03	1542
P_1	B	72,57	17,97	8,2	2,78	1606
P_1	C	78,97	13,84	8,25		1047
P_2	A	69,16	19,37	11,24	2,04	1685
P_2	B	68,38	21,57	9,65	2,96	1842
P_2	B_1	78,13	13,04	6,34	—	1049
P_3	A	49,14	36,75	10,27	4,36	3181
P_3	B	77,27	14,45			1322
P_3	C	73,75	15,54	7,74		1358
P_3	D	75,71	13,47	—	—	1235

Таблица 110

Результаты элементарного анализа и сухой перегонки горючих сланцев Макаровского месторождения

Пласты	Пачки	Элементарный анализ, %				Перегонка по Фишеру, %			
		$C^г$	$H^г$	$S^г$	N	первичная смола	полукокс	пирогенная вода	газ
P_3	A	79,0	7,9	3,7	0,04	17,12	60,0	13,2	9,08
P_2	B	61,3	7,5	9,0	0,032	10,6	82,6	3,8	3,0
P_1	A	62,5	—	—	—	9,6	80,1	7,8	2,5

Таблица 111

Пласты и пачки	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3
P_3, A	39,55	10,23	11,20	20,05	2,8	16,6
P_2, B	47,35	4,85	26,0	16,52	1,3	4,73

имеет мощность 3,9 *м* и содержит три пачки горючих сланцев; пласт P_2 лежит выше пласта P_1 на 6,1 *м*; он состоит из трех пачек, из которых одна (пачка В) промышленная с мощностью от 0 до 1,5 *м*, при средней мощности 0,85 *м*; общая суммарная мощность пласта 3,8 *м*; пласт P_3 расположен над пластом P_2 на 5,8 *м*; он состоит из четырех пачек горючего сланца, из которых только пачка А промышленная, сложенная коричневым сланцем мощностью 0,27 *м* (в среднем).

Качество сланцев характеризуется данными табл. 112.

Таблица 112

Результаты технических анализов горючих сланцев Ново-Николаевского месторождения

Пласты	Пачки	A^c, %	V^c, %	CO_2минер., %	$S_{общ.}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
P_1	A	73,61	13,66	11,79	3,71	1201
P_1	B	75,80	15,90	8,41	—	1467
P_1	C	76,75	13,9	8,91	—	1056
P_2	A	70,44	18,01	11,31	2,67	1560
P_2	B	68,48	20,67	10,26	2,47	1707
P_2	B_1	78,75	13,87	7,38	2,2	1108
P_3	A	52,58	33,74	8,39	4,57	2854
P_3	B	74,53	14,36	9,97	—	1270
P_3	C	77,57	15,02	3,97	—	1391
P_3	D	78,90	12,81	10,60	—	1122

Запасы. На 1 января 1964 г. балансовые запасы горючих сланцев составляют по категориям $A+B+C_1$ 124,98 млн. *т*, в том числе по категории А 15,74 млн. *т*, по категории В 89 млн. *т* и по категории C_1 20,25 млн. *т*.

КУМРАСИ-ГНЕДОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на территории Куйбышевской области, в 1,5 *км* к югу от Ново-Николаевского месторождения. Впервые оно разведано в 1932 г. Волжским геологоразведочным трестом (И. С. Забнин). Разведанная площадь составляет 20 *км*^{2}.

Продуктивная свита нижневолжского яруса сложена темно-серыми и серыми мергелистыми глинами, среди которых залегают пласты горючих сланцев. Мощность свиты 24 *м*. Она содержит три пласта сланцев сложного строения, состоящих из нескольких пачек горючих сланцев. В нижней части свиты лежит пласт P_1 средней мощностью 3,7 *м*. Он состоит из трех пачек, средняя мощность которых от 0,48 до 0,65 *м*.

Пласт P_2 средней мощностью 2,9 *м* расположен выше пласта P_1 на 7,5 *м*. Он также отличается сложным строением и состоит из трех пачек средней мощностью от 0,08 до 1,2 *м*, разделенных прослоями глин. Промышленной является пачка В этого пласта. Мощность ее 1,2 *м* (в среднем).

Пласт P_3 залегает выше пласта P_2 на 3,4 *м* и обладает средней суммарной мощностью 6,1 *м*, а полезной 3,4 *м*. Пласт состоит из четырех пачек горючих сланцев. Промышленной является пачка А (нижняя). Мощность ее от 0,05 до 1,29 *м* при средней мощности 0,57 *м*. Остальные пачки этого пласта непромышленные с мощностью от 0,3 до 1,1 *м*, разделены прослоями мергелистых глин,

По качественным показателям пласты сланцев довольно различны (табл. 113).

Таблица 113

Результаты технических анализов горючих сланцев Кумраси-Гнедовского месторождения

Пласты	Пачки	A^c, %	V^c, %	CO_2минер., %	$S^c_{общ.}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
P_3	D	87,8	7,42	—	—	680
P_3	C	78,95	13,0	—	1,6	1271
P_3	B	76,24	15,03	—	1,78	1358
P_3	A	54,34	25,54	10,71	3,7	2610
P_2	B^1	82,2	12,16	—	—	984
P_2	B	70,83	19,56	—	3,37	1733
P_2	A	68,99	16,71	11,41	2,7	1496
P_1	C	79,99	10,98	—	—	812
P_1	B	74,51	16,35	—	—	1539
P_1	A	64,98	17,89	12,23	4,4	1600

Запасы. На 1 января 1964 г. балансовые запасы горючих сланцев по категориям $A+B+C_1$ составляют 47,72 млн. *т*, в том числе по категории А 5,6 млн. *т*, по категории В 25,2 млн. *т* и по категории C_1 16,9 млн. *т*.

АНДРЕЕВСКОЕ (СЕРГЕЕВСКОЕ) МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на территории Оренбургской и частично Куйбышевской областей, в 1,5 *км* к юго-востоку от Ново-Николаевского месторождения. Геологоразведочные работы на месторождении впервые проведены в 1932 г. Волжским геологическим трестом (И. С. Забнин). В 1952—1953 г. разведочные работы были возобновлены трестом «Южуралуглегеология» (Бухарин, 1955ф).

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосная свита залегает почти горизонтально. Она содержит три пласта горючих сланцев. В основании свиты лежит пласт P_1 мощностью от 1 до 5 *м*. Пласт сложный и состоит из трех пачек; две пачки лежат внизу пласта, а одна вверху, отделенная от нижних сапропелевой глиной мощностью до 3 *м*.

Пласт P_2 лежит выше пласта P_1 на 5,5 *м*. Средняя мощность его 2—3 *м*. Пласт состоит из двух пачек: нижней мощностью 0,6 *м*, и верхней мощностью 0,9 *м*. Между пачками горючих сланцев залегает серая мергелистая глина мощностью до 1,4 *м*.

Пласт P_3 расположен выше пласта P_2 на 5 *м*, мощность его 4—7 *м*. Он также сложного строения и состоит из трех пачек. Нижняя пачка промышленная, мощность ее 1,5 *м*. На 2,5 *м* выше залегают еще две пачки горючего сланца мощностью 0,5 и 0,3 *м*. Породные прослои представлены мергелистыми глинами.

Качественная характеристика сланцев приведена в табл. 114.

Таблица 114

Результаты технических анализов горючих сланцев Андреевского месторождения

Пласты	Пачки	A^c, %	V^c, %	CO_2минер., %	$S^c_{общ.}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
P_3	D	78,05	14,19	9,9	—	
P_3	C	82,46	14,72	2,4	2,7	1334
P_3	B	77,77	15,59	—	—	1374
P_3	A	53,76	31,72	13,16	4,75	2848
P_2	B^1	73,77	9,9	—	—	955
P_2	B	68,59	20,12	11,18	2,61	1659
P_2	A	67,47	19,01	12,96	2,5	1666
P_1	C	79,68	13,2	—	—	1174
P_1	(A+B)	76,14	17,51	—	—	1547

Результаты перегонки по Фишеру следующие (на воздушно-сухое вещество в %): влаги 3,2, дегтя 17,7, полукокса 60,0, газа и потери 9,1 (Климов, 1948).

Запасы. По данным Тюльгенской партии треста «Южуралуглегеология» на 1 января 1954 г. балансовые запасы пласта P_3 (пачка А) по категориям $A_2+B+C_1+C_2$ составляют 15,15 млн. *т*. Забалансовые запасы пласта P_2 (пачка В) по категориям $B+C_1+C_2$ составляют 17,16 млн. *т*.

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. балансовые запасы горючих сланцев по категориям $A+B+C_1$ составляют 51,2 млн. *т*, в том числе по категории В 30,59 млн. *т* и по категории C_1 20,64 млн. *т*.

ФИТАЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на территории Куйбышевской области, в 100 *км* к юго-западу от ст. Бузулук. Сланценосная свита, распространенная на площади 90 *км*^{2}, залегает в среднем на глубине 15—17 *м*. Она сложена мергелистыми и сапропелевыми глинами с тремя пластами горючих сланцев сложного строения. Пласты состоят из нескольких пачек горючих сланцев, не выдержанных по мощности и простиранию.

Внизу свиты залегает нижний пласт мощностью 2 *м*, состоящий из двух пачек сланца суммарной мощностью 1,4 *м*.

Средний пласт лежит стратиграфически выше нижнего на 8 *м*. Пласт обычно простого строения, средней мощностью 1,5 *м*. Иногда он состоит из двух пачек мощностью 0,4 и 0,6 *м*, разделенных сапропелевой глиной.

Верхний пласт мощностью 2,5 *м* залегает выше среднего пласта на 4 *м*. Пласт состоит из двух, иногда трех пачек горючих сланцев (0,5, 0,8 и 0,7 *м*), разделенных мергелистыми глинами.

Качество сланцев изучено слабо. Содержание золы в них изменяется от 45 до 84,9%, минеральной углекислоты от 7,13 до 17,8%, общей серы от 2,3 до 6,5%; теплота сгорания (на сухой сланец) от 1181 до 3770 *ккал/кг*. Лучшие по качеству нижние пачки сланцев нижнего и верхнего пластов. Они коричневого цвета и тонкослоистой текстуры. Теплота сгорания их превышает 2500 *ккал/кг*.

Запасы. По балансу запасов СССР на 1 января 1958 г. балансовые запасы горючих сланцев по категории C_2 составляют 399 500 тыс. *т*.

Горючие сланцы Общесыртовской группы месторождений, по данным А. Ф. Добрянского (1947), содержат: C^r 74,5%; H^r 8,8%; O^r 8,0%, S^r 11,8%; N 0,6%. Смола при перегонке дает следующие количества фракций:

До 150°	4%
150—200°	12%
200—250°	13%
250—300°	17%
300—350°	—
350—360°	—

Содержание серы в отдельных фракциях (в %):

		Удельный вес
До 180°	11,62%	0,8964
180—225°	9,58%	
225—325°	9,37%	

БОЛЬШЕ-ЧЕРНИГОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение на границе Куйбышевской и Оренбургской областей, в 75 *км* к северу от г. Уральска, в бассейне р. Б. Глушицы.

Месторождение изучено в 1927 г. Н. М. Поповым. Сланценосные отложения, распространенные на площади около 43 *км*², залегают несогласно на келловей-оксфордских фосфоритовых конгломератах и перекрываются известково-мергелистыми осадками виргатитовой свиты нижневолжского яруса. Сланценосная свита состоит из чередования синевато-серых сапропелевых глин и горючих сланцев. Мощность ее составляет 23—27 *м*; глубина залегания от 1,5 до 40—50 *м*. Она содержит шесть-восемь пластов горючих сланцев суммарной мощностью 7,2—8,8 *м*, что составляет 27—39% от всей мощности сланценосного разреза.

Пласты сланцев не выдержаны по простиранию, нередко переходят в сапропелевые глины или выклиниваются. Из восьми пластов только III и VI рабочие.

Пласт VI лежит в нижней части разреза продуктивной свиты. Мощность его изменяется от 0,12 до 3,5 *м* при средней 1,2 *м*. Пласт по составу неоднороден и состоит из светлых и более темных прослоев. В почве и кровле пласта распространены сапропелевые глины.

Пласт III лежит выше пласта VI на 9,4 *м*. Мощность его изменяется от 0,1 до 1,3 *м* при средней мощности 0,6 *м*. Пласт представлен тонкослоистым темно-коричневым горючим сланцем. В почве и кровле его лежат сапропелевые глины.

Качество сланцев изучено очень слабо. Оно характеризуется данными табл. 115 (Молодчиков, 1956ф).

Таблица 115

Результаты технических анализов горючих сланцев Больше-Черниговского месторождения

Индекс пласта	Характеристика сланца	A^c, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*
I	По простиранию переходит в сапропелевую глину	67,2—69,4	2000
II	По простиранию переходит в сапропелевую глину	77,0	2000
III	Неоднороден. Состоит из светло-серых и более темных прослоев	—	3994—4230
IV	Состоит из пяти различных прослоев: коричневого, темно-серого и зеленовато-серого цвета	69,7—76,8	<1500 до 2281
V	Состоит из пяти различных прослоев: коричневого, темно-серого и зеленовато-серого цвета	64,7—7,24	2017—2160
VI	Состоит из трех различных прослоев	56,7—66,1	2380—2480
VII	Темно-коричневый сланец	70,0—72,2	1500—1922
VIII	Однородный	—	2504

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции (Молодчиков, 1956ф) балансовые запасы горючих сланцев месторождения составляют по категории C_2 467,5 млн. *т*.

БОЛЬШЕ-ГЛУШИЦКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 3,5 *км* к западу от Больше-Черниговского месторождения. Геологическое строение и сланценосность аналогичны таковым Больше-Черниговского месторождения. Сланценосная свита распространена на площади 400 *км*².

КОЦЕБИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Перелюбского района Саратовской области, в 150 *км* к юго-западу от г. Бузулука. Оно занимает водораздельную возвышенность между реками Каменной и Крутой Солянок. Абсолютные отметки поверхности 160—125 *м*. Первые геологоразведочные работы здесь были поставлены в 1931 г. Нижне-Волжским РГРУ (Н. А. Бакин).

На месторождении выделены следующие участки: Коцебинский, Коцебу-Тархановский, Рассыпано-Некрасовский и Сланценосный. Наиболее изучены первые два участка.

На территории месторождения на дневную поверхность выходят средне- и верхнеюрские, меловые, неогеновые и четвертичные отложения (Молодчиков, 1956ф). Сланценосность приурочена к нижней свите нижневолжского яруса (горизонт *Dorsoplanites panderi*), сложенной чередующимися пластами мергелистых, сапропелевых глин и горючих сланцев. Мощность ее 23—27 *м*.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

На Коцебинском участке, расположенном севернее хут. Нижний Коцебу, горючие сланцы установлены на площади 24,4 *км*². Здесь средняя глубина залегания сланценосной свиты около 40 *м*, на водоразделе до 60 *м*, а к востоку и западу до 25 *м*. Сланценосная свита подстилается келловейскими глинами и перекрывается породами различного возраста. В пределах восточной детально разведанной площади она перекрыта породами виргатитовой свиты нижневолжского яруса, в то время как в западной части эти породы большей частью размыты и даже смыта значительная часть сланценосной свиты. Здесь сланценосная свита перекрыта четвертичными глинами различной окраски. Свита содержит от 7 до 13 пластов горючих сланцев суммарной мощностью 8—15 *м* (в среднем 11 *м*). Пласты распределены неравномерно. В нижней части свиты (горизонт В) содержится шесть пластов горючих сланцев общей мощностью 5—7 *м*. В верхней части свиты (горизонт А) содержится четыре пласта суммарной мощностью 3—4 *м*. Горизонты разделены мергелистыми глинами. Верхний горизонт (А) распространен в восточной и частично в северо-западной части месторождения на площади 13 *км*². В северной части месторождения он смыт. Мощность отдельных пластов этих горизонтов различная и не выдерживается по простиранию. Промышленные два пласта — пласт VI из нижнего горизонта мощностью в среднем 1 *м* и пласт III из верхнего горизонта средней мощностью 0,6 *м*. Эти пласты находятся на расстоянии 1,5 *м* друг от друга.

По качественным показателям горючие сланцы изменяются по простиранию. Так, в верхнем горизонте два верхних пласта в ряде пунктов переходят в сапропелевую глину. Среди них выделяются пласты, качество которых до некоторой степени выдерживается на большей части разведанной площади. В верхнем горизонте лучшим является пласт III, средний показатель теплоты сгорания (на сухой сланец) которого 3000 *ккал/кг*. В нижнем горизонте самый нижний пласт IV в основном имеет такую же теплоту сгорания. Пласты II и IV имеют среднюю калорийность 2500 *ккал/кг*.

Запасы. По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. балансовые запасы горючих сланцев по категориям $A+B+C_1$ составляют 40,92 млн. *т*, в том числе по категории А 1,9 млн. *т*, по категории В 32,61 млн. *т* и по категории C_1 6,2 млн. *т*.

ДЕРГУНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Больше-Глушицкого района Куйбышевской области, в 90 *км* к юго-востоку от г. Куйбышева. Поверхность месторождения представляет собой равнину, полого понижающуюся в южном направлении (от 150 *м* абс. высоты на севере до 40—50 *м* на юге, в долине р. Б. Иргиз).

Геологоразведочные работы на месторождении были проведены в 1935 г. И. И. Зяблицким.

Наиболее древние отложения представлены известняками и глинами татарского яруса верхней перми мощностью до 180 *м* (Мелихова, 1952ф). На них несогласно лежат красно-бурые и голубовато-серые глины триаса. Выше залегают зеленовато-серые пески батского яруса средней юры мощностью до 11 *м*. Среднеюрские осадки перекрыты отложениями нижневолжского яруса верхней юры, представленными темно-серыми и черными сапропелевыми глинами с прослоями горючих сланцев с типичной для нижневолжского яруса фауной. Вскрытая мощность нижневолжской толщи 42 *м*.

Неогеновые отложения (в основном акчагыльский ярус) несогласно лежат на верхнепермских и триасовых отложениях. Они сложены комплексом песчано-глинистых пород с преобладанием глин.

Из четвертичных образований распространены древнечетвертичные породы (бакинский ярус) и современные отложения. Первые сложены желтовато-бурыми плотными суглинками мощностью до 22 *м*. Древнечетвертичные и современные аллювиальные отложения представлены песками с гравием и галькой. Мощность их до 9 *м*.

В пределах месторождения палеозойские и мезозойские отложения собраны в пологую брахиантиклинальную складку, вытянутую в северо-восточном направлении.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосными являются отложения нижневолжского яруса, который распространен только в северо-восточной части Дергуновской площади. Они обнажаются в оврагах Березовом, Грачевом и восточнее с. Большая Дергуновка.

Толща нижневолжских отложений подразделяется здесь на два горизонта — нижний продуктивный (*Dorsoplanites panderi*) и верхний непродуктивный (*Virgatitus virgatus*). Продуктивный горизонт залегает почти горизонтально (рис. 34). Мощность его подвержена значительным колебаниям (от 2—3 до 56 *м*) при средней мощности 32 *м*. Горизонт содержит до четырех пластов горючих сланцев сложного строения. В каждом пласте содержится несколько пачек горючих сланцев (от трех до семи), разделенных глинами.

В основании сланценосной свиты залегает пласт P_1 (33,6—88,8 *м*) средней суммарной мощностью 14 *м*. Пласт характеризуется очень сложным строением. Он состоит из семи пачек горючего сланца мощностью от 0,17 до 5,3 *м*, разделенных прослоями глин. Средняя полезная мощность пласта 7,5 *м*. Из семи пачек только пачки B_1 мощностью 0,75 *м* (средняя) и C_1 мощностью 1,3 *м* (средняя) рабочие.

Пласт P_2 залегает в среднем на 10 *м* выше пласта P_1. Суммарная мощность пласта в среднем 18 *м*. Пласт сложного строения и состоит из четырех пачек горючих сланцев мощностью от 0,17 до 5,1 *м*. Средняя суммарная мощность пачек горючих сланцев 7,2 *м*.

Пласт P_3 расположен выше пласта P_2 на 11—20 *м*. Суммарная мощность пласта изменяется от 1 до 8,6 *м* при среднем значении 7,26 *м*. Пласт состоит из трех пачек горючего сланца мощностью от 0,13 до 1,25 *м*, разделенных глинами. Средняя суммарная мощность пачек 1,61 *м*. В почве и кровле пласта залегают сапропелевые глины.

Пласт P_4 лежит выше пласта P_3 на 8,6 *м*. Средняя мощность пласта 6,12 *м*. Пласт тоже сложного строения и состоит из трех пачек, средняя мощность пачек этого пласта от 0,2 до 1,05 *м*.

Горючие сланцы Дергуновского месторождения характеризуются резкими изменениями качественных показателей по пластам и пачкам (табл. 116). Наилучшими пластами являются пласт P_1 (пачки B_1 и C_1) и пласт P_2 (пачка C_1) со средними значениями теплоты сгорания от 1513 до 2436 *ккал/кг* (на сухой сланец). По пачке P_1C_1 элементарный анализ показал содержание: $C^г$ 70,4%; $H^г$ 8,4%; $(O+N)^г$ 13,8%; $S^г_{общ}$ 7,4%; $Q_б^с$ 7478 *ккал/кг*.

Перегонка по Фишеру дала: первичной смолы 7,8%, полукокса 79,6%, пирогенной воды 6,4% и газа 2,4%; потери 3,8%.

Результаты анализа газа этой пачки следующие: CO_2+H_2S 58%; CO_2 12,7%; CH_4 7,4%; H_2 17%; N_2 4,2%; CnHm 0,7%.

Результаты анализа золы следующие: SiO_2 49,1%; Fe_2O_3 6,2%; Al_2O_3 15,7%; CaO 17,1%; MgO 2,6%; P_2O_5 1,5%; SO_3 7,2%.

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции (Молодчиков, 1956ф) запасы горючих сланцев подсчитывались по пачкам P_1C_1, P_2C_1 и P_1B_1. Балансовые запасы по категории C_1 составляют 29,13 млн. *т* и по категории C_2 7,29 млн. *т*. Забалансовые запасы составляют по категории C_1 38 млн. *т* и по категории C_2 7 млн. *т*.

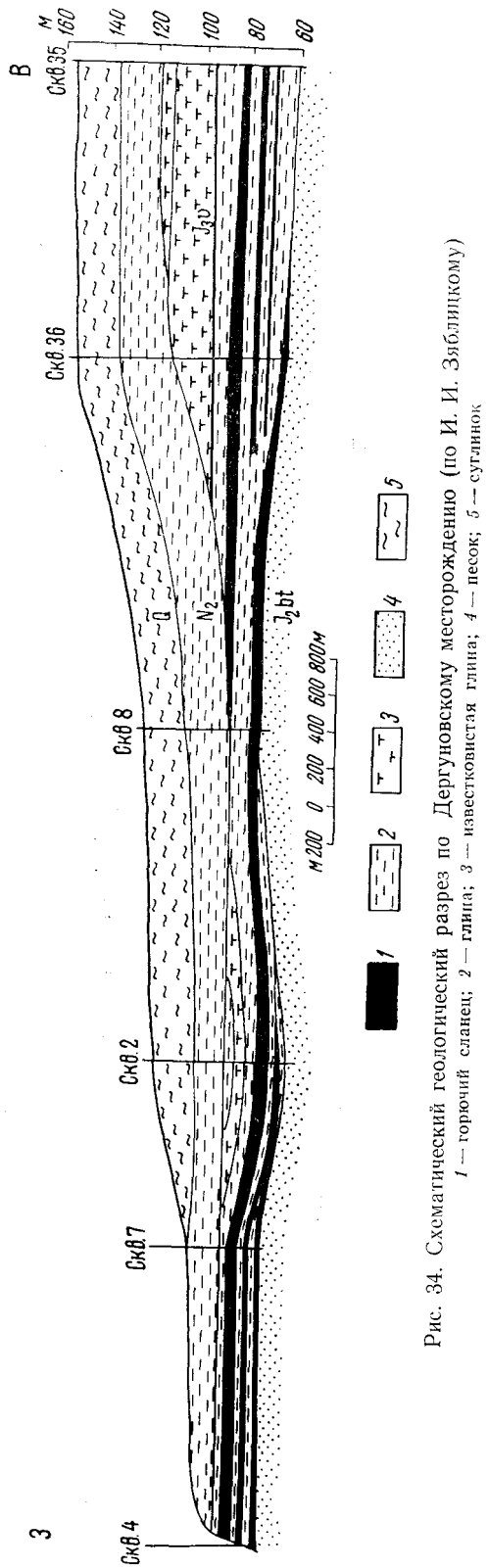


Рис. 34. Схематический геологический разрез по Дергуновскому месторождению (по И. И. Зяблицкому)
1 — горючий сланец; *2* — глина; *3* — известковистая глина; *4* — песок; *5* — суглинок

Таблица 116

Результаты технических анализов горючих сланцев Дергуновского месторождения

Пласты	Пачки	$W^{л}$, %	A^{c}, %	CO_2, %	$Q_б^{c}$, *ккал/кг*
P_3	A_2	2,6—8,5 / 4,4	67,9—71,6 / 68,9	8.3—9,3 / 8,7	1467—1875 / 1710
P_3	A_1	2,9—4,1 / 3,3	73,8—75,9 / 74,8	7,1—8,9 / 8,1	1275—1464
P_2	C_2	1,9—5,3 / 3,1	66,1—72,9 / 69,1	12,3—20,5 / 17,0	963—1513 / 1098
P_2	C_1	2,4—5,5 / 3,8	66,9—74,8 / 69,8	4,9—15,2 / 10,4	1379—1821 / 1513
P_2	B	2,8—6,5 / 3,8	67,2—83,9 / 76,6	5,7—11,8 / 8,1	976—1680 / 1156
P_2	A	2,6—6,9 / 3,8	68,7—76,7 / 74,6	8,0—13,1 / 11,1	927—1612 / 1110
P_1	D	3,4—7,1 / 4,9	69,8—80,5 / 75,8	2,9—11,4 / 7,1	1056—2107 / 1163
P_1	C_3	2,0—6,7 / 4,3	70,0—79,7 / 74,2	4,8—13,5 / 9,9	1040—1642 / 1256
P_1	C_2	2,4—8,5 / 4,5	69,3—77,5 / 72,1	4,7—13,2 / 11,1	1005—1586 / 1333
P_1	C_1	2,2—22,6 / 4,6	60,8—79,4 / 66,4	3,2—11,2 / 9,4	1584—2622 / 1930
P_1	B_2	1,6—6,0 / 3,9	71,2—74,1 / 73,1	12,1—13,8 / 12,9	1021—1272 / 1114
P_1	B_1	3,7—8,2 / 5,8	58,3—67,6 / 61,6	7,7—10,4 / 9,3	1850—2817 / 2436
P_1	A	2,8—5,1 / 3,8	72.2—78,3 / 75,3	7,8—15,5 / 11,4	987—1205 / 1064

Примечание. В знаменателе приведены средние значения.

ИРТЕК-ЕМБУЛАТОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 100 *км* к югу от г. Бузулука, на правом берегу р. Урала.

Сланценосная свита мощностью 14 *м* залегает на глубине до 80 *м*. Она содержит два пласта горючего сланца: нижний пласт мощностью 2,3 *м*, верхний мощностью 1,7 *м*. Пласты разделены глиной мощностью 2,3 *м*. Данных о разведке месторождений нет.

По качественным показателям горючие сланцы Общесыртовского района пригодны как для энергетических целей, так и для химической переработки. Отличаясь значительной мощностью пластов и большими запасами, большинство месторождений имеют промышленное значение.

ОРЛОВСКО-ПУГАЧЕВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Группа объединяет два месторождения: Савельевское и Орловское.

ОРЛОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено вблизи с. Орловки Духовницкого района Саратовской области, в 40 *км* к северо-западу от г. Пугачева. Территория его приурочена к водораздельной возвышенности с отметками 120—140 *м* над уровнем моря.

Первые поисковые работы на месторождении были проведены в 1928 г. Московским отделением геологического комитета (О. Н. Горяинова). В 1940 г. Нижне-Волжский геологический трест начал детальную разведку на Селезнихинском участке, которая в 1943 г. была продолжена по всей площади Орловского месторождения.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В геологическом разрезе присутствуют средне- и верхнеюрские, нижнемеловые и четвертичные отложения. Среднеюрские отложения на площади месторождения, по-видимому, подстилаются верхним карбоном. Они сложены серыми и темно-серыми глинами с прослоями песков и алевритов. Мощность их 40—50 *м*.

Келловей-оксфорд-кимериджские отложения представлены светло-серыми и желтовато-серыми глинами с фосфоритами мощностью 3—4 *м*. Залегающий выше нижневолжский ярус подразделяется на три свиты. Нижняя свита сложена серыми и зеленовато-серыми глинами с подчиненными прослоями известковистых песчаников и песчанистых глин. В нижних горизонтах глины сапропелевые с прослоями горючих сланцев. Свита фаунистически охарактеризована. Мощность ее 13—14 *м*. Средняя и верхняя свиты представлены однообразными породами и различаются только по фауне. Это толща чередующихся известковистых песчаников, песков и песчанистых глин. Общая мощность осадков нижневолжского яруса 19—20 *м*. Осадки верхневолжского яруса сохранились к западу от с. Орловки. Они сложены мелкозернистыми кварцево-глауконитовыми песками мощностью 1,5 *м*.

Нижнемеловые отложения барремского яруса начинаются фосфоритовым конгломератом мощностью 0,2—0,4 *м*, выше которых лежат темно-серые глины с гипсом и ярозитом мощностью 15—18 *м*. Последние покрываются четвертичными желтовато-бурыми лёссовидными суглинками мощностью до 50 *м*. Вышеупомянутые отложения слагают брахиантиклинальную складку.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосность связана с нижней свитой нижневолжского яруса (зона *Dorsoplanites panderi*). Продуктивная свита распространена на площади около 80 *км*². Глубина ее залегания изменяется от 1,2 до 9,95 *м*. Свита содержит три пласта горючих сланцев сложного строения, состоящих из двух-трех пачек каждая. Суммарная мощность пластов достигает 5,3 *м*, а полезная равна 2—2,5 *м*. Коэффициент сланценосности 14. Пласты сланцев не выдержаны по мощности и простиранию. Наиболее детально изучен Селезнихинский участок площадью 0,3 *км*², расположенный у д. Селезнихи. Здесь сланценосная свита мощностью 10,6 *м* сложена мергелистыми и сапропелевыми глинами с подчиненными им пластами горючих сланцев (рис. 35).

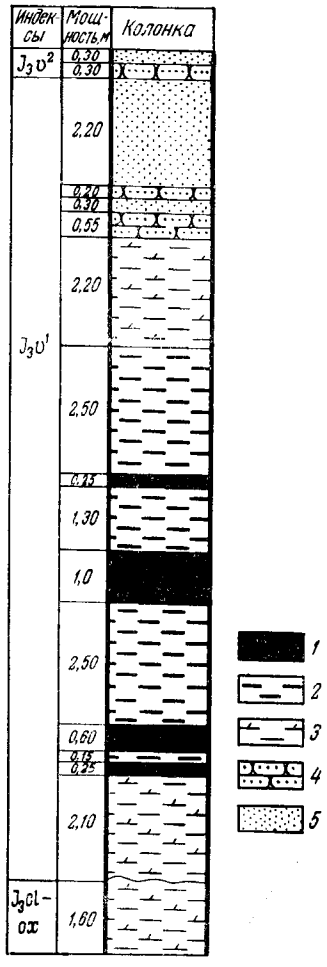


Рис. 35. Сводный стратиграфический разрез Селезнихинского участка Орловского месторождения (по Н. М. Сошественской)

1 — горючий сланец; *2* — сапропелевая глина; *3* — мергелистая глина; *4* — песчаник; *5* — песок

В нижней части свиты расположен пласт III мощностью 1 *м*. Пласт сложного строения и состоит из двух пачек: нижней мощностью 0,25 *м* и верхней мощностью 0,6 *м*. Пачки разделены прослоем сапропелевой глины мощностью 0,15 *м*. В почве пласта залегают мергелистые глины, а в кровле — сапропелевые глины. На других участках месторождений пласт также характеризуется сложным строением и резко меняющейся мощностью — от 0,25 до 5,3 *м*.

Пласт II мощностью 1 *м* лежит на 2,5 *м* выше пласта III. Пласт простого строения. На остальной же территории он сложный, мощностью от 0,05 до 2,4 *м*.

Пласт I мощностью 0,25 *м* расположен на 1,3 *м* выше пласта II. На других участках он также сложного строения и состоит из двух пачек горючего сланца средней мощностью 0,1 *м* (нижняя пачка) и 0,3 *м* (верхняя пачка). В почве и кровле пласта лежат сапропелевые глины.

Качество горючих сланцев изучено только на Селезнихинском участке. Эти данные приведены в табл. 117, 118.

Промышленный интерес представляет только пласт III.

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции (Молодчиков, 1956ф) запасы горючих сланцев на Селезнихинском участке по категории C_1 составляют 133 тыс. *т*. На остальной площади Орловского месторождения запасы по категории C_3 (при мощности пласта 0,97 *м*) составляют 58 231 тыс. *т*.

Месторождение расположено на значительном расстоянии от железной дороги и в настоящее время не разрабатывается. Для выяснения промышленной ценности необходимы дополнительные геологоразведочные работы.

Таблица 117

Результаты технического анализа сланцев Селезнихинского участка Орловского месторождения

Индекс пласта	A^c, %	$CO_{2минер.}$, %	$S^c_{общ.}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*	Выход смолы на сухой сланец, %
I	68,63—84,03 / 76,33	3,07—15,71 / 9,39	0,47—1,88 / 1,17	700—1230 / 965	—
II	50,61—72,6 / 61,8	5,5—24,34 / 14,92	1,93—2,6 / 2,26	1068—1568 / 1318	—
III	62,21—75,55 / 68,88	1,44—13,10 / 5,27	2,64—3,13 / 2,88	1444—2480 / 1962	7,59—8,44 / 8,01

Таблица 118

Состав золы горючих сланцев Селезнихинского участка Орловского месторождения в %

Индекс пласта	SiO_2	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	SO_3	CaO	MgO
I	28,89	11,85	1,49	52,71	1,51
II	12,90	7,95	4,43	71,00	0,32
III	53,36	17,61	3,88	22,84	1,36

САВЕЛЬЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Савельевское месторождение находится на территории Краснопартизанского района Саратовской области, в 18 *км* к югу от ст. Рукопель, с которой связана рудничной веткой. Оно расположено на водораздельной возвышенности рек Сакмы и Толстовки. Наибольшие абсолютные отметки отмечаются на юге и юго-востоке района (до 138 *м*), а наименьшие — в долине р. Сакмы (30 *м*).

Месторождение известно с 1919 г. Поисковая и предварительная разведка на нем проводилась различными организациями (Нижне-Волжским геологическим трестом, Саратовской геологической конторой, Московским геологическим управлением) с 1931 по 1943 г. В 1950—1951 гг. трестом «Южуралуглеразведка» проводилась доразведка нескольких шахтных полей.

В пределах месторождения выделяются Сакминский, Михайловский, Соловьевский, Рукополь-Корнеевский, Савельевский участки. Первых три участка разведаны детально, а остальные — предварительно.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В геологическом строении месторождения принимают участие образования средней и верхней юры, нижнего мела, неогена и четвертичные.

Средняя юра (батский ярус) представлена песчанистыми глинами с линзами мелкозернистого песка общей мощностью от 10 до 102 *м*. На них несогласно залегает комплекс отложений келловей-оксфорд-

кимериджского возраста. Представлены они мергелистыми глинами с тонкими прослоями фосфоритов (0,2 *м*). Максимальная мощность их достигает 30 *м*. На глинах лежат сланценосные осадки нижневолжского яруса. Последние делятся на две свиты: нижнюю продуктивную (зона *Dorsoplanites panderi*) мощностью в среднем 19 *м*, сложенную чередующимися пластами зеленовато-серых сапропелевых глин и горючих сланцев, и верхнюю (зона *Virgatites virgatus*) мощностью 11—12 *м*, сложенную мергелями и мергелистыми глинами.

В основании нижнемеловых отложений лежит слой кварцево-глауконитового песка с фосфоритами мощностью 0,6 *м* (валанжин), выше которого следует толща глин (неоком—апт) мощностью 130 *м*. Глины темно-серые и черные, плотные, иногда песчанистые.

Еще выше залегает комплекс песчано-глинистых пород плиоценового возраста. Акчагыльский ярус, развитый здесь и заполняющий неровности доплиоценового рельефа, содержит в основном синевато-серые глины с невыдержанными прослоями песков.

Размытая поверхность меловых и неогеновых образований перекрыта чехлом четвертичных отложений мощностью 5—10 *м*. В структурном отношении площадь месторождения приурочена к большому брахиантиклинальному поднятию с рядом мульдообразных понижений, осложненных сбросами. Наиболее значительная мульда Савельевская. Центральная часть мульды сложена мезозойскими отложениями от юры до мела включительно. На западном крыле мульды расположены Сакминский, Соловьевский и Михайловский участки, а на восточном — Рукополь-Корнеевский и Южно-Савельевский.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Литологический состав продуктивной свиты, составляющей нижнюю часть разреза нижневолжского яруса, однообразен. Преимущественным развитием пользуются серые и темно-серые глины и подчиненные им пласты горючих сланцев. На долю сланцев, по данным С. С. Баукова, приходится 18%, а на долю глин — 82%. Сланценосная свита содержит до 9—11 пластов и пропластков горючих сланцев, из которых только три промышленных. Мощность пластов изменяется от 0,1 до 2,5 *м*. Сланцы установлены на площади около 97,5 *м*². Мощность продуктивной свиты довольно выдержана и составляет 18—19 *м*. Глубина ее залегания колеблется в широких пределах — от непосредственного выхода на поверхность до 180 *м* и более. Сланценосные отложения залегают мульдообразно, при этом угол падения их в центральной части мульды составляет 1—3° и достигает 15—20° на ее крыльях. Глубина залегания свиты на Михайловском участке в общем увеличивается с севера на юг и с запада на восток. Характер изменения мощности и строения пластов в пределах месторождения изучен слабо. Однако по имеющимся данным можно отметить неустойчивость мощности пластов и наличие переходов их в сапропелевые глины. Все пласты сланцев попарно сближены и сгруппированы в три горизонта, разделенных слоем мергелистых глин (рис. 36).

В основании свиты залегают прослои сланцев VII, VIII, IX и X незначительной мощности, часто выклинивающиеся и имеющие ограниченное распространение на площади. Указанные прослои часто представлены сапропелевыми глинами.

Пласт VI расположен выше пласта VII на 0,4 *м* и характеризуется преимущественно простым строением. Средняя мощность его 0,26 *м*. Кровля и почва пласта сложены глинами.

Пласт V (рабочий) залегает на 0,8 *м* выше пласта VI. Мощность его от 0,15—0,30 до 1,95 *м* (рис. 37). Преобладают мощности 0,6—0,7 *м*. Пласт сложного строения и разделен одним-двумя прослоями глин. В северо-восточной и восточной частях западного крыла мульды пласт теряет рабочую мощность, замещаясь прослоями сапропелевой глины. На Рукополь-Корнеевском участке мощность пласта 0,85 *м*, состоит он из двух пачек, разделенных глинистым горючим сланцем мощностью 0,12 *м*. Мощность нижней пачки 0,34 *м*, верхней 0,39 *м*. В почве и кровле пласта развиты мергелистые глины.

Пласт IV (рабочий) залегает в среднем на 1,45 *м* выше пласта V. Мощность пласта изменяется от 0,3—0,5 до 2,5 *м*.

Разведочными работами пласт установлен почти на всей площади. Мощность его увеличивается от периферии мульды к ее центральной части.

Строение пласта сложное. Он представлен двумя слоями горючих сланцев, разделенными сапропелевой глиной. Непосредственной почвой и кровлей пласта служат мергелистые глины. На Рукополь-Корнеевском участке мощность его 1,5 *м* (Бухарин, 1952ф). Здесь он представлен нижней пачкой мощностью 0,56 *м*, сложенной коричневато-серым горючим сланцем. Выше лежит коричнево-серый глинистый горючий сланец мощностью 0,36 *м* и породный прослой мощностью 0,16 *м*, далее вверх по разрезу залегает вторая (верхняя) пачка горючего сланца мощностью 0,41 *м*.

Пласт III расположен выше пласта IV на 0,28 *м*. Пласт сложен коричневато-серым глинистым горючим сланцем. Строение пласта простое, реже сложное, в почве и кровле залегают мергелистые глины. Средняя мощность его 0,4 *м*.

Пласт II залегает на 2,3 *м* выше пласта III. На Михайловском, Сакминском и Соловьевском участках он распространен повсеместно. Средняя мощность его 1,05 *м*. Пласт сложного строения и состоит из двух пачек коричневато-серого глинистого горючего сланца мощностью 0,32 и 0,34 *м*, разделенных глиной мощностью 0,4 *м*. Почва и кровля сложены мергелистыми глинами.

Пласт I является верхним рабочим пластом продуктивной свиты. Мощность его от 0,15 до 1,2 *м*, в среднем 0,6 *м*. Строение пласта простое. В почве и кровле преобладают мергелистые глины. Он имеет почти

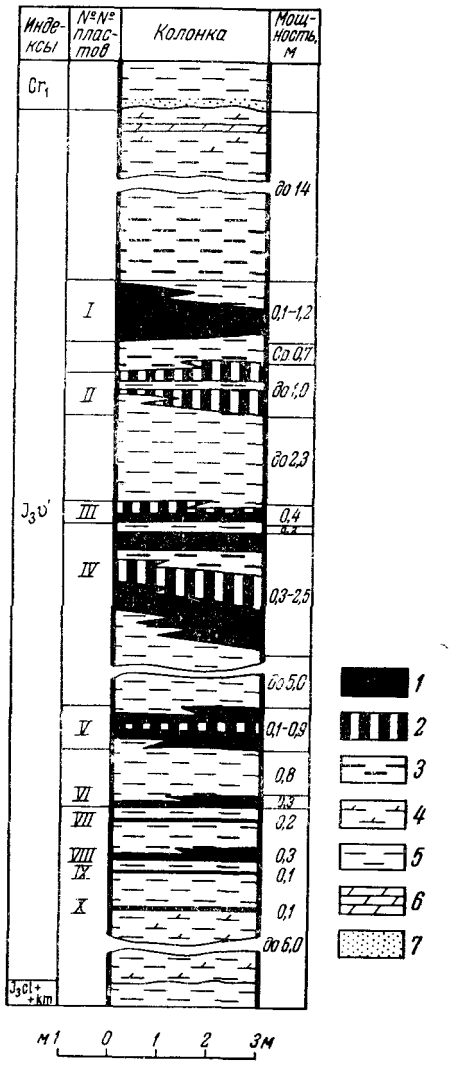


Рис. 36. Строение сланценосной толщи Савельевского месторождения

1 — горючий сланец; *2* — глинистый горючий сланец; *3* — сапропелевая глина; *4* — мергелистая глина; *5* — глина; *6* — мергель; *7* — песок

сплошное распространение в западной части Савельевской мульды.

Качество горючих сланцев изучено более подробно на детально разведанных участках. Здесь развиты две разновидности сланцев: менее и более глинистая. Первая обладает относительно высокими показателями теплоты сгорания, а вторая — более низкими (табл. 119).

Как было отмечено выше, промышленными являются три пласта (I, IV, V), из которых разрабатываются только два (IV и V). Качество сланцев неодинаково в различных пластах, а также в одном пласте на

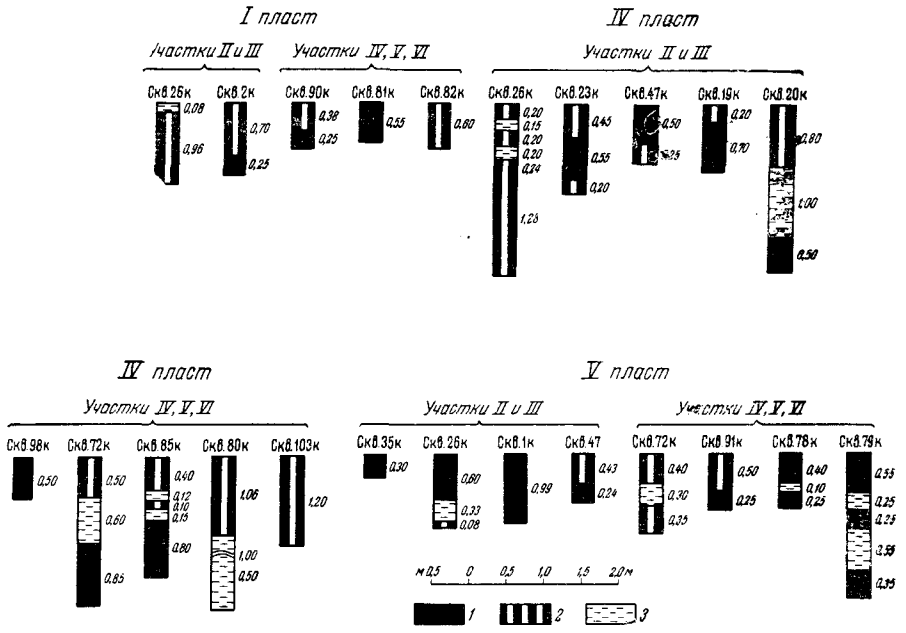


Рис. 37. Строение пластов горючих сланцев Савельевского месторождения (по А. А. Молодчикову)

1 — горючий сланец; *2* — глинистый сланец; *3* — глина

разных участках месторождения, Так, пласт IV имеет наименьшую теплоту сгорания в юго-восточной части детально разведанных участков, где она составляет 2000—2100 *ккал/кг,* на север и запад она увеличивается до 2500—2600 *ккал/кг.* Аналогичная закономерность отмечается и для V пласта. Нижние пачки этих двух пластов обладают более высокими показателями теплоты сгорания. В целом V пласт лучшего качества, чем пласт IV.

Выход смолы колеблется в таких же широких пределах, как и зольность сланца. Для средних по качеству образцов выход смолы на сухой сланец 8—10%.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

На месторождении распространены водоносные горизонты нижневолжского яруса, нижнего мела и четвертичный. Наиболее водообилен горизонт сланцевой и мергелистой свит волжского яруса, приуроченный к трещинам пород. Питание водоносных горизонтов местное и по своей величине сравнительно незначительно из-за малого количества атмосферных осадков и интенсивного испарения. Притоки воды в шахты изменяются от 30 *м*³/*час* зимой до 100 *м*³/*час* весной, иногда увеличиваясь до 500 *м*³/*час.*

Результаты технического анализа сланцев Савельевского месторождения (Сакмарский, Михайловский и Соловьевский участки) Таблица 119

Индекс пласта	Разновидности сланцев	W^a, %	A^c, %	V^c, %	CO_2	$S_{общ.}$, %	Q_6^c, *ккал/кг*
I	Горючий сланец	0,9—6,42	46,23—67,83	27,18—35,83	15,22—27,29	2,99—3,29	1700—3027
	Глинистый горючий сланец	1,02—3,6	52,11—75,52	17,15—27,08	16,62—29,21	2,74—2,85	1500—1691
II	Горючий сланец	2,17—4,42	50,10—73,44	—	—	—	1705—2650
	Глинистый горючий сланец	1,83—6,54	55,04—79,10	20,80—23,69	4,5—6,48	2,14—2,55	1500—1695
III	Горючий сланец	1,6—5,8	50,52—66,5	—	—	—	1765—2336
	Глинистый горючий сланец	1,71—4,39	64,14—73,65	21,8	—	—	1507—1618
IV	Горючий сланец	1,1—6,27	76,22	7,11—40,50	3,18—24,2	0,45—10,96	1700—3584
	Глинистый горючий сланец	1,04—5,34	62,89—75,65	9,41—27,84	4,4—18,45	1,79—7,61	1500—1700
V	Горючий сланец	1,6—5,82	42,10—71,38	20,47—44,65	3,61—15,1	2,62—15,89	1700—4473
	Глинистый горючий сланец	1,63—7,4	66,86—76,98	19,84—28,03	4,57—13,14	2,15—5,24	1502—1698
VI	Горючий сланец	0,86—4,93	36,4—70,45	12,19—41,81	6,27—20,15	3,16—5,46	1701—4777
	Глинистый горючий сланец	1,2—4,02	67,75—72,89	—	—	—	1505—1685
VII	Горючий сланец	2,2—4,24	45,41—69,92	—	—	—	1710—3586
	Глинистый горючий сланец	2,76—4,35	65,74—71,86	—	—	—	1524—1606

Таблица 120

Разновидности сланцев	A_2	B	C_1	A_2+B+C_1
Сланцы с $Q_б^c$ 1950 *ккал/кг* и мощностью пласта более 0,5 *м*	23,077	10,848	9,717	43,642
Сланцы с $Q_б^c$ 1950 *ккал/кг* и мощностью пласта 0,35–0,5 *м*	6,74	1,984	6,765	9,423
Сланцы с $Q_б^c$ 1700—1950 *ккал/кг* и мощностью пласта более 0,5 *м*	3,577	5,075	9,220	17,872
Сланцы с $Q_б^c$ 1700–1950 *ккал/кг* и мощностью пласта 0,35—0,5 *м*	98	1,315	1,736	3,149
Итого	27,426	19,222	27,438	74,086

Таблица 121

Участки	Балансовые			Забалансовые				Примечание
	A_2	B	C_1	A_2+B+C	A_2	B	C_1	A_2+B+C	
Сакминский (шахтные поля 1, 2, 4)	3 420	3 085	769	7 274	929	7 871	8 194	1 699	Данные таблицы не совпадают с табл. 120 в связи с тем, что в подсчет запасов приняты сланцы с теплотой сгорания <1700 *ккал/кг*
Михайловско-Соловьевский .	14 217	9 243	9 537	32 997	5 210	8 150	17 625	30 935	
Шахтное поле № 3	7 101	384	46	7 531	—	—	—	—	
Соловьевский .	—	—	—	—	—	—	96 284	96 284	
Южно-Савельевский	—	—	30 451	30 451	—	—	34 781	34 781	
Рукополь-Корнеевский . . .	—	—	—	—	—	19 766	5 250	2 5016	
Итого по месторождению	24 738	12 712	40 803	78 258	6 139	35 787	162 134	204 060	

Таким образом, для месторождения характерна слабая обводненность, а также преимущественно хорошая устойчивость пород сланценосной свиты в выработках.

Запасы. По данным Волжской геологоразведочной экспедиции запасы подсчитаны на 1 января 1956 г. по I, IV и V пластам на Сакминском и Михайловско-Соловьевском участках. Запасы I пласта отнесены к категориям B и C_1. По качеству и мощности пластов запасы (в тыс. *т*) распределяются следующим образом (табл. 120). Запасы горючих сланцев (в тыс. *т*) на месторождении в целом приведены в табл. 121. По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. запасы (в тыс. *т*) горючих сланцев следующие (табл. 122).

Таблица 122

Участки	Балансовые				Забалансовые
	A	B	C_1	$A+B+C_1$	
Сакминский, (шахта № 1—2)	129	216	2 110	2 455	—
Михайловско-Соловьевский	10 337	4 943	12 514	27 794	45 113
Соловьевский	—	—	—	—	35 558
Савельевский	—	—	—	—	85 171
Рукополь-Корнеевский	—	—	—	—	25 016
Итого по месторождению	10 466	5 159	14 624	30 249	190 858

ОЗИНКОВСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В Озинковскую группу входят месторождения горючих сланцев, выявленные на Озинковском куполе, а также на некоторых других куполовидных поднятиях (хутора Гремучий, Беленький, Марковский), располагающихся в области склона древней Русской платформы, обращенного к эпигерцинской Прикаспийской впадине (рис. 38).

ОЗИНКОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Саратовской области, в 5 *км* к юго-западу от ст. Озинки Оренбургской ж. д., с которой оно связано рудничной железнодорожной веткой. Проходящая через ст. Озинки магистраль соединяет месторождение с г. Саратовым (310 *км*) и г. Уральском (120 *км*).

Сланценосная площадь занимает водораздельное пространство между системами рек Б. Иргиз и Чиж, характеризующиеся значительными колебаниями абсолютных отметок (от 70 до 228 *м*).

Первые сведения о наличии нижневолжских отложений с пластами горючих сланцев в данном районе относятся к 1926 г. (Г. Н. Каменский). Предварительные геологоразведочные работы на сланцы осуществлялись в 1932 г. геолого-поисковой конторой Нижне-Волжского геологического треста (П. А. Шиндянин). В результате этих работ было установлено, что месторождение приурочено к трем куполовидным структурам, впервые приведены данные о качестве сланцев. В 1937—1938 гг. Нижне-Волжским геологическим управлением проводилась детальная разведка на площади 13,5 $км^2$. В итоге разведочных работ в 1939 г. были подсчитаны запасы и дана детальная геологиче-

ская характеристика месторождения (И. В. Головина и И. И. Халтурина). В 1950—1952 гг. трест «Южуралуглеразведка» провел доразведку четырех шахтных полей. Эти работы уточнили условия залегания сланценосной толщи.

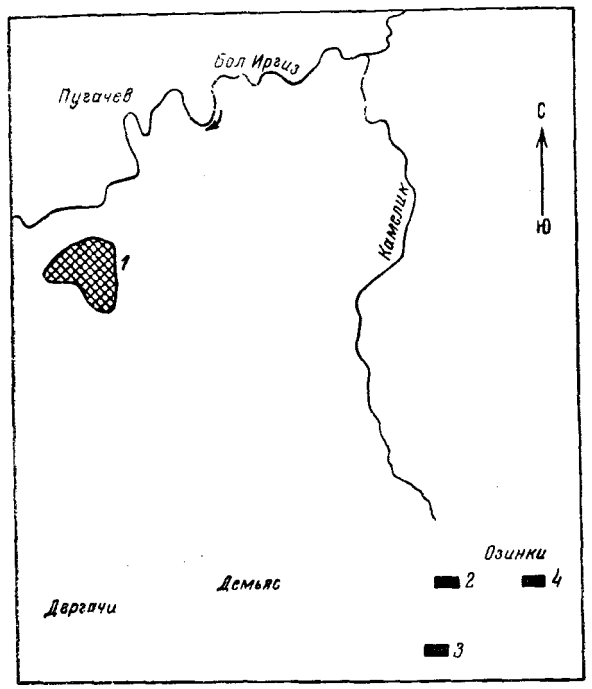


Рис. 38. Обзорная карта Озинковской группы месторождения и Савельевского месторождения

Цифрами на карте обозначены: *1* — район Савельевского месторождения; *2* — Озинковское месторождение; *3* — Беленько-Карташевское месторождение; *4* — Гремучинское месторождение

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения нижней и верхней перми, триаса, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичные (Харитонов, 1951ф). Наиболее древние породы (нижняя пермь), относимые к кунгурскому ярусу, представлены каменной солью с включением калийных и магнезиальных солей. Вероятная мощность их 321 *м* (рис. 39). Верхнепермские осадки казанского яруса подразделяются на две пачки: нижнюю — гипсово-ангидритовую и верхнюю — карбонатно-песчаниковую. Мощность отложений яруса достигает 110 *м*. Выше на размытой поверхности верхнепермских отложений залегает толща осадков, условно относимых к триасу. Эта толща сложена чередующимися прослоями пестроокрашенных глин и песков мощностью до 50 *м*.

Среднеюрские отложения (байосский и батский ярусы) представлены светло-серыми песками и пестроокрашенными глинами; первые преобладают в верхней и средней частях разреза. Мощность всей толщи не менее 70 *м*. Толща, включающая отложения келловейского, оксфордского и кимериджского ярусов верхней юры, начинается мелкозернистыми песками, переходящими вверх по разрезу в слоистые зеленовато-серые и темно-зеленые глины с прослоями фосфоритов. Мощность отложений достигает 40 *м*.

Вышележащие отложения нижневолжского яруса разделяются на

две свиты: нижнюю, собственно сланценосную, и верхнюю, несланценосную. В основании сланценосной свиты лежит темно-серая песчанистая глина с жёлваками фосфоритов мощностью 0,5 *м*. Выше она сменяется серыми глинами, которые в свою очередь покрываются пачкой переслаивания сапропелевых и мергелистых глин и горючих сланцев. В осадках свиты содержится следующая фауна: *Dorsoplanites panderi, Dorsoplanites dorsoplanus* Vischn., *Zarais Kites scythicus* Visch.

Общая мощность свиты достигает 50 *м*.

Верхняя свита сложена зеленовато-серыми мергелями и серыми песчанистыми глинами. Из фауны определены следующие виды: *Virgatites virgatus* Buch, *Aucella russiensis* Pavl., *Cylindrotenthis absolutus* Fisch. Мощность свиты 30 *м*. Общая мощность нижневолжского яруса 80 *м*. Верхневолжский ярус, по данным С. С. Баукова (рис. 40), имеет мощность не более 1 *м*.

Нижнемеловые отложения (неокомский, аптский, альбский ярусы) налегают на размытую поверхность нижневолжских осадков. Толща этих пород мощностью до 185 *м* представлена темно-серыми и черными глинами с прослойками серых песков.

Верхнемеловой комплекс (сантонский, кампанский и маастрихтский ярусы) сложен внизу глинами и песками, сменяющимися вверх по разрезу серыми мергелями, а еще выше белым писчим мелом и светло-зеленым мергелем. Общая мощность этих пород достигает 215—220 *м*. Палеогеновые отложения (сызранские и саратовские слои) литологически представлены опоками, пестроцветными песчаниками и глинами общей мощностью до 220 *м*.

В составе неогеновых осадков (акчагыльский и апшеронский ярусы) мощностью 200 *м* преобладают глины с подчиненными прослоями песков. Четвертичный покров состоит из глин и суглинков мощностью до 30—35 *м*.

Разведанная площадь месторождения приурочена к северо-западной части солянокупольной структуры. Последняя отличается сложностью строения, разбита рядом сбросов на отдельные блоки и осложнена мелкими складками (см. рис. 39). В сводовой части структуры (к юго-востоку от разведанной части месторождения) обнажаются осадки пермо-триаса (см. рис. 40), а крылья сложены верхнеюрскими или нижнемеловыми породами.

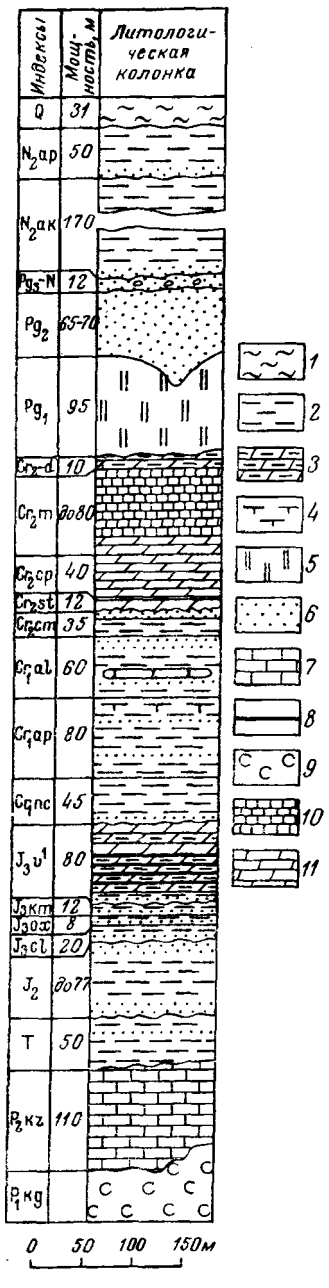


Рис. 39. Сводный стратиграфический разрез Озинковского месторождения (по П. Е. Харитонову)

1 — суглинки; *2* — глины; *3* — мергелистые глины; *4* — известковистые глины; *5* — опоки; *6* — пески; *7* — известняки; *8* — горючие сланцы; *9* — каменная соль; *10* — мел; *11* — мергели

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Распространение горючих сланцев установлено бурением на четырех шахтных полях площадью около 20 *км*². В пределах этой площади сланценосная свита развита в нижней части разреза нижневолжского яруса, породы которого трансгрессивно перекрыты меловыми и палеогеновыми отложениями. Свита сложена мергелистыми и сапропелевыми глинами, переслаивающимися с горючими сланцами и мергелями.

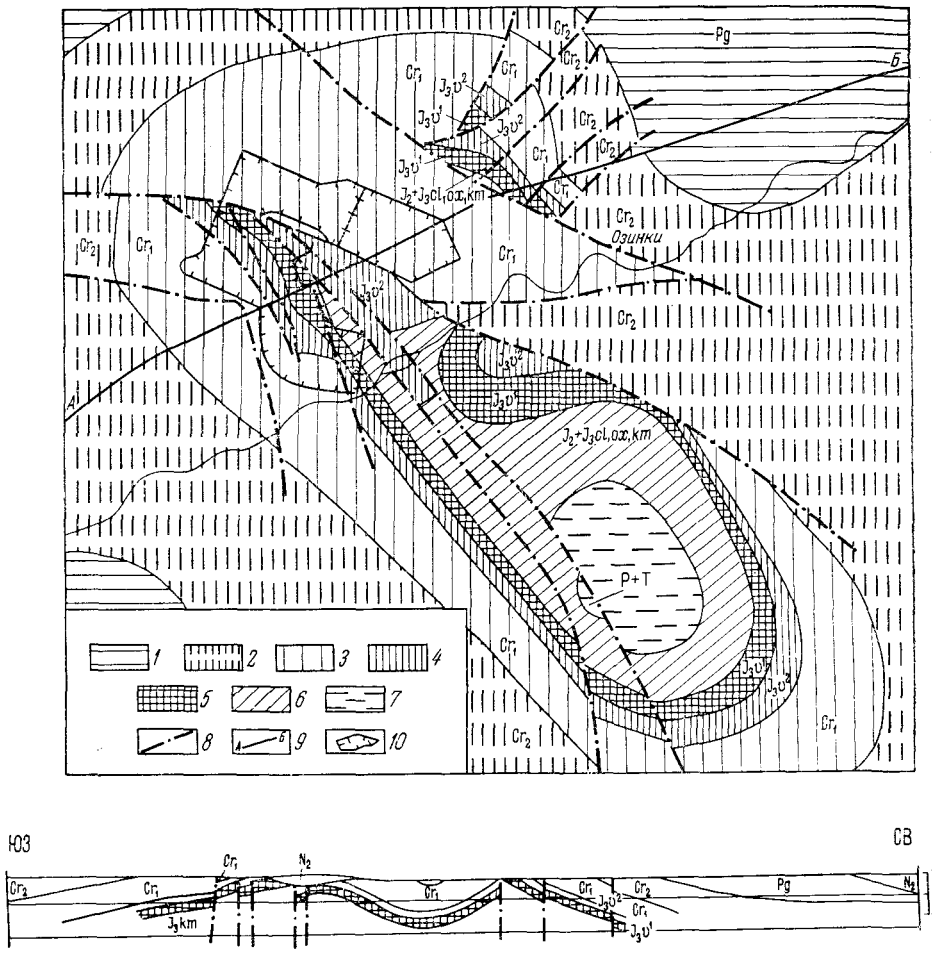


Рис. 40. Геологическая карта Озинковского месторождения (по С. С. Баукову)
1 — Pg; *2* — Cr_2; *3* — Cr_1; *4* — J_3v_2; *5* — J_3v_1; *6* — $J_2+J_3cl_1ox_1km$; *7* — P+T; *8* — тектонические линии; *9* — линия разреза; *10* — шахтное поле

Мощность всей сланценосной свиты в среднем 48 *м*. Положение ее в стратиграфическом разрезе, распространение и условия залегания показаны на рис. 41. Залегание слоев в большинстве случаев спокойное, но местами наблюдаются разрывные нарушения. Максимальные углы падения слоев достигают 15—25°. Глубина залегания свиты изменяется в значительных пределах — от непосредственного выхода пород на поверхность до 200 *м* и более. В общем виде свита имеет мульдообразный характер залегания.

В разрезе отмечается закономерное (цикличное) чередование слоев: горючий сланец — глинистый горючий сланец — сапропелевая глина — мергелистая глина. Эти комплексы (циклы) мощностью от 2,5 до 7,5 *м* повторяются до шести раз. В каждом цикле заключен один, чаще два пласта горючего сланца сложного строения. Свита содержит восемь пластов горючего сланца мощностью от 0,25 до 4,2 *м* (средняя мощность от 0,45 до 1,42 *м*). Коэффициент сланценосности около 25. Промышленное значение имеют три пласта (I, VI и VII). В нижней части сланценосной свиты лежит пласт VIII (непромышленный) с наибольшей мощностью 0,7—0,8 *м*, состоящий из горючего сланца темно-серого цвета с коричневым оттенком и горючего сланца темно-серого цвета с большим содержанием глинистого материала.

Пласт VII находится выше пласта VIII на 9 *м*. Он сложного строения и состоит из пяти пачек. Суммарная мощность его 3,4 *м*, а рабочая 1,71 *м*. Самая нижняя пачка мощностью 0,2 *м* представлена глинистым горючим сланцем, который сменяется темно-серым сланцем с коричневым оттенком мощностью 0,35 *м*. Выше выделяется прослой сапропелевой глины мощностью 0,32 *м*. На глинах лежит глинистый горючий сланец мощностью 0,35 *м*, выше которого развит пиритный прослой (0,04 *м*); над этим прослоем залегает пачка горючего сланца мощностью 1,35 *м*, сменяясь вверх по разрезу глинистым горючим сланцем мощностью 0,89 *м*. В кровле пласта мергелистые, а в почве сапропелевые глины.

Пласт VI, приуроченный к IV горизонту, залегает на 5,6 *м* выше пласта VII. Мощность его от 0,50 до 3,4 *м* при среднем значении 0,87 *м*. На участке № 6 его мощность колеблется от 0,2 до 2 *м* (рис. 42). Пласт имеет сплошное распространение на полях шахт № 3—4 (Вейс, 1952ф). Он сложного строения и состоит из четырех пачек. Нижняя пачка сложена темно-серым с коричневым оттенком слоистым сланцем мощностью 1 *м*. В свою очередь пачка разделена на два слоя мощностью 0,4 *м* каждый пиритным прослоем. Залегающая выше средняя пачка мощностью 0,75 *м* сложена глинистым горючим сланцем. Верхняя пачка лежит непосредственно на средней. Мощность ее 0,4 *м*, представлена она темно-серым сланцем. В кровле пласта сапропелевая глина, а в почве мергелистая глина.

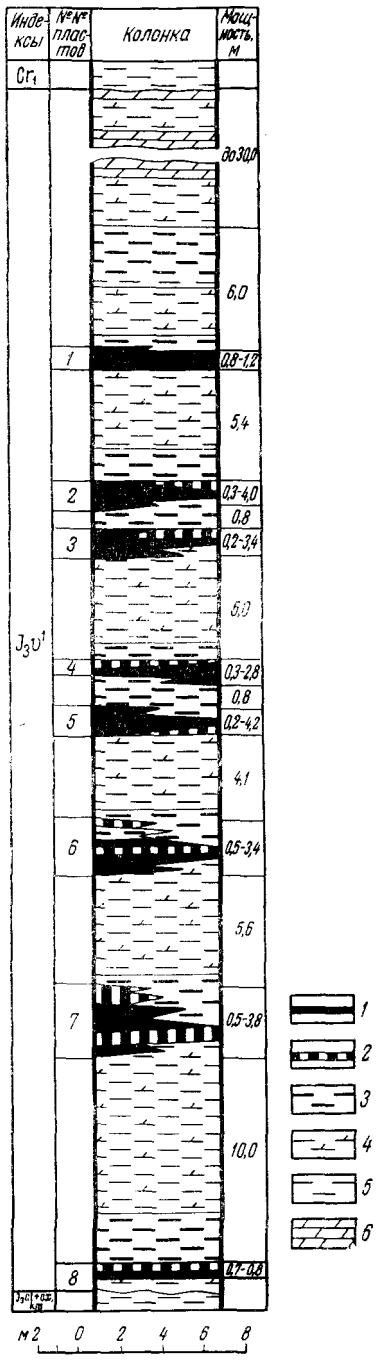


Рис. 41. Строение сланценосной толщи Озинковского месторождения
1 — горючий сланец; *2* — глинистый горючий сланец; *3* — сапропелевая глина; *4* — мергелистая глина; *5* — глина; *6* — мергель

Пласт V лежит выше пласта IV на 4 *м*. Он характеризуется неодинаковым строением и изменчивой мощностью. На поле шахты № 1—2 он простого строения с максимальной мощностью до 2 *м*. На поле шахты № 3—4 этот пласт имеет сложное строение и выражен переслаиванием пачек буровато-серого и буровато-коричневого сланцев с прослоями мергелей и сапропелевых глин. Количество пачек сланца изменяется от одной до пяти. Общая мощность пласта от 0,1 до 4,0 *м*, средняя — от 0,5 до 1,0 *м*.

Пласт IV отделен от пласта V прослоем сапропелевой глины мощностью 0,9 *м*. Мощность пласта от 0,30 до 2,85 *м*, средняя 0,45 *м*. Пласт

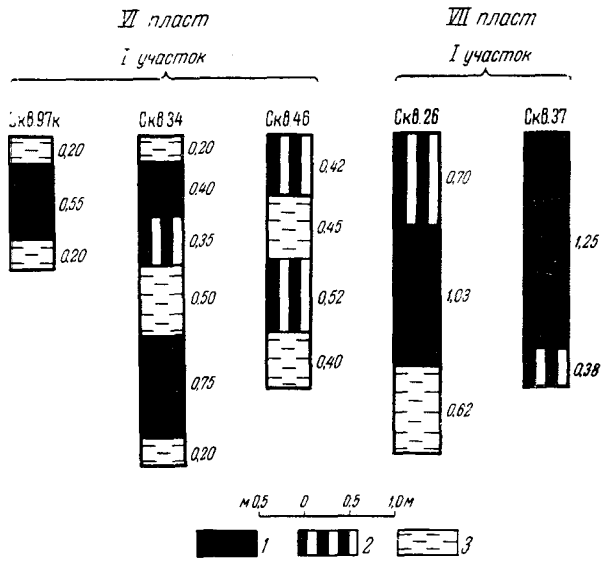


Рис. 42. Строение рабочих пластов Озинковского месторождения (по А. А. Молодчикову)
1 — горючий сланец; *2* — глинистый горючий сланец; *3* — глина

сложный и состоит из нескольких пачек, разделенных между собой мергелистыми глинами. Местами на поле шахты № 3—4 он имеет простое строение.

Пласты III и II относятся ко II горизонту. Пласт III лежит на 5 *м* выше пласта IV. На поле шахты № 3—4 он характеризуется невыдержанностью по простиранию и местами замещен сапропелевой и мергелистой глиной. Сланец буровато-коричневого цвета мощностью от 0,10 до 3,2 *м*. На поле шахты № 1—2 пласт состоит из нескольких пачек; мощность его здесь достигает 4,6 *м*. Пласт II горючего сланца отделен от пласта III сапропелевой глиной мощностью 0,8 *м*. На поле шахты № 1—2 (Тусевич, 1951ф) этот пласт имеет ограниченное распространение, а на поле шахты № 3—4 отмечается его выклинивание или замещение сапропелевой глиной. Строение пласта обычно простое; иногда он разделен на отдельные пачки прослоями сапропелевой глины. Мощность пласта II от 0,2 до 3,0 *м*.

Пласт I лежит выше пласта II на 5,4 *м*. Мощность его от 0,8 до 1,25 *м*, составляя в среднем 0,9 *м*. Пласт простого строения и хорошо выдерживается на большей части площади месторождения. Для него характерны светло-желтая окраска, большая известковистость и крепость. В кровле его сапропелевые, а в почве мергелистые глины.

В пределах рассматриваемой солянокупольной структуры сланценосная свита развита не повсеместно. Она распространена в основном по периферии структуры, а в своде отсутствует. В период, предшествующий сланценакоплению, палеогеографическая обстановка была

следующая. В раннепермское время были широко развиты лагуны, в которых накапливались мощные толщи соли и гипсово-ангидритовых и красноцветных континентальных осадков. Триасовый период характеризуется прерывистым развитием трансгрессии, местами ингрессии моря. В конце триаса отмечается подъем рассматриваемого участка земной коры, следы которого наблюдаются в виде размывов отложений триаса и несогласного залегания пород нижней юры на более древних осадках.

В нижне- и среднеюрскую эпоху развивается морская трансгрессия. Данная область в эти эпохи представляла собой мелкую часть шельфа глубиной 100—200 *м*, в которой отлагались пески, глины, алевролиты. В верхнеюрскую эпоху трансгрессия продолжала развиваться. Относительно глубокая часть шельфа заполнялась мергелями, глинами, алевролитами, горючими сланцами. Последние формировались вблизи берега мелководного открытого моря, в подводных впадинах. Эти впадины характеризовались интенсивным накоплением органического вещества в осадках. Климат в областях накопления горючих сланцев, вероятно, был теплым и влажным и способствовал развитию растительного и животного планктона. Часто имел место приток пресных вод с суши, прилегающей к этим бассейнам и обладающей выровненным рельефом, так как в сланцах отсутствуют крупные обломочные частицы. Повторяемость в разрезе пластов горючих сланцев и других пород свидетельствует о пульсирующем характере колебательных движений.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛАНЦЕВ

Данные технических анализов сланцев приводятся в табл. 123 и 124. По калорийности выделяются сланцы с теплотой сгорания более

Таблица 123

Результаты технических анализов сланцев Озинковского месторождения

Индекс пласта	A^c, %	$CO_{2минер.}$, %	$S^c_{общ.}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
I	48,15—77,5 / 53—56	21,19	4,21	958—2452 / 2050
II	—	3,92	—	854—2084 / 1700
III	—	3,41	3,07	740—2073 / 1700
IV	—	6,27	—	781—2200 / 1800
V	—	4,83	2,41	844—2375 / 1800
VI	48,48—76,93 / 50—55	7,91	4,96	944—3008 / 2400
VII	51,49—82,15 / 55—60	6,71	4,39	869—3048 / 2300

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Таблица 124

Результаты технических анализов и перегонки смолы по VII пласту Озинковского месторождения

Слои	Мощность, *м*	Технический анализ				Перегонка по Фишеру, %				
		$W^{л}$, %	$A^{с}$, %	CO_2, %	$Q^{с}_{б}$, *ккал/кг*	первичная смола	полукокс	подсмольная вода	газ, потери	смола на горючую массу
а	0,33	9,82	75,51	3,19	1442	5,3	85,9	2,4	6,3	24,9
б	0,3	10,27	74,69	1,52	1611	7,4	86,6	2,8	3,2	31,9
в	0,25	9,94	70,66	6,36	1556	6,2	86,6	1,1	6,1	27,0
г	0,25	10,04	64,51	8,04	1858	8,5	84,5	1,6	5,3	31,3
д	0,23	11,91	60,24	6,41	2198	10,9	79,2	2,9	7,0	32,7
е	0,37	11,90	51,81	5,89	2948	14,5	75,8	2,4	7,3	26,2
ж	0,45	11,59	54,27	5,95	2693	10,4	78,8	3,2	7,6	26,1
и	0,35	9,55	67,31	9,43	1575	6,6	86,0	3,1	4,3	28,3
к	0,32	6,12	71,53	12,57	1076	5,2	90,7	1,0	3,1	32,7
л	0,35	5,67	70,35	5,92	1607	8,3	86,1	1,6	4,0	34,0
м	0,20	6,24	73,28	3,19	1552	6,0	85,9	2,7	5,4	26,1

Таблица 125

Результаты технических анализов сланцев шахты № 1 Озинковского месторождения

Индекс пласта	Пачки	Мощность, *м*	$W^{л}$, %	$A^{с}$, %	$S^{с}_{общ}$, %	$Q^{с}_{б}$, *ккал/кг*
IV	Нижняя . .	0,38	21,9–25,6 / 23,74	47,7—56,8 / 50,53	9,0—10,0 / 9,6	2880—3398 / 3210
	Средняя . .	0,38	21,2–24,7 / 23,19	47,8–55,9 / 52,49	8,8—10,0 / 9,6	2886—3368 / 3116
	Верхняя	0,40	22,0–25,7 / 23,69	56,6–70,6 / 67,04	3,8—8,0 / 4,69	1701—2364 / 2055
	Среднее по пласту .		23,5	56,6	7,9	2793
VII	Нижняя . .	0,38	20,7—24,8 / 23,3	52,5—74,0 / 69,7	9,0—12,0 / 10,44	1293—3170 / 1595
	Средняя . .	1,05	22,4—25,4 / 23,4	52,8–63,0 / 58,8	7,0—9,6 / 7,62	2123—2913 / 2578
	Верхняя . .	0,25	22,2–26,1 / 23,83	62,8–76,6 / 68,6	4,4 11,4 / 8,69	1271—2360 / 1695
	Среднее по пласту .		23,44	62,77	8,43	2220

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

2000 *ккал/кг* (на сухое топливо), с теплотой сгорания от 1700 до 2000 *ккал/кг* и менее 1700 *ккал/кг*. Последний показатель относится к нерабочим пластам. Теплота сгорания горючих сланцев рабочих пластов по шахте № 1 в среднем 2220—2793 *ккал/кг*, а средняя зольность 56,6—62,77% (табл. 125).

По калорийности сланцы лучших пластов могут быть использованы для энергетических целей. Органическое вещество сланцев по анализам ВНИИПС характеризуются следующим составом (средние величины в %): $C^{г}$ 65,5; $H^{г}$ 8,3; N 1,4; $S^{г}$ 5,6; O_2 19,2.

Результаты анализов пластовых проб по шахте № 1 характеризуются данными табл. 125.

Выход смолы на кероген составляет 31—38%. Пласт VII (сложный) имеет следующие показатели (табл. 126). Полезными слоями этого пласта считаются слои г, д, е, ж, з, и. Состав золы показан в табл. 127.

Таблица 126

Элементарный состав органической массы горючих сланцев Озинковского месторождения

$C^{г}$, %	$H^{г}$, %	$N^{г}$, %	$S^{г}$, %	$O^{г}$, %	Смола на горючую массу
60,.6	7,60	1,65	5,79	24,96	—
60,44	8,55	1,62	4,51	24,88	—
60,83	7,75	1,37	—	30,05	—
61,16	8,20	1,27	—	29,37	—
62,66	8,36	1,36	5,92	21,5	—
64,18	7,87	1,70	—	26,25	37,63
64,61	7,93	1,27	—	26,19	—
64,92	9,43	1,31	6,26	18,08	
66,40	8,79	1,6	—	23,21	31,95
66,90	7,99	2,08	—	23,03	33,56
67,16	8,82	1,20	—	22,82	39,17
67,96	8,84	1,57	—	21,63	38,89
68,24	8,91	1,10	—	21,75	38,46
Ср. 65,5	8,3	1,4	5,6	19,2	—

Таблица 127

Состав золы горючих сланцев, %

Пласты горючих сланцев	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	CaO	MgO
1	49,74	19,94	5,26	1,95	9,5	0,56
2	53,07	20,07	6.56	5,25	8,84	2,58
3	59,09	22,36	5,86	4,86	10,61	2,6
4	52,0	18,49	5,9	5,31	15,13	2,38
5	30,03	30,05	6,57	7,51	10,56	2,96
6	46,49	17,36	5,9	9,49	18,26	2,10
7	46,56	18,3	6,44	7,64	17,07	2,46

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

На месторождении подземные воды приурочены к четвертичным, палеогеновым, меловым, юрским и более древним породам. В подстилающих комплексах нет высоконапорных и многодебитных водоносных горизонтов, которые могут осложнять горнотехнические условия при разработке сланцев.

Водоносность четвертичных отложений незначительна. Подземные воды, приуроченные к меловым отложениям, не влияют непосредственно на обводнение шахт. При разработке месторождения оказывали известное влияние воды акчагыла (N_2) и известково-мергельного горизонта нижневолжского яруса, которые могут проникать в выработки по трещинам и сбросовым плоскостям.

Неблагоприятным горнотехническим фактором для отработки сланцев является тектоническая нарушенность месторождения.

Запасы. В 1956 г. был произведен подсчет запасов сланцев Межведомственной комиссией МГиОН СССР по состоянию их в недрах на 1 января 1955 г. По данным этой сводки, запасы сланцев составляют: балансовые 67 млн. *т*, а забалансовые 162 млн. *т* (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958).

По балансу запасов СССР на 1 января 1962 г. запасы сланцев составляют: по категориям $A+B+C_1$ 72,62 млн. *т*, в том числе по категории А 12,6 млн. *т* и по категории В 45,2 млн. *т*. Кроме того, балансовые запасы по категории C_2 составляют 0,9 млн. *т* и забалансовые 158,8 млн. *т*.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ХУТОРА ГРЕМУЧИЙ

Месторождение хутора Гремучий расположено в 10 *км* к востоку от Озинковского месторождения, вблизи разъезда 225-й км Оренбургской ж. д. Оно разведывалось детально в 1932 г. Нижне-Волжским геологическим трестом. Разведкой охвачена площадь в 11 *км*^{2}. Состав отложений на этом месторождении тот же, что и на Озинковском. Разведанная площадь приурочена к юго-западному крылу Гремучинской солянокупольной структуры, осложненному сбросами.

Сланценосная свита на месторождении залегает на глубине от 13,7 до 36 *м*. В некоторых местах она выходит на поверхность. Далее к юго-западу свита быстро погружается на глубину более 200 *м*. Свита сложена темно-серыми глинами с пластами горючих сланцев. Мощность ее 28—30 *м*. Она содержит восемь пластов горючих сланцев мощностью от 0,30 до 3,35 *м*. Средняя мощность пластов изменяется от 0,42 до 2,18 *м*. Коэффициент сланценосности составляет около 20. Качество горючих сланцев характеризуется данными табл. 128.

Таблица 128

Результаты технических анализов сланцев Гремучинского месторождения

Индекс пласта	$W^л$, %	A^c, %	$CO_{2минер}$, %	$S^c_{общ}$, %	$S^г$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*	
						средняя	высшая
I	4,4	69,5	13,3	2,76	0,95	1298	1444
II	4,1	71,0	9,9	2,0	0,66	1512	2026
III	5,5	76,3	5,5	1,72	0,68	1383	1662
IV	4,4	71,1	8,7	2,13	0,46	1574	1705

Запасы. Запасы Гремучинского месторождения по балансу полезных ископаемых горючих сланцев на 1 января 1955 г. составляют по категории В 30,582 тыс. *т* и забалансовые 127,965 тыс. *т*, всего 158 547 тыс. *т*.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ХУТОРА КАРТАШЕВ-БЕЛЕНЬКИЙ

Месторождение расположено на территории Казахской ССР, в 10 *км* к югу от Озинковского месторождения. По геологическому строению, характеру сланценосности и горногеологическим условиям оно аналогично описанному выше Озинковскому месторождению. Сланценосная свита содержит восемь пластов горючих сланцев мощностью от 0,22 до 1,34 *м*. Качественные показатели пластов горючих сланцев приведены в табл. 129.

Таблица 129

Результаты технических анализов сланцев месторождения Карташев-Беленький

Индекс пласта	$W^л$, %	A^c, %	$CO_{2минер}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*	
				средняя	высшая
I	5,0	68,7	14,1	1206	1418
II	5,5	71,0	9,5	1521	1742
III	5,5	71,0	6,6	1750	2297
IV	4,8	75,0	8,8	1230	—

Запасы. По данным А. А. Молодчикова (1956ф), балансовые запасы по категории C_1 составляют 8748 тыс. *т*, забалансовые — 20 327 тыс. *т*.

* *
*

Геологическая изученность Озинковской группы месторождений в настоящее время еще слаба, поэтому возможности эксплуатации весьма ограниченны. В настоящее время горючие сланцы не добываются.

ПРИУРАЛЬСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В Приуральскую группу входят Новосеменовское, Туксайское, Чернозатонское и Ташлинское месторождения. Кроме того, сюда же относятся далеко отстоящие Кара-Тюбинское и Ак-Булакское месторождения (рис. 43).

ЧЕРНОЗАТОНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение находится в Теректинском районе Западно-Казахстанской области, на левом берегу р. Урала, в 35 *км* к северу от ст. Алгабас и в 15 *км* от Туксайского месторождения.

Впервые это месторождение было открыто Северцевым и Саввиновым (60-е годы XIX в). В 1887 г. Н. М. Новаковский, занимавшийся рекогносцировочной геологической съемкой, отметил развитие сланцев в естественных обнажениях в районе Черного Затона на р. Таловке.

Специальные геологопоисковые работы на горючие сланцы проводились в 1937—1942 гг. Казахстанским геологическим трестом (Х. Р. Раймханов, А. Д. Ракитин и С. И. Евсеева). В настоящее время разведано три участка: Северный, Центральный и Южный.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Наиболее древние породы, развитые на месторождении, — отложения перми, представленные внизу гипсово-ангидритовой толщей, а вверху — карбонатно-песчаниковой. Мощность их не установлена. На размытой поверхности перми со значительным стратиграфическим перерывом лежат верхнеюрские отложения. Келловей-оксфорд-кимериджский комплекс сложен зеленовато-желтыми песками (содержащими желваками фосфоритов) и зеленовато-серыми глинами. Наибольшая вскрытая мощность их достигает 60—70 *м*. Выше залегают отложения нижневолжского яруса: нижняя свита (зона *Dorsoplanites panderi*) представлена темно-серой и черной глиной с прослоями мергелей

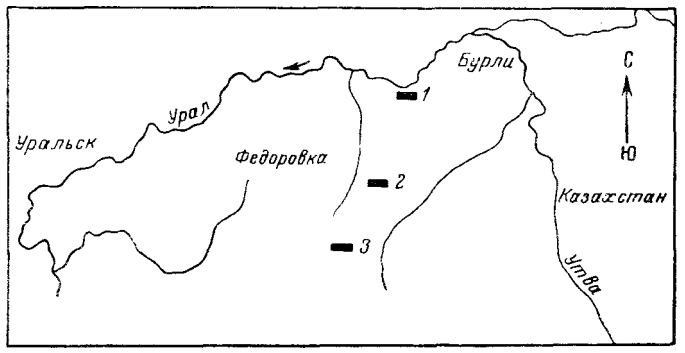


Рис. 43. Приуральская группа месторождений
1 — Чернозатонское месторождение; *2* — Туксайское месторождение; *3* — Ново-Семеновское месторождение

и пластами горючих сланцев (общая мощность ее достигает 28 *м*), верхняя свита (зона *Virgatites virgatus*) сложена серыми мергелями и зеленовато-серыми мергелистыми глинами, мощность ее 20,5 *м*. Фаунистически обе свиты хорошо охарактеризованы.

На нижневолжском ярусе с перерывом залегают акчагыльские отложения палеогена. Они представлены серыми и коричневато-серыми глинами мощностью до 204 *м*. Четвертичный покров сложен песками, гравием, суглинками, глинами. Общая мощность их достигает 30 *м*.

Территория месторождения приурочена к брахиантиклинальному поднятию, осложненному сбросами.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосная свита, занимающая нижнюю часть разреза нижневолжского яруса, содержит шесть-семь пластов горючих сланцев, из которых только один является промышленным. Строение ее показано на рис. 44.

Промышленный пласт, достигающий 2,6 *м*, представлен коричневым сланцем. В почве и кровле его развиты мергели. Выше этого пласта на 4,3 *м* залегают четыре прослоя сланца нерабочей мощности (0,3—0,5 *м*); интервалы между этими прослойками более 1 *м*. Ниже рабочего пласта залегают еще два слоя сланца нерабочей мощности (0,1—0,7 *м*).

На Северном участке встречено четыре пласта сланцев, из которых три мощностью 0,2 *м* каждый, а четвертый 2,2 *м*. На Южном участке сланец обнаружен на глубине 3,5 *м*, средняя мощность его 1 *м*. На Центральном участке пласт вскрыт наклонной шахтой глубиной 17,5 *м*.

Он сложен двумя пачками: нижняя представлена коричневым сланцем мощностью 1,95 *м*. На нижней пачке непосредственно залегает верхняя пачка, сложенная серым горючим сланцем мощностью 0,4 *м*.

КАЧЕСТВО ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Горючие сланцы Чернозатонского месторождения по материалам Кашпирского завода имеют следующие качественные показатели (в среднем): W^a от 6,6 до 7,0%; A^c от 25 до 70%; V^c от 20 до 46%; $S^c_{общ}$ от 1 до 8,9%; $Q_н^р$ от 1400 до 4224 *ккал/кг*, в среднем 2100 *ккал/кг*.

Элементарный состав горючей части сланца (в среднем) по данным Сектора топлива ИГН АН Каз. ССР следующий: С 65,3%; Н 7%; $S_{об}$ 6,7%; (О+N) 20,8%; $Q_б^г$ 7150 *ккал/кг*. Выход смолы при сухой перегонке сланца от 12,9 до 24%. Смола характеризуется высоким удельным весом и малым содержанием фенолов.

При разгонке смолы по фракциям отмечено преобладание легких фракций: до 170° 27—32%, до 230° 9,9%.

Качественная характеристика рабочего пласта сланца Центрального участка по пачкам приведена в табл. 130, 131. Из этих таблиц видно, что нижняя пачка — коричневый горючий сланец — отличается высоким содержанием горючей массы на сланец — до 60% и смолы — до 24%. Верхняя пачка — серый сланец — содержит около 40% горючих веществ на сухой сланец и выход смолы около 13%.

Результаты сухой перегонки по Фишеру приведены в табл. 132.

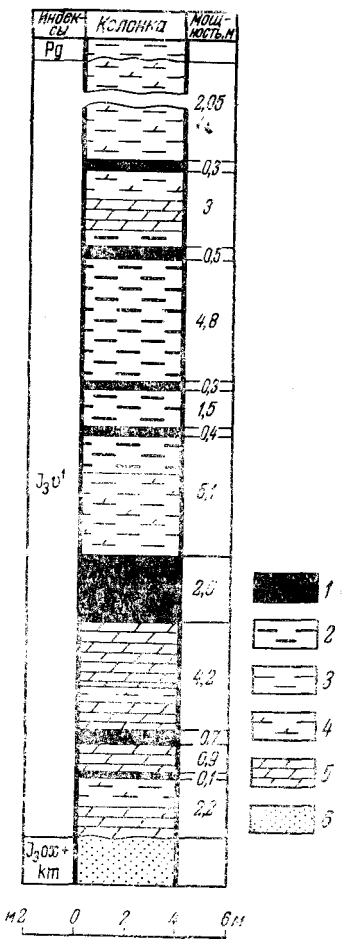


Рис. 44. Строение сланценосной свиты Чернозатонского месторождения (по С. И. Евсеевой)
1 — горючий сланец; *2* — сапропелевая глина; *3* — глина; *4* — мергелистая глина; *5* — мергель; *6* — песок

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Возможность вскрытия месторождения штольнями и слабая водоносность покрывающих и вмещающих пород благоприятствуют разработке сланцев.

Запасы. По балансу запасов СССР на 1 января 1958 г. балансовые запасы горючих сланцев по категориям А+В+С составляют 522 тыс. *т*. Горючие сланцы Чернозатонского месторождения представляют интерес как топливо и как сырье для химической промышленности.

ТУКСАЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Теректинского района Западно-Казахстанской области, в 10 *км* к северу от ст. Алгабас и в 18 *км* к северу от Новосеменовского месторождения.

Таблица 130

Результаты технического анализа горючих сланцев рабочего пласта Чернозатонского месторождения

Разновидности сланцев	W^a, %	A^c, %	CO_2минер, %	$S^c_{общ}$, %	$Q^c_б$, %	$Q^г_б$, *ккал/кг*
Коричневый (нижняя пачка)	6,4	32,04	10,1	7,4	4700	7254
Серый (верхняя пачка)	4,7	56,4	8,1	8,2	2900	6834

Таблица 131

Результаты элементарного анализа горючего сланца рабочего пласта Чернозатонского месторождения (в % на органическую массу)

Разновидности сланцев	C	H	S	N+O
Коричневый (нижняя пачка)	66,49	7,02	8,44	18,1
Серый (верхняя пачка)	62,29	6,88	5,44	25,39

Таблица 132

Результаты сухой перегонки (по Фишеру) сланцев рабочего пласта Чернозатонского месторождения

Разновидности сланцев	Первичная смола	Полукокс	Подсмольная вода	Газ+потери
Коричневый (нижняя пачка	24,6	54,62	7,9	12,8
Серый (верхняя пачка)	14,03	70,9	5,8	9,1

Поверхность месторождения представляет собой плато с абсолютными отметками 100—110 *м*, понижающиеся в северном направлении к долине р. Урала.

На территории месторождения в 1942—1943 гг. Украинским геологическим управлением (С. И. Евсеева, Н. Я. Коган) проводились поисковые работы, в результате которых были установлены выходы сланценосных отложений на поверхность в районе Туксайского купола и подсчитаны ориентировочно запасы горючих сланцев в количестве 3600 тыс. *т*. В 1945 г. продолжалось изучение строения площади Западно-Казахстанским геологическим управлением (В. П. Веденина и Р. А. Сегедин). Запасы месторождения были определены в количестве 195 тыс. *т*.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В геологическом строении площади месторождения принимают участие породы нижней и верхней перми, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичные отложения.

Нижнепермские осадки, отнесенные к кунгурскому ярусу, вскрыты скважинами на Туксайском куполе, на глубине 103 *м*. Представлены

они доломитизированными плотными известняками, переслаивающимися с белыми гипсами и песчаниками. Вскрытая мощность их 14,5 *м*.

Отложения верхней перми и триаса (нерасчлененные) также вскрыты скважинами на Туксайском куполе. Они сложены пестроокрашенными местами известковистыми глинами, с прослоями глинистых песков и песчаников. Наибольшая вскрытая мощность их 92 *м*. Возраст отложений принимается условно на основании сопоставления с районами Общего Сырта.

Юрские отложения представлены средним и верхним отделами. Среднеюрский комплекс пород вскрыт только скважинами. Он сложен песчано-глинистой толщей, состоящей из переслаивания тонкозернистых зеленовато-серых и серых песков и серых песчанистых слабослюдистых глин. В верхней части толщи содержатся прослои бурого угля. Возраст толщи определяется как среднеюрский (ближе не определимый).

Нерасчлененные отложения келловей-оксфорд-кимериджского возраста на дневную поверхность не выходят и достигнуты скважинами. При этом вскрыты только нижние их горизонты, представленные зеленовато-серыми кварцево-глауконитовыми песками с фосфоритами. Нижневолжский ярус в нижней половине сложен глинами серого и темно-серого цвета. Глины эти плотные слабо песчанистые известковистые с прослоями песчаников и серых горючих сланцев. Общая мощность отложений достигает 35 *м*. Возраст их устанавливается по фауне *Dorsoplanites panderi, Zaraiskites scythicus* Mich. Отложения верхней зоны *Virgatites virgatus* залегают на породах нижнего горизонта без заметного перерыва. Д. А. Омельченко отмечает резкий контакт между двумя горизонтами на Туксайском куполе и пограничным прослоем ожелезненной сильно загипсованной глины. Отложения верхнего горизонта сложены голубовато-серыми и светло-серыми известковистыми и песчанистыми глинами, мергелями и песчаниками, последние местами окремненные. Мощность горизонта достигает 25 *м*. Среди глин и мергелей встречена фауна. Полная мощность отложений нижневолжского яруса 45 *м*.

Нижнемеловые отложения начинаются фосфоритовым горизонтом, выше которого залегают осадки готерив-баррема, апта и альба, состоящие из серых и темно-серых глин с тонкими прослоями глауконитового песка общей мощностью 204 *м*.

Верхнемеловые отложения (турон-коньякский, сантонский, кампанский и датский ярусы) мощностью около 270 *м* представлены серыми мергелями и белым писчим мелом.

Палеогеновые осадки (сызранские и саратовские слои) залегают на размытой поверхности верхнемеловых пород. Они внизу слагаются опоковидными глинами и опоками, а в верхней части — мелко- и тонкозернистыми песками. Общая мощность палеогеновой толщи около 300 *м*.

Неогеновые отложения (акчагыльский и апшеронский ярусы) представлены морскими слоистыми глинами и континентальными песками и комковатыми глинами. Наибольшая мощность их 272 *м*.

Среди четвертичных отложений выделяются средне- и верхнечетвертичные образования, сложенные разнозернистыми песками, суглинками и глинами хазарской и хвалынской трансгрессии; мощность их достигает 70—80 *м*.

Месторождение приурочено к южному крылу брахиантиклинального поднятия, осложненного дизъюнктивными нарушениями. Сводовая часть этого поднятия сложена породами термо-триаса и юры, их

перекрывают довольно мощные палеогеновые отложения. На южном крыле широко распространены осадки верхнего мела, трансгрессивно залегающие на более древних породах.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосные отложения нижневолжского яруса мощностью до 35 *м* состоят из серых и темно-серых мергелистых глин и мергелей с подчиненными им пластами горючих сланцев. Эти породы прослеживаются по простиранию на протяжении 5 *км*. Ширина сланценосной полосы от 65 до 600 *м*. Продуктивная свита содержит шесть пластов горючего сланца, из которых два (III и VI) являются рабочими. Пласты сланцев распределены равномерно в разрезе (рис. 45).

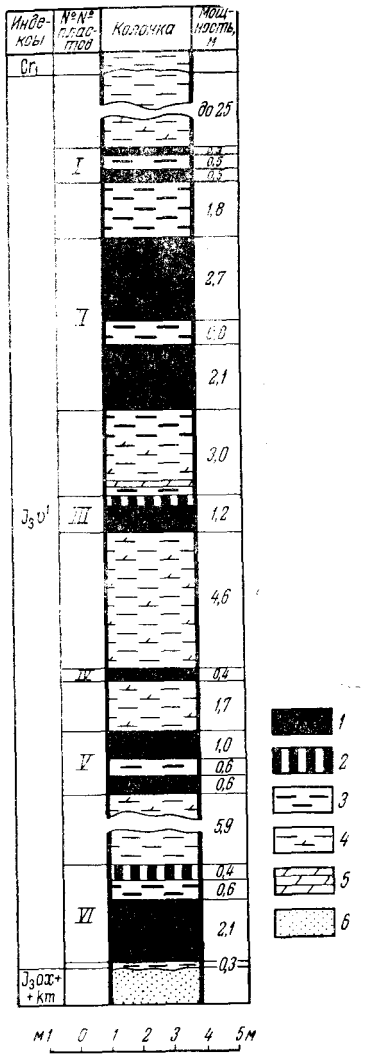


Рис. 45. Строение сланценосной свиты Туксайского месторождения (по В. П. Веденину)

1 — коричневый горючий сланец; *2* — серый горючий сланец; *3* — сапропелевая глина; *4* — мергелистая глина; *5* — мергель; *6* — песок

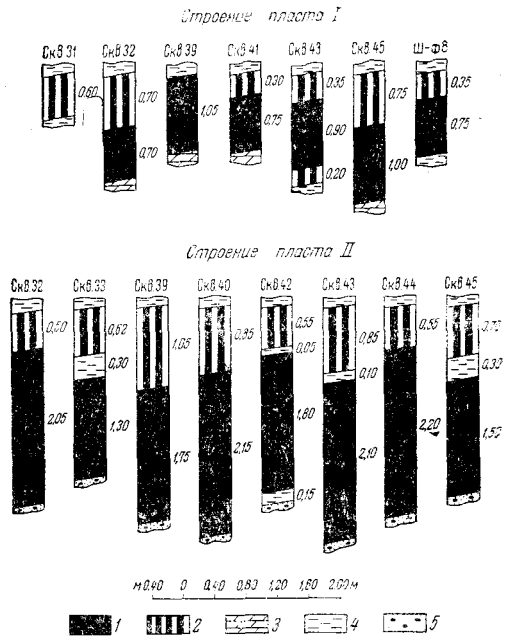


Рис. 46. Строение рабочих пластов по шахтному полю № 2 Туксайского месторождения (по Ф. И. Лившицу)

1 — горючий сланец коричневый; *2* — серый горючий сланец; *3* — мергель; *4* — глина; *5* — песок

Пласт VI (промышленный) мощностью от 2,2 до 3,0 *м* залегает в нижней части сланценосной свиты. В почве его находится фосфоритовый песчаник, в кровле — темно-серые сапропелевые глины. Пласт сложного строения и состоит из двух пачек горючего сланца. Верхняя пачка мощностью 0,5—1,05 *м* представлена серым горючим сланцем. Нижняя пачка, сложенная коричневым сланцем мощностью 1,30—2,2 *м*, является основной промышленной пачкой. В некоторых скважинах верхняя пачка горючего сланца лежит непосредственно на нижней пачке коричневых сланцев. Прослой глин, разделяющих эти пачки, не везде выдерживается (рис. 46).

Пласт V мощностью 2,2 *м* лежит на 5,9 *м* выше пласта VI. Он также состоит из двух пачек: нижней мощностью 0,6 *м* и верхней мощностью 1,0 *м*, разделенных сапропелевыми глинами мощностью 0,6 *м*.

Пласт IV залегает выше пласта V на 1,7 *м*. Мощность его 0,4 *м*, строение простое, цвет серый. Кровля пласта — сапропелевая глина, почва — мергелистая глина.

Пласт III (промышленный) залегает стратиграфически выше пласта IV на 4,2 *м* и имеет непостоянную мощность, колеблющуюся от 0,6 до 1,75 *м*. В большей части скважин пласт представлен двумя пачками: верхней, сложенной серым сланцем мощностью от 0,2 до 0,8 *м*, и нижней, составленной коричневым сланцем мощностью от 0,70 до 1,05 *м*. Реже пласт выражен одной пачкой коричневых сланцев мощностью 1—1,05 *м*. Коричневые сланцы содержат включения пирита. В кровле развиты в основном сапропелевые глины, в почве — мергелистые глины.

Пласт II, залегающий выше пласта III на 3 *м*, представлен серым сланцем, состоящим из двух пачек, разделенных сапропелевыми глинами мощностью 0,80 *м*. Мощность нижней пачки сланцев 2,15 *м*, а верхней 2,75 *м*.

Пласт I лежит выше пласта II на 1,85 *м*. Он тоже состоит из двух пачек серого сланца: нижней мощностью 0,5 *м* и верхней мощностью 0,30 *м*, разделенных прослоем глин.

КАЧЕСТВО СЛАНЦА

На площади месторождения распространены две разновидности горючих сланцев: серые и коричневые. Серые сланцы имеют большую зольность (более 70%), низкую теплоту сгорания $Q_б^c$ (около 1400 *ккал/кг*) и незначительное содержание летучих. Коричневые сланцы характеризуются меньшей зольностью. Содержание золы в них от 26 до 53%. Теплота сгорания ($Q_б^c$) 2250—5500 *ккал/кг*. Содержание летучих до 80%. Качественные показатели по рабочим пластам шахтного поля № 2 приведены в табл. 133.

Таблица 133

Результаты технических анализов горючих сланцев по шахтному полю 2 Туксайского месторождения

Индекс пласта	W^a, %	A^c, %	V^c, %	S^c, %	$Q_н^p$, *ккал/кг*	$Q_б^c$, *ккал/кг*	$Q_б^r$, *ккал/кг*
III(1)	6,45—9,43	38,6—53,2	12,8—28,8	4,36—8,1	2460—3909	2715—4240	5700—7480
	7,8	47,1	22,8	5,6	3140	3407,8	6637
VI(2)	5,09—9,87	40,4—60,1	10,8 - 31,7	4,01—5,88	2638—3630	2815—4027	5910—6770
	5,9	44,1	16,0	4,1	2737	2939	5727,7

Примечание. Значение зольности несколько занижено в связи с тем, что не учтено содержание CO_2 минер.

При разгонке было получено смолы 12,9%, полукокса 73,2%. При разгонке первичной смолы на фракции получены: 1) фракция (бензиновая) до 170° 2,7% на сухую массу, 2) фракция (керосиновая) до 230° 9,9% на массу.

Исследование горючих сланцев в лаборатории АН Каз.ССР дали следующие результаты (табл. 134).

Таблица 134

Результаты технического анализа горючих сланцев (средневыборочные данные)

Индекс пласта	W^a, %	A^c, %	V^r, %	$S^c_{общ}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
III	15,32	43,4	72,2	6,7	3169
VI	12,66	58,26	65,32	3,8	2002

По качеству сланцы могут быть использованы как топливо и как сырье для химической промышленности. Получение из сланцев моторного топлива затруднено из-за сложности методов очистки от сернистых соединений. Состав золы сланцев следующий: SiO_2 3,68%; Al_2O_3 13,54%; Fe_2O_3 4,18%; CaO 30,95%; MgO 1,75%; SO_3 7,34% (Серебряков, 1949ф).

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

По внешнему виду горючий сланец в невыветрелом состоянии имеет коричневый, темно-бурый и зеленовато-серый цвет, отличается плотностью и крепостью. При выветривании сланец переходит в сильно загипсованные сапропелевые глины коричнево-черных и желтовато-коричневых окрасок.

По данным Е. И. Мураховой, основная масса сланцев состоит из смеси оранжево-желтого, светло-желтого и темно-бурого вещества в различных соотношениях. Оранжево-желтые и светло-желтые вещества относятся к сапропелевой массе, а темно-бурые — к гумусовой. Гумусовый материал представлен оболочками макроспор и фрагментами кутикулы. Сапропелевый материал в значительной мере состоит из водорослей. Цементирующая масса то сапропелевая, то гумусовая. Минеральные включения представлены зернами кварца и карбонатов.

Запасы. По всесоюзному балансу запасы по месторождению на 1 января 1955 г. составляли 195 тыс. *т* по категориям А+В+С. В результате произведенного пересчета балансовые запасы по категории С составили 1234 тыс. *т*.

В настоящее время месторождение не эксплуатируется.

НОВОСЕМЕНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Теректинского района Западно-Казахстанской области, в 7 *км* к югу от ст. Алгабас. Оно занимает часть водораздельного склона к р. Солянке, имеющего абсолютные отметки 160—180 *м*.

Первые сведения о геологии района относятся к 1887 г. Здесь М. М. Новаковским было отмечено распространение юрских отложений и выделено два яруса. Начиная с 30-х годов, проводится поисковая разведка на горючие сланцы (Н. Ф. Вечканов, Х. Р. Райхманов). В 1940 г. сотрудники конторы НКТП Казахской ССР (С. И. Буянов и В. М. Байдавлетова) оценили перспективные запасы в 40 млн. *т*. Последующие работы С. И. Евсеевой и Н. Я. Коган (1942—1943 гг.) подтвердили промышленную ценность Новосеменовского месторождения. Детальной разведкой 1943 г., проводившейся трестом «Южуралуглеразведка» (Чувелев, 1944ф), запасы сланцев были определены предварительно в объеме 8042 тыс. *т*. К. Я. Бабич в 1944 г. дал положительную оценку промышленного значения месторождения, обосновав свои выводы подсчетом запасов горючих сланцев и качественной характеристикой их. После 1945 г. разведочные работы на месторождении не проводились.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

На месторождении развиты отложения юрского, мелового, палеогенового и четвертичного возраста.

Юрские отложения здесь начинаются батским ярусом, представленным тонким переслаиванием песков и глин. Выше залегают верхнеюрские образования. В основании последних залегают глауконитовые пески с фосфоритами. Мощность их 0,1—0,5 *м*. Выше следует согласно залегающая толща нижневолжского яруса. Эта толща подразделяется на две свиты: нижнюю (собственно продуктивную) и верхнюю (непродуктивную). Продуктивная свита мощностью 55 *м* относится к зоне *Dorsoplanites panderi*. В ее разрезе наиболее значительную роль играют темно-серые, почти черные, преимущественно сапропелевые глины с пластами горючих сланцев мощностью от 0,3 до 2,5 *м* с фауной *Dorsoplanites panderi, Zaraiskites scythicus* Mich. и др. Верхняя непродуктивная свита относится к зоне *Virgatites virgatus* мощностью 12 *м*. Свита сложена серыми мергелистыми глинами, переслаивающимися с мергелями, с фауной *Virgatites virgatus* Buch, *Cylindroteuthis absolutus* Fisch. и др. Нижневолжские отложения трансгрессивно перекрыты нижним мелом.

Меловые отложения занимают значительную площадь. Литологически они выражены глинами, мергелями и мелом. Внизу находятся отложения валанжина — готерив-баррема, представленные черными слюдистыми глинами. Мощность последних достигает 60 *м*. Далее по разрезу следуют глины темно-серого цвета мощностью 14—75 *м* и сантонские мергелистые глины мощностью 6—15 *м*. Заканчивается разрез белым писчим мелом сенона, мощность которого 100 *м*.

Палеогеновые отложения (сызранские и саратовские слои) представлены опоковидными песчаниками и опоками.

Неогеновые (акчагыльский ярус) отложения состоят из зеленовато- и голубовато-желтых плотных и жирных глин, которые залегают трансгрессивно на поверхности более древних пород. Мощность их 30 *м*.

Четвертичные образования представлены желто-бурыми суглинками, переполненными галькой, гравием и щебнем меловых пород. Мощность их от 0,5 до 20 *м*.

В структурном отношении месторождение приурочено к Испулайскому куполу, вытянутому в меридиональном направлении. Ядро купола сложено юрскими породами, а крылья — нижнемеловыми. Падение пород на крыльях структуры 4—20°. Купол осложнен сбросами.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

В пределах месторождения сланценосными являются отложения нижневолжского яруса (нижняя свита), подстилаемые келловей-оксфордскими осадками и трансгрессивно перекрытые осадками нижнего мела. Продуктивная свита, содержащая 12 пластов горючих сланцев, залегает на глубине 5—15 *м* в сводовой части и на глубине 60 *м* на крыльях складки. В этой свите выделяются два горизонта (рис. 47).

Нижний, сложенный в основном серыми, реже мергелистыми глинами, содержит два рабочих пласта горючих сланцев и шесть нерабочих. Верхний горизонт состоит из сапропелевой мергелистой глины и включает один рабочий пласт горючих сланцев и три прослоя нерабочих. Сланценосные горизонты разделены пачкой глинистых и мергелистых пород мощностью 13 *м*. Общая мощность продуктивной свиты 45—55 *м*. Суммарная мощность пластов 14 *м*. Коэффициент сланценосности 24. Пласты рабочей мощности отличаются выдержанностью. Самый нижний пласт (XII) представлен серым сланцем с большим количеством глинистого материала и имеет мощность 0,6 *м*. Пласт XI, лежащий на 2,8 *м* выше пласта XII, характеризуется мощностью 0,4 *м*. Пласт этот представлен тоже серым глинистым горючим сланцем. Пласт X мощностью 0,5 *м* залегает на 3,4 *м* выше пласта XI. В почве и кровле его сапропелевые глины. Сланец серый с глинистым материалом. Пласт IX (промышленный) мощностью от 2 до 2,7 *м* лежит стратиграфически выше пласта X на 0,5 *м*. Пласт наиболее выдержан по простиранию. В кровле и почве его распространены сапропелевые глины. Пласт сложного строения. В нижней части пласта лежит глинистый зеленовато-серый горючий сланец мощностью 0,9 *м*. К средней части пласта приурочены пачки коричневого сланца мощностью 0,9—1,2 *м*, обычно разделенные пачкой глинистого горючего сланца мощностью 0,2—0,25 *м*. Верхняя часть пласта представлена глинистым горючим сланцем зеленовато-серого цвета мощностью 0,2 *м*.

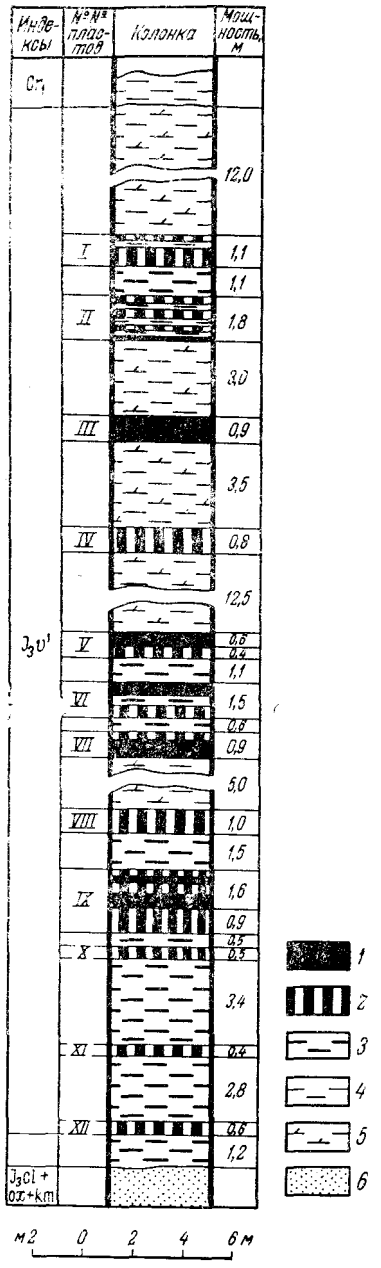


Рис. 47. Строение сланценосной свиты Ново-Семеновского месторождения (по К. Я. Бабич)

1 — горючий сланец; *2* — глинистый горючий сланец; *3* — сапропелевая глина; *4* — глина; *5* — мергелистая глина; *6* — песок

Пласт VIII залегает стратиграфически выше пласта IX на 1,5 *м*. Он представлен глинистым горючим сланцем мощностью 1,0 *м*. В кровле и почве развиты сапропелевые глины.

Пласт VII (промышленный) мощностью 0,9—1,1 *м* лежит на 5 *м* выше пласта VIII. Пласт сложного строения и состоит из пачки коричневого сланца мощностью 0,9 *м* и зеленовато-серого глинистого сланца мощностью 0,2 *м*. В его кровле и почве распространены сапропелевые глины.

Пласт VI мощностью 1,5 *м* сложного строения. Залегает выше пласта VII на 0,6 *м*. Нижняя пачка представлена зеленовато-серым горючим сланцем, а верхняя — коричневым. Обе пачки разделены сапропелевой глиной мощностью 0,2 *м*.

Пласт V мощностью 1 *м* залегает на 1,1 *м* выше пласта VI и состоит из зеленовато-серого с коричневым оттенком горючего сланца мощностью 0,4 *м*.

Пласт IV расположен выше пласта V на 12,5 *м*. Пласт представлен зеленовато-серым глинистым сланцем мощностью 0,8 *м*.

Пласт III (промышленный) залегает на 3,5 *м* выше пласта IV. Мощность его изменяется от 0,88 до 1,03 *м*. Пласт не имеет сплошного развития. Он обычно простого строения. В почве и кровле его распространены сапропелевые глины. Пласт сложен в основном коричневым сланцем.

Пласт II мощностью 1,8 *м* залегает на 3 *м* стратиграфически выше пласта III. Пласт сложного строения; внизу лежит коричневый сланец мощностью 0,2 *м*; выше переслаивание зеленовато-серого горючего сланца мощностью 0,2 *м* с сапропелевой глиной мощностью 0,2—0,3 *м*.

Пласт I расположен выше пласта II на 1,1 *м* и представлен двумя пачками зеленовато-серого сланца мощностью 0,35 и 0,8 *м*. Общая мощность пласта 1,1 *м*.

КАЧЕСТВО СЛАНЦЕВ

На месторождении распространены сланцы с теплотой сгорания ($Q_б^c$) более 1900 *ккал/кг* и менее 1900 *ккал/кг*, относящиеся к нерабочим пластам. Теплота сгорания ($Q_б^c$) рабочих пластов изменяется от 1932 до 3123 *ккал/кг*. В рабочих пластах VII и IX отчетливо выделяются две разновидности сланцев: коричневые и зеленовато-серые. Первые характеризуются несколько меньшей зольностью и бóльшим содержанием смолы, чем зеленовато-серые сланцы. В рабочем пласте III наблюдаются небольшие прослои зеленовато-серых сланцев. Результаты химических анализов пластов приведены в табл. 135.

Таблица 135

Результаты химических анализов горючих сланцев Ново-Семеновского месторождения

Индекс пласта	$W^д$, %	A^c+CO_2, %	CO_2, %	$S^c_{общ}$, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*
III	3,9—10,9 / 6,7	42,9—55,8 / 49,5	3,6—10,5 / 7,8	1,4—17,7 / 2,7	1115—4253 / 3123
VII	2,3—9,6 / 5,0	52,9—84,1 / 64,2	5,5—14,0 / 8,8	0,4—11,4 / 4,8	1026—3178 / 2203
IX	2,4—10,6 / 5,2	58,4—88,5 / 72,6	4,5—16,7 / 8,0	9,4—10,2	1445—2441 / 1932

Примечание. В знаменателе приведены средние содержания.

Результаты перегонки по Фишеру (в %) на сухой сланец приведены в табл. 136.

Гидрогеологические и горнотехнические условия благоприятны для разработки сланцев. Сланценосные отложения представлены устойчивыми глинистыми породами. Вмещающие и покрывающие отложения имеют незначительный удельный дебит (до 0,57 *л/сек*).

ЗАПАСЫ

Данные о запасах (в тыс. *т*) по пересчету ЮУГУ на 1 января 1955 г. приведены в табл. 137.

Таблица 136

Пласты	Первичная смола	Полукокс	Подсмольная вода
III	8,4—23,3 / 18,6	58,2—82,7 / 65,4	2,5—8,3 / 7,8
VII	6,4—17,4 / 10,2	67,4—89,4 / 78,3	1,8—5,1 / 3,8
IX	3,7—14,0 / 9,4	72,7—91,6 / 80,1	1,1—5,3 / 3,2

Примечание. В знаменателе приведены средние значения.

Таблица 137

Индекс пласта	A_2	B	C_1	C_2
Балансовые				
III	616	383	307	368
VII	—	62	83	—
IX	—	691	419	—
Итого балансовых	616	1136	809	368
Забалансовые				
III	31	30	36	1141
VII	—	88	587	—
IX	—	396	369	1100
Итого забалансовых	31	514	992	1141
Всего запасов по месторождению	647	1650	1801	1509

Всего по категории $A_2+B+C_1+C_2$ 5607 тыс. *т*.

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. балансовые запасы по категории $A+B+C_1$ 3736 тыс. *т*, в том числе по категории A 472 тыс. *т*, по категории B 583 тыс. *т*, по категории C_1 2681 тыс. *т* и по категории C_2 2158 тыс. *т*.

ТАШЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в 70 *км* к северо-востоку от г. Уральска, на левом берегу р. Герасимовки, впадающей в р. Иртек.

Горючие сланцы отмечены в верховьях рек Кузьминки, Ембулатовки и в овраге Соленом. В верховье р. Кузьминки вскрыто два пласта горючих сланцев. Нижний пласт мощностью 2,5 *м* отделен от верхнего глиной и мергелем, общая мощность которых 2,2 *м*. Мощность же верхнего пласта 1,68 *м*. Горючий сланец содержит 86% золы.

КАРА-ТЮБИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Казахской ССР в 225 *км* к юго-востоку от г. Уральска. Впервые горючие сланцы в Кара-Тюбинском районе были отмечены в 1940 г. И. М. Гутермахером.

Выход пласта горючего сланца на дневную поверхность наблюдается на правом берегу р. Чингиз, где мощность его 0,5 *м*. Сланец желтовато-серый, плотный, легкий, при поджигании издает битуминозный запах. В почве и кровле пласта залегают сапропелевые глины.

Результат анализа пробы горючего сланца следующий: A^c 47,6%; $W^л$ 7,2%; $S^c_{общ}$ 3,8%; $Q_б^c$ 2954 *ккал/кг*. По основным качественным показателям сланец близок к сланцам Новосеменовского месторождения.

АК-БУЛАКСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на территории Оренбургской области вблизи ст. Ак-Булак Оренбургской ж. д. Выход сланца мощностью 2 *м* отмечен в овраге Карамола-Сан.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ДЕВОНСКОГО ВОЗРАСТА СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Горючие сланцы рассматриваемой территории приурочены к доманиковым отложениям, развитым во франском ярусе верхнего девона. Верхнедевонские отложения известны здесь на обширной площади от Тимана до Урала и Пай-Хоя. Они представлены различными генетическими типами и не везде содержат в своем составе породы доманиковой фации, вследствие чего сланценосность их непостоянна.

Первые сведения о доманиковой фации франского яруса и о наличии в ней горючих сланцев приведены в 1846 г. А. Кайзерлингом, выделившим на р. Доманик (приток р. Ухты) этот тип отложений. Впоследствии доманиковые отложения изучались К. Г. Войновским-Кригер, В. В. Маркиным, А. И. Тершиной, А. А. и Г. А. Черновыми, В. А. Варсанофьевой, Н. Г. Чочиа, А. К. Крыловой, Н. Г. Жузе и др.

СТРАТИГРАФИЯ

Палеозойские осадочные отложения в пределах региона подстилаются метаморфическими толщами фундамента протерозойского и кембрийского (?) возраста.

На Тимане наиболее древние породы фундамента представлены четласской серией, сложенной кварцитами, углистыми филлитами и филлитизированными глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками общей мощностью более 4000 *м*.

Выше залегает южнотиманская серия кембрийского (?) возраста, представленная кварцитами, филлитовыми сланцами, филлитизированными терригенными породами — от глинистых сланцев до валунников, мраморами, доломитами, мергелями и известняками. Мощность серии около 4000 *м*.

На Урале и Пай-Хое протерозойские и нижнепалеозойские отложения сложены так называемой метаморфической свитой («М»). Свита сложена сильно метаморфизованными осадочными, туфогенными и эффузивными породами, превращенными в различные сланцы, а местами — в гнейсы. Общая мощность достигает 9000—10 000 *м*.

Ордовикские и силурийские отложения залегают несогласно на метаморфических породах нижнего палеозоя и протерозоя. На Тимане ордовик неизвестен. Ордовик и силур выражены переслаивающимися терригенными и карбонатными породами, в пределах Урала и Пай-Хоя довольно сильно метаморфизованными. Мощность отложений на Тимане всего около 100 *м*, тогда как на Урале она достигает 2500 *м*.

Девонские отложения залегают на нижележащих отложениях со структурным несогласием. Их характеристика приводится в основном по данным Д. В. Наливкина (1963). Нижнедевонские отложения известны только на крайнем востоке и северо-востоке описываемой территории — на Северном и Полярном Урале и Пай-Хое.

Отложения жединского яруса на Северном Урале представлены переслаивающимися известняками, песчаниками, филлитовыми и углисто-глинистыми сланцами общей мощностью свыше 100 *м*. На Полярном Урале они сложены известняками и доломитами мощностью до 150 *м*.

Кобленцский ярус в пределах Северного Урала состоит из известняков с прослоями глинистых сланцев, песчаников и доломитов общей мощностью до 250 *м*, а на Полярном Урале — из известняков с прослоями глинистых сланцев. На Пай-Хое и гряде Чернова нерасчлененный нижний девон представлен толщей известняков мощностью соответственно 30 и 50 *м*.

Среднедевонские отложения известны во всех районах описываемой территории. Эйфельские отложения на Юго-Восточном Тимане сложены терригенными отложениями мощностью 40—90 *м*; на Среднем Тимане их мощность возрастает до 130 *м*. На Северном Тимане и Печорском поднятии эйфельские отложения не установлены. На Урале и Пай-Хое разрез эйфеля выражен переслаиванием терригенных и карбонатных отложений мощностью от 250 *м* на юге и до 600 *м* на севере. В пределах гряды Чернышева развиты песчаники мощностью до 100 *м*.

Живетский ярус на Южном и Среднем Тимане представлен терригенными, туфогенными и эффузивными породами мощностью от 30 *м* на западе до 260 *м* на востоке. На Северном Тимане живетские отложения сложены терригенными породами с прослоями сапромикситов мощностью 170—325 *м*. Мощность терригенно-туффитовой толщи Печорского поднятия достигает 800 *м*. Разрез живетского яруса гряды Чернышева, Северного и Полярного Урала и гряды Чернова выражен в основном карбонатной толщей с подчиненными прослоями песчаников. Мощность от 80 *м* на Северном Урале до 400 *м* на гряде Чернова. На Пай-Хое отложения живетского яруса состоят из вулканогенных, туфогенных и терригенных пород мощностью 170 *м*; выше залегают известняки мощностью до 200 *м*.

Верхнедевонские отложения вследствие их большого практического значения изучены наиболее полно. За исключением Пай-Хоя в составе франского яруса выделено три подъяруса: нижне-, средне- и верхнефранский.

Нижнефранский подъярус на Южном и Среднем Тимане представлен переслаивающимися терригенными и карбонатными породами мощностью от 25 *м* на Среднем Тимане до 400 *м* в Ухтинском районе. Терригенные породы на Среднем Тимане представлены пестроцветами, а на Южном Тимане карбонатные отложения часто битуминозны, а терригенные нефтеносны.

На Северном Тимане нижнефранские отложения снизу сложены тремя покровами базальтов общей мощностью 220 *м* и разделяющими их пачками пестроцветных угленосных пород мощностью 20 *м*; выше залегают терригенные отложения мощностью 90 *м*. На Печорской гряде нижнефранские отложения представлены терригенными, иногда пестроцветными отложениями и известняками с прослоями туффитов общей мощностью до 600 *м*.

Гряда Чернышева характеризуется развитием терригенных и карбонатных пород мощностью 175 *м*; на Урале нижнефранский подъярус сложен известняками мощностью до 115 *м*. Изредка здесь встречаются прослои известковистых терригенных пород.

В среднефранском подъярусе выделены доманиковые слои, к которым в основном приурочена сланценосность, и мендымские слои.

В Ухтинском районе доманиковые слои выражены переслаивающимися черными и серыми битуминозными окремненными известняками, горючими сланцами, мергелями и кремнями с прослоями глин мощностью 25—72 *м*. Мендымские слои сложены битуминозными глинами с прослоями мергелей и глинистых известняков мощностью 20—45 *м*.

В Ижемском районе доманик представлен переслаивающимися битуминозными известняками, часто глинистыми и окремненными, с прослоями мергелей, глинами, битуминозными аргиллитами, горючими сланцами и черными кремнистыми породами. Изредка встречаются прослои мелкозернистых песчаников. Мощность возрастает с северо-запада на юго-восток от 13 до 62 *м*. Мендымские слои представлены мергелями, глинами и известняками мощностью 12—30 *м*.

На Среднем Тимане аналогом доманика являются, по-видимому, синещельские слои мощностью 25 *м* — алевролиты, песчаники и глины. Выше залегают нижневерховские слои, представленные в нижней части известняками, над которыми залегают глины с прослоями известняков и мергелей суммарной мощностью 37 *м*. Еще выше залегают верхневерховские слои — известняки и мергели мощностью 18 *м*.

На Северном Тимане среднефранские отложения сложены туфогенно-осадочными породами безмошицкой свиты мощностью 210—270 *м*.

На Печорской гряде доманик представлен переслаиванием темно-серых и черных кремнистых и битуминозных известняков и доломито-известковистых мергелей с прослоями темно-серых известковистых глин. Выше залегают переслаивающиеся битуминозные известковисто-кремнистые сланцы, мергели, известняки, радиоляриты, перекрываемые темно-серой глиной. Мендымские слои представлены нефтеносными песчаниками с алевролитами и глинами. На них залегают известняки, перекрываемые переслаивающимися конгломератами, песчаниками, алевролитами, известняками, мергелями, битуминозными силицитами и битуминозными сланцами. Общая мощность среднефранских отложений 300—420 *м*.

Весь разрез среднефранского подъяруса на Северном Урале сложен известняками и доломитами мощностью 150 *м*. На Полярном Урале, в бассейне р. Косью, подъярус представлен известняками и известковистыми гравелитами мощностью 50 *м*. В бассейнах рек Усы и Воркуты доманиковые слои сложены темно-серыми известняками и горючими сланцами мощностью 5 *м*; мендымские слои здесь состоят из известняков с прослоями глинистых сланцев мощностью 100 *м*.

Доманиковые и мендымские слои гряды Чернышева по рекам Б. Сыня и Вангыр характеризуются развитием известняков с прослоями глин, мергелей и углисто-глинистых сланцев общей мощностью в несколько десятков метров. В бассейнах рек Шарь-ю и Заостренной доманиковые слои представлены сильно битуминозными мергелями, аргиллитами и горючими сланцами с включением черных кремней. Мощность их 25 *м*. Мендымские слои слагаются известняками с прослоями аргиллитов общей мощностью 30—40 *м*. По р. Адзьве доманиковые слои характеризуются наличием битуминозных известняков и горючих сланцев.

Верхнефранский подъярус в Ухтинском и Ижемском районах представлен переслаивающимися терригенными и карбонатными породами, в верхней части разреза содержащими прослои гипсов и ангидритов. Мощность этих отложений в Ухтинском районе 480 *м*, в Ижемском от 250 *м* на севере до 170 *м* на юге.

На Северном и Среднем Тимане подъярус сложен терригенными отложениями мощностью до 250 *м*. На Печорской гряде развиты в верхнефранском ярусе терригенно-карбонатные, часто битуминозные отложения общей мощностью 870 *м*, а по данным некоторых опорных буровых скважин даже до 1230 *м*. На гряде Чернышева, Северном и Полярном Урале верхнефранские отложения представлены карбонатными толщами мощностью 50—150 *м*.

На Пай-Хое нерасчлененные франские отложения состоят из песчаников, сланцев и карбонатных пород мощностью до 250 *м*. На гряде Чернова весь франский ярус представлен известняками мощностью 150 *м*.

Фаменский ярус в Ухтинском и Ижемском районах выражен чередованием терригенных и карбонатных пород. Мощность их соответственно 150 и 450 *м*; в Ижемском районе в верхней части разреза имеются прослои гипсов и ангидритов. На Среднем Тимане фаменские отложения не установлены; на Северном Тимане они содержат угленосную толщу (Волонгское угольное месторождение), в которой наблюдаются прослои карбонатных пород. Мощность 250 *м*.

Печорская гряда характеризуется развитием в фамене мощных толщ терригенных отложений с прослоями карбонатов в нижней части и карбонатных — в верхней. Мощность фаменского яруса здесь до 1300 *м*. В пределах гряды Чернышева, на всем Северном и Полярном Урале и Пай-Хое разрезы фаменского яруса выражены в основном карбонатными отложениями, содержащими прослои терригенных, которые местами преобладают. Мощность изменяется от 115 *м* на Пай-Хое до 450 *м* на Северном Урале. Наконец, на гряде Чернова фаменские отложения сложены карбонатами мощностью 250—300 *м*.

Каменноугольные отложения северо-востока Европейской части СССР представлены всеми тремя отделами; однако на разных площадях этого обширного региона они выражены различными типами разрезов с различной полнотой отдельных горизонтов.

Наиболее полный разрез наблюдался в восточной части Южного Тимана, где отсутствуют только низы визейского яруса. Общая мощность каменноугольных отложений достигает 1000 *м*. Разрез сложен переслаивающимися известняками и доломитами, а в турнейском ярусе имеются значительные по мощности пачки терригенных пород. Средний и Северный Тиман характеризуются уменьшением мощности отложений карбона. Из разреза выпадают осадки турнейского и нижней части визейского ярусов, в башкирском и московском времени отмечаются крупные перерывы в осадконакоплении. Мощность каменноугольных отложений в этих районах 150 *м*. В западной части Северного Тимана полностью представлены лишь средний и верхний карбон, а нижний весьма сокращен. Общая мощность 400 *м*. Разрез Среднего и Северного Тимана выражен известняками и доломитами с небольшими пачками терригенных пород в нижнем карбоне.

В восточной части рассматриваемой территории, в пределах Печорского угольного бассейна и Урала каменноугольные отложения сложены известняками и доломитами; лишь в юго-восточной части бассейна в нижнем визе имеются терригенные угленосные породы, а на северо-восточных склонах Пай-Хоя они наблюдаются во всех трех отделах карбона. Общая мощность карбона в Приуралье от 800 до 1400 *м*, при этом она увеличивается с запада на восток и с севера на юг.

Отложения пермского возраста занимают обширные площади, слагая значительную часть территории Печорского угленосного бас-

сейна и выполняя Предуральский прогиб вдоль Полярного и Северного Урала. Они обнаружены в Большеземельской тундре и на Тимане. В пределах восточного склона Южного и Среднего Тимана пермская система представлена только нижним отделом (Бархатова, 1963). Однако существуют мнения о наличии здесь и нижних горизонтов верхней перми. Мощность нижнепермских отложений на отдельных участках Южного Тимана достигает 850 *м*. Верхняя часть разреза сложена галогенно-доломитовой толщей (кунгурский ярус). Сакмарский и артинский ярусы мощностью до 300 *м* содержат карбонатные отложения. На Среднем и Северном Тимане почти весь разрез представлен карбонатными отложениями мощностью 120 *м*.

В восточной части рассматриваемой территории (Предуральский прогиб) нижняя часть нижнепермских отложений представлена морскими терригенными и карбонатными осадками, а верхняя часть представляет собой угленосную толщу. Мощность нижней перми изменяется от 300—500 *м* в приплатформенной части (левобережье Печоры) до 3500 *м* (Урал и Предуральский прогиб). Верхнепермские отложения в этом районе сложены угленосной толщей. Мощность ее увеличивается с северо-запада на юго-восток от 1000 до 3300 *м* и более.

Триасовые отложения в Печорской депрессии установлены сравнительно недавно. К ним, в частности, отнесена верхняя часть (безугольная) угленосной толщи, ранее относимая к верхней перми. Триас залегает в пологих прогибах, разделенных антиклинальными зонами, сложенными палеозойскими породами. В. П. Горский выделил пять таких зон распространения триаса. Между Тиманом и Печорской грядой триас состоит из пестроцветных глин и конгломератовидных песчаников с остатками рептилий, рыб и филлопод.

Восточнее, между Печорской грядой и кряжем Чернышева, триас выражен континентальными пестроцветными терригенными отложениями общей мощностью до 1100—1600 *м*.

Между грядой Чернышева и Уралом триасовые отложения также сложены континентальными терригенными осадками, а местами в них имеются покровы базальтов. Мощность триаса, видимо, более 200 *м*. Севернее, в юго-западной части Пай-Хоя, мощность возрастает до 1800 *м*.

Юрские отложения (Бодылевский, 1963) известны в западной части Печорской депрессии; они залегают с резким несогласием на различных горизонтах нижележащих отложений. Юрские отложения представлены только верхним отделом — от келловея до волжского яруса. В Восточном Притиманье они сложены в основном переслаивающимися обломочными породами, мергелями, известняками и горючими сланцами (описанию последних посвящен специальный раздел). Мощность юрских отложений достигает нескольких десятков метров, а иногда составляет первые сотни метров.

В районе Большеземельской тундры верхняя юра содержит песчаники, алевролиты, глины с тонкими прослоями горючих сланцев общей мощностью до 480 *м*.

Меловые отложения имеют довольно ограниченное распространение на северо-востоке Европейской части СССР. Здесь они включают оба отдела. Нижний мел сложен переслаивающимися терригенными породами, среди которых преобладают пески и глины. Мощность несколько десятков метров. Верхний отдел известен только в восточной части, в бассейне р. Усы, и представлен мергелями, кремнистыми и обломочными породами с прослоями известняков общей мощностью около 100 *м*.

Четвертичные отложения развиты очень широко. Они покрывают мощным чехлом огромные площади, особенно в северной части района. Они включают ледниковые, аллювиальные, озерные и другие отложения общей мощностью от нуля до первых сотен метров.

ТЕКТОНИКА

Условия залегания осадочных пород неодинаковы в различных частях региона. Выделяются следующие крупные структурные элементы: Тиман, Печорская синеклиза, Урал и Пай-Хой. По мнению ряда исследователей (Шатский, 1948; Варсанофьева, 1963 и др.), Тиман представляет собой позднепротерозойскую складчатую область, сохранившую свою подвижность до конца палеозоя, вследствие чего осадочный комплекс палеозойского возраста был достаточно интенсивно дислоцирован в варисскую эпоху тектогенеза.

Палеозойские отложения залегают с резким несогласием на протерозойских и кембрийских (?) метаморфических интенсивно дислоцированных толщах, образующих нижний структурный этаж Тиманской области. Структуры палеозоя часто являются унаследованными. Как протерозойские, так и палеозойские структуры основного северо-западного простирания. В структуре Тимана преобладают дизъюнктивные дислокации; пликативные играют второстепенную роль. Уступы, являющиеся наиболее характерным элементом тектоники Тимана, в палеозойской осадочной толще выражены в виде флексур, сводов и депрессий. Характерно, что в ряде мест интенсивность дислоцированности палеозоя возрастает от осевой части Тимана к его склонам. Углы падения пород на крыльях складок, сложенных девонскими и каменноугольными отложениями, от 5—10 до 30°. Углы падения пермских и триасовых отложений составляют первые градусы. Мезозойские отложения, залегающие на палеозое с несогласием, в Притиманье характеризуются весьма пологоволнистым, почти горизонтальным залеганием; углы падения измеряются минутами, редко достигают 5°.

В западной части Печорской синеклизы находится область глубокого погружения палеозойских пород и фундамента; в восточной части (от Печорской гряды до гряды Чернышева) фундамент также погружен на значительные глубины, но вследствие возрастания общей мощности палеозойских отложений последние залегают не на столь значительной глубине, как в западной части синеклизы. В палеозойское время синеклиза представляла собой молодую мобильную платформу, восточная часть которой в варисскую эпоху преобразовалась в Предуральский краевой прогиб с его мощными толщами каменноугольных и пермских угленосных осадков. Структуры палеозойских отложений, по всей вероятности, унаследованы от структур этой платформы.

По данным геофизики и глубокого бурения, в пределах синеклизы выделяется ряд депрессий и поднятий фундамента почти меридионального простирания. Соответственно этому структуры палеозойских отложений также вытянуты в меридиональном направлении. Залегание пород относительно спокойное. Очевидно, имеются многочисленные дизъюнктивные нарушения, особенно в восточной части синеклизы.

Урал в палеозойское время представлял собой типичную геосинклиналь, в которой палеозойские отложения были интенсивно смяты в варисскую фазу тектогенеза. Преобладают линейные субмеридионального простирания складчатые структуры с интенсивной складчатостью более мелких порядков, сопровождаемые разрывными нарушениями.

Предуральский краевой прогиб, занимающий территорию от Урала до гряды Чернышева и поднятия Чернова включительно, можно разделить на две части: Щугорско-Илычскую впадину на юге и Печорский угленосный бассейн на севере. Восточная половина Щугорско-Илычской впадины характеризуется развитием чешуйчатых надвигов; палеозойские отложения интенсивно складчатые, вплоть до опрокинутости на запад. Складчатость линейного типа, меридионального простирания. В западном направлении интенсивность складчатости уменьшается. Печорский угленосный бассейн отличается от Щугорско-Илычской впадины меньшей интенсивностью складчатости. Здесь развиты чередующиеся широкие синклинальные и относительно узкие антиклинальные структуры двух направлений; северо-восточного (гряда Чернышова и Воркутская впадина) и северо-западного (гряда Чернова и Коротаихинская впадина). Палеозой на гряде Чернышева интенсивно дислоцирован, с преобладанием опрокинутых на запад складок, осложненных дизъюнктивными нарушениями. Воркутская впадина характеризуется развитием складчатых структур, осложненных мелкой складчатостью и надвигами небольшой амплитуды. Интенсивность складчатости довольно значительна, уменьшается она к югу и западу.

По поводу взаимоотношений структур Пай-Хоя и Полярного Урала существует несколько точек зрения. Н. С. Шатский (1948) рассматривал Пай-Хой как самостоятельную структуру и относил гряду Чернова и Коротаихинскую депрессию к структуре передового прогиба. К. Г. Войновский-Кригер (1947) считает Пай-Хой одной из составных частей краевого прогиба и т. д.

Пай-Хой представляет собой антиклинорий, юго-западное крыло которого, состоящее из пород палеозоя, осложнено складками второго порядка, опрокинутыми к западу и осложненными надвигами. Пермские отложения, выполняющие Коротаихинскую синклиналь, дислоцированы гораздо менее интенсивно. Гряда Чернова — антиклинальная структура с ундуляцией ее шарнира, сложенная силуром, девоном и нижним карбоном; наблюдается устойчивое северо-западное простирание складок; развита брахискладчатость второго порядка.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Сланценосные толщи приурочены в основном к доманиковым слоям среднефранского подъяруса. Обширность территории их распространения, труднодоступность и слабая изученность многих районов не позволяют выявить с достаточной степенью достоверности площади с промышленной или хотя бы перспективной сланценосностью.

Характеристика отдельных сланценосных районов приводится ниже, начиная с наиболее полно изученных (рис. 48).

УХТИНСКИЙ РАЙОН

На северо-восточном склоне Южного Тимана доманиковые сланценосные слои хорошо изучены в обнажениях по рекам Доманик и Чуть, где они представлены переслаивающимися между собой битуминозными глинистыми известняками, мергелями, известковистыми аргиллитами и горючими сланцами. Характерно наличие линз черного кремня. Мощность 20—40 *м*.

По р. Доманик (приток р. Ухты), в 950 *м* от его устья, горизонтально залегающие доманиковые отложения сложены темно-серыми глинистыми известняками, мергелями и известковистыми аргиллитами общей мощностью 33,7 *м*. Эти породы описаны на правом берегу р. Доманик и в карьере на его левом берегу. Разрез правого берега следующий (Жузе, 1963):

1. Известняки и мергели темно-серого цвета, реже черного, битуминозные с включением органического вещества . . . . . 0,75 *м*
2. Мергели буровато-серые, реже черные, битуминозные с включениями органического вещества . . . . . 0,5 „
3. Мергели буровато-серые, местами черные, перекрыты известковисто-глинистыми битуминозными сланцами . . . . . 1,00 „
4. Мергели битуминозные и известковисто-глинистые сланцы (?), верхние пачки которых содержат конкреции известняка диаметром 0,2—0,3 *м*; характерны пиритизация, окремнение пород, включения и тонкие прослойки глинистого и органического вещества; присутствуют остатки *Tentaculites* и *Radiolaria* . . . . . 2,00 „
5. Буровато-серые битуминозные мергели с прослоями известняка и известковисто-глинистых сланцев (?). Глинистое и органическое вещество образует линзовидные включения и заполняет трещины . . . . . 7,80 „

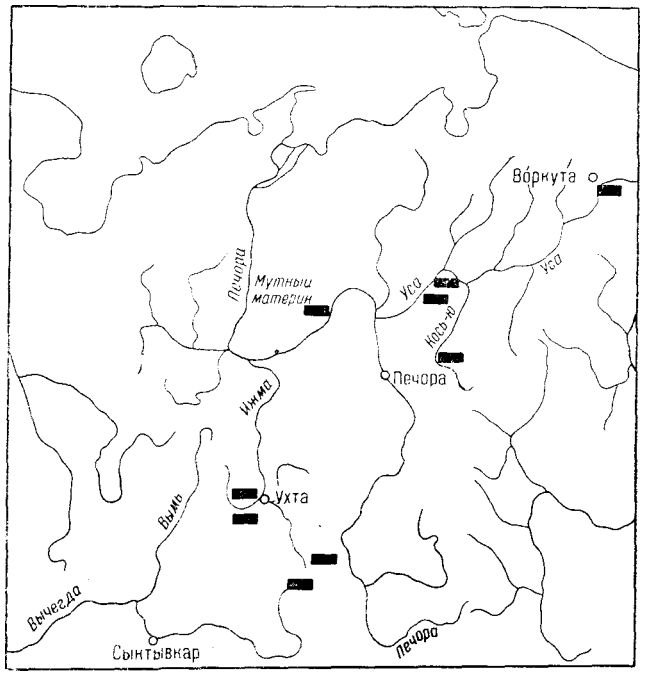


Рис. 48. Обзорная карта девонских месторождений и проявлений горючих сланцев северо-востока Европейской части СССР

1 — горючие сланцы

Общая мощность разреза по правому берегу 12 *м*. Далее следует перерыв в 10 *м* по мощности; более высокие горизонты обращены в карьере по левому берегу:

6. Мергели темно-серые и черные, битуминозные, окремненные, пиритизированные . . . . . 1,00 *м*
7. Сланцы известковисто-глинистые (?), темно-серые, тонкоплитчатые с прослоями черного мергеля и конкрециями известняка; породы сильно битуминозны . . . . . 2,20 „
8. Задерновано . . . . . 3,00 „
9. Мергели темно-серые и черные, окремненные, битуминозные, перекрытые битуминозными кремнистыми аргиллитами. В основании и средней части пачки имеются прослои известняка . . . . . 1,90 „
10. Мергели буровато-серые, на отдельных участках черные, сильно битуминозные и окремненные с прослоями известняков . . . . . 1,00 „

Выше залегают битуминозные серые мергели с прослоями известково-глинистых сланцев (?), относящиеся к мендымским слоям, содержащим *Manticoceras intumescens* Beyr.

Известковисто-глинистые сланцы (по-видимому, известковистые аргиллиты. — *Прим. ред.*) состоят из глинистого микрозернистого материала с неравномерно распределенным тонко- и мелкозернистым

кальцитом. Присутствует дисперсно рассеянный пирит; в ряде образцов наблюдалось до 15% пиритизированных остатков тентакулит. Органическое вещество встречается в виде включений, пятен, сгустков; оно окрашивает породу в темные цвета.

Битуминозные аргиллиты состоят из глинистого вещества, тонкозернистого кремнезема и мелкозернистого карбоната. Порода содержит до 25% окремненных радиолярий. Характерна прерывисто-плойчатая микросланцеватость, выраженная темно-коричневым органическим веществом. Встречается дисперсно рассеянный пирит.

На р. Чуть доманиковый горизонт вскрыт на ее правом берегу, близ устья; здесь пласты переслаивающихся между собой тонкослоистых битуминозных известняков, горючих сланцев и мергелей с линзами кремня падают на ЮЗ 210° под углом 5°. Видимая их мощность 23,8 *м*. Здесь наблюдается следующий разрез (снизу вверх), описание которого приводится, по Н. Г. Жузе (1963), в полном объеме для горючих сланцев и сокращенно для других пород:

1. Известняки битуминозные, тонкоплитчатые с включением бурого органического вещества и скоплениями пирита	0,60 *м*
2. Мергели битуминозные, в отдельных прослоях окремненные, переслаивающиеся с известковисто-глинистыми тонкоплитчатыми битуминозными сланцами темно-серого и черного цвета, содержащими включения пирита. Сланцы пятнистые за счет неравномерного распределения включений темного органического вещества. Характерна микросланцеватая текстура породы, выраженная чередованием темных глинистых слойков, обогащенных органическим веществом, с прослойками более светлой карбонатной породы	3,00 „
3. Известняки глинистые, битуминозные	0,40 „
4. Известняки и мергели битуминозные	0,50 „
5. Известняки битуминозные, мергели и известковисто-глинистые сланцы (?)	0,70 „
6. Известняки битуминозные и известковисто-глинистые, темно-бурые тонкоплитчатые сланцы с многочисленными птероподами	1,50 „
7. Мергели буровато-серые и черные битуминозные	3,00 „
8. Выше в закрытом осыпями склоне небольшое обнажение сложено битуминозными известковисто-глинистыми сланцами с большим количеством птеропод	12,10 „
9. Мергели битуминозные с прослоями известняков и кремней, буровато-серые и черные	3,00 „

Горючие (битуминозные) коричневато-бурые тонкоплитчатые известковисто-глинистые сланцы состоят из тонкозернистого кальцита с редкими зернами доломита, включений черного глинистого органического вещества и массовых скоплений птеропод. Горючие сланцы содержат до 25—30% органического вещества, которое под микроскопом имеет вид сгустков, линзовидных включений и тонких прожилок в глинисто-известковой минеральной массе породы. С. М. Войнов (1934 г.) изучил часть доманикового горизонта в районе Ухтинской складки мощностью 48 *м* (с перерывом). Им выделено здесь 248 прослоев пород, в том числе 163 пласта и прослойка горючих сланцев различного качества. Обобщенная характеристика разреза приведена в табл. 138.

Таблица 138

Соотношение пород доманиковой толщи

Показатели	Горючие сланцы	Известняки	Кремни	Глины	Всего
Количество пластов	163	74	106	5	248
Суммарная мощность, *м*	27,2	8,0	10,1	2,4	47,7
Соотношение пород, %	59,1	16,7	21,2	5,0	100

Средняя мощность прослоев горючих сланцев 0,16 *м* при колебаниях от 0,03 до 0,72 *м*. Мощность прослоев других пород также незначительна: известняков 0,0001—0,40 *м*, кремней 0,05—0,28 *м*, глин 0,09—1,00 *м*.

Прослои горючих сланцев не выдержаны по площади: резко изменяются в мощности на коротких расстояниях и замещаются кремнем и другими породами. Известняки также неустойчивы; более выдержанными являются прослои глин и кремней. Все сланцы доманика Ухтинского района разделяются на четыре типа: собственно горючие, кремнистые битуминозные, известковисто-глинистые и известковисто-кремнистые, причем последние встречаются в довольно незначительных количествах.

По содержанию органического вещества лучшими являются черные тонкослоистые горючие сланцы, но они в разрезах встречаются редко и, как правило, характеризуются незначительной мощностью (3—5 *см*). Более обедненные органическим веществом сланцы темно-коричневого цвета, самые же обедненные — светлые.

По внешнему виду горючие сланцы представляют собой крепкую породу, легко расслаивающуюся на плитки толщиной до 1—3 *мм*. Поверхности плиток часто покрыты белым известковистым налетом. Темные разности горючих сланцев в сухом виде загораются от спички и горят сильно коптящим пламенем, издавая запах резины.

ИЖЕМСКИЙ РАЙОН

В Ижемском районе пласты и прослои горючих сланцев приурочены, по данным Е. А. Киреевой (1941ф), к верхней части доманиковой толщи, сложенной в основном мергелями с прослойками крепких, частично окремненных известняков. Нижняя часть доманиковых слоев сложена битуминозными глинами, мергелями и известняками.

В юго-восточной части района опорной скв. 1 у д. Зеленец в интервале 655—704 *м* вскрыта доманиковая толща, представленная тонким переслаиванием известняков и горючих сланцев, а на глубине 658—660 *м* вскрыт пласт горючих сланцев без прослоев. Их исследования, выполненные Д. П. Сердюченко, показали, что это типичные горючие сланцы с незначительным содержанием битумов нефтяного ряда, что подтверждается и выполненными Н. Е. Ганулевич битуминологическими исследованиями. Исходным материалом для образования органической части горючих сланцев, по-видимому, послужили птероподы и гониатиты; реже встречаются раковины лингул. Присутствие водорослей не установлено. Окремнение сланцев, вероятно, диагенетично, так как наблюдается частичный псевдоморфизм модификаций кремнезема по горючему сланцу. Горючие сланцы вскрыты также опорной скважиной у д. Нижняя Омра.

ПЕЧОРСКАЯ ГРЯДА

Сланценосный горизонт Печорской гряды и Большеземельской тундры протягивается с перерывами от верховьев р. Вычегды до д. Мутный Материк. Здесь доманиковые отложения принимают участие в строении целой цепочки брахиантиклинальных складок, нередко с флексурообразными крыльями.

У д. Мутный Материк мощность доманиковых отложений 47 *м*, залегают они на глубине 606—653 *м*. Здесь прослои горючих сланцев

чередуются с известняками, аргиллитами и кремнями. Горючие сланцы тонко- и микрослоистые, известковисто-кремнистые.

В сводовой части антиклинали Мутный Материк доманик залегает на глубине 130 *м*, а в низовьях р. Каменки — на глубине 2130 *м*.

ГРЯДА ЧЕРНЫШЕВА

Девонские отложения, содержащие в разрезе типичные доманиковые сланценосные слои, хорошо вскрыты на гряде Чернышева, протягиваясь от р. Усы вдоль р. Адзьвы и ее левых притоков и по р. Роговой. Впервые они были установлены Н. А. Куликом (1915). В 1929 г. отложения доманика исследовали и другие геологи, сопоставившие их с доманиковыми слоями Ухты (Чернов, 1932 и др.). Впоследствии доманиковыми отложениями гряды Чернышева занимались Е. В. Войнова (1936 г.), Г. А. Чернов, О. Л. Эйнор, К. К. Воллосович, С. А. Князев, Б. Н. Андросов, А. М. Мальцев и др.

Доманиковые горючие и углистые сланцы на реках Изъя-ю, Ян-ю, б. Саръяга, Гердкырта-Еля и др. установлены в 1956—1957 гг. Б. И. Тарбаевым и В. П. Липатовым.

В франском ярусе гряды Чернышева выделяются три типа разреза: елецкий, шарьинский и косьинский. Елецкий тип характеризуется развитием карбонатных осадков с морской фауной, с редкими прослойками терригенных отложений (аргиллиты). А. И. Першиной (1957, 1960) толща этих пород названа гердъюскими слоями; она содержит типичную для семилукских слоев фауну брахиопод *Cyrtospirifer disjunctus* Sow.

Шарьинский тип отличается от разреза елецкого типа присутствием терригенных пород, глинистых известняков, мергелей, горючих сланцев и кремней, а также составом фауны и меньшими мощностями. Отложения этого типа доманика развиты на реках Б. Саръяга, Гердкырта-еля, Вангыр, Таблекс-ю, Б. Адак, М. Адак, Грубе-шор, Пымва-шор, Изрузь-шор и др. (Першина, 1962).

В типичном разрезе доманика по р. Шарь-ю наблюдается переслаивание черных и темно-серых сильно битуминозных окремненных известняков с известковистыми и углистыми сланцами, аргиллитами, черными горючими сланцами и конкрециями кремней. Мощность отдельных пластов этих пород 0,1—0,5 *м*, реже до 1 *м* и более. Характерно присутствие типичной доманиковой фауны: *Leiorhynchus domanicensis* Mark., *Buchiola retrostriata* Buch, *Styliolina fissurella* Hall., *Tentaculites tenuicinctus* Roem., *Gephyroceras ichtense* Keys., *Tornoceras simplex* Buch.

Верхняя граница доманиковой толщи проводится по основанию лежащей на ней толщи мендымских слоев, которая не содержит горючих сланцев и охарактеризована иной фауной (*Manticoceras intumescens* Beyr. и др.). Мощность доманикового горизонта 17 *м*.

По р. Б. Адак А. И. Першиной (1960) описан следующий разрез (в сокращенном виде, снизу вверх):

1. Горючий сланец листоватый с конкрециями черного битуминозного известняка, переполненный стилиолинами и тентакулитами	1,25 *м*
2. Известняк с трещинами, заполненными битумом; содержит *Tentaculites glaber* Traut., *Styliolina* sp., *Gephyroceras uchtense* Keys. и др.	0,25 „
3. Аргиллит известковисто-углистый с прослоями горючего сланца мощностью до 5 *см*; содержит тентакулиты, стилиолины и др.	0,27 „
4. Известняк битуминозный с птероподами, остракодами, цефалоподами и др.	0,07 „
5. Аргиллит углистый	0,05 „
6. Известняк, аналогичный известняку пласта IV	0,07 „
7. Аргиллит известковисто-углистый с конкрециями известняка; содержит остатки птеропод	0,01 „
8. Горючий сланец	0,08 *м*
9. Известняк битуминозный с остатками брахиопод, пелеципод и остракод	0,30 „
10. Аргиллит известковисто-углистый с конкрециями известняка; содержит остатки птеропод и брахиопод	1,20 „
11. Известняки, горючие сланцы, углистые аргиллиты в виде тонких слойков с фауной птеропод, брахиопод, пелеципод и гониатитов	4,20 „
12. Известняк с прослоями горючих сланцев, кремней и известковистых аргиллитов	1,00 „
13. Известняк с остатками птеропод, остракод и цефалопод	0,50 „
14. Горючий сланец с прослоями черного кремня	0,04 „
15. Аргиллит с птероподами, известняк с брахиоподами и гониатитами (*Tornoceras*), кремни	2,20 „
16. Горючий сланец	0,05 „
17. Известняк с остракодами	0,10 „
18. Горючий сланец	0,26 „
19. Известняк, известковисто-углистый аргиллит с остатками птеропод, остракод и цефалопод	0,47 „
20. Горючий сланец	0,15 „

Суммарная мощность пород в разрезе 14 *м*.

В разрезе по р. Грубе-Шор доманиковый горизонт внизу сложен известняками, местами окремненными, известковистыми и углистыми аргиллитами с остатками птеропод. Выше залегают углистые листоватые сильно битуминозные аргиллиты с прослоями известняка, содержащего остатки лингул, гониатитов и др. Над ними залегают горючие и углистые известковистые сланцы, известняки и черные кремни. Верхняя часть разреза доманика сложена известняками, доломитами, черными кремнями с прослоями известковистого аргиллита и листоватого горючего сланца (мощность прослоев до 10 *см*).

По данным А. И. Першиной, мощность доманика в этом разрезе 12 *м*, а по данным А. М. Мальцева, 25—30 *м*.

На р. Изрузь-шор обнажена нижняя часть доманиковой толщи. Здесь переслаиваются между собой плитчатые битуминозные известняки с известковистыми аргиллитами и прослоями листоватого кристаллического известняка и прослоями горючих сланцев мощностью порядка нескольких десятков сантиметров. Наблюдается окремнение и пиритизация пород. Мощность разреза 14,4 *м*.

На р. Пымва-шор, вверху ее II террасы, вскрыта верхняя часть разреза доманиковой толщи, представленной известняками, аргиллитами и горючими сланцами с прослоями черного кремня. Видимая мощность разреза 17 *м*.

Доманиковый горизонт по р. М. Адак сложен темными битуминозно-углистыми известняками, углисто-известковистыми аргиллитами, горючими сланцами и черными кремнями. Пласты этих пород, сильно складчатых, имеют общую мощность 3 *м*.

По рекам Вангыре, Нёче, Таблека-ю имеются только небольшие выходы доманика. В битуминозных известняках и горючих сланцах присутствует типичная фауна доманикового горизонта: *Styliolina* sp., *Buchiola retrostriata* Buch, *Tornoceras simplex* Buch.

СЕВЕРНЫЙ И ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ

Доманиковые отложения на правобережье верхнего и среднего течения р. Печоры и севернее, вдоль западного склона Полярного Урала, изучались Т. А. Сошкиной (1935 г.), Г. Г. Черновым, А. И. Першиной, К. Г. Войновским-Кригер и др.

В обнажениях по р. Кось-ю доманиковый горизонт представлен гониатитовыми и бухиоловыми глинистыми известняками с кремнями и горючими сланцами общей мощностью 17—20 *м*.

В Воркутинском районе по рекам Усе и Воркуте Т. Н. Пономаревым (1938) отмечалось наличие в разрезе доманика углисто-глинистых сланцев. Позднее здесь была установлена и сланценосная толща мощностью 5 *м*, состоящая из переслаивания темно-серых известняков и горючих сланцев.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Несмотря на значительное число выходов горючих сланцев девонского возраста северо-востока Европейской части СССР степень их изученности весьма неравноценна. Специальные разведочные работы на горючие сланцы нигде здесь не проводились; качество их изучалось скорее случайно, нежели систематически. Наиболее полно качество сланцев изучено в юго-восточной части Тимана — Ухтинском и Ижемском районах.

Результаты технического анализа ряда образцов горючего сланца приведены в табл. 139.

Таблица 139

Результаты технического анализа горючих сланцев (средние данные) Ухтинского и Ижемского районов

Место отбора пробы	A^c, %	Органическая масса, %	$S^c_{общ.}$, %	V^c, %
Река Ухта	71,0—87,8	—	0,41—3,01	16,9—19,3
Скв. 1, Зеленец . . .	—	3,44—15,48	—	—

В лучших по качеству пробах содержание золы снижается до 38,9—65,7%. Выход летучих веществ колеблется от 9,3 до 42,9%. Основное количество серы связано с органической массой горючих сланцев, поскольку с повышением количества последней возрастает и количество серы.

Удельный вес богатых органикой сланцев 1,47, *а у сланцев с преобладающей минеральной составляющей* 2,28.

В табл. 140 приведены результаты элементарного состава горючих сланцев, по данным Т. И. Кушнаревой.

Таблица 140

Результаты элементарного анализа горючих сланцев Ижемского района

Место отбора пробы	Глубина опробования, *м*	Содержание органического вещества, %	C, %	H, %	N—O, %	S, %	Отношение C : H
Скв. 1, Зеленец	476,7—479,8	7,11	63,9	9,85	22,8	3,51	6,5
То же	655,4—660,4	15,07	75,6	8,50	10,6	5,30	8,9
„	699,0—704,0	2,1	76,1	8,39	10,6	4,85	9,1
„	699,0—704,0	6,07	74,5	8,61	12,8	4,13	8,7
„	699,0—704,0	—	81,6	10,35	5,1	2,94	7,8
Скв. Н. Омра	894,0—900,0	29,5	73,5	7,76	16,8	1,94	9,5
То же	906,0—912,0	10,6	75,7	7,42	16,9		10,2
„	906,0—912,0	28,3	72,2	8,17	19,5		9,0
„	923,0—929,0	13,9	71,5	9,73	18,8		7,4

Полукоксование горючих сланцев, отобранных в обнажениях по р. Ухте и содержащих 20,2% летучих компонентов, показало (в % на сухое вещество): влага пирогенная 5,3, выход смолы 8,6, кокс + зола 82,8. газ 3,3.

Результаты разгонки сланцевой смолы из сланцев с содержанием 20,2% летучих веществ (Ухтинский район) следующие:

Фракции	Выход, %
Бензиновая до 150° С	0,6
Керосиновая до 150—300° С	3,7
Масло I уд. веса 0,951	2,0
Масло II уд. веса 0,881	1,2
Гудрон	1,1

В горючих сланцах рек Доманик и Чуть (Ухтинский район) в трещинах породы наблюдаются скопления органического вещества в виде прожилков между зернами карбонатов; оно окаймляет и обломки фауны. Нередко вся порода пропитана органическим веществом темно-бурого и желтоватого цвета (Жузе, 1963, 1964). Содержание органического вещества в известковисто-глинистых сланцах изменяется от 3,9 до 8,1%. Органическое вещество их состоит из большого количества битумов и малого гуминовых кислот; содержание первых 2,13%, вторых — следы. Анализ элементарного и группового состава хлороформенного экстракта позволяет говорить о восстановительном характере битума: C^r 80,65—82,68%, H^r 10,2—10,7%. В битуминозных сланцах хлороформенный экстракт преобладает. Анализ компонентов следующий: масла 48,6%, бензольные смолы 21,5%, спирто-бензольные 15,6%, асфальтены 14,4%. Это указывает на нейтральный характер битумов, что подтверждается и люминисцентным анализом. Битум тяжелый, смолы и асфальтены высокомолекулярные, масла содержат много ароматных веществ.

Цвет люминисценции капиллярных вытяжек темно-коричневый, черно-коричневый; содержание в породе битума А 0,08—3,84%, битума С 0,08—0,64%. Отношение битумов А : С = 2 : 1 и 4 : 1, а в одном случае достигает 12 : 1.

Исследование нерастворимых остатков сланцев показало присутствие обрывков гелифицированной основной массы, липоидных компонентов, витрена и обломков кларена и касьянита. Преобладающая часть обломков гелифицированных растительных тканей в проходящем свете красновато-коричневая. Обломки кларена состоят из красновато-коричневой гелифицированной основной массы с включением желтовато-оранжевых микро- и макроспор, обрывков кутикулы и реже темных непросвечивающих тканей, по-видимому, ксиловитренофюзена. Показатель преломления гелифицированного вещества 1,694 (Жузе, 1963).

Анализ нерастворимого остатка горючих сланцев доманикового горизонта р. Доманик показал содержание: SiO_2 52,03%; Al_2O_3 4,35%; Fe_2O_3 0,58%; CaO 0,28%; MgO 0,70%; нерастворимый остаток 57,94%.

УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Анализ фаций и мощностей девонских отложений показал, что областями прогиба были в девоне Тимано-Печорская область и Печорская гряда в западной части, Урал и Предуральский прогиб — в восточной. Пологий свод занимал Печорскую впадину, несколько наклоненную к юго-востоку.

В период накопления осадков саргаевского горизонта Печорская впадина и Западное Притиманье представляли собой прибрежные равнины. Во время отложения доманикового горизонта происходило мед-

ленное погружение, и Печорская впадина была залита мелким морем, существовавшим и позднее, во время накопления мендымских слоев. Мелкое море располагалось и на Тимане, в юго-восточной части которого отмечались наибольшие глубины.

В середине франского века морской бассейн углублялся и восточнее, в гряде Чернышева и Печорского поднятия, что привело к накоплению битуминозных кремнистых известняков с гониатитовой и пелециподовой фауной и развитию горючих сланцев.

В районе гряды Чернышева во время накопления доманиковых слоев происходили довольно резкие колебательные движения, в связи с чем в различных участках этой площади накопились осадки неодинакового состава. Вдоль западного края гряды, в относительно глубоководной зоне, отложились осадки доманикового горизонта шарьинского типа разреза; на восточном крае, в зоне мелководного моря, развились отложения елецкого типа разреза, характеризующиеся широким развитием карбонатных пород.

Образование относительно глубоководных доманиковых отложений происходило, по-видимому, в морском бассейне нормальной солености, на что указывает разнообразная богатая фауна. Отложение осадков доманикового типа связано с периферической частью морского бассейна, в зонах застойного режима, где происходило значительное скопление планктона, гониатито-птероподовой фауны, обусловившие развитие горючих сланцев. Геохимическая обстановка резко восстановительная, сульфидно-сероводородная, о чем свидетельствует присутствие в породе значительного количества пирита.

КРАТКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Горючие сланцы, выходящие на поверхность в сводовой части Ухтинской антиклинали, прорезаются р. Ухтой и ее притоками. Выходы горючих сланцев наблюдаются только в нижней части обрывистых берегов, высота которых над урезом воды 10—30 *м*. На крыльях антиклинали глубина залегания горючих сланцев возрастает до 500 *м*.

В Ижемском районе, у д. Зеленец, глубина залегания горючих сланцев около 700 *м*.

На Печорской гряде, у д. Мутный Материк, глубина залегания сланцев 600—650 *м*, а в сводовой части антиклинали Мутный Материк — до 130 *м*.

Залегающие в присводовой части Ухтинской антиклинали породы доманикового горизонта очень трещиноваты и сильно водоносны. Воды в основном карстово-трещинные, напорные. По данным А. В. Иванова, дебит подземных вод достигает здесь 100 $м^3$/*сутки*. С увеличением глубины залегания по падению дебит подземных вод увеличивается.

Отложения доманикового горизонта в центральной части Ухтинской антиклинали, расположенные выше уровня рек, хорошо дренированы. По горнотехническим условиям этот район является наиболее удобным для разработки горючих сланцев, так как здесь возможна добыча открытым способом.

В данном разделе рассматриваются месторождения горючих сланцев франского яруса среднего девона, расположенные на территории Башкирской АССР (Лемезинское, Ашинское, Зилимское и др.).

Сланценосная толща приурочена к доманиковой свите, имеющей, по данным ряда исследователей (Страхов, 1939; Домрачев, 1952 и др.), в разных частях площади своего распространения различный состав.

Франские отложения Южного Приуралья расчленены на три подъяруса: нижне-, средне- и верхнефранский. В первом выделены по биостратиграфическим признакам (И. И. Синицын, З. А. Синицына, А. И. Олли и др.) пашийские и кыновские слои (свиты), во втором — саргаевские, доманиковые и мендымские слои (свиты) и в третьем — аскынские и барминские слои (свиты).

Доманиковые отложения характеризуются следующей основной фауной: *Leiorhynchus quadricostatus* Van., *L. megistanus* de Hon., *Lingula subparallela* Sandb., *L. squamiformis* Phill., *Stropheodonta latissima* Buch., *Spirifer pachyrinchus* Vern., *Atrypa uralica* Nal., *Anatrypa timanica* Mark., *Chonetipustula petini* Nal., *Lamellispirifer novosibiricus* Toll., *Pugnax domanicensis* Mark., *Productella sericea* Buch., *Buchiola retrostriata* Buch., *B. lipina* Clarke, *Ontaria suborbiculatus* Hall., *Tentaculites tenuicinctus* Roem., *Styliolina fussurella* Hall., *Tornoceras simplex* Phill., *Timanites acutus* Keys, *Manticoceras ammon* Keys.

В тектоническом отношении полоса распространения доманиковых отложений приурочена к переходной зоне от Русской платформы к Уральской складчатой зоне и характеризуется развитием линейной складчатости, иногда брахискладчатости и довольно широким развитием дизъюнктивных нарушений типа надвигов субмеридионального простирания и сбросов.

Н. М. Страхов (1939) выделил три различные площади распространения доманиковых отложений, различающиеся по составу слагающих их осадков: район хр. Каратау, область бассейна верхнего течения р. Сим и район между бассейном р. Лемезы на севере до бассейна р. Зиган на юге и далее, до р. Белой (рис. 49).

В районе хр. Каратау верхнедевонские отложения залегают на карбонатных отложениях живетского яруса, а местами со стратиграфическим несогласием на песчаных отложениях ашинской свиты ордовика (?). Доманиковые отложения лежат на серых известняках саргаевской свиты и представлены переслаивающимися между собой известняками, известково-глинистыми и горючими сланцами, мергелями и кремнями. Все породы в различной степени обогащены дисперсным органическим веществом. Выше расположены толщи известняков, иногда доломитизированных, общей мощностью более 100 *м*, относимых к мендымской свите (мантикоцеровые и самсоновские слои).

Доманиковые отложения в этом районе характеризуются невыдержанностью литологического и фациального состава, выражающейся

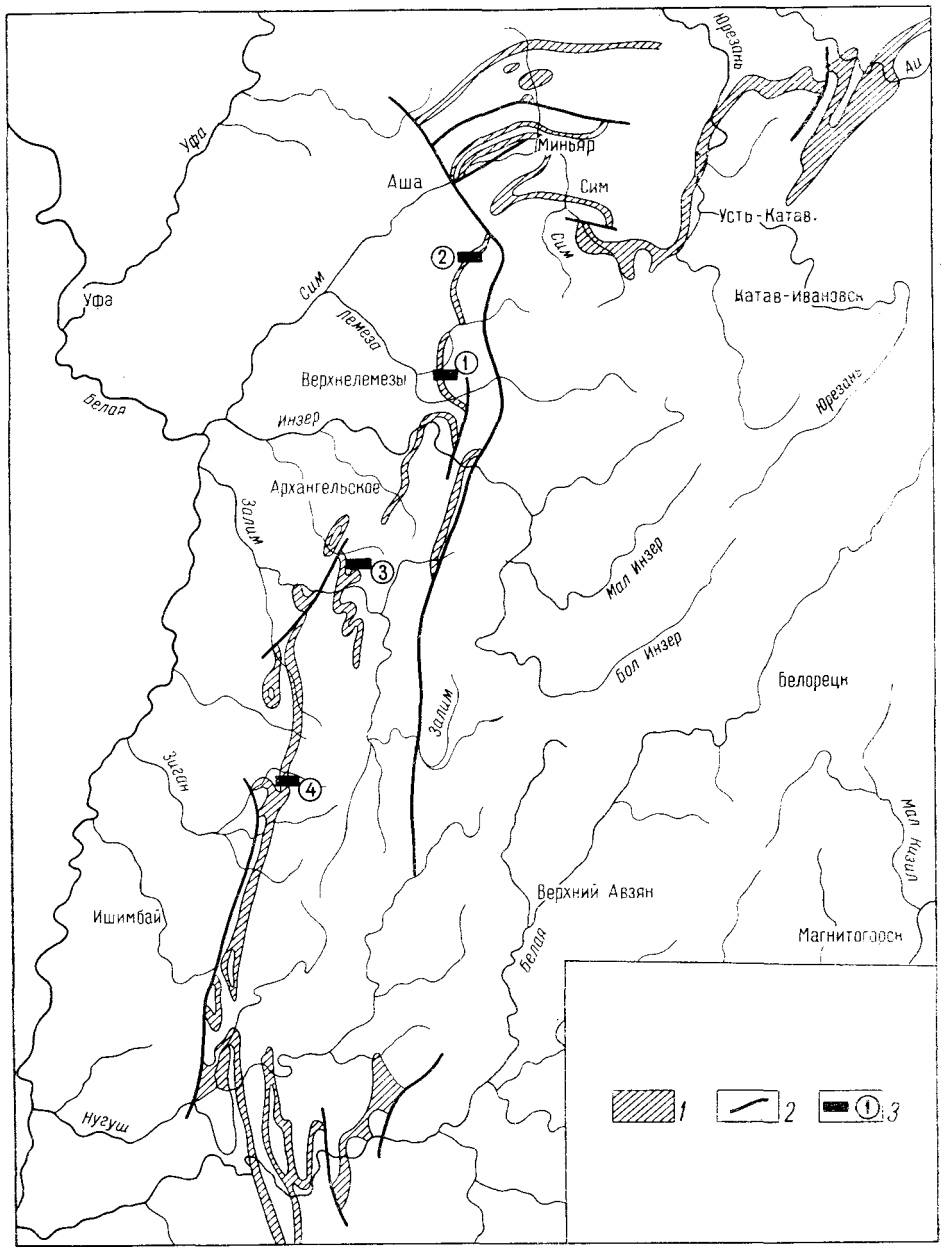


Рис. 49. Схематическая геологическая карта выходов доманиковой свиты в Южном Приуралье

1 — выход доманиковых отложений; *2* — дизъюнктивные нарушения; *3* — месторождения горючих сланцев и их номера: *1* — Лемезинское, *2* — Ашинское, *3* — Зиминское; *4* — проявление сланценосности в бассейне р. Зиган

в замещении горючих сланцев с запада на восток карбонатными породами и общим уменьшением мощности свиты — от 17 до 5 *м*.

В районе бассейна верхнего течения р. Сим (Мясниковская и Миньярская синклинали) доманиковая свита подстилается переслаивающимися песчаниками и глинами общей мощностью до 10 *м* и известняками мощностью до 36 *м*. Мощность доманика до 11 *м*; в нижней части он представлен переслаивающимися битуминозными известняками и мергелями (7 *м*), а выше — переслаивающимися коралловыми известняками и битуминозными сланцеватыми известняками. На доманиковых отложениях залегают карбонатные породы мощностью до 210 *м*. В этом районе горизонты горючих сланцев выклинились, замещенные карбонатными породами, а еще далее на восток выклинивается и вся доманиковая свита. Как отмечает Н. М. Страхов, доманиковая толща в этом районе представляет по своей конфигурации узкую длинную линзу, замещающуюся в обе стороны вкрест простирания карбонатными породами. Простирание линзы параллельно простиранию доманиковой полосы хр. Каратау и совпадает с простиранием основных тектонических структур.

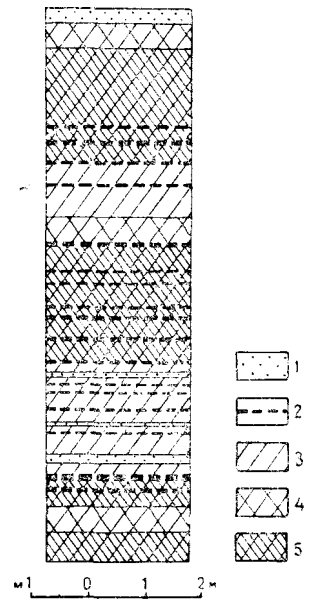


Рис. 50. Сводный стратиграфический разрез доманиковой свиты верхнего девона

1 — песчаники; *2* — кремень; *3* — горючие сланцы; *4* — то же с теплотворной способностью до 1800 *ккал/кг*; *5* — то же с теплотворной способностью свыше 1800 *ккал/кг*

Самый крупный район развития доманиковой свиты в Южном Приуралье — район развития франских отложений от р. Лемезы (р. Икын) до р. Зиган (р. Сиказы). По площади этого района литологический состав доманиковых отложений закономерно и довольно постепенно изменяется. Так, в средней части полосы разрез толщи наиболее типичен и представлен переслаивающимися глинами, горючими сланцами и кремнями общей мощностью до 55 *м*. К северу мощность толщи уменьшается до 26 *м*, а глины и кремни замещаются известняками и мергелями; горючие сланцы выклиниваются. Еще далее к северу — по р. Инзер и далее — доманиковая свита сложена переслаивающимися известняками, мергелями, глинами и кремнями. На крайнем севере полосы, в бассейне р. Лемезы и ее притока р. Икына, в разрезе свиты вновь появляются горючие сланцы, слагающие местами более половины разреза по мощности. Горючие сланцы с незначительными перерывами прослежены на водоразделе рек Лемезы и Икын; южнее сланценосность не установлена.

В южной части полосы доманиковых отложений горючие сланцы установлены только по р. Зиган и ее правым притокам; в остальных местах разрез доманиковой свиты аналогичен разрезу северной части полосы.

Восточнее описанной полосы располагается цепочка выходов верхнего девона, среди которых развиты доманиковые отложения того же типа, что и вышеописанные, с несколько более повышенным содержанием известняков, замещающих глинистые отложения.

Сравнение литологического состава доманиковых отложений всех трех районов их распространения на Южном Урале позволяет сделать следующие выводы. Доманик Каратауской полосы и района Икын—Зиган в общих чертах аналогичен; в Каратауской полосе разрез несколько более обогащен карбонатными отложениями. Доманик Миньярско-Симской полосы резко отличен по составу от предыдущих: в его разрезах отсутствуют мергели, глины и кремни и почти весь разрез представлен битуминозными известняками (рис. 50).

По заключению Н. М. Страхова (1939), по возрасту доманиковые отложения всех трех зон синхронны. Он считает, что горючие сланцы Южного Приуралья морского происхождения.

Причинами накопления обильных органических остатков Н. М. Страхов считает общие благоприятные условия консервации их в породах (пелитовая основа осадков, обильное поступление коллоидного кремнезема), а также повышенное содержание в воде планктона, обусловленное подвижностью верхних горизонтов морских вод.

ЛЕМЕЗИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ
(по А. А. Васильеву и др.)

Месторождение расположено в правобережье р. Лемезы, в 3 *км* восточнее д. Верхней Лемезы, в Архангельском районе Башкирской АССР. Месторождение изучено наиболее полно по сравнению со всеми другими месторождениями горючих сланцев Южного Приуралья.

Район месторождения характеризуется горно-лесистым ландшафтом; абсолютные отметки 400—450 *м*. Речная сеть весьма обширна. Основная водная артерия — р. Лемеза, левый приток р. Сима, носящая горный характер и имеющая скалистые берега высотой до 50 *м*.

Проявления сланценосности обнаружены местными жителями, доставившими в конце 20-х годов образцы горючего сланца в лабораторию Катав-Ивановского завода. Первые разведочные работы были поставлены Башкирским геологоразведочным трестом в 1931 г. (П. В. Дмитриев) в междуречье Кургасиль — Косая Елга на площади в 10 *км*^{2}. В 1932 г. работы продолжались под руководством А. И. Олли и А. А. Васильева. В 1931 г. район месторождения был покрыт В. В. Крестовниковым геологической съемкой.

Район Лемезинского месторождения сложен отложениями различного возраста — от миньярской свиты (Cm_{1-2}) до визейского яруса (C_1). Миньярская свита представлена переслаивающимися серыми и темно-серыми доломитизированными известняками, в верхней части разреза окварцованными до роговиков.

Ашинская свита (O_{1-2}) сложена в основании аркозовыми песчаниками; выше залегает толща зелено-серых песчаников с подчиненным количеством пластов аргиллита.

Отложения живетского яруса (D_2^2) выражены в нижней части серыми кристаллическими слабо битуминозными известняками, перекрытыми пачкой голубоватых пластичных глин. Еще выше залегает толща коричневато-желтых кварцевых песчаников. Венчает разрез живетского яруса толща фавозитовых известняков.

Франский ярус (D_3^1) представлен в основании зеленовато-серыми вязкими глинами, местами пиритизированными, общей мощностью несколько метров. Выше следует доманиковая свита мощностью 15—20 *м*. Она содержит в нижней части черные битуминозные кремнистые известняки, светлые и темные битуминозные аргиллиты с прослоями красноцветных рыхлых песчаников и известковистых горючих сланцев. Верхняя часть доманиковой свиты сложена черными известковисто-битуминозными сланцами с тонкими прослоями кремня и светло-кремовых жирных глин. Сланцы содержат массу отпечатков *Tentaculites*.

Фаменский ярус (D_3^2) представлен светло-серыми тонкослоистыми окремненными плотными известняками с остатками гониатитов и климений или светло-серыми доломитизированными кристаллическими известняками, содержащими остатки брахиопод. В известняке встречаются также прослои глин.

Турнейский ярус (C_1^1) в нижней части сложен переслаивающимися красновато-бурыми и желтовато-серыми известковистыми глинами, а в верхней — светло-серыми тонкослоистыми кремнистыми известняками и светло-серыми глинистыми известняками.

Визейский ярус (C_1^2) внизу содержит чистые и доломитизированные серые и темно-серые известняки с конкрециями и линзами кремня, в верхней части — «сахаровидные» доломиты.

Структура месторождения довольно простая. Разведанный участок расположен на западном крыле крупной антиклинали, ось которой имеет субмеридиональное простирание. К западу наблюдается выпола-

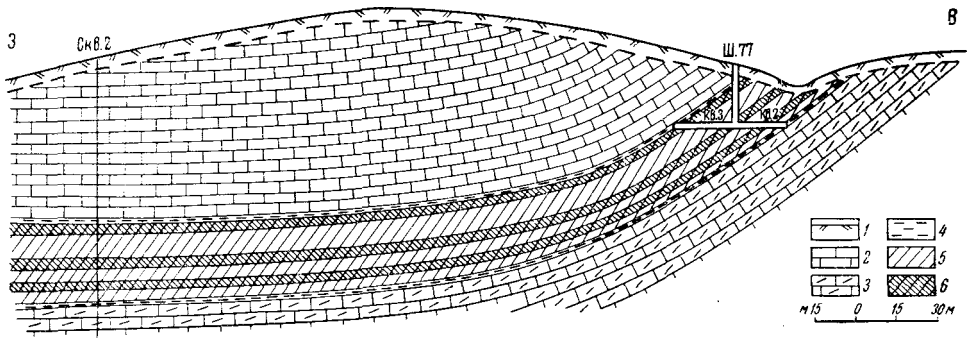


Рис. 51. Схематический геологический разрез Лемезинского месторождения горючих сланцев

1 — наносы; *2* — известняки фаменского яруса; *3* — известняки живетского яруса; *4* — глины; *5* — горючие сланцы с теплотворной способностью до 1800 *ккал/кг*; *6* — горючие сланцы с теплотворной способностью свыше 1800 *ккал/кг*

живание толщи, выраженное довольно резко. Углы падения пород вблизи оси складки 20—40°, а в западной части месторождения — до 10° и менее (рис. 51); в ядре складки иногда наблюдаются весьма крутые углы падения (рис. 52). В пределах разведанного участка отсутствуют турнейские отложения, что позволяет предполагать наличие крутого надвига или небольшого сброса, расположенного, по-видимому, западнее скв. 2 (см. рис. 51). При наличии этого дизъюнктива можно предположить, что месторождение оборвано на глубине 350—400 *м* по падению сланценосной толщи. Если же это предположение неверно, то месторождение протягивается далеко на запад, вплоть до района фациального замещения сланценосной толщи одновозрастными карбонатными отложениями.

В южной части месторождения условия залегания более спокойные и весь район междуречья Лемезы и Мезень-Елги выпадает для разведки и эксплуатации из-за надвига пород ашинской свиты на верхнедевонские и нижнекаменноугольные отложения широтного простирания.

Собственно толща горючих сланцев имеет сложное строение при общей мощности до 20 *м*. В ней выделяются три промышленно ценные пачки: нижняя мощностью 1,35 *м*, средняя мощностью 2,25 *м* и верхняя мощностью 1,75 *м*. Мощность прослоев пустой породы между сланцевыми пачками 2—3 *м*. Каждая сланценосная пачка характеризуется сложным строением и состоит из серии прослойков горючих сланцев мощностью 0,1—0,4 *м* каждый, разделенных прослоями пород мощностью 0,05—0,1 *м*.

В качестве примера приводится разрез сланценосной толщи (снизу вверх) по разведочному квершлагу (см. рис. 51):

1.	Горючий сланец плотный с тонкими прослоями аргиллита	0,70 *м*
2.	Песчаник	0,05 „
3.	Горючий сланец	0,05 „
4.	Горючий сланец легкий, рыхлый, местами с фауной	0,25 „
5.	Горючий сланец крепкий, черный	0,10 „
6.	Горючий сланец с массой отпечатков тентакулит	0,16 „
7.	Кремень	0,10 „
8.	Горючий сланец глинистый, тонкослоистый	0,25 „
9.	Кремень	0,05 „
10.	Горючий сланец плотный, серо-черный, зажигается от спички	0,40 „
11.	Глина светло-желтая	0,06 „
12.	Кремень черный	0,04 „
13.	Горючий сланец черный плотный, крупнослоистый	0,20 „
14.	Глина светло-серая	0,05 „
15.	Горючий сланец глинистый	0,10 „

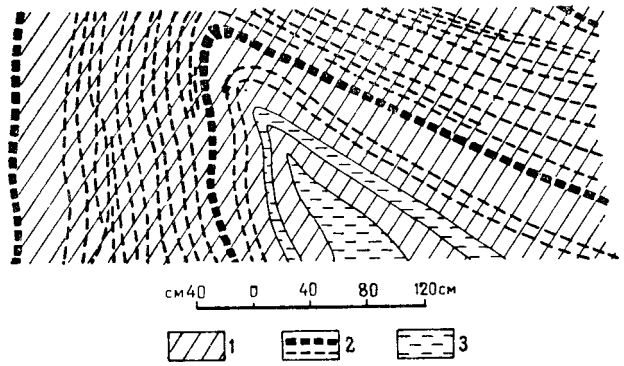


Рис. 52. Деталь строения сланценосной толщи
1 — горючие сланцы; *2* — кремень; *3* — глины

16.	Горючий сланец черный, крепкий	0,05 *м*
17.	Горючий сланец глинистый	0,08 „
18.	Глина желтовато-бурая	0,15 „
19.	Горючий сланец черный	0,15 „
20.	Кремень черный	0,02 „
21.	Горючий сланец плотный, темно-бурый, тяжелый с тонкими прослоями кремня	0,22 „
22.	Горючий сланец глинистый тонкослоистый	0,40 „
23.	Кремень черный	0,08 „
24.	Горючий сланец рыхлый	0,15 „
25.	Кремень темно-бурый	0,05 „
26.	Горючий сланец темно-бурый плотный, горит от спички	0,40 „
27.	Кремень	0,05 „
28.	Горючий сланец темно-бурый	0,12 „

Всего 48 прослоев.

Вся сланценосная толща очень неустойчива по петрографическому составу слагающих ее пород, что указывает на сложные палеогеографические и палеофациальные условия формирования верхнедевонских отложений.

По химико-технологическим показателям горючие сланцы Лемезинского месторождения разделены на несколько категорий.

В табл. 141 помещены результаты анализа 10 образцов сланца I категории, причем пробы с четными номерами необогащенные, а пробы с нечетными номерами подвергались обогащению ручной разборкой. Анализ проводился Уфимским физическим институтом. В табл. 142 отображены результаты разгонки смолы из горючих сланцев.

Анализ сланцев показал следующее содержание (в %): минеральной углекислоты 3; серы общей 6,2—7,0; летучих веществ 32,4—34,1; углерода 69—73; водорода 7,1—7,4; азота 0,30—0,67. Содержание фенолов в смоле 7,9—9,9%. Состав золы горючих сланцев следующий (в %): SiO_2 58,90; Fe_2O_3 1,43—2,13; Al_2O_3 4,6—27,2; P_2O_5 0,83—3,0; CaO 1,61—1,46; MgO до 0,27; SO_3 до 0,37.

Таблица 141

Качественная характеристика горючих сланцев Лемезинского месторождения

№ пробы	Результаты технического анализа			Перегонка по Фишеру			
	$W^л$, %	$V^с$, %	$Q^с_б$, *ккал/кг*	Подсмольная вода, %	Смола, %	Газ, *л/кг*	Полукокс, %
1	1,81	73,47	2302	7,5	6,25	19	81,23
2	1,89	74,26	2008	2,5	7,00	20	82,80
3	2,31	77,13	1725	2,0	6,25	15	87,55
4	1,55	78,55	1531	3,0	5,60	15	88,35
5	2,50	79,24	1581	4,6	4,13	21	86,75
6	2,65	78,20	1488	2,5	5,50	19	87,69
7	1,40	78,16	1729	2,0	5,75	19	88,90
8	3,51	78,85	1536	2,5	4,90	13	89,41
9	3,27	77,76	1503	4,4	3,75	22	87,35
10	4,92	57,22	3023	3,8	3,50	22	88,56
11	—	—	—	5,6	8,12	44	78,44

Таблица 142

Результаты разгонки смолы из горючих сланцев Лемезинского месторождения

Погоны		Уд. вес возгона	Выход, %
градусы	*см³*		
40—95	21,26	0,831	17,67
95—150	21,30	0,934	20,36
150—220	8,80	0,922	8,12
220—240	8,09	0,916	7,87
240—300	21,80	0,964	21,03
Пек	—	—	20,26
Потери	—	—	4,96

Сланцы I категории плотные, сапропелитовые, черного цвета, легко загораются и горят коптящим пламенем. При выветривании сланцы этого типа распадаются на тончайшие листочки с идеально параллельными поверхностями, на которых почти всегда наблюдаются скопления фаунистических остатков (птероподы *Styliolina, Tentaculites*); иногда, помимо птеропод, встречаются остатки тонкостенных раковин брахиопод и пелеципод (*Liorhynchus, Camarophoria, Buchiola, Lingula*). Микроскопически устанавливаются пять компонентов: органическое вещество, обломочный материал, карбонатный материал, остатки фауны, аутигенные минералы. Органическое вещество встречается как в виде однородной красновато-бурой массы, цементирующей терригенный материал, так и в виде сгущений, скапливающихся в различных частях породы.

Обломочный материал наблюдается в виде зерен кварца размером около 0,01 *мм* и менее. Карбонатный материал представлен дисперсно

рассеянным кальцитом, по-видимому, неорганического происхождения. Изредка встречаются мелкие агрегаты перекристаллизованного кальцита и доломита. Аутигенная минерализация выражена образованием конкреций лимонита, прожилками и микроскопическими линзочками кварца.

Сланцы I категории известны на Северном и Южном участках месторождения, где они залегают четырьмя прослоями суммарной мощностью 0,8 *м*.

Сланцы II и III категорий представлены, вероятно, сапропелево-гумусовым веществом. Они составляют основную массу лемезинских горючих сланцев. Макроскопически сланцы этого типа представляют собой неслоистую легкую черную породу с раковистым изломом. Характерно отсутствие фауны.

Микроскопически порода отличается от сланцев первого типа отсутствием кальцита и минеральных новообразований. Содержание органических веществ значительно больше.

Условия разработки Лемезинского месторождения относительно благоприятные. Из-за значительной глубины залегания основных сланценосных полей вести отработку открытым способом нецелесообразно. Несмотря на наличие оврагов, штольневая отработка неудобна. Наиболее целесообразна закладка шахт глубиной до 150 *м*, которыми можно вскрыть горизонты горючих сланцев до 600—700 *м* глубиной по падению.

В кровле верхних пачек горючих сланцев залегают темно-бурые слоистые битуминозные глины, а на 5—8 *м* выше — плотные доломитизированные известняки. Между пачками горючих сланцев залегают известково-глинистые сланцы и различные песчанистые глины.

При пробной добыче горючих сланцев наблюдалось прогибание и обрушение пород кровли при длине непокрытого забоя 4—5 *м*.

Почвой нижней пачки горючих сланцев служит мощный пласт кремня. Ниже залегают глины. Водоносность пород сланценосной толщи, по-видимому, ничтожна. Наиболее целесообразно разрабатывать сланцы длинными столбами без закладки. Вследствие условий рельефа рациональная закладка двух шахт производительностью около 250 тыс. *т* в год.

Запасы. Выделено три пачки горючих сланцев, достаточно хорошо выдержанных в пределах разведанной площади. При подсчете запасов приняты: нижний предел теплотворной способности для энергетических горючих сланцев 1700 *кал* и уд. вес 1,7. Длина участка, на котором произведен подсчет запасов, 2100 *м*.

Запасы категории A_2 подсчитаны для средней пачки мощностью 2,25 *м*. Запасы энергетических горючих сланцев составили: по категории A_2 178,8 тыс. *т*, по категории B 5230 тыс. *т*, по категории C_1 5275 тыс. *т*. Всего запасов энергетических горючих сланцев 10 680,8 тыс. *т* (на площади 0,58 *км*^{2}).

Запасы неэнергетических горючих сланцев составляют: по категории B 16 170 тыс. *т* (на площади 0,59 *км*^{2}), по категории C_1 15 860 тыс. *т* (на площади 0,58 *км*^{2}). Всего запасов неэнергетических горючих сланцев 32 040 тыс. *т*. Всего подсчитанных геологических запасов 42 720,8 тыс. *т*, в том числе сланцев с калорийностью более 1700 *кал* 10 680 тыс. *т* [1].

[1] По балансу запасов СССР на 1/I 1964 г. запасы горючих сланцев Лемезинского месторождения составляют по категориям A+B+C 10,6 млн. *т*, в том числе по категории B 5,4 млн. *т*, по категории C 5,2 млн. *т*. Кроме того, по категории C_2 32 млн. *т*.

АШИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Ашинское месторождение расположено в 25 *км* южнее г. Аши, на границе с Челябинской областью, близ пос. Сухая Атя.

Район месторождения представляет горно-лесистую местность, весьма слабо заселенную. Высотные отметки водоразделов достигают 600—750 *м*, тогда как отметка уровня р. Сим 170 *м*. Вся речная сеть горного типа.

Первые упоминания об ашинских горючих сланцах имеются в работах Ф. Н. Чернышева и в статье А. Н. Розанова (1927). В 1933 г. геологами Уральского геологического управления были обнаружены горючие сланцы по руч. Покосному (левый приток р. Атя). Добронравовым была дана ориентировочная оценка запасов горючих сланцев в 1300 тыс. *м*^{3}. В 1932—1935 гг. изучалось качество горючих сланцев лабораторией Ашинского металлургического завода, а затем ВНИИПСом. В 1939 г. Ашинский металлургический завод начал пробную добычу горючих сланцев — он сжигался в топках в смеси с углем. В 1939—1940 гг. поиски горючих сланцев в районе месторождения проводил Ф. А. Латников.

На площади Ашинского месторождения развиты отложения от кембрийских до каменноугольных. В основании разреза залегают немые осадки кембрия, сложенные аркозовыми и кварцевыми песчаниками, а выше — пестроцветными тонкослоистыми мергелями, широко развитыми в окрестностях Миньярского завода.

Ашинская свита (O_{1-2}) представлена зеленовато-серыми или коричневато-бурыми мелкозернистыми песчаниками и аргиллитами общей мощностью до 500 *м*.

Эйфельский ярус (D_2^1) содержит белые, желтоватые и коричневатые плотные кварцитовидные песчаники.

Отложения живетского яруса (D_2^2) выражены серыми, голубовато-зелеными, розовыми известняками с фауной *Stringocephalus burtini, Atrypa* ex gr. *reticulata* и др. Общая мощность отложений 10—20 *м*.

В основании домаников свиты франского яруса (D_3^1) залегают тонкозернистые плотные темно-серые известняки мощностью 5—6 *м* с *Atrypa uralica, Anatrypa timanica* и др. Выше следуют переслаивающиеся темно-серые тонкослоистые битуминозные известняки и горючие сланцы. Мощность домаников свиты 28—30 *м*. Выше залегают серые, светло-серые и розовые известняки мощностью до 80—90 *м*, содержащие остатки *Hypothyridina cuboides* S e w. и др.

Фаменский ярус (D_3^1) сложен серыми и розоватыми известняками с *Amphipora, Stromatopra* и др. общей мощностью до 150—200 *м*.

Каменноугольные отложения (C_1) представлены желтовато-серыми доломитизированными известняками с остатками гониатит и амфипор общей мощностью в районе руч. Покосного 70—80 *м*.

Четвертичные отложения развиты широко; они слагаются делювием и аллювием.

В структурном отношении район Ашинского месторождения представляет собой серию чередующихся синклинальных и антиклинальных складок, местами опрокинутых на запад. Оси складок меридионального простирания. Имеются довольно крупные дизъюнктивные нарушения, протягивающиеся в юго-восточном — северо-западном направлении. Одно из них прослеживается через южные отроги гор Аджигарлык, пересекает долину р. Сима севернее г. Аши.

Выходы горючих сланцев имеют вид узкой полосы, вытянутой в северо-восточном направлении, и приурочены к восточному крылу крупной синклинальной складки; западнее сланценосный горизонт по-

гружается глубоко под молодые отложения. Крупным сбросом месторождение делится на два участка — Южный и Северный. На Южном участке породы характеризуются вертикальным и даже опрокинутым на восток падением.

По борту горного карьера Ашинского металлургического завода вскрыто 11 пластов горючих сланцев. Они имеют сложное строение: прослои горючих сланцев разделяются прослоями известняков и кремня. Более чистые V и VII пласты. Пласт VII обладает мощностью до 1,70 *м* при мощности чистого горючего сланца 1,53 *м*; пласт V имеет мощность до 3,25 *м*. В верхней своей части он сильно загрязнен минеральными примесями, а в нижней части имеются две пачки мощностью по 0,60 *м* каждая чистого сланца, разделенные прослоем известняка мощностью 0,33 *м*.

Пласт VII и нижняя часть пласта V эксплуатировались с обогащением методом ручной отборки; все остальные пласты не эксплуатируются из-за невозможности ручной отборки.

Макроскопически среди сланцев можно выделить две разновидности: черные неслоистые с раковистым изломом, однородные и черные и темно-серые с ясно выраженной сланцеватостью. Обе разности обладают битуминозным запахом и содержат конкреции кремня. В зоне выветривания сланцы розовато-серого цвета образуют пластичную пористую щебенчатую или бурую землистую массу.

Микроскопически обе разновидности горючих сланцев неразличимы. Неорганическая часть представлена мелкокристаллическим кальцитом, кварцем и кремнем, пелитовой глинистой массой, загрязненной кварцем, халцедоном, пиритом и магнетитом, содержит обломки раковин цератит и брахиопод. Органическая часть в шлифах красно-бурого цвета; она комковатого или хлопьевидного строения, иногда аморфная, при больших увеличениях напоминающая скопления водорослей.

Таблица 143

Качественная характеристика горючих сланцев Ашинского месторождения

Участки	W^a, %	A^c(с CO_2),	A^c, %	CO_2минер., %	$S_{общ.}$, %
Покосный	1,57—1,92	81,8—87,0	68,9—74,2	9,73—12,85	1,28—1,57
Усть-Катавский	0,47	85,5	60,84	24,68	2,18
Ивановский	0,40	85,2	67,6	15,52	2,19

Участки	Смола, %	Вода пирогенная, %	Полукокс, %	Газ (потери), %	C^r, %
Покосный	4,1—5,1	0,8—1,6	9.,0—91,8	2,3—3,3	—
Усть-Катавский	4,45	0,81	92,9	—	73,28
Ивановский	6,27	0,35	90,2	—	73,53

Участки	H^r, %	O^r, %	N^r, %	S^r, %	Смола, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
Покосный	—	—	—	—	25,2—28,0	1245—1388
Усть-Катавский	7,57	10,2	2,05	6,78	29,7	1177
Ивановский	9,41	7,10	1,81	8,06	41,8	1098

В табл. 143 приведен состав горючих сланцев Ашинского месторождения (данные химической лаборатории ВНИИПС). Состав золы горючих сланцев приведен в табл. 144 (по А. Ф. Добрянскому, 1947).

Таблица 144

Состав золы горючих сланцев Ашинского месторождения в %

Участки	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3
Покосный	40,36	7,35	3,86	33,13	2,19	0,04	4,59
Усть-Катавский	35,18	4,25	2,67	46,87	4,25	0,25	5,82
Ивановский	61,93	0,89	3,90	18,27	10,01	0,14	4,32

При выветривании теплотворная способность ашинских сланцев значительно уменьшается, достигая 800—600 *кал.*

Запасы. Запасы горючих сланцев по пластам V и VII до уреза р. Атя оцениваются в 3380 тыс. $м^3$ при суммарной мощности пластов 2,9 *м*, что при уд. весе 1,7 составит 5750 тыс. *т*.

ЗИЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (по А. Ф. Добрянскому, 1947)

Месторождение расположено в Архангельском районе Башкирской АССР, на правобережье р. Зилима (правого притока р. Белой). Оно открыто в 1908 г. Л. К. Конюшевским.

Сланценосная толща, приуроченная к доманиковой свите, имеет спокойное залегание. Здесь известен один пласт горючих сланцев сложного строения, представляющий переслаивание горючих сланцев и битуминозных известняков. Мощность прослоев сланцев 0,1—0,9 *м* при суммарной их мощности 3,15 *м*. Выходы горючих сланцев прослежены по простиранию на 400 *м*.

Сланец окремненный, плотный, горит коптящим пламенем. Макроскопически представляет собой легкую пористую породу темно-коричневого до черного цвета. Органических остатков животного происхождения не обнаружено. Под микроскопом видна коричневая масса, состоящая из округлых комочков диаметром до 0,001 *мм,* расположенных сгустками. Неорганическая часть представлена обломками кварца, а иногда халцедона.

Горючие сланцы Зилимского месторождения характеризуются следующими показателями: W^a 0,33—0,48%; A^c 55,1—63,9%; CO_2 минер. 0,5—16,1%; $S^c_{общ}$ 2,6—4,9%; V^c 15,0%; $Q^c_б$ 1587 *кал*; кокс 25,1%.

Глинистые разности горючих сланцев характеризуются следующими показателями: W^a 18,1%; A^c 79,6%; $CO_2{}^c$ минер. 1,3%; $S^c_{общ}$ 3,7%, V^c 11,3%; $Q^c_б$ 922 *кал.*

Общие геологические запасы месторождения оценены в 45,2 тыс. *т*.

ПРОЯВЛЕНИЕ СЛАНЦЕНОСНОСТИ В БАССЕЙНЕ Р. ЗИГАН

Н. М. Страхов (1939) отмечает наличие малоисследованных выходов горючих сланцев по р. Реузяку (правый приток р. Зиган). Горючие сланцы в этом районе приурочены к низам доманиковой свиты и зале-

гают прослоями мощностью 5—15 *см*. Сланцы черные, известковистые, тонкослоистые, тонкоплитчатые. Основу их составляет дисперсное сапропелевое и пелитовое вещество. Минеральная часть представлена кварцем и кальцитом, иногда полевыми шпатами. Встречаются также мелкие конкреции пирита. Содержание органического вещества колеблется в пределах 5,3—7,7%, т. е. эти сланцы значительно уступают по качеству горючим сланцам вышеописанных месторождений.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ВВЕДЕНИЕ

Горючие сланцы в осадочном комплексе, слагающем территорию Белоруссии, установлены только в 1963—1964 гг. при пересмотре кернового материала скважин на соль.

Горючие сланцы, по данным ревизионной партии Государственного производственного геологического комитета БССР, встречены в западной части Припятского прогиба среди пород карбонатной глинисто-мергелисто-доломитовой толщи данково-лебедянского горизонта фаменского яруса верхнего девона.

В 1965 г. после получения первых ориентировочных данных о качестве сланцев из углехимической лаборатории ВСЕГЕИ представилась возможность наметить сланценосные площади, заслуживающие дальнейшего изучения, среди большого поля распространения данково-лебедянского горизонта, занимающего почти весь Припятский прогиб.

Имеющиеся данные были рассмотрены летом 1965 г. специалистами Министерства геологии СССР, признавшими сланцепроявления Припятского прогиба заслуживающими дальнейшего изучения. Однако объектов для постановки разведочных работ при этом предложено не было.

Рекомендовалось завершить опробование горючих сланцев по кернам ранее пробуренных скважин на Старобинской и Глусской соленосных площадях и использовать для этой цели картировочные скважины при комплексной геологической съемке северной части Припятской впадины.

Для проверки наличия и состава сланценосного горизонта на неизученных площадях намечалось бурение 20—30 специальных скважин глубиной 200—400 *м*.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Как уже отмечалось выше, площади распространения горючих сланцев находятся в Южной Белоруссии (Припятский прогиб), в смежных районах Минской и Гомельской областей.

Отдельные скважины, встретившие горючие сланцы кондиционного качества, расположены на площади Старобинского и Глусского месторождений каменной и калийной соли и в районе г. Турова (рис. 53).

Ориентировочно можно считать, что сланценосность распространена на значительной части западной половины так называемой Шатилковской депрессии и в прибортовой зоне Туровской депрессии[1]. Размеры этой площади значительны и, возможно, превышают 2—3 тыс. *км*^{2}.

Местность по своему характеру является типичным «Полесьем» с чередующимися луговыми, лесными и заболоченными пространствами.

[1] Эти две депрессии, разделенные Микашевичским выступом кристаллического фундамента, являются западным окончанием Припятского прогиба.

В геоморфологическом отношении это область послеледниковой равнины (зандры), окаймляющей холмисто-моренный пояс максимальной стадии последнего (валдайского) оледенения (Новгрудская и Минская возвышенности).

Отметки рельефа здесь в среднем 125—150 *м*, тогда как на расположенных к северу и западу отрогах Балтийской гряды достигают 250—350 *м*.

Гидрографическая сеть хорошо развита. Реки Случь, Оресса и Птичь прорезают сланценосную площадь и текут отсюда на юг в Припять. Имеется одно крупное озеро — Червоное.

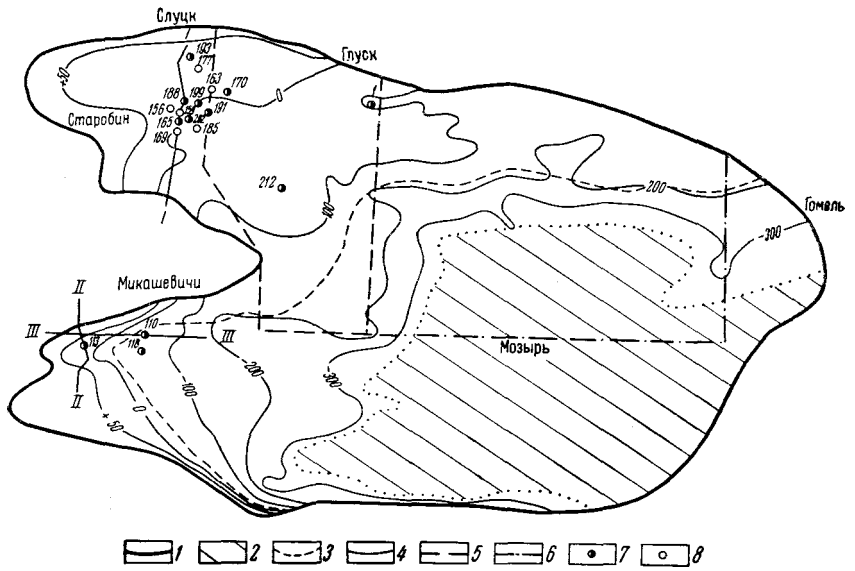


Рис. 53. Схематическая карта сланценосности Припятского прогиба (по И. А. Яременко и М. Н. Кунику)

1 — граница распространения глинисто-мергелистой толщи D_3dl_a; *2* — площадь глубокого (свыше 500—600 *м*) залегания толщи D_3dl_a; *3* — граница площади неглубокого (до 300 *м*) залегания толщи D_3dl_a; *4* — изогипсы поверхности отложений D_3dl_a (в абсолютных отметках); *5* — площадь поисковых работ на калийные соли; *6* — площадь геологической съемки 1966—1970 гг.; *7* — скважины, вскрывшие пласты горючих сланцев мощностью свыше 0,7 *м*; *8* — скважины, вскрывшие пласты горючих сланцев мощностью менее 0,7 *м*

Транспортные условия удовлетворительные — на севере относительно близко проходит железнодорожная линия, соединяющая Могилев с Барановичами, а на юге находится магистраль Гомель — Брест. Ближе к сланценосной площади подходят железнодорожные ветки Слуцк — Солигорск и Бобруйск — Октябрьский. Шоссейная дорога Бобруйск — Брест удалена на 30—60 *км* к северу от сланценосного участка.

В экономическом отношении район в настоящее время должен рассматриваться не только как сельскохозяйственный, но и как горнопромышленный.

КРАТКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

Так как геологоразведочные работы на горючие сланцы не производились, ниже дается общее представление об освещенности сланценосной площади поисковым бурением на соли. На схематической карте

(см. рис. 53) показано размещение только тех скважин, которые встретили горючие сланцы, отвечающие минимальным требованиям по качеству с содержанием органического вещества более 20%. Таких скважин 12 на Старобинском участке (расстояние между ними 2—5 *км*), 5 скважин на площади между р. Орессой и оз. Червоным (расстояние 10—15 *км*), одна скважина к югу от г. Глуска и 3 скважины в районе г. Турова (3 и 20 *км* друг от друга). Кроме указанных скважин, фиксировавших наличие в надсолевом комплексе собственно горючих сланцев, имеется несколько десятков скважин (с расстояниями 5—10 *км*), встретивших мергелистые породы со значительным, но ниже 20%, содержанием органического вещества. Эти скважины довольно равномерно покрывают всю западную часть Шатилковской депрессии. Но наряду со скважинами, показавшими присутствие горючих сланцев и сапропелевых мергелей, примерно равное число скважин поисковой разведки на соли не встретило горючих сланцев и сапропелевых мергелей среди данково-лебедянского горизонта, что, возможно, в ряде случаев объясняется истиранием керна этих пород в процессе бурения.

Современное состояние степени изученности сланценосной территории таково, что из выделенных в результате ревизии керна скважин на соль пяти площадей (Туровская, Старобинская, Оресская, Любанская и Глусская) ни одна не может быть рекомендована в качестве объекта для разведочных работ. По отдельным пластопересечениям имеются пачки сланцев мощностью 0,2—0,7 *м* с теплотой сгорания до 2000 *ккал/кг*, но на всю выемочную мощность (2 *м*) теплота сгорания сланцев ни в одном случае не превышает 1300 *ккал/кг*, т. е. значительно ниже минимальной кондиционной — 1500—1600 *ккал/кг*.

Почти совершенно не изучена сланценосность северо-восточной бортовой части Припятского прогиба, между Глуском и Гомелем, где площадь относительно неглубокого (до 300 *м*) залегания данково-лебедянского горизонта значительна. То же самое следует сказать и в отношении Юго-Западной площади Туровской депрессии. Вся остальная часть Припятского прогиба (юго-восточная), также не изученная, не перспективна вследствие глубокого залегания данково-лебедянской толщи.

СТРАТИГРАФИЯ

В связи с работами на соль, угли и нефть стратиграфия отложений, заполняющих Припятский прогиб, может считаться хорошо разработанной. Не останавливаясь на составе и стратиграфическом расчленении четвертичного покрова (мощностью до 30 *м*), можно отметить широкое развитие на сланценосных площадях континентальных (угленосных) отложений неогеновой системы (мощностью до 20—50 *м*) и песчано-алевритовых пород палеогена морского происхождения, подвергшихся сильной эрозии в донеогеновое время.

Отложения неогенового и палеогенового возраста частично отсутствуют на Старобинской, Любанской и Оресской сланценосных площадях. Кайнозойский комплекс покоится на верхнемеловых отложениях, представленных писчим мелом и мергелями сенон-турона мощностью 10—60 *м*, в редких случаях подстилающихся альб-сеноманскими глауконитовыми глинистыми песками и песчаниками.

Юрские отложения залегают прерывисто во впадинах денудированной поверхности палеозойских пород. Еще более ограниченно распространение триасовых отложений, приуроченных к наибольшим понижениям рельефа поверхности палеозойского комплекса.

В составе юрских отложений находится морская известково-мергелистая толща оксфорда и верхнего келловея (до 10—30 *м*) и залегаю-

щая выше континентальная песчано-глинистая угленосная толща бат-келловея, достигающая мощности 50 *м*.

Отложения нижнетриасового возраста, точнее ветлужской серии скифского яруса, залегают трансгрессивно на палеозойских породах[1]. Они отсутствуют на Старобинской, Оресской и Любанской площадях и локально распространены на Глусской и Туровской, где мощность их от 0 до 50 *м*. В основном это пестроцветные пески и глины речного, озерного и лагунного происхождения.

Мощный осадочный комплекс палеозоя начинается сверху пермскими отложениями, развитыми в полном составе (нижний и верхний отделы) в центральной и восточной более глубоких частях прогиба. На сланценосных же площадях пермские породы отсутствуют, за исключением Глусского участка, где они выражены конгломератами, песками, алевролитами и глинами, обычно красноцветными, татарского яруса верхней перми, мощностью не более 15—20 *м*. Эти отложения образовались, вероятно, в континентальных пустынных условиях.

Каменноугольные отложения, достигающие мощности 600 *м* в центральной части прогиба и выраженные полным разрезом турнейского, визейского, намюрского, башкирского и московского ярусов, в пределах сланценосных площадей развиты слабо.

Только в Туровской депрессии, ближе к центральной ее части, и в Шатилковской депрессии, в районах Ляховичи и Паричи, встречены пестроцветные песчано-глинистые лагунно-морские отложения (пески различной зернистости и разнообразные глины, часто карбонатные) мощностью до 50 *м*, относящиеся к турнейскому ярусу. В районе между Старобином и Ляховичами встречены также осадки яснополянского времени (визе), состоящие преимущественно из светлых каолиновых песков и глин аллювиально-озерного происхождения мощностью до 75 *м*.

Турнейские и визейские породы с перерывом ложатся на мощную (до 1200 *м*) толщу данково-лебедянского горизонта, заполняющую вместе с более низкими горизонтами верхнего девона Шатилковскую и Туровскую депрессии.

Данково-лебедянский горизонт местными геологами расчленяется на три толщи с буквенными индексами *a*, *b* и *c* (сверху вниз).

Верхняя толща ($D_3 dl_a$) состоит из мергелей и глин с прослоями глинистого доломита и горючих сланцев. Отдельные слои содержат включения гипса. Мощность этих пород достигает 500 *м*.

В западной бортовой части Туровской депрессии в составе толщи участвуют также и известковистые песчаники.

Под сланценосной толщей в Шатилковской депрессии залегает соленосная ($D_3 dl_b$), состоящая из чередующихся слоев каменной и калийной солей и глин, реже песчаников, доломитов и известняков мощностью свыше 500 *м*, которая в свою очередь подстилается доломито-ангидритовой толщей ($D_3 dl_c$).

Перечисленные осадки данково-лебедянского времени являются типичными лагунными и лагунно-морскими.

Нижележащие отложения среднего и верхнего девона, заполняющие наиболее глубокие впадины Припятского прогиба, не рассматриваются, так как при изучении сланценосности с ними не придется встречаться.

[1] Описание триасовых и палеозойских пород дано по В. К. Голубцову (Голубцов и Махнач, 1961).

ТЕКТОНИКА

Сланценосная площадь приурочена к западному окончанию глубокого (4000 *м*) Припятского прогиба, отделяющего Белорусский выступ (антеклизу) кристаллического фундамента от Украинского щита. Эта крупная отрицательная структура была заложена в среднедевонское время, а главный этап ее формирования относится к верхнему девону, т. е. ко времени образования мощных соленосной, подсолевой и надсолевой толщ. Внутри прогиба выделяются Шатилковская, Туровская,

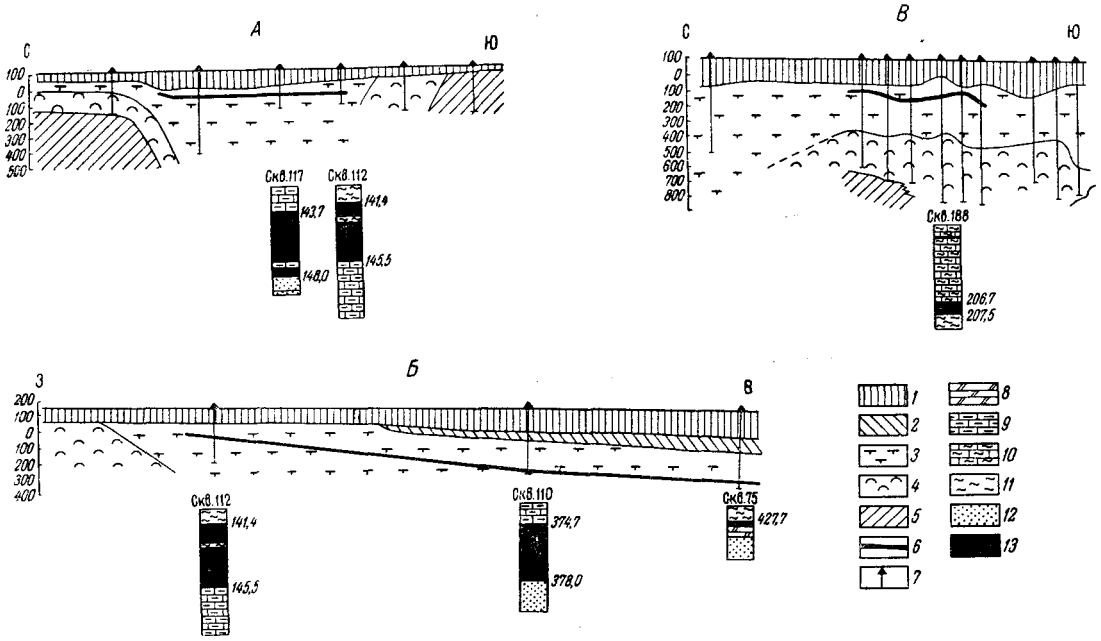


Рис. 54. Геологические разрезы: А — по линии I—I (Старобинский участок), Б и В — по линиям II—II и III—III (Туровский участок)

Геологические разрезы: *1* — отложения мезозоя и кайнозоя; *2* — нижнекаменноугольные отложения; *3* — глинисто-мергелистая толща (надсолевая) — $D_3 bl_a$; *4* — соленосная толща $D_3 dl_b$; *5* — доломито-ангидритовая толща (подсолевая) $D_3 dl_c$; *6* — сланценосная пачка (горизонт); *7* — буровая скважина. Разрезы пластов горючих сланцев и сапропелевых мергелей: *8* — доломиты; *9* — известняки; *10* — мергели; *11* — глины; *12* — песчаники; *13* — сапропелевые мергели и горючие сланцы

Ельская, Мозырьская и Копаткевичская депрессии и относительно приподнятые крупные участки (Наровлянский, Злодинский, Червоно-Слободский, Петриковский и Центральный выступы). Кроме того, в центральной и восточной частях впадин выделяется целая серия локальных структур — куполовидных поднятий (Дикенштейн, Левина, Лиепиньш и др., 1959).

Все эти структуры в основном образовались в девонское и каменноугольное время. Существенные изменения в тектонический план были внесены в предпермское время. О характере залегания верхнедевонских (сланценосных) и других более молодых пород можно судить по профилям (рис. 54), пересекающим западную часть прогиба, где наклоны слоев наименьшие — до 2—3°. Более значительные углы наклона пород, судя по геофизическим данным, в районе городов Глуска и Паричи, в самой восточной части сланценосной площади. На куполовидных поднятиях (Заозерном и др.) падение пород на крыльях складок достигает 6—10°. В соленосной толще по керну наклон слоев 30—60°.

Е. П. Брунс (1956), В. К. Голубцов и А. С. Махнач (1961) в своих работах показывают, что процесс развития Припятского прогиба и отдельных его структур был сложным. Интенсивность прогибания впадины в целом и роста куполовидных поднятий была различной в те или иные исторические этапы. Кроме того, она была различной и в пространстве. Так, например, в средне- и верхнедевонскую эпоху зона максимальной скорости погружения перемещалась с запада на восток. Колебания мощности отложений в силу этого велики. Осадконакопление компенсировалось погружением, и батиметрические условия бассейнов седиментации, а также наземный рельеф прилегающей суши были почти неизменными. Об этом свидетельствует состав пород (мелководные песчано-глинисто-карбонатные, тонкозернистые и галогенные образования).

Вулканическая деятельность в западной и центральной частях Припятского прогиба не проявлялась, но на Черниговском выступе, отделяющем прогиб от Днепровско-Донецкого грабена, отмечено присутствие эффузивов в отложениях мценского и задонско-елецкого горизонтов верхнего девона.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ[1]

Заключающие горючие сланцы надсолевые отложения данково-лебедянского горизонта ($D_3 dl_a$), достигающие мощности 500—600 *м*, разделяются на две толщи. Нижняя толща (гипсово-мергелисто-глинистая) мощностью 50—300 *м* выделяется благодаря присутствию среди глин, мергелей и доломитов прослоев и включений гипсов и ангидритов. В прибортовых частях разреза роль песчаников в строении данной пачки увеличивается. На основании палинологических данных нижняя толща сопоставляется с мценской и киселево-никольской толщами Центрального девонского поля. В этой части разреза надсолевого комплекса горючие сланцы встречены не были.

Верхняя сланцесодержащая толща (до 300 *м*) состоит из темно-серых и зеленовато-серых известковистых глин с прослоями мергелей, известняков, горючих сланцев и кварцевых известковистых песчаников. Породы богаты растительными остатками и включениями пирита. Характерно присутствие водорослевых известняков, а в прибортовых частях впадины — мелкогалечных конгломератов (до 0,5 *м*).

Фауна в этих породах довольно богатая (фораминиферы, остракоды, пелециподы, филлоподы, черви, остатки рыб). Растительные остатки — харовые водоросли, растительный детрит и споры.

По возрасту верхняя толща отвечает киселево-никольским и кудеяровским слоям Центрального девонского поля.

По-видимому, самые верхние слои надсолевой толщи относятся уже к озерско-хованскому горизонту турнейского яруса нижнего карбона, литологически выражены так же, как верхи данково-лебедянского горизонта. Вероятно, к озерско-хованским слоям приурочены нередко встречающиеся в этой части разреза маломощные слои бурых углей.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Прослои собственно горючих сланцев (сапропелевых мергелей) образуют особую пачку, занимающую определенное стратиграфическое положение в разрезе глинисто-мергелистой толщи. Эта пачка залегает

[1] Описание дается по В. К. Голубцову (Голубцов и Махнач, 1961).

примерно в средней части разреза в 130—150 *м* от верхней границы данково-лебедянских отложений и подошвы турнейских пород. От кровли соленосной толщи она отстоит на 200—400 *м*.

Мощность сланценосной пачки в Туровской депрессии довольно постоянна (3—4 *м*). Залежь горючих сланцев (сапропелевых мергелей) здесь одна. В отдельных разрезах она состоит из монолитного пласта горючих сланцев (сапропелевых мергелей) с тонкими (1—3 *мм*) или более толстыми (2—3 *см*) прослойками известняков и плотных мергелей. В других разрезах Туровской депрессии сланцевая залежь представлена двумя-тремя пластами горючих сланцев и сапропелевых мергелей мощностью 0,4—0,7 *м*.

Иной характер сланценосности в Шатилковской депрессии. На Старобинском участке наблюдаются две-три сланценосные пачки, разделенные 5—20-метровыми интервалами. Мощность пластов горючих сланцев (сапропелевых мергелей) не превышает 0,90—1,10 *м*.

На Оресском участке залегают три-четыре пласта горючих сланцев и сапропелевых мергелей, разделенных интервалами 5—20 *м*. Мощность отдельных пластов не превышает 1,5—2 *м*.

Приблизительно такой же характер сланценосность имеет на Любанском и Глусском участках.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛАНЦЕВ

По внешнему виду горючие сланцы (сапропелевые мергели) представляют плотную массивную коричневато-серую (различных оттенков) пелитовую породу с неровным или полураковистым изломом. Слоистость выражается лишь иногда ровными горизонтальными поверхностями раскола керна (плитчатость). На таких поверхностях раскола видны черные фрагменты растений и белый детрит тонкостенных раковин. Под действием слабого (2%-ного) раствора HCl порода хорошо вскипает, что свидетельствует о значительном содержании углекислого кальция.

Под микроскопом наиболее богатые органическим веществом (23—30%) горючие сланцы (сапропелевые мергели) обнаруживают при значительном увеличении микрослоистую структуру. В проходящем свете выделяются более темные коричневые полосы и светлые ярко-желтые участки. Органическая масса бесструктурная, в ней редко встречаются обрывки витренизированных и фюзенизированных тканей высших растений и микроспоры. Можно предполагать по окраске основной массы, что она носит сапропелевый характер, но остатков водорослей не заметно даже при увеличении 1000. Во всех шлифах в значительном количестве присутствуют мельчайшие зерна пирита.

Минеральная глинисто-карбонатная масса очень тонкодисперсная и находится в тесной связи с пропитывающим ее коллоидным органическим веществом.

Количество органического материала в сапропелевых мергелях, выделяемых при описании керна глинисто-мергелистой толщи, очень изменчиво, о чем можно судить по результатам большого числа анализов, выполненных в лабораториях ВСЕГЕИ и ВНИИНефтеХИМа. Так, из 70 проб сапропелевых мергелей, выделенных макроскопически из разрезов 24 скважин, в 11 пробах содержание органического вещества оказалось менее 10% (от 6 до 9%), в 50 пробах менее 20% (10—19%) и в 9 пробах более 20% (20—30%). Результаты технических анализов четырех проб сланцев с максимальным содержанием органического вещества приведены в табл. 145.

Таблица 145

№ скважин и глубина, *м*	W^a, %	A^c, %	CO_2^c, %	$S^c_{общ}$, %	V^r, %	$Q^н_р$, *ккал/кг*	$O^в_с$, *ккал/кг*	$O^г_б$, *ккал/кг*	Содержание органич. вещества, %
Скв. 2, 313,5–313,8	1,50	70,42	4,82	1,78	94,38	1902	2282	8874	24,76
Скв. 1, 323,0–323,7	1,33	70,90	5,35	1,64	94,13	1821	1987	9441	23,75
Скв. 26, 316,2–316,6	1,58	71,98	4,77	1,90	92,07	1758	1925	8873	23,25
Скв. 27	2,19	69,40	4,55	2,19	95,73	2009	2194	9346	26,05

Из табл. 145 видно, что важнейший показатель качества сланцев как топлива — теплота сгорания — находится в прямой зависимости от содержания органического вещества и в обратной зависимости от содержания минеральной части ($A+CO_2$).

Высокое содержание летучих (92—95%) и водорода (10,6% в первой пробе) в горючей массе лучших проб сланцев и их относительно высокая теплота сгорания (принимая во внимание высокую зольность) показывают, что органическая масса их носит сапропелевый характер. По-видимому, в ней резко преобладает альгинит (водорослевой компонент) над гумусовым веществом. Результаты полукоксования двух проб сланцев приведены в табл. 146.

Таблица 146

№ скважин и глубина, *м*	Влага, %	Полукокс, %	Смола, %	Пирогенная вода, %	Газ+потери, %
Скв. 1, 323,0—323,7	1,33	78,04	13,56	2,07	5,0
Скв. 27, 320,8—321,0	1,48	74,32	16,44	2,52	5,74

По выходу смолы, теплоте сгорания, содержанию летучих и водорода горючие сланцы Припятского прогиба очень близки к высокозольным разностям кукерситов Прибалтики, содержащим 20—25% органического вещества. Это обстоятельство указывает на известное родство органического вещества обоих типов горючих сланцев.

Условно по ориентировочно устанавливаемой зависимости между содержанием органического вещества и теплотой сгорания среди сапропелевых мергелей Припятского прогиба к собственно горючим сланцам могут быть отнесены разности, заключающие не более 80% минерального глинисто-карбонатного материала. Такие разности будут обладать теплотой сгорания выше 1500—1600 *ккал/кг* ($Q_c^в$) и выходом смолы более 10%, что ставит их в разряд горючих сланцев промышленного значения. Необходимо, однако, заметить, что мощность горючих сланцев кондиционного качества невелика — 0,2—1,4 *м*. Они обычно составляют часть всего пласта (залежи) сапропелевых мергелей.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Основываясь на некоторых данных, приведенных в работе Г. В. Богомолова и Л. К. Березина (1963), гидрогеологическая характеристика надсолевого комплекса (верхней толщи данково-лебедянского горизонта), вмещающего горючие сланцы, в общих чертах такова: пористость и трещиноватость песчаников, алевролитов, аргиллитов, известняков и доломитов этого комплекса колеблется в широких пределах — от 1,6 до 31%, наиболее пористы песчаники; водообильность пород в зависимости от их состава также различна — удельный дебит по двум разрезам комплекса на Ельской структуре от 0,04 до 0,46 *м³/сутки*, т. е. весьма небольшой. Следует отметить, что приведенные цифры удельного дебита относятся к водовмещающим породам, залегающим на глубине 1500—2000 *м* в зоне очень затрудненной циркуляции вод.

В прибортовой части прогиба — в зоне активного водообмена, где сланценосный горизонт находится на небольшой глубине (150—250 *м*), вмещающая его глинисто-мергелистая толща ($D_3\,dl_a$) не имеет в кровле водоупорного глинистого горизонта визейского яруса, и воды ее свободно сообщаются с водами мезо-кайнозойского комплекса. В связи с этим здесь должны быть более высокие удельные дебиты и меньшая минерализация вод, тип которых гидрокарбонатно-натриевый.

Ближе к центральной части прогиба располагается зона замедленного водообмена с хлормагниевыми и сульфатно-натриевыми водами. Общее направление подземного потока с запада на восток.

Касаясь вопроса о возможных условиях добычи горючих сланцев, следует указать лишь один шахтный способ. Открытые работы исключены из-за малой мощности пластов полезного ископаемого и относительно большой глубины их залегания. Породы кровли и почвы устойчивы и, по-видимому, благоприятны для ведения горизонтальных выработок и очистных работ.

Неустойчивые сильно водоносные песчаники и алевритовые горизонты значительной мощности, широко развитые в мезо-кайнозойском комплексе, несомненно, должны учитываться при проходке шахтных стволов. Опыт шахтного строительства в данных условиях имеется (Солигорский рудник). В дальнейшем при изучении сланценосных областей потребуется постановка специальных гидрогеологических исследований для выяснения точных параметров мезо-кайнозойского и надсолевого водоносных комплексов.

ЗАПАСЫ

Подсчет запасов горючих сланцев в Припятском прогибе не производился. Для этого в настоящее время исходных данных очень мало.

Полнее других освещен бурением Старобинский участок с площадью около 200 *км²*, на котором пройдено 25 скважин на соль. Из их числа 12 скважин встретили собственно горючие сланцы с содержанием органического вещества более 20%, а в породах остальных скважин отмечено лишь наличие высокозольных сапропелевых мергелей. Мощность слоев на этом участке минимальная 0,25—0,5 *м* и максимальная 0,87—1,4 *м*. Если принять среднюю мощность пласта горючих сланцев по участку в 0,6 *м* и предположить, что залежь распространена на четверти всей оконтуренной площади (на 50 *км²*), то на одном Старобинском участке запасы будут значительные — 50 млн. *т*.

Принимая во внимание, однако, что на данном участке горючие сланцы залегают на глубине 190—200 *м* и имеют малую мощность пласта, необходимо поставить задачу выявления новых участков с более концентрированными запасами полезного ископаемого. Возможно, что таковые находятся и в пределах самой Старобинской площади, но это можно выяснить лишь путем сбора дополнительного материала и контрольного бурения.

Так как площадь с фиксированным наличием сапропелевого материала в глинисто-карбонатной толще данково-лебедянского горизонта очень велика и соизмерима, например, с площадью Прибалтийского бассейна, при успешном развитии работ по выявлению участков концентрированного сланценакопления перспективы Припятского прогиба на горючие сланцы могут оказаться иными, более благоприятными, чем они рисуются сейчас по имеющемуся фактическому материалу.

Эта проблема требует тщательного литологического изучения глинисто-мергелистой толщи данково-лебедянского горизонта для установления закономерностей сланценакопления и особенно точной синонимики пластов горючих сланцев по разрезам редких опорных скважин на соль, нефть, глубоких картировочных и специальных на сланец. Сеть таких скважин должна охватить периферическую часть Припятского прогиба (до глубины залегания продуктивного горизонта порядка 500 *м*) и в первую очередь зону, где горючие сланцы могут быть встречены на глубине 150—300 *м*.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ УКРАИНСКОЙ ССР

На территории УССР горючие сланцы находятся в двух разобщенных областях: на территории Днепровского буроугольного бассейна, в юго-восточной части Украинского кристаллического массива (Болтышское месторождение) и в Карпатах, где на восточном склоне хребта широко распространены так называемые менилитовые сланцы, которые, несмотря на их высокую зольность, следует с некоторой условностью отнести к группе горючих сланцев на основании состава их органической массы.

БОЛТЫШСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Болтышское месторождение горючих сланцев расположено на правом берегу р. Днепра, в центральной части Днепровского буроугольного бассейна, в 10 *км* юго-восточнее г. Каменка.

В административном отношении территория месторождения входит в состав Александровского района Кировоградской области.

Территория района густо заселена. С юго-востока на северо-запад ее пересекает железнодорожная линия Знаменка—Киев. Шоссейных дорог в районе нет, но имеется хорошо развитая сеть улучшенных грунтовых дорог.

В экономическом отношении район сельскохозяйственный.

Климат района умеренно континентальный с продолжительным, часто засушливым летом и теплой малоснежной зимой. Максимальная температура до 30—38° наблюдается в августе, минимальная температура в феврале достигает —30° и очень редко —38°. Среднегодовая температура по многолетним наблюдениям +10°, а среднегодовое количество осадков 444 *мм*.

Первые заморозки начинаются в начале или середине ноября. Толщина снежного покрова зимой не более 300 *мм*. Глубина промерзания почвы 0,9—1,0 *м*.

В орографическом отношении площадь Болтышского месторождения представляет собой плато, изрезанное густой сетью оврагов и балок, слегка наклоненное в сторону р. Днепра.

Водораздельные пространства имеют отметки 200—224 *м*, днища балок, оврагов и долины рек находятся на отметках 150—160 *м*. Долины рек имеют, как правило, хорошо выраженные пойменные террасы шириной до 1,5 *км*.

Гидрографическая сеть района представлена верховьями рек Тясмина и Ингула (р. Тясмин — правый приток Днепра, а р. Ингул впадает в Южный Буг). Река Ингул протекает вблизи юго-восточной части Болтышского месторождения. На площади последнего протекает р. Болтышка, правый приток р. Тясмин.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Начало геологических исследований района месторождения относится еще к прошлому столетию. В то время геологическое строение юго-восточной части Украинского кристаллического массива было освещено в общих чертежах, в работах Феофилактова, Гельмерсена, Гурова, Домгера, Соколова и др.

Особого внимания заслуживают труды Н. Соколова (1893), который наиболее обоснованно произвел стратиграфическое расчленение кайнозойских пород, развитых в восточной части кристаллического массива.

С начала XX столетия до Великой Октябрьской революции изучением геологического строения района занимались Армашевский, Лучицкий, Михайловский, Тутковский, Коколик и др. Однако планомерные исследования начались лишь с 30-х годов П. Г. Ткачуком, А. Н. Козловской, В. В. Резниченко и Ю. И. Половинкиной, а позднее — Е. М. Матвиенко.

Кроме геологосъемочных работ, в 30-е и 40-е годы на правобережье Днепра велись геологопоисковые работы на бурый уголь. На основании данных этих работ В. Н. Чирвинский (1936) теоретически обосновал геоморфологический метод поисков месторождений бурых углей в пределах Днепровского бассейна, доказав, что эти месторождения, как правило, приурочены к депрессиям на поверхности докембрийского кристаллического фундамента. Поэтому в последующие годы геологопоисковые работы на бурые угли на правобережье Днепра велись в комплексе с геофизическими методами разведок, в задачу которых входило изучение характера поверхности докембрия. В процессе геофизических исследований была выявлена крупная впадина в кристаллическом основании, названная по имени ближайшего населенного пункта Болтышской депрессией.

И. Е. Слензак (1946) высказал мнение о том, что Болтышская депрессия образовалась в результате тектонических нарушений типа грабена. Для выяснения размеров Болтышской депрессии и ее взаимосвязи с Днепровско-Донецкой впадиной в 1947—1948 гг. И. В. Горячко и Е. А. Ткаченко были проведены электроразведочные, а в 1951 г. группой геофизиков под руководством Л. Ф. Пеликас — гравиметрические работы. Этими исследованиями было установлено, что Болтышская депрессия имеет замкнутую изометрическую форму и не соединяется с Днепровско-Донецкой впадиной.

В 1949 г. в пределах Болтышской депрессии трестом «Укрбуруглеразведка» пробурены первые девять скважин глубиной от 54 до 158 *м*, причем семь из них, заданные на склонах депрессии, доведены до кристаллического основания, две скважины были остановлены в бучакских слоистых глинах. И. А. Падалка (1950ф), производивший эти работы, считал, что Болтышская депрессия образовалась в допалеогеновое время и соединяется с Днепровско-Донецкой впадиной.

В 1953 г. Украинская геофизическая экспедиция на площади Болтышской депрессии провела сейсмическое профилирование. Н. М. Краснюк (1954ф) указывает, что депрессия представляет собой не грабен с крутыми бортами, а замкнутую тектоническую впадину с пологими склонами.

В 1953 г. одновременно с сейсмическими работами Петриковской геологической партией Укргеолуправления в с. Ивангород, т. е. примерно в центре депрессии, была пробурена скв. 1715, которая в интервале 220—243 *м* в толще бучакских глин вскрыла пять пластов горючего сланца мощностью 0,5—3,2 *м*. На глубине 504 *м* она вошла в докембрийские кристаллические породы.

В 1954 г. в створе со скв. 1715 было пробурено еще две скважины, подтвердившие ранее полученные результаты о наличии горючих сланцев[1].

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В геологическом строении Болтышского месторождения принимают участие докембрийские, палеогеновые и неогеновые отложения. Породы докембрийского возраста служат основанием, на котором покоятся более молодые осадочные образования.

Естественные выходы докембрийских пород имеются в с. Пляковке, близ хут. Спельки, западнее с. Рублевки и по берегу р. Ингула. На склонах депрессии и в центральной ее части кристаллические породы вскрыты буровыми скважинами.

Наиболее древними в районе работ являются биотито-плагиоклазовые парагнейсы, представляющие собой породу желтовато-серого или темно-серого цвета средней или мелкозернистой структуры с резко выраженной сланцеватостью.

Большинство геологов, изучавших докембрий Украинского кристаллического массива, считают, что биотито-плагиоклазовые гнейсы образовались в нижнеархейское время. Эти гнейсы А. Н. Козловская (1954) относит к ранее выделенной Лучицким тетерево-бугской серии.

Более молодые гранитоидные породы, к которым относятся биотито-гиперстеновые, порфировидные, равномернозернистые и аплитоидные граниты, образовались в верхнеархейское время в результате магматических интрузий, прорвавших гнейсовую толщу. Они представляют единый интрузивный комплекс.

Кристаллические образования протерозойского возраста в пределах района работ неизвестны.

В *постпротерозое* в результате тектонических разломов и поднятий по этим разломам магмы образовались граниты рапакиви.

В строении кристаллического ложа Болтышской депрессии принимает участие тот же комплекс изверженных пород, что и в прилегающем районе в целом. Здесь развиты гнейсы, пегматоидные граниты и рапакивиподобные граниты.

Кора выветривания кристаллических пород представлена первичными каолинами. Мощность первичных каолинов возрастает по направлению от центра к склонам депрессии от нескольких до 16 *м*.

Возраст коры выветривания не может быть точно установлен, так как она формировалась в течение очень длительного времени (от начала палеозоя до конца мезозоя) и прикрывается различными по возрасту породами более молодых формаций.

Поверхность кристаллического фундамента погружается по направлению к оси депрессии (рис. 55).

Минимальные отметки кровли пород докембрия приурочены к осевой части депрессии и достигают 376 *м*.

На склонах депрессии отметки повышаются до 101 *м*, а в отдельных обнажениях за пределами депрессии достигают 170 *м*.

На эродированной поверхности докембрийских пород залегают осадки палеогена и нижнего неогена (каневской, бучакской, киевской, харьковской, полтавской свит).

---

[1] В 1964 г. на данном месторождении вновь стали производиться разведочные работы, результаты которых не могли быть учтены автором этой главы.— *Прим. ред.*

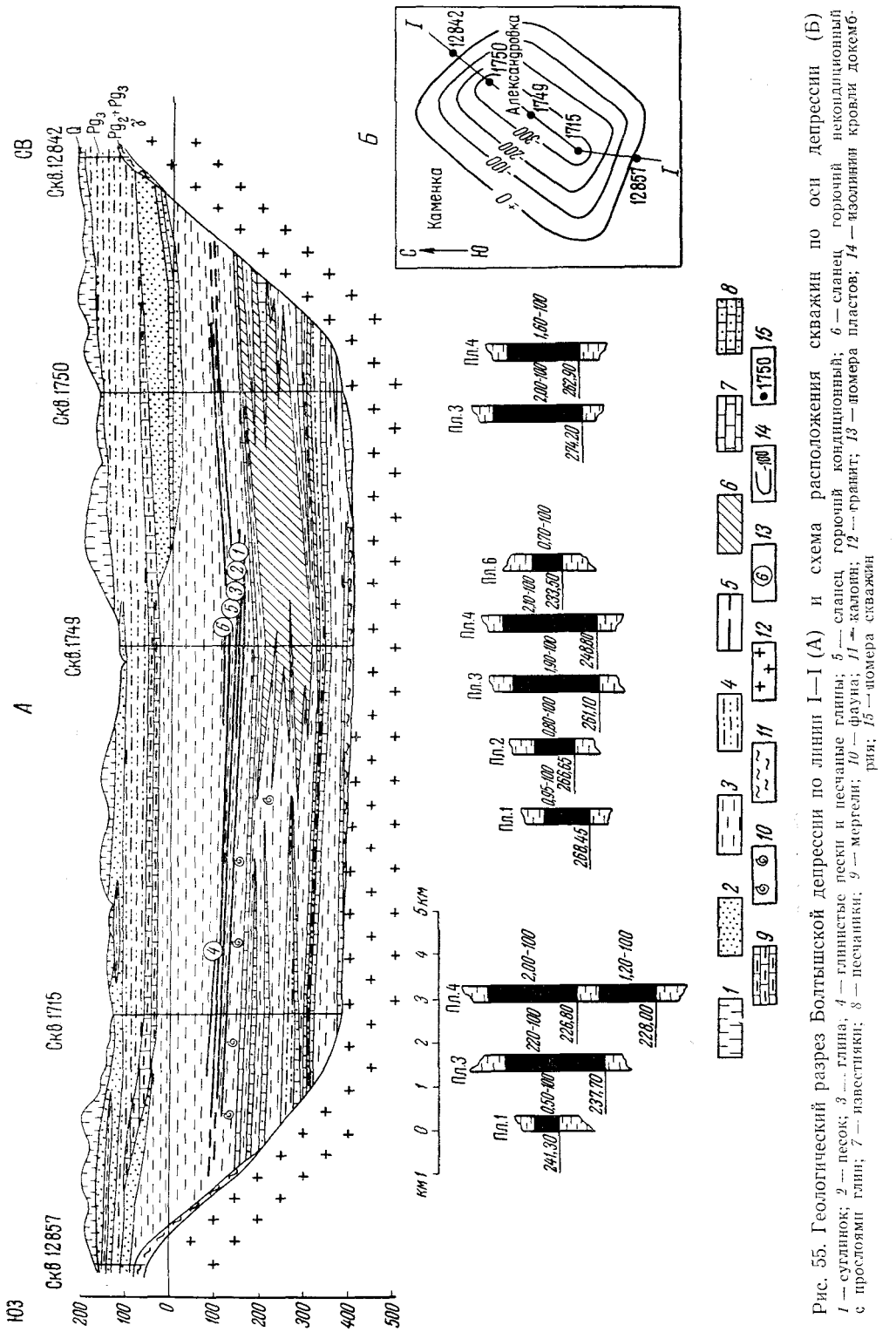


Рис. 55. Геологический разрез Болтышской депрессии по линии I—I (А) и схема расположения скважин по оси депрессии (Б)
1 — суглинок; *2* — песок; *3* — глина; *4* — глинистые пески и песчаные глины; *5* — сланец горючий кондиционный; *6* — сланец горючий некондиционный с прослоями глин; *7* — известняки; *8* — песчаники; *9* — мергели; *10* — фауна; *11* — кальцит; *12* — гранит; *13* — номера пластов; *14* — изолинии кровли докембрия; *15* — номера скважин

Отложения каневской свиты нижнего эоцена залегают непосредственно на неровной поверхности кристаллического основания. Площадь их распространения ограничена наиболее глубокой частью депрессии. К склонам депрессии эти отложения повсеместно выклиниваются.

По фациальным и литологическим признакам отложения каневской свиты разделены на нижний и верхний горизонты.

Нижний горизонт мощностью около 90 *м* сложен серыми алевритовыми глинами, плотными, песчаными с прослойками песчаника кварцевого, серого мелкозернистого.

В основании горизонта залегает серый конгломерат, очень крепкий с известковистым цементом или песчаник кварцевый, серый, разнозернистый, слюдистый, крепкий.

Глины отличаются тонкой слоистостью и содержат алевритовый или тонкопесчаный материал на плоскостях наслоения.

Песчаники преимущественно мелкозернистые и разнозернистые, слабо сцементированные, иногда косослоистые с прослойками крепкого известковистого песчаника.

Верхний горизонт каневской свиты сложен глинами зеленовато-серыми, сланцеватыми, в большинстве случаев слабо битуминозными, известковистыми с большим количеством растительных остатков с включением фауны различной степени сохранности. Иногда глины переходят в некондиционный горючий сланец.

В кровле отложений каневской свиты залегает прослой очень крепкого крупнозернистого известковистого песчаника с гравием.

Общая мощность каневских отложений составляет в среднем 173 *м*. Нижний горизонт каневских отложений в фаунистическом отношении не охарактеризован. Поэтому отнесение его к нижнему эоцену носит чисто условный характер.

В верхнем горизонте каневских отложений М. В. Ярцевой определен следующий нижнеэоценовый комплекс фораминифер: *Ilomospira coronata* Cush. et Jarv., *Valvalineria intente* Byk., *Globigerinella voluta* (Whitl.), *Assilina* sp. Все эти фораминиферы отличаются мелкими формами и имеют угнетенный вид, что свидетельствует об отличии солевого режима их места обитания по сравнению с нормальным морским бассейном.

Макрофауна, встреченная в нижнеэоценовых отложениях, представлена обломками раковин остракод, гастропод, большим количеством остатков червей и хорошо сохранившимися отпечатками рыб.

Отложения бучакской свиты среднего эоцена залегают с небольшим перерывом на слоях каневского возраста или прямо на кристаллических породах. По петрографическим и фациальным признакам бучакские отложения условно расчленяются на три горизонта.

Отложения первого (нижнего) горизонта мощностью до 126 *м* представлены теми же сланцеватыми слабо битуминозными глинами, что и описанные выше слои каневской свиты. Разница только в том, что здесь появляются прослои очень крепкого доломитизированного темно-серого известняка мощностью до 1 *м*.

Глины преимущественно известковистые, содержат растительные остатки, обломки раковин, пелеципод, остракод, гастропод и отпечатки скелетов рыб. В них находятся многочисленные пласты горючих сланцев, из которых шесть пластов мощностью от 0,50 до 3,2 *м* кондиционные.

По внешнему виду кондиционные горючие сланцы мало отличаются от вмещающих их плотных сланцеватых глин и представляют горючую породу серого или зеленовато-серого цвета, содержащую зна-

чительное количество органического вещества. Отдельные наиболее легкие разности горючих сланцев легко загораются от спички, выделяя большое количество летучих углеводородов и распространяя характерный смолистый запах.

Микроскопические исследования показывают, что органическая часть горючих сланцев состоит в основном из водорослей.

Второй (средний) горизонт мощностью 87 *м* представлен глинами серыми, плотными, алевритовыми или песчаными с включением обуглившихся растительных остатков с тонкими прослойками горючего сланца.

Третий (верхний) горизонт мощностью 50 *м* сложен глинами темно-серыми плотными, иногда слабо углистыми с прослойками песка кварцевого, разнозернистого. В северной части депрессии глины фациально замещены серыми кварцевыми разнозернистыми песками.

В отложениях бучакской свиты обнаружены обломки раковин гастропод, пелеципод, а также фораминиферы, что свидетельствует о морских условиях осадконакопления в бучакское время.

Континентальные бучакские отложения в геологическом строении Болтышской депрессии участия не принимают, так как они отложились на более высоких гипсометрических уровнях. Эти отложения выражены в основном озерно-болотной фацией и вскрыты на участках, непосредственно примыкающих с юга и востока к Болтышской депрессии.

Континентальные бучакские отложения представлены преимущественно песками мелкозернистыми и углистыми с бурыми углями и реже — углистыми глинами черного цвета.

На повышенных участках кристаллического массива бучакские отложения, как правило, не сохранились.

В отложениях бучакской свиты по скв. 1715 и 1749 на глубине 89,7—90 *м* М. В. Ярцевой определены песчаные раковины, напоминающие *Verneuillina triseriata* Terg. и несколько экземпляров *Cibicides* ex gr. *agrestis* Miatl. Найденные формы известны в среднем эоцене Парижского бассейна и Карпат.

На глубине 251,3—256,3 *м* в скв. 1715 обнаружены единичные экземпляры планктонных фораминифер, известных из нижне- и среднеэоценовых отложений Парижского бассейна и Карпат.

Из растительных остатков по скв. 1715 Ф. А. Станиславским в интервале 104—452 *м* определены обрывки и отпечатки листьев двудольного растения и обрывки вайи и сегментов папоротника, причем на глубине 293—306 *м* растительные остатки характерны для бучакских отложений Украины.

Отложения *киевской свиты* верхнего эоцена трансгрессивно налегают на слои среднеэоценового времени, а при отсутствии последних залегают непосредственно на размытой поверхности кристаллических пород.

В районе Болтышской депрессии естественных выходов киевских отложений на дневную поверхность нет.

В пределах депрессии эти отложения развиты повсеместно. Сводный разрез их по скважинам следующий (снизу вверх):

1. Песчаник кварцево-глауконитовый зеленовато-серый мелкозернистый слюдистый, в верхней части мергелистый, мощность песчаников, вскрытых скважинами в центральной части депрессии, не превышает 2 *м*.
2. Мергель светло-голубовато-серый, обычно песчаный, плотный с включениями угловато окатанных зерен кварца, глауконита и чешуек слюды. Мощность мергеля изменяется от 6,3 до 23,9 *м*.
3. Песок тонкозернистый зеленовато-серый, кварцево-глауконитовый, глинистый, плотный, местами содержащий остатки фауны. В нижней части пески часто переходят в песчаники, имеющие такой же состав, как и пески.

Средняя мощность кварцево-глауконитовых песков в Болтышской депрессии 53,4 *м*, а суммарная мощность всех трех горизонтов отложений киевской свиты 68 *м*.

За пределами Болтышской депрессии осадки киевской свиты распространены неповсеместно и представлены песчаными мелководными морскими осадками.

О. К. Каптаренко, изучавшая микрофауну из мергеля Болтышской депрессии (скв. 1715), определила в ней фораминиферы, типичные для отложений киевской свиты.

Отложения *харьковской свиты* в пределах Болтышской депрессии отсутствуют. Следует предполагать, что на территории депрессии в олигоценовое время существовал континентальный режим, вызванный постепенным поднятием кристаллического основания и регрессией морского бассейна.

Отложения *полтавской свиты* верхнего и нижнего неогена в разрезе Болтышской депрессии представлены песками темновато-серыми, кварцевыми, мелко- и тонкозернистыми, уплотненными, глинистыми, с прослойками песка красно-бурого или песчаными глинами такого же цвета.

В средней части песков в некоторых скважинах наблюдается пласт пестроцветной глины мощностью до 6 *м*. Этот прослой имеет прерывистое распространение и залегает главным образом на плато и в верхних частях его склонов.

Средняя мощность отложений полтавской свиты 29 *м*.

Четвертичные отложения распространены повсеместно и плащеобразно облекают более древние образования.

В пределах Болтышского месторождения четвертичные отложения представлены (снизу вверх):

1. Суглинками желтовато-серыми уплотненными с известковистыми журавчиками, мощность их на повышенных частях плато достигает нескольких десятков метров, а на склонах снижается до 10 *м* и менее, в долинах рек суглинки часто отсутствуют.
2. Песками серыми мелкозернистыми кварцевыми мощностью от нескольких до 14 *м*.

В долинах рек отложения четвертичной системы представлены, как правило, серыми кварцевыми разнозернистыми водоносными песками.

Средняя мощность четвертичных отложений, развитых на площади Болтышской депрессии, составляет 10 *м*.

Недостаточный фактический материал не позволил расчленить четвертичные отложения Болтышской депрессии на генетические типы.

ТЕКТОНИКА И УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Болтышское месторождение горючих сланцев расположено в пределах северо-восточного склона Украинского кристаллического массива.

Образование северо-восточного склона Украинского кристаллического массива связано с бретонской фазой герцинского тектогенеза, начавшейся примерно с середины девонского периода. В дальнейшем, до конца мезозоя, на данной территории существовал континентальный режим. Действовавшие на протяжении многих миллионов лет процессы денудации постепенно снивелировали неровности в рельефе кристаллического основания, а к концу мелового периода рассматриваемая область представляла собой пенепленизированную страну платформенного типа.

Отрицательные эпейрогенические движения здесь стали активно проявляться в конце палеоцена — начале эоцена и достигли максимального развития в киевское время. В результате общего опускания базиса

эрозии палеогеновое море проникло в наиболее пониженные участки поверхности докембрийского фундамента.

Образование Болтышской депрессии следует, по-видимому, относить к началу палеогенового времени. Основанием для такого предположения служит то, что наиболее древними в разрезе Болтышской депрессии являются осадки нижнеэоценового времени.

Буровыми и геофизическими работами установлено, что депрессия имеет округлую, замкнутую форму и не соединяется с Днепровско-Донецкой впадиной.

Площадь депрессии по изолинии О 400 *км*². Максимальная глубина погружения кристаллического основания в депрессии не превышает 600 *м*, так как скв. 1750, пробуренная в центре депрессии, вскрыла породы докембрия на глубине 554 *м*. Склоны депрессии не крутые, как ранее предполагалось, а пологие.

Угол погружения кристаллических пород под осадки третичного возраста составляет: по южному и северному бортам 5—6°, по восточному и западному бортам 2—3°.

Депрессия имеет форму блюдцеобразной впадины с пологими, но четко выраженными склонами и плоским днищем (см. рис. 55).

Форма депрессии свидетельствует о ее тектоническом происхождении. Это подтверждается и строением кристаллического ложа, в котором принимают участие интрузии гранитов типа рапакиви, связанные с разломами.

Тектонические нарушения, по-видимому, носят характер ступенчатых сбросов, определивших современную форму депрессии.

Начало осадкообразования в Болтышской депрессии относится к нижнему палеогену. С этого времени до верхнего эоцена происходило попеременно накопление то прибрежно-морских, то прибрежно-континентальных отложений. Изменение фациального состава осадков, отлагавшихся в депрессии, отчасти было вызвано опусканиями и поднятиями докембрийского основания.

Море на рассматриваемую территорию проникало со стороны Днепровско-Донецкой впадины (с севера).

Петрографический и фациальный облик пород, выполнивших депрессию, свидетельствует о том, что примерно до середины каневского века здесь было мелкоморье. Фауна сюда или вовсе не проникала, или имела весьма ограниченное развитие.

Отложения второй половины каневского века характеризуют некоторое углубление бассейна, однако солевой режим в это время был еще не благоприятный для развития типичной морской фауны. Фауна, встреченная в верхних горизонтах каневских отложений, отличается мелкими формами и носит угнетенный вид.

С середины каневского до середины бучакского времени в Болтышской депрессии отложилась толща сапропелевых глин и горючих сланцев. Эта толща содержит микрофауну и обломки раковин остракод, гастропод, пелецинод. Причем в бучакское время микрофауна, по заключению М. А. Ярцевой, имеет более морской облик.

Характер микро- и макрофауны, найденной в сланцевой толще, свидетельствует о том, что образование горючих сланцев происходило в условиях мелкого моря. Однако условия осадконакопления в депрессии были иные, чем в открытом морском бассейне, так как Болтышская депрессия представляла собой почти замкнутый залив, который лишь время от времени соединялся с морем узким проливом. Органические остатки, явившиеся исходным материалом для горючих сланцев, отлагались в спокойном бассейне.

Спорово-пыльцевой анализ горючих сланцев показал, что органическая часть этих сланцев состоит в основном из сине-зеленых водорослей и остатков наземного растительного материала, принесенного с суши.

В конце бучакского времени осадконакопление в Болтышской депрессии прекратилось, так как море временно покинуло эту территорию.

В верхнеэоценовое время депрессия снова была захвачена морем, которое достигло максимума своего развития в период отложения киевского мергеля.

На границе верхнего эоцена и олигоцена морской режим на площади Болтышской депрессии уступает место континентальному, длившемуся до конца харьковского времени. По этой причине на Болтышском месторождении верхнеэоценовые отложения покрываются непосредственно полтавскими или неогеновыми песками.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Горючие сланцы, вскрытые в Болтышской депрессии, залегают горизонтально среди толщи плотных сланцеватых глин бучакской и каневской свит. К нижней части толщи приурочены мощные пласты некондиционных горючих сланцев (A^c от 65—70% и выше, смолы ниже 6%, калорийность <1700 *ккал*), залегающие на глубине 270—460 *м*.

Кондиционные горючие сланцы залегают среди глин бучакской свиты на глубине 220—274 *м*. Всего вскрыто шесть пластов кондиционных горючих сланцев мощностью от 0,5 до 3,2 *м* (табл. 147).

Таблица 147

№ скважины	Обозначение пластов и мощности, *м*					
	1	2	3	4	5	6
1715	0,50	—	2,20	3,20	0,55	—
1749	0,95	0,80	1,90	2,10	—	0,70
1750	—	—	2,00	1,60	—	—
Среднее	0,72	0,80	2,03	2,30	0,55	0,70

Для удобства увязки эти пласты горючих сланцев обозначены индексами 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Из табл. 147 видно, что из шести пластов горючих сланцев во всех разрезах присутствуют только три пласта мощностью от 1,9 до 2,2 *м* и четвертый — от 1,6 до 3,2 *м*. Остальные пласты неустойчивы и имеют мощность от 0,50 до 0,95 *м*. Расстояние между пластами горючих сланцев изменяется от 3 до 15 *м*, а между двумя основными пластами от 9 до 13 *м*.

Почвой и кровлей горючих сланцев служат устойчивые водоупорные бучакские глины.

КАЧЕСТВО СЛАНЦЕВ

Горючие сланцы Болтышской депрессии характеризуются следующими качественными показателями: влага от 0,9 до 4,7%, зола от 52,5 до 68,4%; летучие от 24 до 52,2%; сера от 0,92 до 2,54%, удельный вес от 1,37 до 1,98; объемный вес от 1,01 до 1,22; битумы (извлечением

дихлоратом) от 0,63 до 1,23%; битумы (извлечением спиртобензолом) от 1,52 до 2,70%; углерод на сухое вещество от 26 до 46%; углерод на горючую массу от 65,16 до 77,66%; теплотворная способность на сухое вещество от 2230 до 4500 *ккал*; выход смолы при полукоксовании от 12,35 до 39,28%, полукокса от 59,86 до 78,23%; газ+потери от 4,1 до 7,49%.

Таблица 148

Среднее содержание отдельных компонентов по пластам

Индекс пласта	C^c, %	V^r, %	C^r, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*	$Q_б^r$, *ккал/кг*	Полукоксование: смола, %	Полукоксование: полукокс, %
6	61,0	—	—	—	—	—	—
5	68,3	27,3	66,58	2245	6925	14,26	76,69
4	56,5	34,7	70,13	3548	7999	21,1	70,2
3	60,2	31,8	—	3087	7568	19,49	72,3
2	61,12	27,0	—	2578	6643	15,0	78,1
1	62,9	26,2	—	2335	6577	15,3	77,5
Среднее . .	60,91	30,95	68,33	3012	7365	18,63	73,4

Известно, что наиболее важными качественными показателями горючих сланцев являются их теплотворная способность (на сухой сланец) и выход сланцевой смолы. По своему качеству горючие сланцы Болтышской депрессии (средняя калорийность 3012 *ккал/кг*, среднее содержание смолы 18,6% и мощность отдельных пластов горючих сланцев 0,7—3,2 *м*) могут быть использованы в народном хозяйстве СССР для получения жидкого топлива, горючего газа и в качестве химического сырья (табл. 148). Они не уступают эксплуатирующимся прибалтийским и волжским горючим сланцам.

Однако залегают горючие сланцы в Болтышской депрессии на значительной глубине, что снижает перспективы промышленного использования.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

В разрезе Болтышской депрессии можно выделить следующие водоносные горизонты.

1. Грунтовые воды в четвертичных отложениях приурочены к серым кварцевым мелко- и разнозернистым пескам и залегают в речных долинах на глубине от 1 до 6 *м*. Дебит этого горизонта не превышает 1 *л/сек* и зависит от количества атмосферных осадков. Воды эти ненапорные, пресные.

2. Смешанный водоносный горизонт в песках киевской и полтавской свит залегает на глубине от 8 до 58 *м*. Дебит водоносного горизонта небольшой — от 0,5 до 0,7 *л/сек*, что объясняется тонкозернистостью и глинистостью водосодержащих песков.

Химический состав воды: сухой остаток 382,4 *мг/л*; жесткость общая 19,8—40,5 *мг-экв*; жесткость постоянная 11,7—24 *мг-экв*; сульфаты 109 *мг/л*; содержание железа 2,3—3 *мг/л*.

3. Бучакский водоносный горизонт наиболее водообильный. Залегает между киевской мергелистой толщей и плотной сланцеватой глиной. Глубина залегания его 103—124 *м*, мощность от 15 до 86 *м*. Дебит составляет 2—2,8 *л/сек*.

Качественный состав воды, по К. И. Макову, приводится ниже: жесткость общая 1,3—44,5 *мг-экв*; содержание карбонатов 0,84—17,8 *мг/л*; Ca 7,3—245,9 *мг/л*; Mg 0,91—91,1 *мг/л*; Fe_2O_3 достигает 11,16 *мг/л*. Воды относятся к карбонатным щелочноземельным.

Судить о горнотехнических условиях Болтышского месторождения горючих сланцев можно только предварительно, на основании материалов, полученных по скважинам, вскрывшим сланцевую толщу.

Всего на месторождении вскрыто шесть пластов горючих сланцев, залегающих горизонтально среди плотных довольно устойчивых глин бучакской свиты. Глубина залегания пластов горючих сланцев 220—274 *м*, расстояние между отдельными пластами 3—15 *м*.

Пласты горючего сланца и вмещающая их толща глин не обводнены. При шахтном строительстве будут необходимы мероприятия по осушению бучакских водоносных песков, залегающих на глубине 103—124 *м*, и водоносных песков киевского яруса на глубине 8—58 *м*.

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

При подсчете запасов горючих сланцев Болтышского месторождения приняты те же кондиции, что и для месторождений прибалтийских горючих сланцев, а именно: наименьшая мощность пласта 0,7 *м*, предельная теплотворная способность 2000 *ккал/кг*, а наименьший выход смолы 14%.

Подсчет запасов горючих сланцев (табл. 149) произведен по двум пластам (3 и 4), имеющим устойчивую рабочую мощность.

Таблица 149

Запасы горючих сланцев

№ пласта	Площадь, *км²*	Средняя мощность пласта, принятая к подсчету, *м*	Средний объемный вес	Запасы по категории C_2, млн. *т*
4	361	2,30	1,08	896,7
3	341	2,03	1,07	740,7
Всего . . .				1637,4

Остальные пласты к подсчету не приняты, так как они неустойчивы.

Принимая во внимание то, что пласты горючих сланцев вскрыты всего тремя скважинами, подсчитанные запасы горючих сланцев отнесены к категории C_2.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Болтышское месторождение горючих сланцев расположено в центральной части Днепровского буроугольного бассейна, в 40 *км* севернее крупного областного центра г. Кировограда, вблизи железнодорожной линии Киев—Знаменка. Месторождение обладает крупными запасами горючих сланцев (по категории C_2 1,64 млрд. *т*). По качеству сланцы пригодны для получения жидкого топлива и газа.

Учитывая все это, а также благоприятное экономическое положение месторождения, удовлетворительные горнотехнические условия, можно сделать вывод, что Болтышское месторождение горючих сланцев является перспективным.

Болтышское месторождение в 1964 г. вновь привлекло внимание плановых и народнохозяйственных органов Украинской ССР. Государственный геологический производственный комитет республики организовал здесь поисковые работы, которые подтверждают приведенную выше характеристику месторождения, основанную на материалах бурения в 1953 и 1954 гг. трех скважин. Правда, у геологов, производящих сейчас поисковые работы, возникло предположение о более древнем — нижнемеловом возрасте сланценосной толщи и заключенных в ней горючих сланцев. Это подтверждается тем, что недавно в Ротмистровской депрессии, расположенной в 25 *км* к северо-западу от Балтышской впадины, выяснено, что породы, очень похожие по внешнему виду на сланценосную толщу, залегают под писчим мелом.

Однако в конце 1964 г. результаты произведенного Н. С. Громовой изучения спорово-пыльцевого комплекса отдельных образцов из сланценосной толщи Балтышской впадины показали их принадлежность к нижнему палеогену. Отмечено наличие разнообразных форм рода *Extratriporollenites*, а также *Triorites sabulosus* Botsh., *Carya punctata* Mart, *Myrica tirabilis* Sauer. Позднее этот предварительный вывод был закреплен результатами послойного изучения И. М. Покровской (ВСЕГЕИ) разреза одной скважины в интервале 150—450 *м*, охватывающем всю сланценосную толщу и вышележащую бучакскую угленосную свиту. При этом изучении был установлен нижнеэоценовый возраст Балтышского разреза, в то время как одновременно изучавшийся разрез пород, залегающих под писчим мелом в Ротмистровской депрессии, показал наличие аптского спорово-пыльцевого комплекса.

Данные, уточняющие качество горючих сланцев, были получены в результате анализа одного образца, выполненного в 1965 г. Лабораторией сырья ВНИИТа.

Приведенные ниже данные пересчитаны на сухой сланец:

1. Технический анализ: влага 2,36%, зольность 35,7%, углекислота — нет, сера общая 1,56%, теплота сгорания 5380 *ккал/кг*.
2. Элементарный состав: C — 46,83%, H — 6,36%, O+N+S — 11,11%, количество органического вещества 64,3%.
3. Состав органического вещества: C — 72,8%, H — 9,9%, O+N+S — 17,3%.
4. Экстракция сланца спирто-бензолом. Выход экстракта 4,2%.
5. Экстракция сланца бензолом. Выход экстракта 0,37%.
6. Перегонка по Фишеру твердого остатка после экстракции: вода — 5%, смола — 32,5%, полукокс — 52,6%, газ и потери — 9,9%.
7. Теплота сгорания полукокса 2340 *ккал/кг*.
8. Зольность в полукоксе 67,9%.
9. Фенолы в смоле полукоксования 1,07%.
10. Выход смолы на органическое вещество 55,54%.

Показатели эти исключительно высоки и превосходят показатели качества лучших горючих сланцев Прибалтийского бассейна. Произведенные указанной выше лабораторией ВНИИТа массовые технические анализы горючих сланцев Балтышского месторождения по керну скважин, пройденных в 1964 г., показали возможность выделения в разрезе сланценосной толщи отдельных слоев горючих сланцев мощностью до до 5 *м* с показателями теплоты сгорания от 2000 до 3500 *ккал/кг*.

Таким образом, по своему качеству балтышские горючие сланцы являются интересным промышленным объектом.

Высокое содержание водорода, летучих, смол и значительная теплота сгорания сланцев объясняются их петрографическим составом и микроструктурой. Е. С. Корженевская (ВСЕГЕИ), изучавшая под микроскопом несколько образцов балтышских сланцев из двух скважин,

считает, что два из них являются богхедами низкой степени углефикации, а остальные — глинистыми сапропелитами. Богхеды (близкие к марагуниту Бразилии) представляют очень легкую плавающую в воде темно-серую с зеленовато-желтым оттенком, довольно рыхлую, неслоистую породу (см. табл. XI, фото 1). Под бинокуляром при увеличении в 50—80 раз обнаруживается присутствие в ней многочисленных желтовато-коричневых крупинок — колоний водорослей. В шлифах (см. табл. III, фото 1, 2; табл. IV, фото 1, 2) наблюдается высокая насыщенность породы крупными колониями водорослей с хорошо видным клеточным строением. Цементирующим веществом является коричневая гумусовая основная масса, располагающаяся в виде тонких прожилков между колониями водорослей. Основная масса люминисцирует в ультрафиолетовом свете, водоросли люминисцируют также, но не ярко. В основной массе беспорядочно располагаются чешуйки слюды, зерна кварца, оболочки спор пыльцы, обрывки гелифицированных тканей и редко фюзена.

Более глинистые тонкослоистые горючие сланцы темно-серого цвета, легко загорающиеся от спички, обладают следующей микроструктурой: характерна очень тонкая правильная слоистость породы — однородная буровато-желтая глинистая сапропелево-гумусовая основная масса чередуется с полосками светло-желтого сапропелевого вещества (коллоальголита). В ультрафиолетовом свете глинисто-сапропелево-гумусовое вещество не люминесцирует, а коллоальголит светится слабо. В полосках обоих видов основной массы вкраплены многочисленные оболочки пыльцы спор, небольшое количество фюзено-аттрита и семифюзена-аттрита, склероции грибов и единичные не сохранившие строение бледно-желтые водоросли (?). Терригенная примесь — слюда, кварц и пирит. Имеются разности сланца (глинистого альголита) серовато-черного цвета, показывающие в шлифе преобладание коричневато-желтого аттритового вещества с рассеянными минеральными частицами и четко обособленными скоплениями хорошо сохранившихся колоний водорослей.

Таким образом, горючие сланцы Балтышского месторождения, судя по приведенным выше предварительным данным, разнообразны по своей природе и качеству. Они являются очень интересным объектом для изучения и в перспективе — для промышленного освоения. Уже сейчас можно говорить о больших запасах горючих сланцев, сосредоточенных в Балтышской депрессии, позволяющих планировать крупное сланцедобывающее предприятие. Однако поисковая разведка находится еще в начальной стадии, и разрезы редких пройденных скважин недостаточно увязаны между собой для того, чтобы можно было «протянуть» отдельные пласты горючих сланцев по всей площади депрессии.

Из-за того, что пласты горючих сланцев уже после отложения испытали неравномерное погружение — бóльшее в центральной части впадины и меньшее в ее прибортовых частях, создались различные условия для разведки и, возможно, для промышленного освоения в этих двух частях месторождения.

Единичными скважинами установлено, что на юго-западе впадины в прибортовой части глубина залегания горючих сланцев около 70 *м*. Ширина полосы неглубокого залегания полезного ископаемого здесь не менее 3 *км*.

В центральной части впадины глубина залегания верхних слоев горючих сланцев 250—270 *м*, а нижних 350 *м* и более. Учитывая это обстоятельство, целесообразно поисковые и разведочные работы, а в будущем и освоение месторождения вести в двух направлениях: 1) определения качества и запасов горючих сланцев в зоне их неглубо-

кого залегания и 2) выявления в центральной части впадины кондиционных по качеству и мощности слоев горючих сланцев, их запасов, а также гидрогеологических условий, с которыми встретится проходка шахтных стволов и других горных выработок, где полезное ископаемое находится на глубине 270—400 *м*. Следует отметить, что мощность неустойчивых водоносных пород (песков и алевролитов) в кровле сланценосной толщи по отдельным разрезам достигает 100—150 *м*. Следовательно, возможны гидростатические напоры в верхних водоносных слоях до 10 *атм* и более, что указывает на необходимость проведения комплекса гидрогеологических наблюдений и опытных работ для определения характера осушительных мероприятий, обеспечивающих вскрытие и разработку месторождения.

МЕНИЛИТОВЫЕ СЛАНЦЫ КАРПАТ

Менилитовые битуминозные сланцы, являющиеся одним из компонентов нижнеменилитовой и верхнеменилитовой свит олигоцена, широко развиты в зоне Карпатских горных сооружений, на всем протяжении советской части Карпат от польской до румынской границ. Вследствие интенсивной складчатости и многочисленных надвиговых нарушений они во многих местах образуют огромные обнажения, главным образом в бортах долин рек, прорезающих их вкрест простирания.

Сами свиты представляют собой мощный комплекс чередующихся слоев собственно битуминозных сланцев, песчаников и кремнистых пород — «роговиков». Свое название «менилитовые» сланцы получили от минерала «менилит» из группы полуопалов, названного так в 1794 г. французским минералогом Доломье и обнаруженного в данной серии осадков Е. Глокером.

Следует отметить, что этот минерал характерен главным образом для силицитового горизонта «роговиков», развитых преимущественно в подошвенной части серии. Румынские геологи поэтому к менилитовым образованиям относят только роговиковый горизонт. Битуминозные сланцы этой свиты называют «дизодиловыми». В советской и польской геологической литературе термин «менилитовые сланцы» применяют ко всей серии в целом.

СТРАТИГРАФИЯ И ТЕКТОНИКА

Менилитовая серия отложений по возрасту относится к нижнему олигоцену. В общем стратиграфическое положение менилитовых образований характеризуется расположением их между двумя сериями отложений — подстилающими попельскими (верхний эоцен) и перекрывающими поляницкими (верхний олигоцен).

Флишевые отложения советской части зоны Береговых Карпат подразделены на следующие серии: спасскую, головинскую, иноцерамовую, или стрыйскую (баррем — верхний мел включительно); ямненскую (палеоцен); витвицкую и попельскую, иногда объединяемые в одну карпатскую серию (эоцен); менилитовую и поляницкую (олигоцен). Между данными сериями, за редкими исключениями, нет стратиграфических перерывов. Это деление относится к зоне Береговых Карпат и с некоторыми отклонениями — к Внутренней зоне Предкарпатского прогиба.

Флишевые образования сжаты в складки, опрокинуты к северо-востоку, сорваны со своего основания и сдвинуты в северо-восточном направлении. Во Внутренней зоне Предкарпатского прогиба они перекрыты миоценовыми молассами. Вследствие смещения структур со своего основания каждая из них частично надвинута на прилегающую

северо-восточную структуру, а местами полностью ее перекрывает. Тектоническое строение Карпат отличается большой сложностью.

В пределах советских Карпат выделяются (по схеме Н. Р. Ладыженского) следующие крупные тектонические единицы: Предкарпатский прогиб, Складчатые Карпаты и Закарпатский прогиб.

В Предкарпатском прогибе выделены две зоны — Внутренняя и Внешняя. Внутренняя зона заложена на складчатом основании, сложенном карпатским флишем, который перекрыт здесь отложениями миоценовых моласс (от аквитана до нижнего сармата). Внешняя зона заложена на платформенном основании, отложения которого перекрыты молассами тортона — нижнего сармата. Отложений карпатского флиша, в том числе и менилитовой серии, здесь нет. Во Внутренней зоне под отложениями моласс находятся глубинные структуры, сложенные карпатским флишем, в составе которого развиты и менилитовые отложения.

В пределах Внутренней зоны прогиба выделяются Бориславская, Трускавецкая и Модрычская подзоны. Бориславская подзона (крайняя юго-западная) надвинута на Трускавецкую подзону, Трускавецкая надвинута на Самборскую часть Модрычской подзоны, Самборская часть — на Калушскую часть последней подзоны, а Модрычская подзона своей Калушской частью надвинута на Внешнюю зону Предкарпатского прогиба.

В Бориславской подзоне Внутренней зоны прогиба в окрестностях Майдана (Майданское поднятие) и на Покутье (Покутское поднятие) молассовые отложения сильно денудированы, и на поверхности обнажаются флишевые образования, а вместе с ними и формации менилитовой серии.

Трускавецкая подзона поднялась над уровнем моря позже (на границе между нижним и верхним тортоном), в ее пределах мощность молассовых отложений больше. Несмотря на это, в Ивано-Франко (б. Нагуревичи), северо-западнее Борислава и в районе Слободы Рунгурской, близ Лючи, в местах, где полностью денудированы молласовые отложения, обнажаются флишевые осадки и среди них менилитовые образования.

В пределах Модрычской подзоны менилитовые отложения вскрыты рядом скважин на глубинах от 0,5 *км* (в Дзвиняче) до 3 *км* и более.

В пределах Складчатых Карпат выделяются следующие зоны: зона Береговых Карпат (Скибовых Карпат, или Сколид); Центральных Карпат (Силезид); Магурско-Черногорская и Пенинская зоны. В зоне Береговых Карпат выделяются крупные тектонические единицы, называемые «скибами» и состоящие из меньших тектонических единиц — складок и чешуй.

Отложения зоны Береговых Карпат сильно денудированы, и на поверхности обнажается вся толща слагающих ее отложений палеогено-мелового флиша, в том числе и менилитовые сланцы. В этой зоне сосредоточены основные их запасы, причем наиболее мощные скопления приурочены к Береговой и Оровской скибам.

В зоне Центральных Карпат (Силезид) выделены две подзоны: Силезская и Субсилезская.

Отложения менилитовых сланцев здесь приурочены главным образом к Субсилезской подзоне, где они в основном перекрыты более молодыми отложениями кросненской серии, а в тех местах, где они обнажаются на поверхности, они часто чередуются с прослоями песчаников, процентное содержание которых нередко превышает 30%.

В Магурско-Черногорской зоне выделяются три подзоны: Магурская, Ужок-Дуклянская и Черногорская.

В пределах Магурской подзоны менилитовые отложения отсутствуют. В Ужок-Дуклянской подзоне они представлены в несколько измененной фации — в виде так называемых «дусинских сланцев». В Черногорской подзоне роговиковая толща менилитовой серии значительно отличается от аналогичной толщи в зонах Береговых и Центральных Карпат, а также Внутренней зоны Предкарпатского прогиба. В Черногорской подзоне роговики черного цвета, в их составе наблюдаются вкрапления пирита. По внешнему облику эти породы напоминают роговиковую толщу дусинских сланцев.

Все три подзоны сложены рядом складок и чешуй, опрокинутых и перемещенных в северо-восточном направлении, в результате чего они надвигаются на зону Центральных Карпат, а также юго-восточнее долины р. Рики — на зону Береговых Карпат. По юго-западной стороне на Магурско-Черногорскую зону надвинуты отложения Пенинской зоны. В последней менилитовые отложения отсутствуют.

Наибольшая мощность свиты менилитовых отложений установлена в Береговой и Оровской скибах зоны Береговых Карпат, где они наиболее полно изучены. Мощность менилитовой серии здесь значительно колеблется — от нескольких десятков метров до 1500 *м* и более. В долине р. Быстрицы Надворнянской, у сел Пасечная и Пнев, мощность менилитовых отложений максимальная — свыше 1500 *м* (рис. 56). Здесь менилитовая серия отчетливо подразделяется на три свиты: верхнеменилитовую, лопянецкую и нижнеменилитовую. Граница между верхнеменилитовой и лопянецкой свитами проходит по толще роговиков.

Нижняя граница менилитовой свиты отбивается с достаточной точностью по различному литологическому составу лопянецких и нижнеменилитовых отложений. Нижнеменилитовая свита представлена темно-коричневыми, почти черными и шоколадно-бурыми тонколистовыми аргиллитами и сланцами, чередующимися с прослоями светло-серых глауконитовых песчаников, реже сидеритов (рядом исследователей эти сидериты принимаются за железистые доломиты).

Среди прослоев песчаников можно различить два типа. Первый тип — светло-серые, иногда темно-полосчатые глауконитовые песчаники мощностью от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров; более мощные их прослои известны под названием кливских песчаников. Второй тип песчаников встречается реже и представлен тонкими, редко превышающими несколько сантиметров толщины стально-серыми кварцитовидными глауконитовыми плотными песчаниками. Процентное содержание этих песчаников в пределах нижней менилитовой свиты очень незначительно. Изредка в этой толще встречаются небольшой мощности (несколько сантиметров, иногда до 15 *см*) сидериты и сферосидериты.

В подошве нижней менилитовой свиты отчетливо выделяется роговиковый горизонт. Он представляет собой чередование тонких прослоев халцедонолитов, состоящих из минерала менилита. Цвет прослоев этих халцедонолитов темно-коричневый, коричневый, реже более светлый. В верхней части роговикового горизонта встречаются также полосчатые коричневые и темно-коричневые прослои окремнелых известняков. Мощность их десятки сантиметров. Местами они белого цвета с коричневым оттенком и менее окремнены. Мощность таких прослоев достигает 2 *м* (Стынава Нижняя, близ Стрыя, Береговая скиба). Среди известняков в последнем случае встречаются линзовидные стяжения кремней. Среди отложений роговикового горизонта имеются прослои плитчатых темно-коричневых окремнелых менилитовых сланцев и кливских песчаников. Мощность роговиковой толщи от нескольких десятков до нескольких метров, реже меньше. Вся толща содержит от одного до

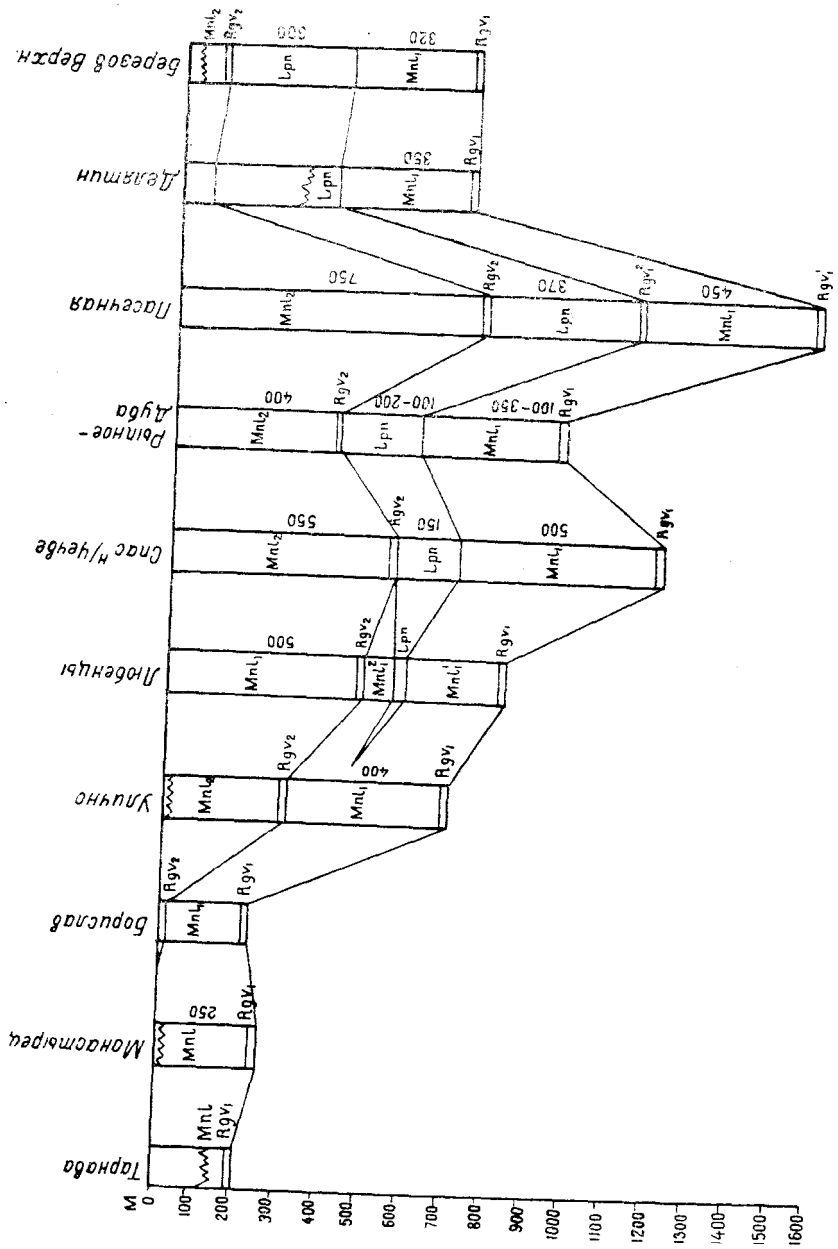


Рис. 56. Корреляционный профиль менилитовой серии в Береговой скибе советских Карпат (по Н. Р. Ладыженскому)

трех горизонтов кремней (в Бориславе один, в Стынаве Нижней два, в Тюдеве на Черемоше три горизонта). В редких случаях небольшая толща роговиков (несколько десятков сантиметров) встречается в кровле нижней менилитовой свиты (обнажение в левом берегу р. Дубы в пределах Береговой скибы). Однако чаще этот горизонт отсутствует и отложения нижней менилитовой свиты постепенно переходят в породы лопянецкой свиты.

Лопянецкая свита состоит из чередующихся серых и темно-серых, реже коричневых и темно-коричневых прослоев в основном мергелистых сланцев и серых, мелко- и среднезернистых слюдистых, нередко скорлуповидных известковистых песчаников. Среди отложений этой свиты часты прослои и линзы сидеритов (железистых доломитов) с большей или меньшей примесью глинистого материала. В песчаниках нередко встречается мелкий детритус.

В пределах Береговой скибы, к северо-западу от долины р. Стрый, отложения лопянецкой свиты выклиниваются и вблизи Борислава они полностью исчезают, замещаясь материалом, аналогичным нижнеменилитовому, т. е. лопянецкая свита является фациальной разновидностью верхней части нижнеменилитовой свиты. В указанном направлении также значительно уменьшается мощность верхнеменилитовой свиты. В Бориславе мощность ее не более 10 *м*, а еще далее к северо-западу свита исчезает совсем. В последнем случае поляницкая серия непосредственно контактирует с менилитовой, которую уже нельзя разделить на три названные свиты, хотя верхняя ее часть отвечает по возрасту верхнеменилитовой свите, средняя — лопянецкой, а нижняя — нижнеменилитовой (см. рис. 56).

Изменения в отложениях менилитовой серии наблюдаются также вкрест простирания карпатских структур. Трехчленное деление менилитовой серии на три свиты отмечается в Береговой и Оровской скибах и весьма условно — в более южных скибах (Скольской, Парашки-Татарова, Зелемянки), причем по мере продвижения на юго-запад верхняя менилитовая и лопянецкая свиты становятся более песчанистыми и постепенно переходят в фациальную их разновидность — в нижнюю часть кросненской серии[1] и переходные отложения между кросненской и менилитовой сериями.

Верхняя менилитовая свита, развитая в основном в Береговой скибе, внешне похожа на нижнюю менилитовую свиту. Она содержит лишь незначительное количество песчаников, не превышающее 5%, тогда как в нижней менилитовой свите песчаников значительно больше — от 20 до 40%. Среди глинистого материала появляются разности, вскипающие с соляной кислотой. Характерная особенность этой свиты — наличие туффитов в верхней части разреза (чечвинский горизонт). По мере увеличения количества вулканогенного материала в менилитовых сланцах последние становятся более светлыми, приобретают серо-голубой цвет, теряют сланцеватость и становятся более кремнистыми. Местами видны полосы более темных разностей коричневого цвета (там, где привнос туфогенного материала был меньшим). В тех местах, где вулканического пепла накопилось больше, из него образовались туффиты. Мощность так называемого чечвинского горизонта по р. Чечве около 100 *м*, в других местах она меньше. В ряде мест этот горизонт вообще отсутствует.

[1] Нижняя часть кросненской серии состоит главным образом из глыбовых песчаников, известковистых, часто слюдистых, изредка чередующихся с мергелистыми серыми и темно-серыми аргиллитами.

В подошве верхней менилитовой свиты, как правило, выдерживается роговиковый горизонт, по своим внешним признакам сходный с аналогичным горизонтом в подошве нижнеменилитовой свиты. Однако мощность его сравнительно невелика (несколько десятков сантиметров, редко свыше 1,5 *м*), причем отдельные прослои халцедонолитов здесь тоньше (редко превышают 1—2 *см*).

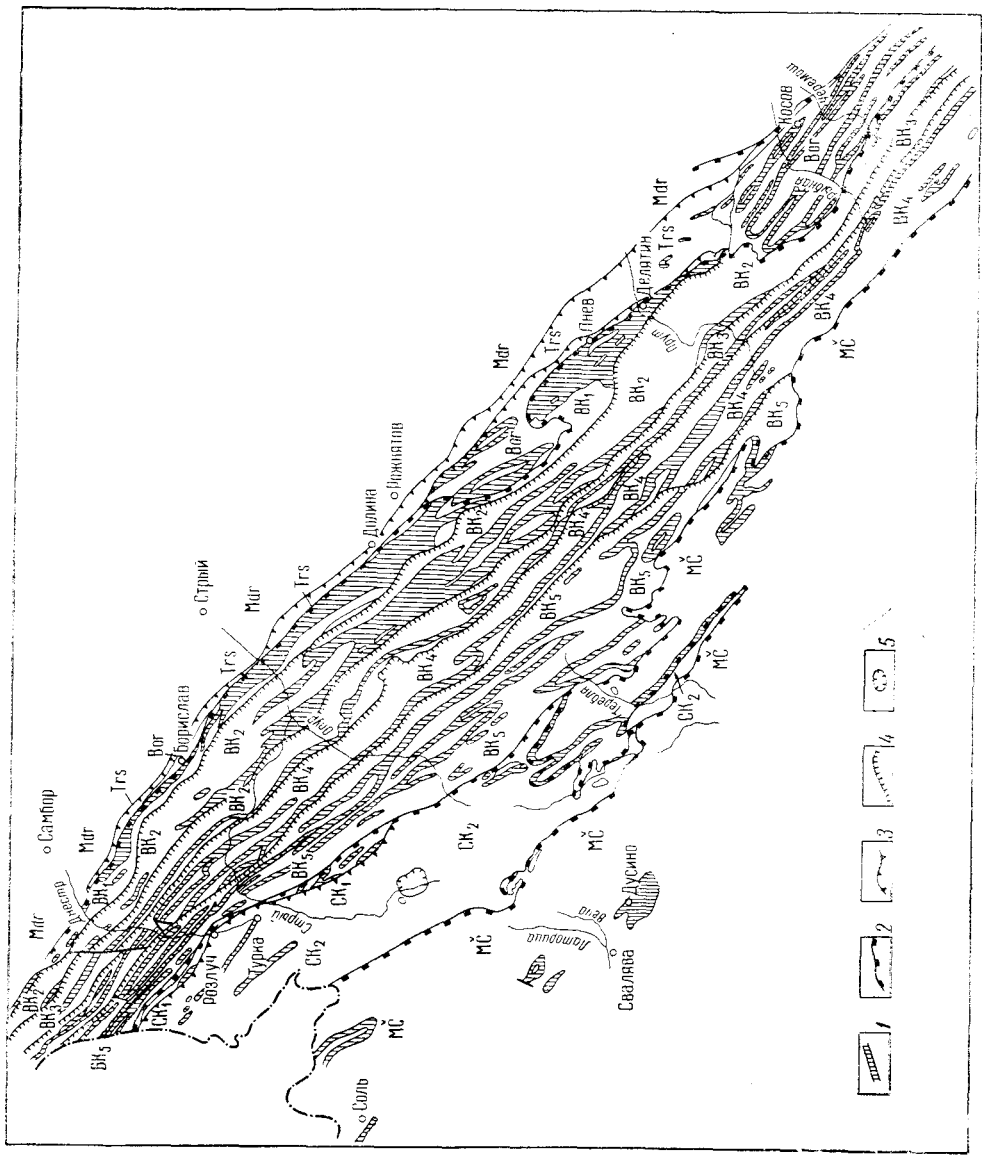
Мощность отложений верхней менилитовой свиты колеблется от единиц до сотен метров (см. рис. 56).

Следует отметить, что в целом ряде пунктов на юго-востоке описываемой территории советских Карпат на границе между поляницкой и менилитовой сериями установлен размыв. Денудация захватила местами почти всю верхнюю менилитовую свиту (например, в Покутье), от которой остались лишь роговиковый горизонт и несколько метров сланцев.

Менилитовые сланцы в возрастном отношении относятся к нижнему олигоцену. Однако мнения о возрасте нижнеменилитовой свиты расходятся. Одни исследователи относят их подошвенную часть к верхнему эоцену, другие — к низам олигоцена. Нижнеменилитовую свиту относят к олигоцену на основании фауны рыб, найденной в роговиковом горизонте: *Lepidopus glarisianus* (Blainк), *Scombe voitestii* Pauca, *Palaegadus crassus* (Agass.), *Centriscus longispinus* Rozhd и др. (Голев, 1954). Г. И. Немковым были найдены и определены следующие виды нуммулитов и орбитоид олигоцена: *Nummulites vascus* Joly et Leym., *N. intermedius* Arch., *Nephrolepidina partita* H. Douv., *Nephrolepidina pracmarginata* R. Douv. (Голев, 1954). По составу микрофауны Н. И. Маслакова считает, что нижнеменилитовые отложения имеют нижнеолигоценовый возраст (Голев, 1954), а Е. В. Мятлюк (1951) доказывает верхнеэоценовый возраст нижней менилитовой свиты. Он отмечает, что нижнеменилитовая свита очень бедна микрофауной. Н. Р. Ладыженский нижнюю менилитовую свиту относит к нижнему олигоцену. Е. В. Мятлюк считает, что нижнему олигоцену принадлежат отложения лопянецкой свиты. Для них характерна следующая микрофауна: *Cibicides lopjanicas*, разновидность *Bolivina danvillensis* и *Elphidium karpaticum,* преобладающая в комплексе с другой микрофауной и представленная руководящими видами. По Е. В. Мятлюк, эти виды не поднимаются выше по стратиграфическому разрезу, но широко распространены по площади. Лопянецкая свита легко отличается от подстилающих молодых отложений по присутствию в ней комплекса указанной микрофауны, особенно *Cibicides lopjanicus*.

В пределах верхней менилитовой свиты микрофауна почти не встречена. Установлены только некоторые ее виды в очень ограниченном количестве или даже в единичных экземплярах. По наличию этой микрофауны еще нельзя сделать определенные выводы о возрасте свиты. Поэтому верхняя менилитовая свита условно относится к верхам нижнего олигоцена.

Как уже отмечено выше, менилитовые сланцы обнажаются в целом ряде полос протяженностью иногда в несколько сотен километров и шириной от нескольких десятков метров до нескольких километров (рис. 57). Эти полосы расположены в основном в зоне Береговых Карпат и Ужок-Дуклянской подзоне, также в зоне Центральных Карпат, Бориславской подзоне и Трускавецкой подзоне Внутренней зоны Предкарпатского прогиба. Отложения менилитовой серии находятся на крыльях различных структур перечисленных тектонических единиц и погружаются вглубь под различными углами. Многочисленными скважинами они были встречены на глубине в несколько кило-


Mdr
Trs
Вог
ВК2
ВК3
ВК4
ВК5
СК1
СК2
МС
Самбор
Стрый
Дрогобыч
Борислав
Дрогобыч
Дашава
Нижнатов
Делятин
Коломыя
Снятин
Коршев
Заболотов
Рогатин
Галич
Тлумач
Рогатин
Тустань
Журавно
Рожнятов
Рогатин
Бурштын
Рогатин
Рогатин
Рогатин

вещество (бурое и красновато-бурое в проходящем свете, являющееся буроугольной формой), гидроокиси железа, пелит, пелитоморфный карбонат, волокнистые и чешуйчатые глинистые минералы, обломки раковин кальциевых микроорганизмов и кремнистых спикул губок.

Органическое вещество битуминозных аргиллитов темно-коричневого и бурого цвета в проходящем свете пронизывает минеральную массу неравномерно, бесструктурной органической субстанцией образуя микропрослои, местами отдельные скопления и линзочки. Характерна тонкая диспергированность органического вещества в массе глинисто-карбонатных и кремнистых образований.

Содержание органического вещества в битуминозных менилитовых сланцах в среднем составляет 10—16%, иногда поднимаясь до 20—25%.

По исследованиям М. П. Габинета, глинистые минералы битуминозных сланцев представлены гидрослюдами с примесью монтмориллонита. Другими породообразующими минералами являются кальцит, опал и пирит. Пирит равномерно пронизывает все породы или наблюдается в виде линз и микропрослоев, часто вместе с органическим веществом.

В отдельных случаях отмечается изменение минерального состава и структуры с глубиной. Так, в верхнеменилитовой свите развиты больше аргиллиты с монтмориллонито-слюдистыми минералами, а в нижнеменилитовой — серицито-гидрослюдистые. Органическая масса в верхнеменилитовой свите представлена в основном в виде линзочек, прослоев и скоплений, а в нижнеменилитовой наряду с такими образованиями встречаются формы тонкодисперсного распределения темно-коричневой субстанции в кремнисто-глинистых и карбонатно-глинистых пелитовых образованиях.

Характерная черта битуминозных менилитовых сланцев — незначительное содержание (до 10%) обломочного материала, в составе которого определены кварц, глауконит, полевые шпаты, опал и халцедон, а также минералы тяжелой фракции — главным образом пирит (59—96%) с примесью граната, циркона, турмалина, рутила, барита, целестина и др. В тяжелой фракции серо-зеленых (небитуминозных) аргиллитов отмечается наряду с пиритом большое содержание железистого доломита (иногда до 98%).

Прослои песчаников в свите менилитовых сланцев развиты преимущественно в нижней и средней свитах в виде чередования песчаниковых слоев различной мощности с аргиллитами и другими породами. Среди песчаников выделяются кварцевые, олигомиктовые (кварцево-глауконитовые и кварцево-слюдистые) и полимиктовые разности. По составу обломочного материала в песчаниках преобладают кварцевые разности. По характеру цемента различаются: 1) песчаники с карбонатным цементом, 2) песчаники с карбонатно-глинистым цементом, 3) песчаники с кремнистым и кварцевым цементом и 4) песчаники высокобитуминозные, цемент которых пропитан нефтяным битумом.

Алевролиты в составе менилитовой серии представлены также карбонатными и некарбонатными разностями (по составу цемента) и обычно ассоциируют с прослоями песчаников. Под микроскопом различаются алевритовая, алевропсаммитовая и алевролитовая структуры. Кластический материал представлен главным образом кварцем с примесью чешуек слюды, полевых шпатов, глауконита и др. В противоположность песчаникам обломки пород очень редки.

Типичные прослои доломитов распространены по всему разрезу менилитовой серии. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 1 *м*.

Сидериты в форме караваеобразных скоплений, располагающихся параллельно общей слоистости пород, развиты в основном в мергельно-кремнистой пачке.

Важное значение для понимания условий образования менилитовой серии имело открытие туфового горизонта в верхней части серии (чегвинский горизонт) мощностью около 100 *м*. Это мелкозернистая порода светло-серого или голубоватого цвета, по химическому составу относящаяся к кислым липаритовым туфам. Содержание SiO_2 в ней достигает 70%. Местами она значительно изменена вторичными процессами, приведшими к существенной карбонатизации или к превращению в бентонитовые глины.

СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ МЕНИЛИТОВЫХ СЛАНЦЕВ

Как уже отмечалось выше, менилитовые битуминозные сланцы давно привлекали внимание геологов и геохимиков, так как возможна их генетическая связь с нефтью карпатских месторождений. Первым об этом высказался Ф. Посенный еще в 1865 г. За последние пятьдесят лет господства теории «нефтематеринских пород» менилитовые сланцы рассматривались как классический пример такого рода образований. Однако комплекс специальных геологических и геохимических исследований сланцев менилитовой серии, проводившийся в Институте геологии и геохимии ископаемых АН УССР (Порфирьев, Гринберг, Ладыженский и др., 1956), показал ошибочность этих представлений. В процессе изучения данного вопроса был накоплен большой фактический материал по химическому составу, природе и фациальным условиям образования менилитовых сланцев и их органического вещества, содержащийся в ряде трудов: В. Б. Порфирьев и И. В. Гринберг (1956, 1963); И. В. Гринберг (1957); Н. Р. Ладыженский (1955), В. Б. Порфирьев, И. В. Гринберг, Н. Р. Ладыженский, В. Ф. Линецкий и др. (1963); М. Г. Габинет, Е. К. Лазаренко и Е. Л. Сливко (1963) и др.

Таблица 150

Элементарный состав органического вещества менилитовых сланцев Карпат (в %)

Пункт взятия пробы	Содержание золы CO_2 в сухом сланце	Элементарный состав керогена					Примечание
		C	H	N	S	O (по разн.)	
Спас на Днестре . .	78,11	60,82	6,15	0,87	6,95	25,21	Среднее из 8 проб
Борислав	72,81	64,81	6,93	1,15	6,81	20,30	Среднее из 9 проб
Сходница	70,23	63,83	8,10	1,64	5,91	20,52	Среднее из 4 проб
Любенцы	85,30	57,10	6,12	0,47	6,20	30,11	Среднее из 6 проб
Синевидско-Выжне .	68,79	64,32	6,53	0,39	7,90	20,11	Среднее из 14 проб
Гошев—Долина . .	85,52	60,59	7,25	—	4,84	27,32 (N+O)	Среднее из 5 проб
Спас на Чечве . . .	86,14	61,18	6,15	0,24	5,72	26,71	Среднее из 6 проб
Дуба	80,11	58,13	8,17	1,47	7,25	24,68	Среднее из 4 проб
Манява	79,21	58,38	7,05	1,21	6,13	27,23	Среднее из 8 проб
Пасечна—Пнев . .	72,61	59,83	6,93	1,93	6,75	24,52	Среднее из 4 проб
Делятин	85,30	60,22	6,15	0,43	4,15	29,05	Среднее из 3 проб

Согласно проведенным исследованиям, органическая часть битуминозных менилитовых сланцев, содержание которой доходит до 25% (табл. 150), представляет собой так называемый «кероген» — однородную бесструктурную красновато-бурую в проходящем свете, твердую субстанцию. Она, как правило, равномерно пронизывает минеральную

массу сланцев, образуя местами тонкие прослои, линзочки и другие формы мелких скоплений. В противоположность другим аналогичным сланцам, например эстонским кукерситам, в керогене менилитовых сланцев не удается обнаружить никаких форменных элементов даже с помощью электронного микроскопа.

Это необычайно тонкая диспергированность органического вещества в минеральной части породы и прочная химическая связанность с минералами последней являются характерной особенностью менилитовых сланцев. Большой комплекс геохимических исследований не оставляет сомнений в участии в процессах формирования менилитовых сланцев явлений взаимодействия органического геля (очевидно, продукт разложения фитопланктона) с активным гелем вулканогенного SiO_2.

Уже на первых этапах накопления и биохимического преобразования исходной органической субстанции должно было иметь место выделение кислород-, сера- и азотсодержащих групп. При этом протекали сложные процессы не только полимеризации и поликонденсации, но также и активное взаимодействие органического комплекса с аморфным кремнеземом. Уже в этих процессах формирования минерально-органического комплекса заложены потенциальные возможности консервации основного (после процессов биохимического преобразования) элементарного состава органической массы.

В соответствии с современными представлениями кероген битуминозных сланцев рассматривается как комплекс высокомолекулярных соединений. Одна из основных особенностей строения последних — наличие в них молекул многократно повторяющихся мономеров. Поликонденсация этих мономеров приводит к образованию высокополимерных форм. В случае керогена битуминозных сланцев органическая субстанция характеризуется неоднотипностью мономера, но все данные химических исследований свидетельствуют о его высокомолекулярном строении. Кероген менилитовых сланцев не только не растворим в воде, но даже в жестких условиях при давлении до 900 *атм* и выше и при температуре выше 200° С не дает водорастворимых фрагментов. Из керогена не выделяются какие-либо фрагменты даже в самом глубоком вакууме, пока нагрев органической субстанции не достигнет температуры ее деструкции. Все это позволяет характеризовать кероген менилитовых сланцев как сплошную химически связанную «поликонденсатную систему».

Как уже подчеркивалось выше, органическое вещество менилитовых сланцев является совершенно бесструктурным, в основном тонко диспергированным в минеральной массе и образующим тонкие прослои и скопления, хорошо видимые в шлифах. Это твердая углеобразная форма фоссилизированного органического вещества, находящаяся на буроугольной стадии метаморфизма.

Учитывая данные, полученные при исследовании физико-химических свойств керогена, а также ряд специальных расчетов теоретического характера на базе данных элементарного состава керогена, размеры и соотношение атомарного состава и, наконец, комплекс электроноскопических, термографических и рентгеноструктурных определений, представляется возможным высказать предположение о единой взаимосвязанной системе «карбоцепных» и «гетероцепных», контактирующих и химически связанных друг с другом фрагментов.

Органическая масса сланцев рассматривается как химически связанная система различных зон. «Лабильная зона» представляет относительно активную часть, разрушающуюся и экстрагирующуюся органическими растворителями и водными растворами щелочей. Эта зона максимально насыщена активными функциональными, в том числе карбонильными, группировками и сложными эфирами.

Результаты всех экспериментов и особенно опыты превращения сланцев в условиях выдержанного обводнения, высоких температур и давлений, показавшие большое увеличение выхода гуминовых и битумных веществ, свидетельствуют о значительном содержании в керогене карбонильных групп.

Последние способны подвергаться «расшивке» (гидратации) с помощью молекулы воды при высокой температуре и давлении, углубляя при этом указанную лабильную зону, что обусловливает резкое увеличение выхода битуминозных веществ «угольного происхождения». Лабильная периферийная зона органического вещества (зона «А») постепенно переходит в более плотную конденсированную органическую массу (зона «Б»), перекрывающую основную минеральную часть — кремневый скелет («В»), с которой органическая масса связана системой кислородсодержащих и других функциональных групп.

В свете этих представлений становится понятным целый ряд физико-химических свойств керогена менилитовых сланцев и, в частности, исключительно высокая прочность связи органической и минеральной массы, что полностью исключает возможность миграции из них «нефтяных битумов». Эта точка зрения на структуру связи органического и минерального веществ находится в полном согласии с представлением об условиях образования сланцев при взаимодействии минерального (кремневый) и органического геля. Дальнейшая судьба этих продуктов взаимодействия связана с обезвоживанием осадка и интенсивным коллоидным старением.

Обезвоживание является важнейшим условием формирования керогена и, как уже отмечалось, приводит к торможению процессов разрушения гетероорганических систем и сохранению основного качественного элементарного состава биохимически усредненной органической массы. Следовательно, в общем плане кероген менилитовых сланцев представляется как своеобразный высокомолекулярный взаимосвязанный комплекс минеральной основы и органического покрова различной плотности.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СВИТЫ МЕНИЛИТОВЫХ СЛАНЦЕВ

Переходя к характеристике фациальных условий накопления серии менилитовых сланцев, необходимо подчеркнуть ряд особенностей, присущих главным образом собственно битуминозным сланцам этой свиты. Прежде всего это очень большая (порядка 1500 *м*) суммарная мощность свиты, затем бесструктурность органического вещества, что выделяет менилитовые сланцы в ряду аналогичных пород, и, наконец, огромное количество SiO_2, пронизывающего сланцы и образующего многометровые слои чистого кремнезема. При этом вопрос об источниках кремнезема наиболее дискуссионный.

Мелководный характер морского бассейна, в котором накопилась менилитовая серия, не вызывает сомнений. Об этом свидетельствует частая перемежаемость сланцев с песчаниками и ограниченные размеры бассейна. В северо-восточном направлении граница распространения свиты менилитовых сланцев проходит в пределах Внутренней зоны Предкарпатского прогиба. В юго-западном направлении они быстро замещаются песчаниками в зоне Кросно.

Эти условия накопления менилитовых сланцев существенно отличаются от аналогичных кремнисто-битуминозных образований силурийского возраста в Южном Приуралье, отлагавшихся в глубоководных бассейнах.

Высокое содержание органического вещества в менилитовых сланцах, присутствие пирита и другие признаки восстановительных условий донного осадка давали основание сравнивать менилитовый бассейн с современным Черным морем, с его отравленными сероводородом придонными зонами. Однако присутствие в менилитовых сланцах сидеритовых конкреций и высокое содержание кислорода в органическом веществе заставляют относить этот комплекс к полуокислительной «сидердовой подфации» Л. В. Пустовалова. Граница между зонами с окислительной и восстановительной средами проходила в поверхностном слое донного осадка.

Органическое вещество сланцев представляет собой недовосстановленную органическую субстанцию, сохранившую значительную часть своего кислорода в результате быстрого перехода в ископаемое состояние и литификацию.

Высокое содержание органического вещества в менилитовых сланцах (до 30%) и полная его бесструктурность заставляют предполагать, что исходной формой были планктонные организмы. Органическое вещество поступало в осадок явно в форме коллоида. Такая форма не может рассматриваться в данном случае как результат длительной и глубокой биохимической переработки уже в зоне донного осадка. При глубокой биохимической переработке в восстановительной среде логично было бы встретить достаточно высоко восстановленное органическое вещество. На самом же деле содержание кислорода в органической массе сланцев чрезвычайно высокое — от 20 до 32%.

По совокупности всех этих данных представляется, что менилитовое море характеризовалось исключительно интенсивным массовым развитием фитопланктона, что аналогично современным явлениям — так называемое цветение моря. Однако цветение моря в современных условиях — процесс локальный и редкий. В условиях же менилитового моря он был выдержанным по всей площади и во все время существования бассейна, что, несомненно, было связано с какими-то специфическими особенностями солевого состава воды. По-видимому, такой особенностью был выдержанный привнос путем подводных вулканических извержений ряда элементов, стимулирующих бурный расцвет фитопланктона.

С таким объяснением логично увязывается представление о привносе тем же путем огромных масс кремнезема. Однако вопрос о форме поступления в осадок последнего остается дискуссионным. Часть исследователей (В. Б. Порфирьев, Н. Р. Ладыженский, М. В. Муратов, Н. И. Маслакова и др.) считают, что в основном кремнезем поступал в бассейн менилитового моря в результате вулканической деятельности, следы которой фиксируются прослоями туфов (Вялов, Ладыженский, Ткачук, 1951). В. В. Глушко, Л. П. Горбач и др. полагают, что кремнезем в основном доставлялся гидротермами.

По-разному объясняется форма выпадения SiO_2 из раствора. В. Б. Порфирьев, Н. Р. Ладыженский и др. допускают одновременное осаждение глинистых минералов и геля кремния, М. П. Габинет (1958) считает, что окремнение пород менилитовой серии связано главным образом с диагенетическим преобразованием панцирей диатомей, спикул губок и радиолярий, а также, но в меньшей мере, с преобразованием вулканического материала и с геохимическими процессами разрушения глинистых минералов в условиях земной поверхности.

ВОПРОСЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕНИЛИТОВЫХ СЛАНЦЕВ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Содержание органического вещества в менилитовых сланцах и возможность получения из них путем сухой перегонки сланцевой смолы давно привлекали внимание исследователей, и в литературе имеются описания соответствующих испытаний ряда наиболее подходящих для этой цели сланцев из различных пунктов Карпат. Наиболее полным отчетом по такого рода исследованиям, имевшим место в 20-х годах нынешнего столетия, является работа польского химика А. Ружицкого. Однако органическое вещество сланцев оказалось с высоким содержанием кислорода, а выход сланцевой смолы невысоким — в среднем 4—5%. Отрицательным явилось также большое количество минерального остатка в виде сажистого черного порошка, не находившего себе применения. В условиях конкуренции с карпатской нефтью такое использование менилитовых сланцев оказалось нерентабельным. Поэтому дальнейшие опыты по практическому их использованию были прекращены.

В советский период изучения геологии Карпат менилитовые сланцы явились объектом специального геохимического изучения в плане широко популярных представлений о генетической связи органического вещества этих сланцев с нефтью карпатских нефтяных месторождений. Результаты исследования менилитовых сланцев как пород «нефтематеринских» содержатся в ряде работ В. Б. Порфирьева и И. В. Гринберга. Нефть карпатских месторождений, в том числе и находящаяся в песчаниках самой менилитовой свиты, оказалась по своему составу совершенно чуждой органическому веществу менилитовых сланцев, мигрировавшей в комплекс мезозойских и третичных отложений по полостям разрывов.

Большой материал по составу и природе как органической, так и минеральной составляющих менилитовых сланцев позволил по-новому поставить вопрос о возможности их комплексной переработки с использованием ранее не находившего себе применения так называемого полукокса, т. е. остатка от сухой перегонки. Институтом геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР, где проводились эти исследования, были разработаны способы использования минеральной части сланцев для получения ряда ценных строительных материалов. Результаты этих исследований приведены в ряде опубликованных Институтом работ (Порфирьев, Гринберг, Ладыженский и др., 1956, 1963 и др.).

Естественное направление практического использования менилитовых сланцев — получение из них путем сухой перегонки ценной сланцевой смолы. Продуктами перегонки, протекающей при температуре 600—700° С, являются сланцевая смола, подсмольные воды, газ и минеральный остаток — полукокс. Выход смолы при перегонке в стандартном реторте Фишера в среднем 4%, поднимаясь в отдельных случаях (месторождения Синевидско-Выжне, Пасечная и др.) до 6,7% (табл. 151).

Сланцевая смола — подвижная жидкость красновато-бурого цвета с характерным ихтиоловым запахом и удельным весом 0,9491—0,91812 (табл. 152). Характерной особенностью является высокое содержание серы (в среднем 6—7%). Значительное количество сера-, кислород- и азотсодержащих функциональных групп обусловливает высокую активность отдельных фракций смолы в отношении химических преобразований, что делает ее ценным сырьем для химии органического синтеза.

При перегонке смолы под вакуумом (остаточное давление 1—3 *мм* в атмосфере CO_2) получается серия бесцветных и светлых фракций:

Таблица 151

Средний состав минеральной массы и выход смолы по пробам менилитовых сланцев (в %)

Наименование месторождения	Выход сланцевой смолы	Состав минеральной массы на сланец						Общая органическая масса и другие неучтенные минеральные вещества
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O+Na_2O	
Борислав	5,0	60,57	9,36	3,41	0,31	1,08	1,78	23,49
Сходница	2,2	54,71	13,04	4,87	0,47	1,19	2,88	22,86
Любенцы	1,0	64,93	12,91	5,88	0,78	1,39	1,31	12,80
Синевидско-Выжне	5,7	54,95	10,75	3,74	0,40	1,06	1,63	27,47
Гошев	2,0	58,06	13,37	6,18	2,71	1,83	0,37	17,38
Дуба	3,5	59,02	12,54	3,97	0,30	1,49	3,07	19,61
Манява	2,2	55,25	12,61	4,66	0,37	0,81	1,76	24,54
Пасечная	6,7	55,98	7,99	3,34	1,67	1,34	1,16	28,49
Делятин	2,4	62,11	11,84	5,77	1,82	1,59	2,21	14,66
Выжница	1,0	60,15	12,82	4,78	0,37	1,42	1,69	18,77
Свалява	4,5	54,09	11,62	4,36	10,86	1,84	2,50	14,73
Стройно	1,0	50,11	9,62	3,99	15,51	1,72	2,26	16,79

Таблица 152

Групповой состав сланцевой смолы на сланец (в %)

Смола сланцев месторождения	Удельный вес	Свободный углерод	Органические основания	Карбоновые кислоты	Фенолы	Парафины	Силикагелевые смолы	Асфальтены	Масла (остаток)
Синевидско-Выжне (проба 64)	0,9764	0,683	0,150	0,43	1,89	—	—	—	—
Синевидско-Выжне (проба 56)	0,8711	0,245	1,400	0,76	2,40	1,041	—	0,3465	—
Синевидско-Выжне (проба 53)	0,9812	0,230	1,047	0,13	1,656	0,73	—	—	—
Пасечная (проба 78)	0,9491	0,150	2,710	0,09	0,90	0,55	—	—	—
Сколе (проба 89)	0,9511	0,110	1,810	0,14	1,61	0,37	—	—	—
Недельная (проба 87)	0,9553	0,07	1,150	0,078	2,30	0,375	—	0,3225	—
Кашпирское м-ние	—	0,05	1,50	0,20	1,45	0,65	—	1,95	—
Эстонское м-ние	—	0,30	1,16	0,57	8,71	0,40	—	8,32	—

бензиновая — 25—30%, керосиновая — от 20 до 35%, масел — от 15 до 25% и вязкий темно-коричневый остаток — до 40%.

Проведенные в лаборатории Института геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР исследования отдельных фракций сланцевой смолы (Гринберг, 1957; Порфирьев, Гринберг и др., 1956) показали возможность использования некоторых сланцев в качестве сырья для изготовления ряда марок сернистых красителей и для замены растительного масла при изготовлении лаков и эмалевых красок.

Для синтеза модифицированных сланцевой смолой лаков наиболее подходящими оказались фракции, возникающие в температурных пределах от 200 до 300° С. В лабораторных условиях получены глифталевые и пентафталевые лаки с заменой льняного масла фракцией сланцевой смолы в количестве до 70%. Помимо смолы, при перегонке сланцев получается горючий газ в среднем до 30 *л* на 1 *кг* сухого сланца.

Состав газа: CO_2 20—23%, CnH_{2n+2} 20—28%, CnH_{2n} 5%, H_2 34—39%, CO 2—3% и др.

Около 50% энергетических расходов, потребных для сухой перегонки, может быть компенсировано этим газом. Однако высокое содержание водорода и непредельных углеводородов придает им ценность в качестве сырья для химической промышленности.

Определенную ценность представляют также подсмольные воды, содержащие химически активные вещества — аммиачные, фенольные и сероводородные соединения.

На основе проведенных исследований подсчитано, что при перегонке каждой тысячи тонн менилитовых сланцев можно получить 10 *т* бензина, 15 *т* керосина, 15 *т* масел и 10 *т* дорожного битума.

Исследования Института геологии и геохимии горючих ископаемых АН УССР показали возможность использования как естественных менилитовых сланцев, так и их полукокса, т. е. минерального остатка после сухой перегонки, для изготовления ряда строительных материалов (цемент строительных марок известково-пуццоланового типа, легкий вспученный материал — заполнитель для легких бетонов), крупноразмерных керамических изделий, как компонент легкоплавких глазурей, минеральную составляющую дорожных асфальтобетонов, добавку к портланд-цементу, петургическое сырье и т. д.

ОПИСАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕНИЛИТОВЫХ СЛАНЦЕВ

Слои менилитовой свиты выходят на земную поверхность в пределах Береговой зоны Карпат, образуя широкие полосы, протягивающиеся на всем протяжении советской части Карпат, многократно повторяясь в результате продольных надвигов. Особенности горного рельефа и прорезающие эти полосы вкрест простирания многочисленные речные долины создают благоприятные условия для открытых разработок менилитовых сланцев.

Для карьерной разработки сланцев могут быть рекомендованы выходы в следующих пунктах: Борислав, Струтень Верхний, Дуба, Пнев, Любижня близ Делятина, Тюдев на Черемоше, Сходница, Синевидско-Выжне, Недельная, Стройно, Дусино на Уже и др. (см. рис. 57).

Наиболее богатыми органикой оказались синевидские, сходницкие и недельненские сланцы; из них при сухой перегонке получается максимальный выход смолы 5—6% и более. Такие месторождения, как Струтень Верхний, Дуба, Пнев, охватывающие верхние менилитовые отложения, содержат несколько меньше органики, и получаемый из них выход смолы, подсмольной воды и горючего газа не столь значителен, как на предыдущих месторождениях. Однако в этих районах сланцы отличаются меньшим содержанием песчанистого материала (до 5%). Еще более чистые сланцы находятся в Закарпатье в Стройно, Дусино и Соли на Уже (так называемые дусинские сланцы). Они содержат значительный процент карбоната кальция (15% и более), легче вспучиваются при нагревании и плавятся при более низкой температуре. Однако содержание в них органического вещества еще меньше, а выход смолы при полукоксовании редко превышает 1%.

БОРИСЛАВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Бориславское месторождение расположено в пределах крайней северо-восточной части Береговой скибы зоны Береговых Карпат (см. рис. 57). Полоса выходов менилитовых сланцев непосредственно контактирует с миоценовыми отложениями Бориславской подзоны Внут-

ренней зоны Предкарпатского прогиба (рис. 58). В отложениях менилитовой серии здесь отчетливо выделяется их верхняя часть с включением небольшого количества прослоев песчаников и более песчанистая — нижняя часть, более плотная и твердая. В подошве последней находится роговиковый горизонт (халцедонолита) мощностью в несколько метров. Верхний роговиковый горизонт в подошве верхней менилитовой свиты отсутствует, а лопянецкая свита замещена анало-

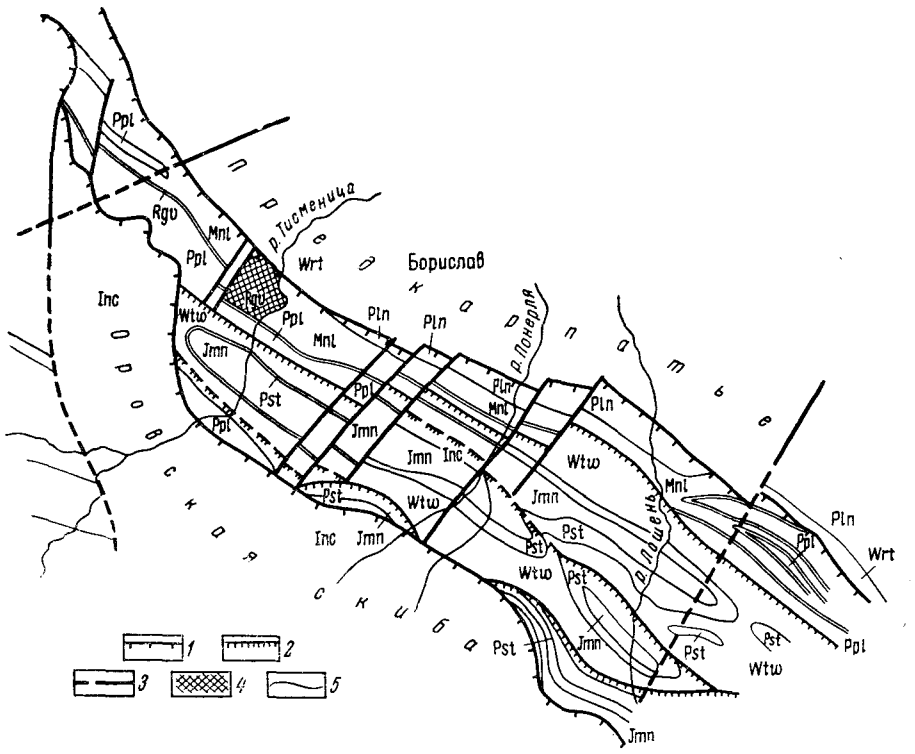


Рис. 58. Геологическая карта окрестностей Борислава Львовской области (по Н. Р. Ладыженскому)

wrt — воротыщенская серия (нижний миоцен); *pln* — поляницкая серия (верхний олигоцен); *mnl* — менилитовая серия (нижний олигоцен); *ppl* — попельская серия (верхний эоцен); *wtw* — витвицкая серия (нижний эоцен); *pst* — пестроцветный горизонт (верхний палеоцен); *jmn* — ячменский песчаник (нижний палеоцен?; *jnc* — иноцерамовая серия (верхний мел). *1* — северо-восточные границы Оровской и Береговой скиб; *2* — северо-восточные границы чешуй в пределах Береговой скибы; *3* — поперечные тектонические разрывы; *4* — участок, рекомендованный для закладки карьера; *5* — границы между свитами

гичными ей отложениями нижней менилитовой свиты. В связи с этим менилитовую серию здесь трудно подразделить на отдельные свиты. Менилитовые сланцы в окрестностях Борислава сильно раздроблены, особенно в северо-восточной части, находящейся вблизи тектонического контакта с Бориславской подзоной Внутренней зоны Предкарпатского прогиба. Месторождение может разрабатываться карьерным способом без применения взрывных работ.

Залежь менилитовых сланцев здесь обнажается у самой дороги, а ближайшая железнодорожная станция находится на расстоянии 2—3 *км*. Рядом проходит линия высоковольтной передачи, которая может обеспечить электроэнергией переработку менилитовых сланцев. Кроме того, в Бориславе имеются запасы природного газа, попутно получаемого при добыче нефти и пригодного для использования в качестве дешевого топлива при термической переработке менилитовых

сланцев. Рядом также расположены (в г. Дрогобыче) нефтеперерабатывающие заводы, на которых может перерабатываться сланцевая смола и подсмольная вода и изготовляться менилитовый асфальтобетон.

Бориславские менилитовые сланцы могут быть использованы и как стимуляторы роста растений, что было проверено на разных сельскохозяйственных культурах в девяти областях УССР.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ СТРУТЕНЬ ВЕРХНИЙ

В этом районе менилитовые сланцы обнажаются по левому берегу р. Чечвы и представляют собой отложения верхнеменилитовой свиты в пределах Береговой скибы (см. рис. 57), в северо-восточном крыле

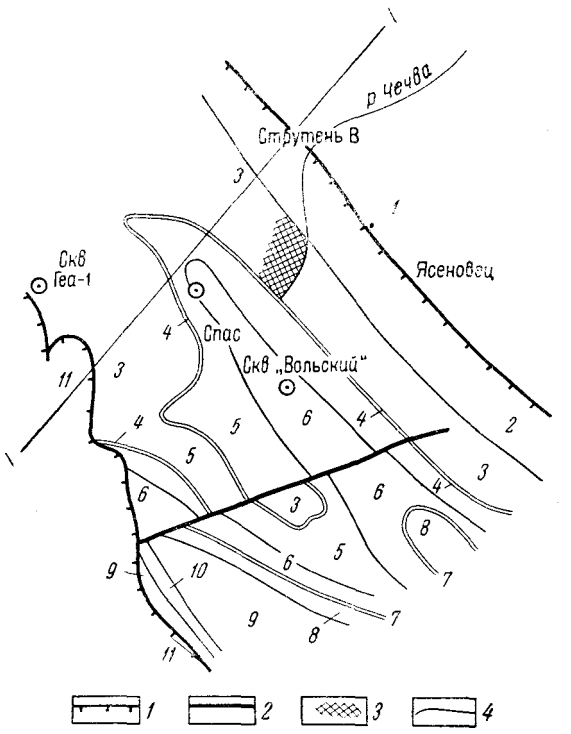


Рис. 59. Схематическая геологическая карта окрестностей Струтина Верхнего (по Н. Р. Ладыженскому)

Цифры на карте обозначают: *1* — миоценовые отложения; *2* — поляницкая серия (верхний олигоцен); *3* — верхняя менилитовая свита (нижний олигоцен); *4* — роговиковый горизонт в подошве верхней менилитовой свиты; *5* — лопянецкая свита (нижний олигоцен); *6* — нижняя менилитовая свита (нижний олигоцен); *7* — роговиковый горизонт в подошве менилитовой серии; *8* — попельская серия (верхний эоцен); *9* — выгодский песчаник (средний эоцен); *10* — витвицкая серия (нижний эоцен); *11* — иноцерамовая серия (верхний мел).

1 — северо-восточные границы Береговой и Оровской скиб; *2* — поперечный тектонический разрыв; *3* — участок, рекомендованный для закладки карьера; *4* — границы между свитами

складки Рыпного (рис. 59). В поперечном профиле через складку хорошо выделяются все три свиты менилитовой серии — верхнеменилитовая, лопянецкая и нижнеменилитовая. Складка погружается в северо-западном направлении, и на территории с. Лопянка нижнеменилитовые отложения перекрываются лопянецкими. В юго-восточном направлении шарнир складки поднимается, в результате чего в ее своде появляются все более древние отложения нижней менилитовой свиты, а между селами Спас и Дуба обнажается уже роговиковый горизонт, залегающий в подошве менилитовой серии. Еще далее к юго-востоку появляются верхнеэоценовые, а затем и более древние отложения (см. рис. 59).

Менилитовые сланцы Струтеня Верхнего содержат мало песчаников (*не более* 5%). Но здесь проходит чечвинский туффитовый горизонт мощностью около 100 *м*, а также залегают несколько туффитовых прослоев мощностью до 1 *м* каждый. В подошве верхнеменилитовой свиты

лежит роговиковый горизонт мощностью в несколько метров. Общая мощность отложений верхнеменилитовой свиты превышает здесь 500 *м*.

Рекомендованный для разработки участок представляет верхнюю часть верхнеменилитовой свиты (см. рис. 59). Он расположен по левому берегу р. Чечвы, в 7 *км* от ж.-д. ст. Долина. Рядом с обнажением проходит линия узкоколейки, а также шоссейная дорога. В самом Струтене Верхнем недавно открыто нефтяное месторождение, попутные газы которого могут быть использованы при переработке менилитовых сланцев.

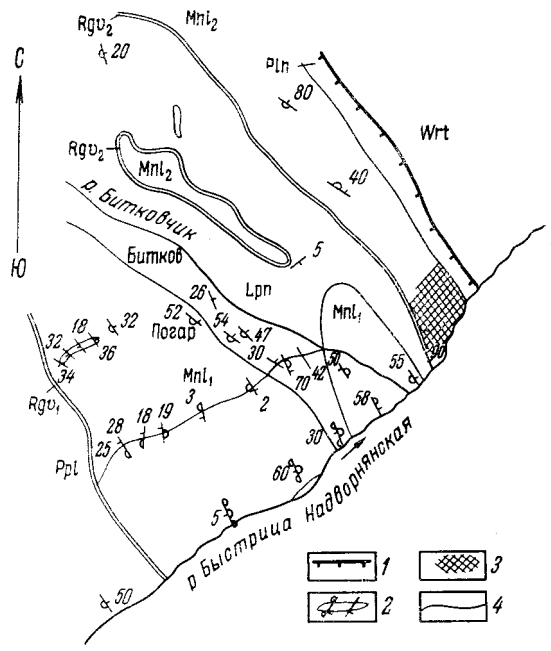


Рис. 60. Геологическая карта окрестностей Биткова — Пнева Надворнянского района Ивано-Франковской области (по Н. Р. Ладыженскому и др.)

Нижний миоцен: *wrt* — воротыщенская серия (верхний олигоцен); *pln* — поляницкая серия. Нижний олигоцен (верхняя менилитовая свита); *rgv* — роговиковый горизонт в подошве верхней менилитовой свиты; *lpn* — лопянецкая свита; *mnl* — нижняя менилитовая свита; *rgv* — роговиковый горизонт в подошве нижней менилитовой свиты. Верхний эоцен: *ppl* — попельская серия.

1 — северо-восточная граница Береговой скибы; *2* — обнажения с элементами замера залегания отложений; *3* — участок, рекомендованный для закладки карьера; *4* — границы между свитами

Менилитовые сланцы месторождения Струтень Верхний были испытаны на пригодность их для изготовления карпазита не только в лабораторных условиях, но и в полузаводских — на Корчеватском заводе под Киевом и во Львове во вращательных барабанных печах.

Запасы менилитовых сланцев в Струтене Верхнем значительно больше, чем в Бориславе.

ПНЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Село Пнев расположено неподалеку от Надворной Ивано-Франковской области. Здесь по левому берегу р. Быстрицы Надворнянской тянется обнажение менилитовой серии на протяжении около 5,5 *км*. В пределах этих отложений можно легко выделить все три свиты: верхнеменилитовую, лопянецкую, нижнеменилитовую (рис. 2). Здесь отмечена самая большая мощность отложений менилитовой серии (1570 *м*). Мощность лопянецкой свиты 370 *м*, мощность верхней и нижней менилитовых свит свыше 1000 *м*. Этот комплекс отложений слагает северо-восточное крыло Битковской складки (рис. 60).

Мощность верхнеменилитовой свиты в Пневе 750 *м*. Песчаники почти отсутствуют (меньше 5%). Здесь встречаются несколько прослоев туффитов мощностью до 0,5 *м*, а в подошве свиты — роговиковый горизонт мощностью около 35 *м*. Менилитовые сланцы этой свиты залегают в склоне горы Малая Пецига и находятся в выгодных для

карьерной разработки условиях. Железнодорожная станция находится в Надворной (в 4—5 *км*), а само обнажение — у асфальтированной шоссейной дороги и узкоколейки, между Пневом и Надворной. В Пасечной и Пневе расположен нефтепромысел (Битковский), где имеются горючий газ и электроэнергия, необходимые для эксплуатации и переработки сланцев. Запасы сланцев здесь огромны и превышают струтинские.

Рядом, на склоне горы Большая Пецига, обнажаются отложения нижней менилитовой свиты. Эти отложения содержат до 30% прослоев песчаников, но они богаче органикой. Общее содержание органики в этом районе от 16 до 33,5%. Выход сланцевой смолы при полукоксовании от 1,5 до 6,3%.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЛЮБИЖНЯ

Участок расположен в пределах Береговой скибы, между Пневом и Делятином, в левом склоне долины р. Любижни, в поселке того же названия. Обнажение находится у дороги, пригодной для автотранспорта, примерно в 1,5 *км* от ж.-д. ст. в Делятине.

Обнажающиеся здесь менилитовые сланцы относятся к нижней менилитовой свите и находятся в синклинали между двумя структурами (рис. 61). Сланцы здесь очень рыхлые и могут разрабатываться экскаватором. В сланцах имеется около 25% прослоев песчаников. Сланцы были испытаны как в лабораторных, так и в полузаводских условиях для изготовления карпазита. Оказалось, что примесь песчаника не влияет на качество карпазита. Содержание органического вещества в этих сланцах 10,39—19,18%, а выход битума при полукоксовании 3,7—4,1%.

Этот участок расположен в нескольких километрах от Битковского нефтепромысла, за счет которого может быть обеспечен горючим газом и электроэнергией.

На этом заканчивается описание месторождений менилитовых сланцев в пределах Береговой скибы зоны Береговых Карпат, но этим далеко не ограничивается перечень всех пригодных для разработки залежей.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ СХОДНИЦА

Месторождение расположено у села того же названия в Бориславском районе Львовской области, у шоссейной дороги, соединяющей Сходницу с Бориславом. Ближайшая ж.-д. станция находится на расстоянии около 10 *км* — в Бориславе.

В геологическом отношении этот участок относится к синклинали между Четвертой чешуей Оровской скибы и складкой Сходницы, расположенной по юго-западной стороне этой чешуи (см. рис. 56, 57 и рис. 62). Полоса выходов менилитовых сланцев пересечена шоссейной дорогой, проложенной по склону горы, между Сходницей и Бориславом. Ширина полосы около 450 *м*. Лопянецкие отложения здесь отсутствуют. Они так же, как и в Бориславе, замещены отложениями, аналогичными им — нижнеменилитовыми. Верхнеменилитовые отложения здесь денудированы. Судя по поперечным геологическим разрезам, сделанным юго-восточнее и северо-западнее данного участка, мощность верхних менилитовых образований здесь незначительна, а роговиков в их подошве нет, что затрудняет проведение границы между верхней и нижней менилитовыми свитами.

На описываемом участке отложения менилитовой серии представлены главным образом сланцами, чередующимися с небольшим количеством прослоев песчаника — 15—20%. Сходницкие менилитовые сланцы

богаты органическим веществом (свыше 20%). Залегают они в выгодных для карьерной разработки условиях. От расположенного рядом нефтепромысла могут быть получены попутные газы и электроэнергия, необходимые для разработки и переработки сланцев. В отношении транспорта этот участок менее удобен, так как ближайшая ж.-д. станция находится на расстоянии около 10 *км* (в Бориславе).

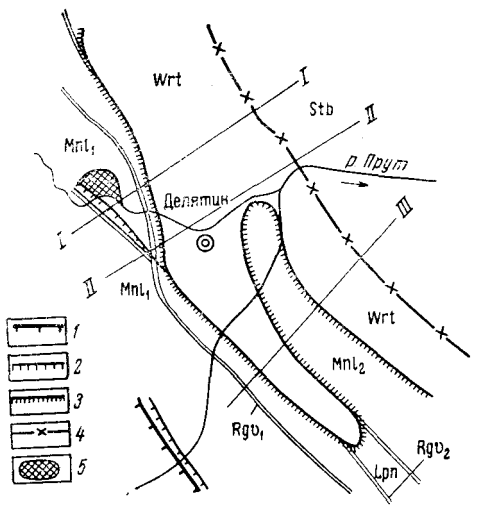


Рис. 61. Геологическая карта окрестностей Делятина Ивано-Франковской области (по Н. Р. Ладыженскому)

1 — северо-восточная граница Оровской скибы; *2* — северо-восточные границы чешуй в пределах Береговой скибы; *3* — северо-восточная граница Береговой скибы; *4* — северо-восточная граница Бориславской подзоны Внутренней зоны Предкарпатского прогиба; *5* — участок, рекомендованный для карьерной разработки.

Stb — стебникская серия (миоцен); *wrt* — воротыщенская серия (миоцен). Олигоцен: *pl* — поляницкая серия; *mnl* — верхняя менилитовая свита; rgv_1 — роговиковый горизонт в подошве верхней менилитовой свиты; *lpn* — лопянецкая свита; mnl_1 — нижняя менилитовая свита; rgv_1 — роговиковый горизонт в подошве нижней менилитовой свиты. Эоцен: *ppl* — попельская серия; *wtv* — витвицкая серия. Палеоцен: *pst* — пестроцветный горизонт; *jmn* — ямненский песчаник. Верхний мел: *inc* — иноцерамовая серия

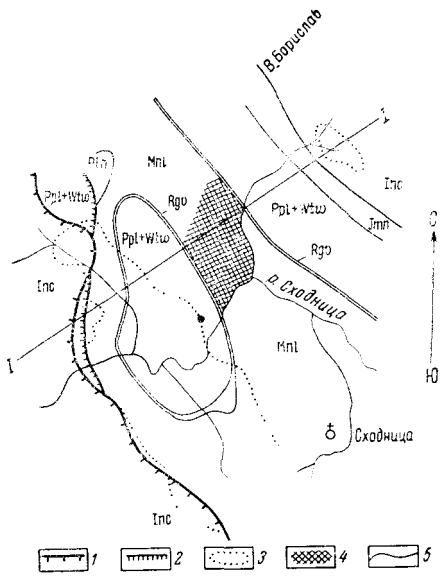


Рис. 62. Геологическая карта окрестностей Сходницы (по данным К. Толвинского)

Inc — иноцерамовая серия; *jmn* — ямненский песчаник; $wtv+pp_1$ — витвицкая и попельская серии; *rgv* — роговиковый горизонт в подошве менилитовой серии; *mnl* — менилитовая серия; *pl* — поляницкая серия.

1 — северо-восточная граница Скольской скибы; *2* — северо-восточная граница чешуи в пределах *южного* крыла складки Сходница; *3* — контуры нефтепромысла; *4* — участок, рекомендованный для закладки карьера; *5* — граница между свитами

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ВЕРХНЕЕ СИНЕВИДНОЕ

Огромное обнажение сланцев находится у села того же названия, в Сколевском районе Львовской области, по правому берегу р. Опор (правый приток р. Стрый), в непосредственной близости от железнодорожной и шоссейной магистралей. В геологическом отношении данные сланцы расположены в пределах Второй чешуи Оровской скибы (см. рис. 57 и рис. 63). Юго-западное крыло чешуи осложнено вторичной складкой, известной под названием складки Побука. Свод этой складки сложен отложениями нижнеменилитовой свиты, синклинальная часть выполнена образованиями лопянецкой свиты. Эти отложения отделяют полосу выходов (шириной около 300 *м*) пород нижнеменилитовой свиты,

простирающуюся по северо-восточной стороне складки. На складку Побука с юго-западной стороны надвинута скиба Скольская. Высота обнажения менилитовых сланцев превышает 60 *м*. Это создает благоприятные условия для заложения здесь карьера. Обнажение находится в 0,5 *км* от ж.-д. станции.

В отложениях нижней менилитовой свиты содержится до 20% прослоев песчаников. Мощность отдельных прослоев песчаника достигает 20—30 *см*. Эти песчаники чередуются с чистыми менилитовыми сланцами. Общее содержание органики в данных сланцах колеблется в пре-

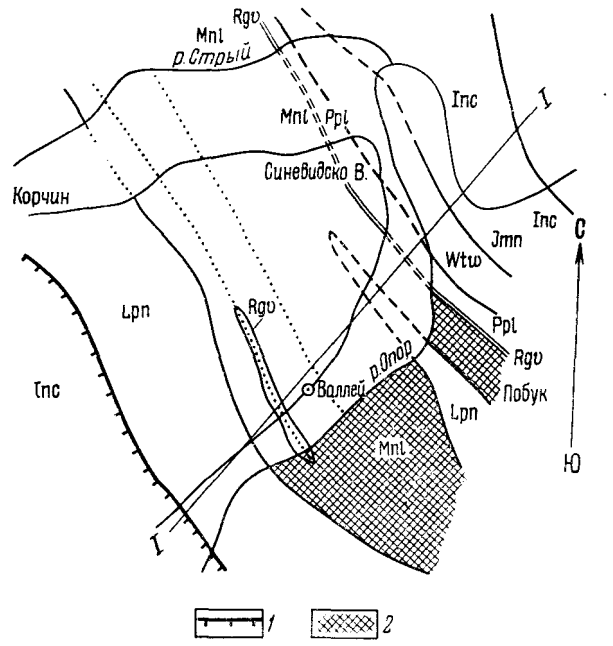


Рис. 63. Геологическая карта окрестностей с. Синевидско Верхнее Стрыйского района Львовской области (по Н. Р. Ладыженскому)

Inc — иноцерамовая серия; *jmn* — ямненский песчаник; *wtv* — витвицкая серия; *ppl* — попельская серия; *rgv* — роговиковый горизонт; mnl_1 — нижняя менилитовая свита; *lpn* — лопянецкая свита

1 — северо-восточная граница Скольской скибы; *2* — участки, рекомендованные для закладки карьера

делах 7—33%, при полукоксовании они дают самый высокий выход смолы — до 6,7%. Месторождение расположено вблизи линии высоковольтной передачи, а в нескольких километрах к северо-востоку открыты крупные залежи нефти, при добыче которой могут быть получены попутные горючие газы, необходимые для технологических процессов переработки сланцев.

В пределах других скиб зоны Береговых Карпат могут быть рекомендованы для разработки участок Спас на Днестре и ряд других.

Менилитовые сланцы месторождения Спас на Днестре также богаты органикой, но условия для их добычи и переработки менее благоприятны из-за отсутствия источников электроэнергии и необходимых запасов горючего газа.

Особое значение имеют дисунские сланцы — одновозрастные аналоги менилитовых сланцев. Для их разработки могут быть рекомендованы два участка: в окрестностях с. Соль на Уже и близ г. Свалявы (в Дусино). Оба участка расположены в тектонических окнах Магурской подзоны, входящей в состав Магурско-Черногорской зоны.

Отложения дусинских слоев в этих тектонических окнах принадлежат Ужок-Дуклянской подзоне указанной зоны. Первый из участков сравнительно невелик, второй же охватывает большую площадь, на которой расположено несколько сел (Стройно, Дусино, Росош, Мартинка,

Тибава, Черник, Лопушанка, Плавье, Керецки). Для характеристики сланцев и геологических условий их залегания ниже приводится описание месторождений Соль на Уже и Дусино.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ СОЛЬ

Месторождение расположено на р. Уж (Верхне-Березнянский район Закарпатской области). В геологическом отношении менилитовые сланцы (дусинские сланцы) находятся в синклинальной части выходов отложений Ужок-Дуклянской подзоны, которые появляются на поверхности в тектоническом окне среди отложений Магурской подзоны (рис. 64).

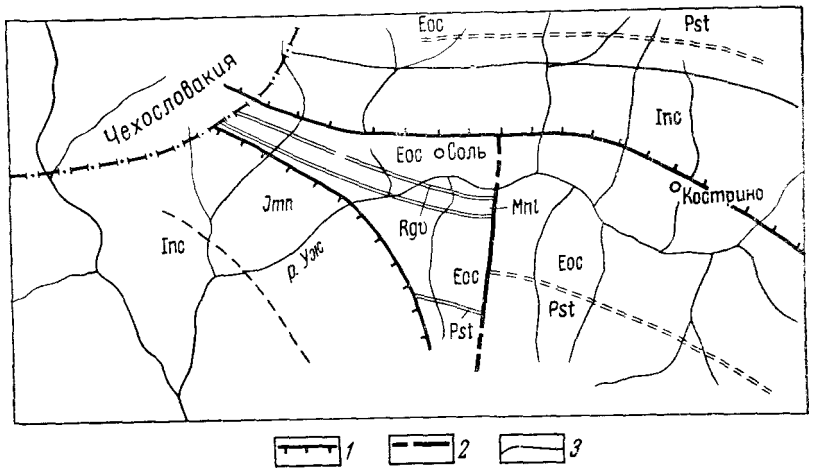


Рис. 64. Геологическая карта окрестностей с. Соль на Уже Закарпатской области (по С. П. Гавуре и М. П. Петрашкевичу)

Inc — иноцерамовая серия; *jmn* — ямненский песчаник; *pst* — пестроцветный горизонт; *eoc* — эоценовые отложения; *rgv* — роговиковый горизонт; *mnl* — менилитовая серия (дусинские сланцы)

1 — линии надвигов; *2* — тектонический разрыв; *3* — границы между свитами

Менилитовые сланцы, рекомендованные для разработки, расположены по правому склону долины р. Уж. В отличие от типичных менилитовых сланцев дусинские слои более известковистые (содержание в них карбоната кальция нередко превышает 15%), особенно в верхней части разреза. Рекомендованный участок расположен вблизи железной и шоссейной дорог, соединяющих города Самбор и Ужгород, и характеризуется очень выгодными условиями для заложения карьера. Железнодорожная станция находится в с. Соль. Мощность менилитовой серии не менее 250—350 *м*. Сланцы данного участка в основном содержат мало органики (10—15%), а выход смолы колеблется в пределах 0,5—1,5%, редко больше. Сланцы хорошо плавятся и именно из них в лабораторных и заводских условиях получен самый лучший карпазит. По своему качеству последний превосходит керамзит, получаемый из глины.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ДУСИНО

Месторождение расположено в Свалявском районе Закарпатской области. Дусинские сланцы, принадлежащие здесь в тектоническом отношении к Ужок-Дуклянской подзоне, выходят на поверхность в тектоническом окне среди отложений Магурской подзоны (рис. 65). Выделяется три свиты: нижняя, средняя и верхняя. По внешним признакам

верхняя и нижняя свиты очень напоминают нижнюю и верхнюю менилитовые свиты в зоне Береговых Карпат с той лишь разницей, что в данном случае почти отсутствуют песчаники и отмечается повышенное содержание карбоната кальция (до 15% и более). При этом установлено, что более богатые карбонатом кальция разности имеют большую плотность; они образуют слои мощностью до 1 *м* и чередуются с тонколистоватыми сланцами, менее известковистыми. Сланцы этого участка, как правило, почти черного цвета, реже в них наблюдаются породы с легким коричневатым оттенком. Они часто пронизаны трещинами, заполненными кальцитом, среди которого в жеодах отмечаются «мармарошские

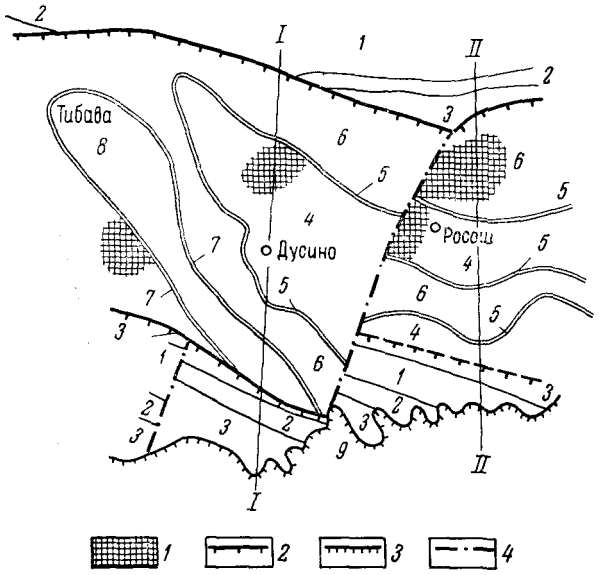


Рис. 65. Геологическая карта окрестностей Дусино Свалявского района Закарпатской области (по Н. Р. Ладыженскому, С. П. Гавуре и др.)

Цифрами на карте обозначены: *1* — песчано-глинистая толща (эоцен); *2* — глыбовые песчаники (эоцен?); *3* — пестрые мергели и глыбовые песчаники — пуховская серия (верхний мел); *4* — нижние менилитовые (дусинские) сланцы (олигоцен); *5* — средние роговики (олигоцен); *6* — верхние менилитовые (дусинские) сланцы (олигоцен); *7* — верхние роговики (олигоцен); *8* — серо-зеленые аргиллиты и песчаники (олигоцен); *9* — эффузивы

I — участки, рекомендованные для закладки карьеров; *2* — линии надвигов; *3* — северо-восточная граница распространения эффузивов; *4* — линии тектонических разрывов

диаманты» — кристаллики прозрачного кварца в кальцитовых жеодах. В жеодах часто встречается пылевидное черное органическое вещество — асфальтит.

Нижняя и верхняя свиты разделены толщей серо-зеленого цвета мощностью 50—60 *м*, состоящей из чередования глинистых, реже мергелистых аргиллитов и мелкозернистых глауконитовых, иногда слюдистых песчаников, мощность которых редко превышает 20 *см*. В подошве верхней и в кровле нижней свиты содержатся небольшой мощности (несколько десятков сантиметров) пласты черного кремня, пронизанных пиритом.

На данном участке нижняя свита обнажена не полностью, так как ее отложения находятся в своде структуры и не захвачены денудацией. По аналогии с месторождением Соль на Уже можно предполагать, что эта нижняя часть будет содержать сравнительно небольшое количество прослоев песчаников, а в подошве — роговиковый (силицитовый) горизонт в несколько десятков метров. Содержание органического вещества в дусинских сланцах от 7,8 до 26,5%. Выход смолы при полукоксовании от 0,7 до 4,12%.

Сланцы находятся в очень выгодном положении для карьерной разработки. Обнажение расположено у шоссейной дороги на расстоянии около 10 *км* от ж.-д. ст. в Сваляве. В настоящее время здесь еще нет ни линии электропередачи, ни горючего газа. Однако близ Свалявы проходит крупная электромагистраль и есть данные о возможности от-

крытия здесь промышленных залежей газа (близ Свалявы, в Дусино, есть нефтяные выходы).

В самое последнее время (1964—1965 гг.) менилитовые сланцы привлекли внимание плановых органов, геологических и проектных организаций как потенциальное твердое топливо для тепловых электростанций. В связи с этим Львовской экспедицией треста «Киевгеология» были начаты поисково-разведочные работы на лучшем, по имевшимся предварительным данным, Верхне-Синевидном месторождении на восточном склоне Карпат. Было детально изучено большое обнажение нижней менилитовой свиты на правом берегу р. Опор и пройдено 8 буровых скважин на прилегающем участке. Кроме того, в радиусе 6—8 *км* от месторождения производилось бурение одиночных скважин в зоне развития верхней и нижней менилитовых свит.

Летом 1965 г. на указанном месторождении партией ВСЕГЕИ проводились также специальные литологические исследования, позволившие в совокупности с данными поискового бурения получить представление о послойном разрезе продуктивной толщи.

При производстве работ особое внимание уделялось тщательному опробованию и изучению качества сланцев как твердого топлива (в лаборатории ВНИИНефтеХИМ). Это было вызвано тем обстоятельством, что менилитовые сланцы изучались ранее только как сырье для химической переработки (получения смолы), а их минеральная часть — как компонент или основное сырье в производстве различных строительных материалов (цемента, керамзита, аглопорита, асфальтобетона и др.).

В обширной литературе, посвященной проблеме менилитовых сланцев, имеется лишь одно указание на производство технических анализов этих сланцев при выяснении возможности их переработки в газогенераторах (Волков и Ефремов, 1963). В статье Т. Волкова и В. Ефремова приводятся данные технического и элементарного анализов двух проб менилитовых сланцев; выход смолы на сухой сланец оказался очень низким (1,67 и 1,46%), а теплота сгорания породы ($Q_б^c$) в одном случае составила всего лишь 1580, а в другом 1560 *ккал/кг*.

В настоящее время на основании новых данных, полученных при производстве последних работ на Верхне-Синевидном месторождении, впервые представилась возможность оценить перспективы использования менилитовых сланцев как твердого топлива. Среди пород нижнеменилитовой свиты мощностью более 150 *м*, выходящих в обн. 1 на правом берегу р. Опор и прослеженных бурением по простиранию на 500—800 *м* в глубь берега, можно выделить только одну пачку сланцев мощностью около 10 *м* с теплотой сгорания $Q_б^c$ от 1300 до 1800 *ккал/кг* (в среднем 1400—1470 *ккал/кг*), с выходом смолы 3—4% и содержанием органического вещества порядка 20—24%.

Запасы сланцев этой пачки до глубины 100 *м* и по простиранию на 1 *км* составят величину порядка 2 млн. *т*. Между тем по техническому заданию Львовского отделения института «Теплоэлектропроект» только одна из проектируемых ГРЭС мощностью в 1200 тыс. *квт* потребует организации карьера с годовой добычей менилитовых сланцев в 10 млн. *т*.

Кроме выделенной в центральной полосе поискового участка пачки сланцев с наиболее высоким содержанием органического вещества, вкрест простирания в обе стороны (по восстанию и падению) располагаются сланцы еще более высокозольные с теплотой сгорания 500—1200 *ккал/кг*. Эти сланцы явно непригодны как топливо.

Судя по разрезам скважин и литологическому описанию обнажения, менилитовая толща представляет собой флиш, выраженный частым переслаиванием разнообразных по гранулометрическому составу и окраске песчаников, алевролитов и аргиллитов. Наиболее богатые органическим веществом разности аргиллитов частично относится уже к группе горючих сланцев. Насколько это переслаивание пород различного состава является тонким, указывает то, что при детальном литологическом изучении обн. 1, в той его части, где встречаются лучшие по содержанию органического вещества аргиллиты (горючие сланцы), в толще мощностью порядка 50 *м* было выделено около 200 слоев.

В этом отношении разрез менилитовой свиты Верхне-Синевидного месторождения не является исключением. Так, в разрезе скв. 10, на левом берегу р. Опор у г. Сколе, в 60-метровом интервале выделено более 250 слоев, из них около 30—черных аргиллитов, близких к горючим сланцам, суммарной мощностью 14 *м*. Аналогичны разрезы и других скважин.

Располагая данными лабораторного изучения 412 проб из обнажений и буровых скважин, ВНИИНефтеХИМ дает отрицательное заключение о возможности использования высокозольных менилитовых сланцев Верхне-Синевидного месторождения как твердого топлива и сырья для получения жидких продуктов (смолы).

Следует добавить, что по данным послойного массового определения зольности пород менилитовой свиты Верхне-Синевидного месторождения, разрезов четырех поисковых скважин в Скольском районе, а также опробования обнажений в некоторых других районах, выполненного партией ВСЕГЕИ, не представилось возможности выделить сколько-нибудь значительных по мощности пачек сланцев, отвечающих по качеству минимальным нормам для твердого топлива (теплота сгорания 1500—1600 *ккал/кг*).

Среди большого числа обнажений черных менилитовых пород, имеющихся на восточном и западном склонах Карпат, в настоящее время, по-видимому, нельзя указать ни одно, где можно было бы уверенно предполагать наличие крупных запасов горючих сланцев кондиционного качества.

Маловероятно, что качественные показатели менилитовых сланцев, полученные по пробам из обнажения, резко улучшатся при подсечении тех же пород скважинами на глубине. Так, в работе И. В. Гринберга (1957) есть указание на то, что из 549 проб менилитовых сланцев 56 проб относятся к образцам глубинного залегания, не показавшим заметного повышения качества сланцев по сравнению с пробами из обнажений. То же самое следует и из сопоставления данных технического и элементарного анализов проб сланцев из буровых скважин и из обнажения на Верхне-Синевидном месторождении.

Как видно из табл. 153, пачка сланцев центральной полосы в обнажении несколько окислена: содержание кислорода в этих сланцах на 1,5—2% выше, чем в пробах из скважин, а теплота сгорания при одном и том же содержании органического вещества в пробах из скважин ниже на 150—200 *ккал/кг*, чем в образцах из скважин. Однако эти изменения качества сланцев, зависящие от процессов выветривания, не столь велики, чтобы, с одной стороны, отказаться от изучения обнажений, а с другой — чтобы они могли служить указанием на возможность значительного улучшения качественных показателей полезного ископаемого при подсечении менилитовой толщи скважинами за пределами зоны выветривания.

Несмотря на то, что приведенные выше данные не позволяют оптимистически рассматривать перспективы использования менилитовых

Таблица 153

Качественная характеристика менилитовых сланцев центральной части Верхне-Синевидного месторождения по данным ВНИИНефтеХИМа

Место отбора проб	Номер пробы	На сухое вещество, %							Выход смолы на рабочее топливо, %
		A	$S_{общ.}$	$S_{пир}$	CO_2	Органическое вещество	C	H	$N_{орг}$	$S_{орг}$	O	$Q_б^с$, *ккал/кг*	
Скв. 6	282	78,0	2,8	1,9	0,5	21,32	14,5	1,5	0,4	1,1	3,8	1480	3,5
„	284	76,0	2,8	1,8	0,6	22,53	15,7	1,9	0,4	1,0	3,5	1600	3,7
„	290	81,0	2,7	2,0	0,4	18,35	11,5	1,7	0,4	0,6	4,1	1200	3,1
„	290	82,5	2,4	1,8	2,3	15,52	10,5	0,9	0,4	0,6	3,1	1040	2,2
„	293	74,0	3,2	2,1	Отсут.	24,94	17,2	1,9	0,6	1,0	4,2	1830	4,2
Обн. 1	541	76,9	1,5	0,5	„	21,79	14,0	1,9	0,4	0,5	6,0	1330	—
„	542	75,8	1,5	0,4	„	23,45	14,9	1,9	0,4	0,6	5,5	1417	—
„	543	76,2	1,5	0,4	„	22,55	14,0	2,0	0,4	0,5	5,7	1358	—

сланцев для энергохимических целей в крупном промышленном масштабе, продолжать начатые в 1964—1965 гг. работы необходимо, учитывая их поисково-ревизионный характер. Не исключено, что при тщательном изучении обнажений и бурении редких скважин с целью получения опорных разрезов менилитовой толщи всех основных площадей ее развития в советской зоне Карпат, могут быть выявлены более мощные и лучшие по качеству пачки собственно горючих сланцев, чем та, которая была выделена на Верхне-Синевидном месторождении.

Учитывая большую сложность состава и строения пород, включающих разности менилитовых сланцев, близких к горючим сланцам, производство поисково-разведочных работ очень важно сопровождать не только лабораторными химико-технологическими исследованиями пород, но и тщательным и широко поставленным литологическим их изучением.

Для получения более точного представления о качестве менилитовых сланцев как рабочего топлива важно произвести их обогащение, отделив содержащиеся в них очень тонкие прослои алевролитов и песчаников. Более глубокое обогащение сланцев с выделением хотя бы небольшой части глинистого и алевритового материала из основной минеральной массы с относительным повышением содержания органического вещества представляется проблематичным.

Таким образом, в данный момент не видно широких перспектив для промышленного использования (в энергохимических целях) даже лучших из известных разностей менилитовых сланцев. Наряду с выдвинутой задачей поисков в Карпатах более богатых по содержанию горючей массы и достаточно мощных пачек сланцев в решении данной проблемы не в меньшей, а пожалуй, в большей степени может иметь значение разработка новых более совершенных способов сжигания низкосортного топлива и химической переработки сапропелитов с малым выходом смолы.

В связи с этим отметим, что в США взяты на учет запасы сланцев свиты Грин-Ривер (мощностью до 600 *м*) с выходом смолы более 56,8 *л/м*. Этой предельной величине эквивалентен выход смолы из лучших разностей менилитовых сланцев Верхне-Синевидного и Пасечного месторождений.

Возможность разработки огромных запасов сланцев свиты Грин-Ривер в штатах Колорадо, Вайоминг и Юта для извлечения нефтезаменителя — сланцевого масла зависит в основном от экономических причин («Запасы нефти в сланцах». Реф. ж., 1964, № 11. К24).[1]

[1] В статье «Менилитовые сланцы Карпат» стр. 354—377 *написаны* В. Б. Порфирьевым, И. В. Гринбергом, Н. Р. Ладыженским, стр. 378—381 принадлежат В. А. Котлукову. — *Прим. ред. тома.*

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ГРУЗИНСКОЙ ССР

Горючие сланцы в пределах Грузинской ССР известны на западе — в Целенджихском, Ткибульском и Кутаисском районах и на востоке — в Лениногорском и Гомбори-Телавинском районах. Полоса сланценосных отложений располагается в южной предгорной части Главного Кавказского хребта (рис. 66).

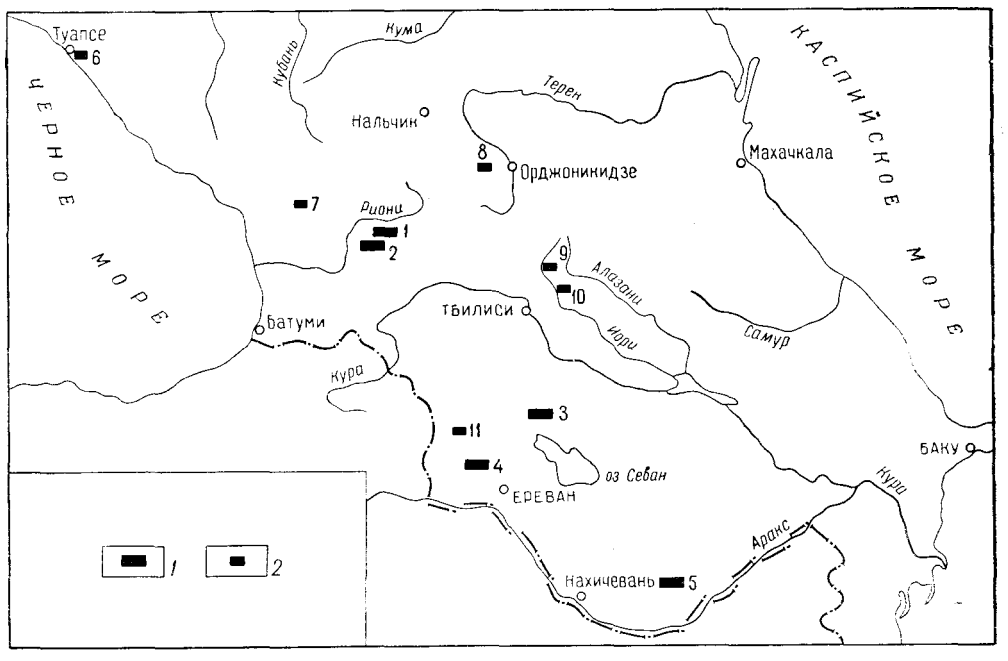


Рис. 66. Схема расположения месторождений и проявлений горючих сланцев
1 — месторождения (*1* — Рионское, *2* — Джварское, *3* — Дилижанское, *4* — Котайское, *5* — Нор-Аревикское); *2* — сланцепроявления (*6* — Туапсинское, *7* — Целенджихское, *8* — Нижне-Задолесское, *9* — Ахметское, *10* — Гомбори-Телавинское, *11* — Бандиванское)

Территория распространения сланцев западной сланценосной площади характеризуется горным рельефом с плавным переходом к Рионской низменности. Гористым характером рельефа обладают и участки распространения горючих сланцев в пределах восточной части республики.

В геологическом строении территории развития сланценосных отложений участвуют песчано-глинистые, известняковые и мергелистые мезо-кайнозойские отложения, несогласно залегающие на размытых сильно дислоцированных более древних образованиях фундамента. Породы фундамента представлены гнейсами, слюдистыми сланцами, амфиболитами, кварцитами и мраморами докембрия, филлитами и слюдисто-кварцитовыми сланцами кембрия и мощной толщей известняков, мергелей и песчано-глинистых пород других систем палеозоя. Они слагают массивы Главного Кавказского хребта и обнажаются в ядерных частях крупных антиклиналей или в отдельных блоковых поднятиях среди мезо-кайнозойских отложений.

Мезо-кайнозойский комплекс — юрские, меловые, палеогеновые и неогеновые отложения — выполняет Закавказскую межгорную впадину, располагающую между Большим и Малым Кавказскими хребтами в зоне интенсивных тектонических прогибаний и совпадающую в современном рельефе с Рионской и Кура-Араксинской низменностями.

В западной части Грузии развиты юрские и меловые отложения. Мезо-кайнозойский комплекс восточной части территории сложен меловыми, палеогеновыми и неогеновыми отложениями и широко развитой там толщей четвертичных образований.

Горючие сланцы в западной части республики приурочены к юрским отложениям, а в восточной связаны с нерасчлененными верхнемеловыми палеогеновыми отложениями и неогеновыми образованиями.

С 1950 по 1954 г. трестом «Грузуглегеология» проводились поисково-разведочные работы на горючие сланцы в Целенджихском, Ахметском и Лениногорском районах и на выявленных Джварском, Рионском и Гомбори-Телавинском месторождениях. Краткая характеристика месторождений горючих сланцев приводится по данным Б. А. Канчели, А. М. Гиоргобиани (1951, 1953, 1955ф) и др.

ДЖВАРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в бассейне р. Рионι, в 15 *км* севернее ст. Орпири Закавказской ж. д. и в 17 *км* северо-западнее Ткибули. Рельеф местности в районе месторождения гористый, ступенчатый и обусловлен особенностями литологического состава пород. Рионι — основная речная система, почти меридионально проходящая вдоль всего южного склона Главного Кавказского хребта с горным характером ее потока.

В геологическом строении района месторождения участвуют породы юрского и мелового осадочных комплексов. Юрские отложения, по данным К. Н. Паффенгольца (1959), включает (снизу вверх):

1. Свита порфиритовая, состоящая из порфиритов и их туфов, туфобрекчий, агломератовых туфов, туфогенных песчаников, слюдистых песчаников и глинистых сланцев с прослоями туфогенных песчаников и большим количеством вулканогенного материала. Отложения порфиритовой свиты отнесены к байосскому ярусу, мощность верхней части которой от 180 *м*, прослеженной на р. Лехидар (Кахадзе, 1947), увеличивается до 250 *м* в районе Ткибули. Общая мощность всей свиты по территориям смежных районов порядка 2000 *м*.
2. Сланценосная свита — листоватые глинистые сланцы, темные, иногда почти черные, с листоватой отдельностью и прослоями серых аркозовых песчаников и горючих сланцев. Возраст по остаткам ископаемой флоры определен нижними горизонтами батского яруса. Мощность свиты листоватых сланцев в районе месторождения 120 *м*. Отложения свиты залегают на предыдущих породах согласно, с постепенным переходом. Сланцы содержат глинисто-известковистые конкреции.
3. Угленосная свита, представленная песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями и пластами углей. Осадки этой свиты согласно залегают на сланценосных отложениях и принадлежат батскому ярусу среднего отдела юрской системы. Угленосная свита наиболее полно развита в пределах Кутаиси и Ткибули. Отложения свиты обладают мощностью от 80 до 400 *м*.

   В районе месторождения распространены песчано-глинистые отложения, состоящие из толщи чередующихся глинистых и песчанистых пород, содержащих глинисто-сидеритовые конкреции. Они являются фациально измененными аналогами разреза угленосной свиты районов Ткибули и Кутаиси. Мощность их здесь достигает 40—60 *м*.

4. Пестроцветная свита включает различные песчаники, глинистые породы и мергели, трансгрессивно залегающие на различных стратиграфических горизонтах сланценосной и угленосной свит. Возраст этих отложений, по В. П. Ренгартену (1941), кимериджский; на основании более уточненных данных Б. А. Канчели они относятся к кимериджскому и титонскому ярусам юрской системы. Мощность отложений пестроцветной свиты 300 *м*. Имеются указания на присутствие в пределах западной части Грузии также свиты глин и мергелей аптского и альбского ярусов нижнего мела.

Самые молодые геологические образования — широко распространенные песчано-галечниковые и глинистые отложения четвертичного времени различной мощности.

Сланценосные отложения залегают в антиклинальной складке северо-восточного простирания. Величина углов наклона слоев от 5—15 до 35°. Падение пород в юго-восточном крыле антиклинальной складки круче, чем в северо-западном.

Сланценосная толща представлена чередованием глинистых сланцев, туфов и песчаников. Строение пластов листоватых глинистых сланцев и приближающихся к разностям горючих сланцев сложное. Общий характер строения хорошо виден из описания Рионского месторождения, находящегося в сходных геологических условиях и обладающего идентичным разрезом слагающих его пород.

Сланценосная толща Джварского месторождения, мощность которой достигает 130 *м*, разделена на три продуктивных горизонта. Каждый из них соответствует самостоятельному ритму осадконакопления.

Краткая характеристика пластов горючих сланцев продуктивных горизонтов дана в табл. 154.

Таблица 154

Количество и мощности пластов горючих сланцев

Продуктивный горизонт	Мощность горизонта, *м*	Количество пластов	Мощность пластов, *м*	Суммарная мощность пласта, *м*	Расстояние между горизонтами, *м*	Состав породных прослоев
Верхний	10,20	5	0,70—2,45	7,55	17,40	Туфы
Средний	8,80	8	0,40—1,10	5,55	—	Туфы и песчаники
Нижний	14,85	9	0,30—1,15	6,40	30,00	Туфы и алевролиты
Итого . . .	38,85	23	—	19,50		

Строение пластов сложное. Горючие сланцы обладают тонкой (листоватой) слоистостью, почти черным цветом и значительной плотностью. Под микроскопом горючие сланцы выглядят коричневато-бурой пелитовой основной массой, содержащей мелкие чешуйки мусковита, биотита, глинистых минералов и органическое вещество. Присутствуют также мелкие обломки кварца, полевого шпата и вторичные образования кальцита, в виде пятен. От пламени спички большая часть горючих сланцев зажигается с трудом. В костре они горят коптящим пламенем, издавая запах жженой резины.

Анализ горючих сланцев показал высокую их зольность — 85%, значительный удельный вес — 2,2, малый выход смолы — не выше 2,50% — и низкую теплоту сгорания — от 530 до 1500 *ккал/кг*.

Площадь распространения горючих сланцев в пределах Джварского месторождения около 10 *км*^{2}. Общие запасы горючих сланцев, при суммарной мощности пласта, равной 19,5 *м*, оценены в 240 тыс.*т*. Сланцы низкокачественные и для разработки в общей массе являются неперспективными.

Судя по анализам, на данном месторождении развиты в основном глинистые сланцы с незначительным содержанием органического вещества, среди которых отдельными прослоями присутствуют несколько более богатые горючей массой разности, близкие к собственно горючим сланцам.

Возможно, среди сланценосной толщи при детальном геологическом изучении, в частности путем послойного опробования, могут быть выделены прослои более высококачественных горючих сланцев, которые, вероятно, могли бы иметь практическое значение, особенно при комплексном использовании всего вещества сланцев.

РИОНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в предгорной части Рионской низменности при впадении в р. Риони притока Гелеонис-Геле и находится в сходных с предыдущим месторождением геологических условиях.

Месторождение сложено главным образом осадочным комплексом юрских и меловых пород. Сланценосная толща приурочена к юрским отложениям, в период накопления которых проявлялась активная вулканическая деятельность. В юрском осадочном комплексе в районе месторождения содержатся вулканогенные породы с характерным литологическим горизонтом зеленоватых песчаников и сланцев. Вулканогенные образования выделены в порфиритовую серию, по И. Р. Кахадзе, или свиту, по К. Н. Паффенгольцу. Отложения свиты представляют собой вполне определенную стратиграфическую единицу, отнесенную к байосскому ярусу среднеюрской системы. Мощность пород порфиритовой свиты в районе месторождения свыше 200 *м*.

На порфиритовой свите согласно залегают отложения сланценосной свиты с постепенным переходом между ними. Сланценосная свита сложена глинистыми листоватыми сланцами, различными по крупности зерна песчаниками с включением тонколистоватых обогащенных органическим веществом пород, близких к горючим сланцам. Мощность сланценосной свиты 130 *м*.

Стратиграфически выше согласно и с постепенным переходом залегают отложения угленосной свиты, содержащей остатки пресноводных моллюсков и растений. Мощность пород угленосной свиты 150—400 *м* (максимальная мощность в районе Ткибули). Еще выше, в стратиграфической последовательности трансгрессивно лежат песчано-глинистые и мергелистые отложения кимериджского и тимптонского ярусов и с угловым несогласием на них — толща глин и мергелей аптского и альбского ярусов. Мощность толщи порядка 800—830 *м*, в том числе мощность меловых глинисто-карбонатных осадков 31 *м*.

Строение сланценосной свиты следующее (снизу вверх):

1. Сланец глинистый, листоватый, с прослоями сланца горючего. Мощность прослоев горючего сланца 5—10 *см* . . . . . 4,30 *м*
2. Сланец горючий, тонколистоватый, с прослоями (5 *см* мощности) туфов 2,70 „
3. Песчаник мелкозернистый, глинистый . . . . . 0,80 „
4. Сланец тонколистоватый, горючий, с прослоями (2 *см* мощности) пепла 1,60 „
5. Пепел вулканический, сильно измененный . . . . . 0,25 „
6. Сланец горючий, тонколистоватый, темно-серый, с тонкими (до 2 *см*) прослоями туфа . . . . . 2,45 „
7. Песчаник мелкозернистый, с отпечатками растительных остатков . . . 2,50 „
8. Сланец глинистый, тонколистоватый, серый, с прослойками (20—25 *см* мощности) глинистых мелкозернистых песчаников . . . . . 21,0 „
9. Песчаник среднезернистый, плотный . . . . . 3,50 „
10. Сланец глинистый, серый, листоватый . . . . . 8,0 „

11. Сланец глинистый, серый, тонколистоватый, с несколькими (15—20 *см*) прослоями песчаника . . . . . 20,0 *м*
12. Сланец глинистый, темно-серый, со слабым обогащением органическим веществом . . . . . 0,35 „
13. Порфирит светло-зеленого цвета, измененный (пластовая жила) . . . 4,0 „
14. Сланец горючий, тонколистоватый, с одним 10-сантиметровым и несколькими 3-сантиметровыми прослоями туфа . . . . . 1,05 „
15. Песчаник мелкозернистый, серый, глинистый . . . . . 0,15 „
16. Сланец горючий, листоватый, темный . . . . . 0,50 „
17. Туф серый . . . . . 0,30 „
18. Сланец горючий, листоватый, темный, с прослоями туфа (2—3 *см*) . . 2,05 „
19. Туф светло-серого, почти белого, цвета . . . . . 0,25 „
20. Сланец горючий, черный, с тонкими (до 2 *см*) прослоями туфа . . . 0,80 „
21. Диабаз . . . . . 1,05 „
22. Песчаник мелкозернистый, с редкими тонкими (2—5 *см*) прослоями глинистого листоватого сланца . . . . . 1,15 „
23. Порфирит зеленовато-серый . . . . . 5,50 „
24. Сланец глинистый, листоватый, с прослоями (15—20 *см*) разнозернистого песчаника . . . . . 14,0 „
25. Туф сильно измененный . . . . . 0,25 „
26. Сланец горючий, листоватый, с многочисленными микрослоями (2—3 *см* мощностью) туфа . . . . . 0,95 „
27. Базальт . . . . . 0,95 „
28. Сланец горючий, листоватый, темный, с прослоями туфа (мощность прослоев туфа 20 *см*) . . . . . 1,15 „
29. Сланец глинистый, серый, неслоистый . . . . . 0,85 „
30. Сланец горючий, листоватый, темный, с редкими прослоями (до 5 *см*) туфа . . . . . 3,85 „
31. Туф серый, измененный . . . . . 0,35 „
32. Сланец горючий, листоватый, темный, с тонкими (1—2 *см*) прослоями туфа . . . . . 3,80 „
33. Туф серый, сильно измененный . . . . . 0,30 „
34. Сланец горючий, листоватый, темный, с несколькими прослоями (5—6 *см*) туфа . . . . . 2,95 „
35. Сланец глинистый, светло-серый . . . . . 0,50 „
36. Сланец горючий, листоватый, с несколькими маломощными прослоями туфа . . . . . 0,60 „
37. Песчаник мелкозернистый, темно-серый, глинистый . . . . . 0,30 „
38. Сланец горючий, глинистый, листоватый, темно-серый, почти черный, с тонкими (2—3 *см*) прослоями туфа . . . . . 0,95 „
39. Базальт (в виде прослоя) . . . . . 2,80 „
40. Сланец глинистый, листоватый, светло-серый, с мелкими прослоями песчаника . . . . . 18,0 „

Сланценосные отложения образуют антиклинальную складку северо-восточного простирания. Величина углов наклона слоев колеблется от 15 до 30°. Величина углов падения в юго-восточном крыле антиклинали больше, чем в северо-западном.

В разрезе продуктивной свиты хорошо различимы три цикла сланценакопления.

Данные о количестве и мощности пластов горючих сланцев по горизонтам приведены в табл. 155.

Породные прослои в пластах горючих сланцев представлены в подавляющем большинстве случаев сильно измененными туфами. В нижнем продуктивном горизонте вместе с туфами присутствуют глинистые песчаники или алевролиты. Породы, разделяющие сланценосные горизонты, состоят из песчаников, аргиллитов и пластовых тел базальтов в нижней части верхнего цикла, из песчаников, диабазов и порфиритов — в среднем и песчаников — в нижнем цикле.

Весьма характерно неравномерное распределение прослоев туфового материала по разрезу сланценосной свиты. Мощность прослоев туфов в пластах горючих сланцев в большинстве случаев от 1 до 5 *см*. Мощности туфовых прослоев междупластий 0,25—0,30 *м*. Это наблюдается в разрезе всех трех горизонтов и указывает на периодические

Таблица 155

Продуктивный горизонт	Мощность горизонта, *м*	Количество пластов горючего сланца	Мощность сланцевых пачек в пластах, *м*	Суммарная мощность пластов горючего сланца, *м*	Строение пластов	Расстояние между горизонтами, *м*
Верхний	17,50	7	0,5—3,85	14,25	Сложное	
Средний	9,45	4	0,5—2,05	4,75	То же	23,0
Нижний	12,10	3	1,60—2,7	7,00	"	55,0
Итого	39,05	14,0		26,00		

усиления и ослабления вулканических проявлений в процессе осадконакопления при сохранении определенной ритмичности в сланценосной толще. Горючие сланцы Рионского месторождения горят коптящим пламенем и издают при этом запах жженой резины.

Анализы показывают содержание в них влаги (W^c) 2,10—8,88%, золы (A^c) 73,16—87,57%, серы ($A^c_{общ}$) 0,35—6,72% (в том числе $S_{пир}$ 1,42% и $S_{орг}$ 1,87%): летучих (V^c) 7,32—19,28%. Теплотворная способность сланцев ($Q^c_б$) в среднем 910 *ккал*. Максимальные величины теплотворной способности по отдельным пробам составляют 1600—1700 *ккал/кг*. Содержание в сланцах углерода (C^r) от 38,81 до 54,30%; водорода (H^r) от 8,26 до 10,51%; органической массы от 10,68 до 24,34%. Выход смолы в сланцах от 0,71 до 7,71%, в среднем по 136 пробам 4,12%. Разгонка смолы дала выход фракций: при температуре до 150° 3,5% 150—200° 16%, 200—300° 31,5%, 300—350° 19,7% и остаток 29,3%.

Горючие сланцы месторождения, как видно из анализов, высокозольные, некарбонатные, обладают низкой теплотворной способностью и характеризуются в большинстве случаев малым выходом смолы.

В состав золы входят: SiO_2 58,7%; Al_2O_3 21,12%; Fe_2O_3 9,62%; CaO 3,68; MgO 1,96, SO_3 1,4%; Mn 0,03%. Сульфатов железа и кальция в золе сланцев содержится от 0,15—0,30%; фосфора от 0,02 до 0,17%, в большей части проб количество фосфора колеблется от 0,12 до 0,14%. Температура плавления золы 1247° С. Горючие сланцы многосернистые (в среднем содержании серы 3,55%).

Теплота сгорания ($Q_б{}^c$) сланцев изменяется от нескольких сотен до 1200—1400 *ккал/кг*. Максимальной теплотворной способностью — 1600—1700 *ккал/кг* — обладают сланцы лишь нескольких проб. Удельный вес сланцев от 1,99 до 2,44.

Общая площадь распространения горючих сланцев на месторождении порядка 20 *км*^{2}. Запасы слабо битуминизированных, близких к горючим сланцам пород составляют 1470 млн. *т*. Качество горючих сланцев, как видно из анализов, в среднем низкое. Однако в продуктивных горизонтах имеются отдельные прослои сланцев с несколько лучшими показателями по выходу смолы (до 7,71%). Такие прослои, возможно, и могут иметь практическое значение, но они из общей низкокачественной массы сланцев пока еще не выделены.

Низкое содержание окиси кальция в золе сланцев указывает на невозможность использования последних в качестве цементного сырья. В целом месторождение малоперспективно. Для выделения на нем более продуктивных слоев сланца следует подвергнуть специализированному послойному изучению разрез сланцевой толщи месторождения.

ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Сланцепроявление в Гомбори-Телавинском районе в восточной части Грузии приурочено к глинистым, песчано-глинистым и мергелистым отложениям.

Продуктивная толща залегает на отложениях апт-маастрихтского яруса меловой системы. Состоит она из сланцеватых глин, полимиктовых и туфогенных песчаников и тонко рассланцованных пород, обогащенных органической (битуминозной) массой, близких к горючим сланцам. По ископаемым остаткам фауны и флоры возраст сланценосной толщи местными гидрогеологами установлен в пределах от датского яруса верхнемелового отдела до среднего эоцена палеогеновой системы.

По данным А. В. Ульянова (1954), возраст их палеоценовый.

Залегание слоев моноклинальное с падением на СЗ 330—350° под углом от 20 до 30° и 60—85° вблизи зон тектонических нарушений.

В сланценосной толще установлено пять пластов глинистых горючих сланцев. Мощность пластов от 2,25 до 6,30 *м*. Строение большинства из них сложное. Содержание в горючих сланцах влаги ($W^{л}$) 0,16—6,00%, золы ($A^{с}$) 84—96%, летучих ($V^{г}$) 32—99%, в преобладающем количестве проб от 80 до 92%, серы ($S^{л}_{общ}$) от 0,05 до 2,89%. Выход смолы в сланцах 1,32—1,73%. Удельный вес их от 1,13 до 2,76.

Анализы показывают, что сланцы высокозольные. Зола в них состоит из: SiO_2 (50,40—72%), Al_2O_3 (8,03—26,95%), Fe_2O_3 (3,52—10,05%), CaO (16,9—23,04%), MgO (0,23—5,47%) и SO_3 (0,33—5,27%).

Запасы горючих сланцев на месторождении значительные.

Как видно из анализов, горючие сланцы Гомбори-Телавинского района высокозольные, обладают слишком малым выходом смолы и в общей массе низкокачественные, не имеющие на данной стадии изученности и экономики производства практической ценности.

Горючие сланцы в Ахметском районе залегают отдельными прослоями в толще песчано-глинистых пород эоцена. Они содержат смолы в пределах 0,1—1,5%. Нижние показатели выхода смолы принадлежат слабо сапропелевым аргиллитам, вмещающим разности, близкие к горючим сланцам.

Горючие сланцы Целенджихского района имеют тот же характер, что и предыдущие. Выход смолы ($T^{с}$) в них от 0,1 до 2,81%. Нижние пределы содержания смолы относятся к слабо сапропелитовым аргиллитам.

Из краткого обзора сланценосных отложений территории Грузинской ССР видно, что промышленных месторождений горючих сланцев здесь в настоящее время пока не выявлено.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ АРМЯНСКОЙ ССР

На территории Армянской ССР горючие сланцы известны в нескольких местах: на северо-западе в Ахурянском и Гукасянском районах, близ оз. Севан в Дилижанском районе и на юго-востоке в пределах Мегринского района. Сланценосные отложения развиты в небольших впадинах в области прогибания, обрамляющего мезозойское поднятие, выраженное в современном рельефе горным массивом Малого Кавказа.

Сланценосная толща приурочена к песчано-глинистым отложениям палеогена — неогена и в каждом из перечисленных районов имеет различное стратиграфическое положение. Наиболее молодая по возрасту (плиоценовая) на юго-востоке, в пределах Мегринского района. К эоценовым отложениям принадлежат горючие сланцы территории Ахурянского и Гукасянского районов. Промежуточное положение в разрезе занимают горючие сланцы Дилижанского района. Они относятся к низам миоцена.

Во всех этих районах проводились геологические работы (А. Т. Асланян, С. А. Тарасян. Н. Г. Осташвили и др.). На основании этих работ и дается краткая характеристика месторождений и проявлений горючих сланцев.

НОР-АРЕВИКСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в 1 *км* от одноименного села в долине р. Мюлькчая, правого притока р. Мегри, впадающией в р. Аракс. В 0,5 *км* от месторождения проходит грунтовая дорога, а в 25 *км* находится ст. Мегры Закавказской ж. д.

О наличии горючих сланцев в этом районе известно по сведениям Г. Г. Цулукидзе, Архипова и Халатова с 1870 г. Месторождение находится на высоте с абсолютной отметкой 1450—1550 *м* с превышением над уровнем долины около 150 *м*. Территория его сложена мощными палеоген-неогеновыми отложениями и палеозойско-мезозойскими кристаллическими породами. Последние, представленные главным образом гранодиоритами, слагают фундамент, на котором залегает серия осадочных пород, включающая отложения сланценосной толщи.

Серия осадочных пород сложена преимущественно грубообломочными разностями, состоящими из конгломератов, брекчий и песчаников. Глинистые и известковистые породы в разрезе пользуются ограниченным распространением. Осадочный комплекс разделен (Тарасян, 1941ф) на следующие горизонты (снизу вверх):

1. Сланценосная толща глинисто-известковисто-песчанистых пород, включающая горючие сланцы. Мощность толщи 25 *м*.
2. Песчаники грубозернистые . . . . . 5,4 *м*
3. Конгломераты и брекчии . . . . . 400 „
4. Валунные отложения . . . . . 20—30 „

Сланценосная толща слагает южную часть разреза. В ней преобладают более тонкие по гранулометрическому составу глинистые и известково-глинистые породы. Детали строения сланценосной толщи зафиксированы по одному из обнажений на р. Мюлькчае. Снизу вверх здесь залегают:

1.	Песчаники грубозернистые, зеленоватые, с включением гальки гранодиорита, в кровле среднезернистые и глинистые	10,00 *м*
2.	Чередование слоев песчаника среднезернистого и известняка глинистого	1,25 „
3.	Горючий сланец, в верхней части слоя более песчанистый	0,50 „
4.	Известняк глинистый, в верхней части слоя тонкоплитчатый	2,10 „
5.	Глина	0,10 „
6.	Горючий сланец	0,45 „
7.	Уголь бурый, черного цвета, блестящий	0,12 „
8.	Глина	0,15 „
9.	Горючий сланец	0,14 „
10.	Сланец глинистый	0,07 „
11.	Известняк глинистый, слегка углистый	0,05 „
12.	Горючий сланец	0,65 „
13.	Углисто-глинистый сланец	1,00 „
14.	Глина сланцеватая	0,12 „
15.	Песчаник грубозернистый, переслаивающийся с брекчиевидными разностями	7,35 „

Известняки и мергелистые породы сланценосной толщи содержат остатки фауны (по определениям Г. Г. Цулукидзе, В. В. Богачева и А. А. Габриэляна, 1952): *Planorbis Coquandianus, Helix* sp., *Valvata helicoides* Forb. и *Chra* Dub., *Planorbis* и осколки *Anodonta; Melanopsis* sp., *Melania* sp., *Trohus* sp., *Phasianella* sp., *Planorbis* sp. Перечисленные остатки фауны характерны для отложений плиоцена. По мнению Г. Г. Цулукидзе, сланценосные отложения относятся к миоцену. К. А. Паффенгольцем (1954) сланценосные отложения Нор-Аревикского месторождения по аналогии с отложениями Джаджурского угольного месторождения отнесены к неоген-четвертичным.

На площади месторождения выделены Кетыглыхский и Хаотский участки.

Данные о количестве пластов горючих сланцев на участках и их мощности приведены в табл. 156.

Таблица 156

Характер пластов горючих сланцев по месторождению

Участки	Кетыглыхский участок				Хаотский участок					Примечание
Наименование пластов	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	
Мощность пластов, *м*	0,50	0,45	0,14	0,65	0,20	3,25	0,30	От 0,70 до 2,35	От $\frac{0,68}{0,53*}$ До $\frac{1,58}{0,89}$	Пл. V имеет 2—3 пачки, на севере 10—12 пачек
Строение						Сложное			Сложное	

* В числителе показана общая мощность пласта, в знаменателе — горючего сланца.

Намечается общая тенденция выклинивания пластов горючих сланцев в южном и северном направлениях.

Горючие сланцы представляют собой плотную с неравномерным, иногда раковистым изломом породу темно-серого до черного цвета. Для сланцев характерна тонколистоватая текстура вблизи поверхности и плитчатая — в более глубоких по залеганию частях пластов.

Среди однородной, тонкозернистой основной массы сланцев иногда наблюдаются маломощные прослои песчаников, с включениями в них мелких обугленных растительных остатков, обычно плохой сохранности.

Микроскопическое исследование сланцев показало, что они обладают полосчатой структурой и состоят из светло-бурой до желтоватой гуминовой основной массы. Минеральные примеси представлены значительным количеством дисперсной глины и мелкими обломками кварца и полевого шпата.

Петрографическое исследование установило наличие в пределах месторождения сланцев двух типов. Одни из них содержат много гуминового вещества и относятся к сланцам угольного ряда. Другие обладают наличием в их составе органического вещества смешанного сапропелево-гумусового состава.

От пламени спички сланцы не зажигаются. В огне костра они горят с характерным для жженой резины запахом.

Данные результатов химических и технологических анализов сланцев помещены в табл. 157.

Из анализов видно, что сланцы месторождения высокозольные, многосернистые, некарбонатные.

Обращает внимание существующая прямая зависимость между выходом смолы и теплотой сгорания горючих сланцев. Так, например, содержанию смолы (T^c — числитель) отвечают соответствующие величины теплоты сгорания ($Q_б^c$ — знаменатель):

$$\frac{T^c\ 2,4\%}{Q_б^c\ 1065\ ккал/кг},\quad \frac{T^c\ 4,0—4,8\%}{Q_б^c\ 1235—1272\ ккал/кг},$$

$$\frac{T^c\ 6,8\%}{Q_б^c\ 1837\ ккал/кг},\quad \frac{T^c\ 8,8\%}{Q_б^c\ 2254\ ккал/кг}.$$

Зола горючих сланцев обладает следующим составом (в %): SiO_2 62,39; Al_2O_3 20,68; Fe_2O_3 9,15; CaO 1,91; MgO 0,20; TiO_2 0,08; MnO 0,01; R_2O_3 30.

Высокое содержание в золе сланцев кремнезема и низкое содержание карбонатов ограничивает возможности использования золы в промышленности строительных материалов и для производства минеральных удобрений.

Площадь распространения сланценосных пород на месторождении около 6 *га*. Общие запасы горючих сланцев по геологическим соображениям оцениваются в 3,5 млн. *т*.

Многие вопросы качественной оценки на месторождении еще недоработаны. На основании имеющихся материалов Нор-Аревикское месторождение следует отнести к разряду малоперспективных. Однако оно имеет некоторое значение как резерв энергетического и химического сырья республиканского значения.

ДИЛИЖАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено у сел. Папано, в правобережной части долины р. Акстафы, вблизи г. Дилижана.

В орографическом отношении район месторождения представляет собой высоко приподнятую платообразную поверхность с абсолютными отметками, достигающими 1250—1300 *м*.

Качественная характеристика

Таблица 157

горючих сланцев

Участок	Пласт	W, %	A^c, %	V, %	Технический анализ Кокс, %	$S^c_{общ}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*	Сухая перегонка, % Смола	Вода *общая*	Полукокс	Газ и *потери*	Удельный вес
Кетыглых-ский	II	—	71,18	—	—	—	1653	4,50	—	—	—	1,90
Хаотский	II	—	—	—	—	—	1656	6,00	10,40	80,40	3,20	1,90
	II нижний	—	70,34	—	—	—	1272	4,00	12,00	83,20	0,80	1,90
	II средний	—	—	—	—	—	1837	6,80	10,00	80,00	3,20	1,90
	II верхний	—	—	—	—	—	1529	6,40	10,60	79,80	3,20	1,90
	II	—	77,00	—	—	—	1578	4,80	11,20	82,80	1,20	1,90
	III	—	74,98	—	—	—	1547	6,00	8,00	82,80	4,00	1,90
	IV нижний	—	—	—	—	—	1270	4,00	10,60	82,00	3,00	1,90
	IV средний	—	76,08	—	—	—	1235	4,80	12,00	82,00	1,20	1,90
	IV верхний	—	—	—	—	—	1254	8,80	12,00	76,80	2,40	1,70
	IV	4,65	71,88	17,71	3,48	4,07	1920	—	—	—	—	2,10
	IV	4,72	72,41	21,43	1,37	4,48	1953	—	—	—	—	2,00
	V	—	—	—	—	—	1065	2,40	18,00	75,30	4,40	1,90
	Среднее по всем пробам и пластам	—	70,76	—	—	—	1560	5,40	11,50	79,50	2,70	1,90

Месторождение приурочено к северной части Севанского синклинория, выполненного мощной серией осадочно-вулканогенных пород палеогенового возраста. Эта серия, по данным Н. Г. Осташвили (1954 ф), состоит из следующих комплексов (снизу вверх):

1. Толщи известковистых песчаников, среднезернистых, с прослоями конгломератов. Песчаники обогащены большим количеством вулканогенного материала и содержат прослои липаритов.
2. Толща глинистых сланцев и песчаников, обогащенных вулканогенным материалом, с прослоями туфов. В южных участках района песчаники фациально замещаются мергелистыми известняками.
   Мощность первой и второй толщ около 1200 *м*.
3. Андезитовые порфириты (локального развития). Мощность до 300 *м*.
4. Туфы и андезиты пепельной и фиолетовой окраски. Мощность порядка 1500 *м*.
5. Конгломераты крупногалечные, с галькой порфирита (развиты линзами в северном крыле синклинория). Мощность около 300 *м*.
6. Сланценосная свита, представленная листоватыми глинистыми сланцами, песчаниками и горючими сланцами. Мощность 700 *м*.

Эта свита самая молодая в разрезе и на основании определений ископаемых растительных остатков отнесена Н. Г. Осташвили к среднему эоцену палеогена. Сланценосные отложения прослежены на значительной территории от устья р. Баданчая до сел. Папано. Продолжаются сланценосные отложения и в сторону сел. Красное, но на этом участке они не изучались.

Полный разрез продуктивной свиты вскрыт буровой скв. 1. В ней установлен следующий разрез (снизу вверх):

1. Глины серые с тонкими (1—2 *мм*) прослоями сланцев, обогащенных органическим веществом, близких к горючим. Прослои залегают в верхней части толщи. Глубина залегания глин от 256,2 до 295,5 *м*. Общая мощность толщи глин 39,3 *м*.
2. Глины темно-серые, сланцеватые, с двумя пачками тонкослоистых глинистых обогащенных органическим веществом пород, близких к горючим сланцам. Глубина залегания глин второго горизонта 160,0—256,2 *м*. Мощность их 96,2 *м*.
3. Сланцы глинистые, темно-серые, иногда бурые, с пачками тонкослоистых обогащенных органическим веществом пород, близких к горючим сланцам. Глубина залегания толщи глинистых сланцев 89,6—160,0 *м*. Мощность 71,4 *м*.
4. Сланцы глинистые, с прослоями глин и рассланцованных плотных темных с незначительным количеством органики глинистых пород. Глубина залегания от 10,75 до 89,60 *м*. Мощность глинистой толщи 78,85 *м*.

По существу здесь развиты глинистые сланцы, в различной степени обогащенные органическим веществом, среди которых имеются разности, близкие по составу к горючим. В дальнейшем они будут именоваться горючими сланцами.

Сланценосные породы обладают моноклинальным залеганием и падают на СЗ 340° под углом от 20 до 40°. Углы наклона верхних слоев более крутые, достигающие 60-65°.

На месторождении вскрыто 11 пластов горючих сланцев рабочей мощности. Пласты по разрезу распределены неравномерно и фактически сосредоточены в трех горизонтах, отстоящих на 60—70 *м* друг от друга. Мощность и количество пластов в каждом из них приведены в табл. 158.

Таблица 158

Распределение пластов горючих сланцев по разрезу

Горизонт	Мощность горизонта, *м*	Количество пластов горючих сланцев	Мощность пластов горючих сланцев, *м*	Строение пластов
III верхний	35	2	Верхний пласт—8 Нижний пласт—13	Сложное
II средний	Около 10	1	7,50	Сложное
I нижний	53	8	В том числе 3 пласта 0,5—1,0 *м* и 2 пласта 3,0—4,0	Простое и сложное

Общая мощность суммарного пласта горючих сланцев на Дилижанском месторождении высокая — достигает 40 *м*. Пласты горючих сланцев обладают выдержанным характером залегания. Большинство пластов не сближены. В нижней части сланценосной толщи сосредоточено максимальное количество пластов горючих сланцев. Вверх по разрезу количество пластов уменьшается, но возрастает их мощность.

Горючие сланцы макроскопически темно-серая, почти черная, иногда буроватая, плотная и сильно рассланцованная порода. Вблизи поверхности они окисляются, становятся хрупкими и распадаются при этом на тонкие (2—3 *мм* толщиной) плитки и угловатые обломки. В них встречаются остатки растений. На плоскостях наслоения сланцев наблюдаются следы волнистой ряби. В тонких плитках сланцы легко зажигаются от пламени спички и горят длинным коптящим пламенем.

Химический анализ горючих сланцев показал содержание в них: влаги (W^a) 2,68—7,75%, золы (A^c) 79,51—85,96%, летучих (V^c) 9,56—15,04%, серы ($S^c_{общ}$) 0,13—0,38%; теплота сгорания ($Q^c_б$) 300—1100 *ккал/кг*.

Сланцы Дилижанского месторождения относятся к высокозольным и малосернистым разностям. В составе золы содержится: SiO_2 47,3—69,1%; Al_2O_3 14—24%; Fe_2O_3 5,43—17,05; CaO 2,10; MgO 1,40%; K_2O 1,56—2,02%; Na_2O 0,36—0,89%; MnO 0,03—0,36%; TiO_2 0,052—0,075%; P_2O_5 0,09—0,54. Сумма полуторных окислов в золе сланцев от 26,1 до 34,3%. Температура плавления золы находится в пределах 1180° (начало размягчения) — 1230°.

Большой зольности сланцев соответствует и их удельный вес — от 2,41 до 2,71. Данные анализа золы свидетельствуют о том, что она является неогнеупорной. Данные о содержании в золе редких элементов отсутствуют. Количество минеральной углекислоты изменяется в широких пределах — от 0,22 до 7,26%, обычно содержание порядка 4,5—5,0%.

Сухая перегонка сланцев при температуре 500—550° дала выход смолы 1,64—2,74%; подсмольной воды 7,88—9,61%; полукокса 84,10—88,70%; газа и потерь 1200—2700 *см*³. Горючий газ горит голубоватым некоптящим пламенем, не содержит сероводорода. Первичный газ состоит из 10% CO_2; 5% C_nH_{2n}; 8% O_2; 0,6% CO; 35,84% H_2; CH_4; 40% N_2; H_2S; Σ =99,44%.

Качество горючих сланцев, судя по анализам, низкое. Пробы для производства анализов брались вблизи поверхностной окисленной части пластов, заведомо обладающих более низким выходом смолы. Не исключено, что глубокие слои сланцев могут оказаться лучшего качества.

Общие запасы на месторождении не подсчитывались, но, вероятно, они значительные. Для выяснения перспектив месторождения следует дополнительно поставить разведочные и исследовательские работы. На данной стадии его изученности вопросы практического значения месторождения неясны.

КОТАЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в 7—8 *км* севернее Еревана и связано с ним шоссейной дорогой.

Восточная часть месторождения приурочена к Канакерскому, а западная — к Егвардскому горному плато. По данным Н. Г. Осташвили (1954) и др., в строении месторождения принимает участие нижне- и среднемиоценовые отложения неогеновой системы. Они пройдены опорной и рядом других буровых скв. 2, 5, 22 и 29. Разрез слагающих месторождение пород следующий (снизу вверх):

1. Красноцветная нижнемиоценовая свита представлена глинистыми и песчаными породами с небольшими линзами и слоями слабо сцементированных конгломератов и галечников. Мощность свиты до 500 *м*.
2. Гипсоносная свита среднего миоцена состоит из различных глин с прослоями и включениями гипсов. Мощность отложений свиты около 700 *м*.
3. Сланценосная свита (соленосная, по Н. Г. Осташвили) принадлежит отложениям среднего миоцена. В ней присутствуют зеленовато-серые глины, прослои каменной соли и горючих сланцев (I горизонта), которые приурочены к верхней части свиты. Мощность свиты достигает 800 *м*.
4. Песчано-глинистая свита, относящаяся, по данным К. Н. Паффенгольца, к сарматскому ярусу, по данным В. П. Ренгартена — к плиоцену.
   В состав свиты, кроме глин и песчаников, включены мергели и среди пачек глинистых сланцеватых пород прослои горючих сланцев — прослои II, или верхнего горизонта. Мощность свиты порядка 220 *м*.
5. Андезито-базальтовые породы четвертичного покрова.

Горючие сланцы расположены в двух песчано-глинистых толщах. Сланцы из нижнего горизонта представлены одним-двумя пластами, установленными буровыми скв. 22 и 29. Верхний горизонт горючих сланцев приурочен к песчано-глинистой толще низов сарматского яруса. Пласты (от I до V) этого горизонта вскрыты буровыми скв. 12, 14, 15, 16, 17, 19, 22 и 24.

Сведения о количестве, мощности и глубине залегания пластов горючих сланцев месторождения приведены в табл. 159.

Таблица 159

Количество и мощности пластов горючих сланцев Котайского месторождения

Возраст	Местоположение	Пласт	Глубина залегания, *м*	Мощность пласта, *м*
Ранний сармат	Скв. 12	—	272,8—271,0	1,80
	Скв. 14	—	63,6— 63,3	0,30
	Скв. 16	—	251,0—250,8	0,20
	»	—	257,1—256,9	0,20
	Скв. 17	V	109,55—108,85	0,70
	»	IV	167,45—165,95	1,50
	»	III	190,1—186,90	3,20
	»	II	352,2—351,9	0,30
	»	I	419,7—419,5	0,20
	Скв. 19	—	200,6—200,0	0,60
	»	—	253,4—252,8	0,60
	Скв. 22	—	226,7—226,3	0,40
	»	—	228,8—228,5	0,30
	Скв. 24	—	252,0—251,5	0,50
	»	IV	306,2—304,7	1,50
	»	III	339,5—336,5	3,00
Средний миоцен	Скв. 29	—	351,0—349,0	2,00
	Скв. 22	—	284,1—283,3	0,80
	»		339,5—338,5	1,00

Качественная характеристика горючих

Пласты	W^a, %	A^c, %	V^r, %	$S^c_{общ}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
Пласты нижнего горизонта	4,62—8,42	76,10—80,77	37,33—86,92	1,35—5,36	213—979
Пласты верхнего горизонта:					
III	5,19	69,29	82,34	6,28	2035
IV	4,74	73,02	97,34	3,99	1506
V	7,18	81,79	76,74	1,44	934

Горючие сланцы представляют собой глинистую или песчано-глинистую тонколистоватую породу серого или бурого цвета, обогащенную органическим веществом. Излом в них ступенчатый или листоватый. Толщина плиток не более 1—2 *мм*. По плоскостям наслоения присутствуют тонкие известковистые прослойки, пылевидная вкрапленность и мелкие конкреции пирита. В горючих сланцах нижнего горизонта наблюдаются включения мелких кристаллов каменной соли. Некоторые разности сланцев легко зажигаются от пламени спички и горят большим коптящим пламенем с характерным запахом жженой резины.

Результаты проведенных химико-технологических исследований горючих сланцев приведены в табл. 160.

Среднее содержание минеральной углекислоты 2,50%. Удельный вес сланцев от 1,99 до 2,38.

Из данных анализов горючих сланцев месторождения видно, что они слабо карбонатные, в большинстве своем многозольные, сернистые и обладают низкой теплотой сгорания.

Сланцы I, или нижнего, горизонта обладают настолько низкой теплотой сгорания (в среднем 596 *ккал/кг*), что их нельзя использовать в качестве энергетического топлива.

Повышенная сернистость и малый выход смолы делают сланцы нижнего горизонта малоперспективными при настоящих технологических возможностях производства и для химической промышленности.

Горючие сланцы верхней сланценосной толщи в общей массе менее сернистые и имеют примерно ту же теплоту сгорания; близки они и по показателям выхода смолы.

Дифференцированное опробование сланцев нижнего горизонта по пластам дало более интересные результаты. Так, III пласт, как видно из табл 160, обладает значительно меньшей зольностью и довольно высоким средним (11,20%) выходом смолы. Несравненно лучшие показатели теплоты сгорания — 2035 *ккал/кг*. Единственным недостатком сланцев III пласта является высокая их сернистость — 6,40%.

Качественная характеристика сланцев III пласта указывает на возможность использования их в качестве энергетического топлива. Для химической переработки сланцы этого пласта малопригодны из-за повышенной их сернистости. Горючие сланцы IV пласта несколько худшего качества, теплота сгорания их близка к предельно допустимой по нормативным стандартам для горючих сланцев и, возможно, они могут быть использованы в качестве котельного топлива.

Таблица 160

сланцев Котайского месторождения

Сухая перегонка				
Смола, %	Вода пирогенная, %	Полукокс, %	Газ и потери, %	Органическая часть, %
1,00—4,84	—	—	—	—
11,20	6,40	67,80	14,60	26,61
—		—	—	
—		—	—	

Площадь распространения горючих сланцев большая и запасы их значительные. Расширение площади сланценосных отложений можно ожидать в сторону Егвардского плато Приереванского района.

Возможно, Котайское месторождение горючих сланцев будет заслуживать внимания и более детального литологического изучения в качестве возможных резервов энергетического и химического сырья будущего.

ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Наряду с указанными месторождениями горючих сланцев в пределах Армянской АССР горючие сланцы отмечаются также в районе северной части Гукасянского и южной части Ахурянского районов.

Бандиванское сланцепроявление расположено в левобережной части р. Ахурян, в 1,5 *км* от сел. Амасия, и связано с г. Ленинаканом проходящей по территории залегания сланцев шоссейной дорогой. Морфологически участок распространения сланценосных пород представляет высокое вулканическое плато с отметками поверхности 1800—2000 *м*. Описание сланценосных пород дается по А. Н. Асланяну (1954ф).

Сланценосные отложения залегают среди глинистых пород эоценового возраста. Представлены сланценосные отложения конгломератами, песчаниками, алевролитами, переслаивающимися между собой. Глинистые разности содержат прослои сланцеватых пород, обогащенных органическим веществом и близких к горючим сланцам.

Слои пород залегают в синклинальной складке северо-западного простирания с асимметрично построенными ее крыльями. Падение слоев в юго-западном крыле на ЮЗ 190—205° под углом 50—70°. Слои в северо-восточном крыле обладают меньшими углами наклона. На участке залегают пять пластов так называемых горючих сланцев. Мощность пластов от 1,1 до 8,0 *м*. Строение большинства их сложное. Содержание золы (A^c) в горючих сланцах от 79,18 до 87,87%, теплота сгорания (Q^c) низкая — от 41 до 631 *ккал/кг*, количество серы ($S^c_{общ}$) от 0,31 до 1,00% и минеральной углекислоты по двум пробам 11,25 и 15,13%.

Горючие сланцы известковистые и, как показывают анализы, обладают низким качеством.

В результате низкотемпературной перегонки сланцев было получено: смолы 2,08%; воды всей 2,33%, в том числе пирогенной 1,61%; кокса черно-бурого порошковатого 94%; потери газа 1,59%. Выход битумов на лабораторное топливо 0,51% и на горючее вещество 11,01%.

Сланценосная толща прослежена в районе месторождения на протяжении 1500 *м* по простиранию и 500 *м* по падению.

Общие запасы горючих сланцев оценены в 120 млн. *т*.

Сланцы месторождения высокозольные с малой теплотой сгорания и весьма малым содержанием в них смолы. Для использования на топливо они непригодны. Малая сернистость и значительная известковистость позволяют рекомендовать их для производства минерального удобрения.

Для окончательного выяснения вопроса практического использования сланцев месторождения требуется проведение дополнительных разведочных и исследовательских работ.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

В республике известно большое число проявлений и месторождений горючих сланцев. Однако ни одно из них в данное время не разрабатывается из-за низкой теплотворной способности (500—1300 *ккал/кг*). последних. Это обстоятельство препятствует использованию сланцев как топлива даже узкоместного значения. Вместе с тем наличие в продуктах перегонки сланцев отдельных месторождений до 5% смолы и 50% свободного аммиака в подсмольных водах позволяет рассматривать горючие сланцы Азербайджана как возможное сырье для химической переработки.

Все известные месторождения и проявления горючих сланцев находятся в восточной части Азербайджана, на северном и южном склонах Главного Кавказского хребта и его юго-восточного погружения.

На северном склоне Главного Кавказского хребта, в междуречье Куручая и Вельвеличая, на высоте 500—800 *м* над уровнем моря расположена группа выходов горючих сланцев Кубинского (Рустовского) месторождения, линейно вытянутая с северо-запада на юго-восток на протяжении 30 *км*.

Район месторождения отличается развитой гидрографической сетью, образованной многочисленными, но маловодными горными речками, стекающими в Каспийское море. Развитая дорожная сеть обеспечивает связь с железной дорогой Баку—Ростов, расстояние до которой 43 *км*.

На южном склоне Главного Кавказского хребта в сильно пересеченной местности с абсолютными отметками 800—1000 *м* находится второе по значению Диаллинское месторождение горючих сланцев. В районе месторождения протекают две горные речки — Гердыманчай и Агричай, воды которых используются для орошения.

С железной дорогой Баку—Тбилиси месторождение связано хорошей шоссейной дорогой длиной 55 *км*.

Все остальные месторождения горючих сланцев скорее следует причислить к разряду проявлений, которые географически приурочены к юго-восточному погружению Главного Кавказского хребта, главным образом к области, известной под названием Кобыстана. Эта область является непосредственным продолжением Апшеронского полуострова к западу до меридиана г. Шемаха с границами, совпадающими с очертаниями бассейнов рек Пирсагатчая, Дженгичая и Джейран-Кечмес.

В верховьях и средних течениях перечисленных рек Кобыстан представляет собой типичную горную страну с глубоко, но слабо расчлененным рельефом, возвышающуюся на 800—1400 *м* над уровнем моря. К востоку, в сторону Каспийского моря, местность понижается и приобретает холмистый и ближе к морю равнинный характер.

В хозяйственном отношении Кобыстан освоенная область с многочисленными поселками с широкой сетью шоссейных и грунтовых дорог и линиями электропередач. Основная транспортная магистраль — шоссе

Баку—Шемаха — Кировабад — Тбилиси — пересекает Кобыстан с востока на запад. К этому шоссе тяготеют месторождения горючих сланцев, расположенные в бассейне р. Дженгичая.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Первые сведения о горючих сланцах Азербайджана были получены в дореволюционный период в процессе геологических съемок Апшеронского полуострова, Кобыстана и маршрутных пересечений Главного Кавказского хребта (А. А. Пастухов, Н. Е. Воларович, К. Н. Богданович, И. М. Губкин).

О горючих сланцах Кубинского района упоминает В. В. Богачев (1926). Краткое описание верхнесарматских горючих сланцев Кубинского района, выявленных в 1930 г. при геологической съемке, приводится И. Ф. Пустоваловым (1936).

В. В. Вебер (1935) подвел итоги производившихся в 1927 г. геологосъемочных работ Центрального и Восточного Кобыстана, и до настоящего времени его работа является основным источником сведений о горючих сланцах этого района.

Несколько позже западная и северо-западная части Кобыстана изучались геологическими организациями «Азнефти» (М. Ф. Мирчинк, Н. Б. Вассоевич и З. А. Мишунина). Во время этих исследований были открыты новые выходы горючих сланцев в отложениях верхнего альба.

В 1933 г. Р. Г. Султанов обнаружил Диаллинское месторождение горючих сланцев, вторично обследованное им уже в 1940 г. Этим исследователем на месторождении были выделены четыре горизонта горючих сланцев общей мощностью 20 *м* и протяженностью до 6 *км*. Запасы месторождения Р. Г. Султановым оценены в 12 млн. *т*.

Систематическое изучение горючих сланцев Апшеронского полуострова, Кобыстана, Кубинского и Исмаиллинского районов было предпринято в 1940 г. Азербайджанским филиалом АН СССР. Эти исследования носили рекогносцировочный характер и дали весьма приближенную оценку проявлений горючих сланцев.

Итоги исследований отражены в ряде работ (Султанов, 1948ф; Султанов А. Д., Султанов Р. Г., 1947).

В изучение горючих сланцев с 1941 г. включилось также Азгеолуправление (ныне Управление геологии при Совете Министров Азерб. ССР), организовавшее геологоразведочные работы на Диаллинском и Кубинском (Руставском) месторождениях.

Первое из них разведывалось И. Г. Гасановым (1946ф), определившим запасы горючих сланцев Диаллинского месторождения в 6 млн. *т*.

На Кубинском месторождении работы велись под руководством В. В. Тихомирова (1942ф), которым запасы горючих сланцев оценивались в 22 млн. *т*.

Последняя работа Азгеолуправления по горючим сланцам была проведена в 1949 г. по договору с Министерством местной промышленности Азерб. ССР с целью предварительной оценки многих месторождений Апшеронского полуострова и Центрального Кобыстана (Мамедьяров, 1949ф).

Из всех исследованных месторождений автор выделяет Боян-Атинское и Дженгичайское месторождения, ранее описанные В. В. Вебером, оценивая запасы горючих сланцев до глубины 10 *м* первого в 2 млн. $м^3$ и второго в 1,5 млн. $м^3$. В обоих случаях оценка внушает сомнение из-за явного преувеличения мощности горючих сланцев.

Последние исследования горючих сланцев проведены в период с 1951 по 1955 г. трестом «Кавказуглеразведка» Министерства геологии СССР.

В течение 1951—1952 гг. разведывалось Диаллинское месторождение, а в 1952—1953 гг. — Кубинское (Шария, 1952ф и Гиоргобиани, 1954ф).

Отрицательные результаты разведочных работ на Кубинском и Диаллинском месторождениях побудили трест «Кавказуглеразведка» провести в 1955 г. геологическую съемку и поиски на территории Кубинского, Конахкендского, Кусарского, Дивичинского и Хачмасского районов.

Несмотря на обширность площади, охваченной этими работами, новых проявлений горючих сланцев открыть не удалось. Однако сланценосная свита Кубинского месторождения была прослежена далеко за пределы разведанной ранее площади, что дало возможность прогнозные запасы горючих сланцев увеличить с 48 до 78 млн. *т*.

Оценивая степень геологической изученности известных месторождений и проявлений горючих сланцев, отметим следующее: 1) разведанные месторождения изучены только по выходам горючих сланцев на дневную поверхность, что недостаточно для достоверной оценки запасов и особенно качества полезного ископаемого; 2) значительное число выходов горючих сланцев после их обнаружения в последующем совершенно выпало из поля зрения разведочных и научно-исследовательских организаций, не получив какой-либо оценки; 3) проведение дальнейших исследований горючих сланцев на базе тщательного палеогеографического и фациального анализа может открыть новые перспективы для территории Азербайджана по этому полезному ископаемому.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В области юго-восточного погружения Кавказского хребта по направлению с севера на юг В. Е. Хаин (1957) выделяет следующие четыре основные геотектонические зоны: Предкавказский мегасинклинорий, Северное крыло мегантиклинория Большого Кавказа, антиклинорий Центрального поднятия и Южное крыло мегантиклинория Большого Кавказа (рис. 67).

Антиклинорий Центрального поднятия представлен в рассматриваемой области Тенгинско-Бешбармакским антиклинорием (юго-восточное продолжение антиклинория Бокового хребта) и Шахдагско-Хизинским синклинорием. Северное крыло антиклинория Большого Кавказа сложено так называемой Судурской зоной, севернее которой располагается Кусаро-Дивичинский синклинорий, относящийся уже к Предкавказскому мегантиклинорию.

Южное крыло мегантиклинория Большого Кавказа представлено Вандамским антиклинорием и Шемахино-Кобыстанским синклинорием с образующими его Джейран-Кечмесским синклинорием, Южно-Кобыстанским поднятием и другими структурными зонами низшего порядка (Богачев, 1926).

В осевой зоне Тенгинско-Бешбармакского антиклинория и в окончании антиклинория Центрального поднятия в виде двух полос выступают отложения доггера, образованные черными битуминозными глинами (аален), песчаниками, алевролитами, глинами с конкрециями глинистого сидерита и аргиллита (байос, бат?).

Отложения верхней юры сохранились только в пределах Южного крыла мегантиклинория Большого Кавказа. Они представлены кремнистыми аргиллитами, алевролитами и известняками (салаватская свита).

Нижний мел начинается с отложений валанжина. В Шахдагской и Судурской зонах валанжин сложен органогенно-обломочными и зоогенными известняками мощностью до 90 *м*.

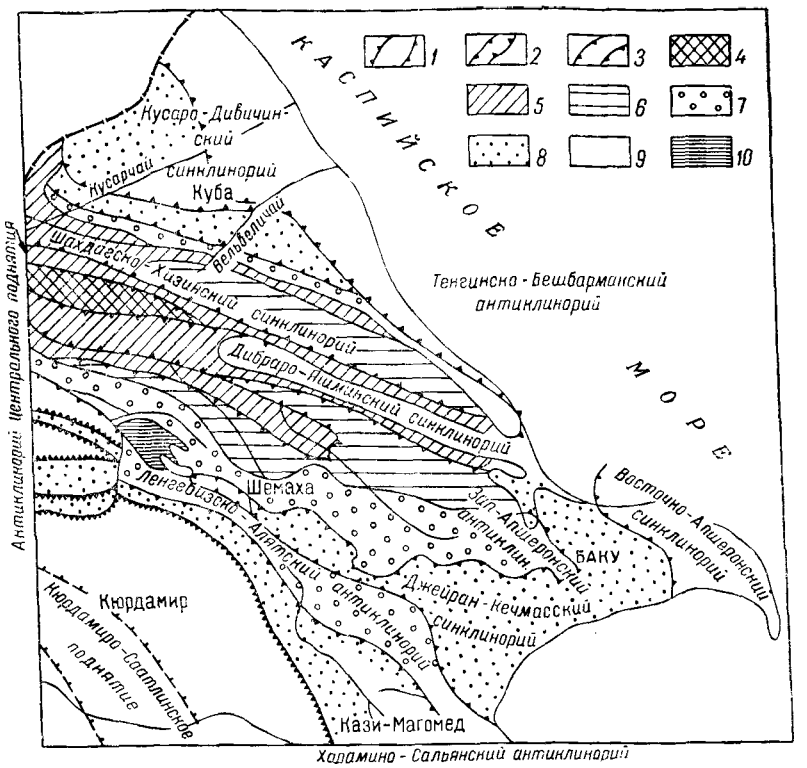


Рис. 67. Структурная схема территории Азербайджанской ССР (по Б. Е. Хаину)

1 — антиклинорий; *2* — синклинорий; *3* — крылья антиклинориев и синклинориев; *4* — нижняя и средняя юра; *5* — верхняя юра и нижний мел; *6* — верхний мел; *7* — олигоцен и миоцен; *8* — плиоцен; *9* — четвертичные отложения; *10* — предполагаемый Баскальский тектонический покров

В Тенгинско-Бешбармакском антиклинории валанжин выражен известковистыми глинами и пелитоморфными мергелями с пачками алевропесчаников мощностью до 120 *м*. Еще южнее, уже в пределах Бабадагской и Лагичской зон Шемахино-Кобыстанского синклинория, валанжин сложен карбонатно-флишевой фацией (бабадагская свита) мощностью до 40 *м*. Контакт валанжина с отложениями мальма обычно трансгрессивный, выраженный крупнообломочными базальными конгломератами.

Осадки готерива, развитые в общем там же, где и валанжинские, представлены большей частью глинистыми породами. В Шахдагской зоне готерив включает зоогенные известняки с частыми прослоями глин и глинистых песчаников, в Тенгинско-Бешбармакском антиклинории — грубый флиш, а далее на юг — толщу глин с прослоями мергелей и песчанистых известняков (верховья р. Пирсагат) мощностью от

70—80 и до 600—700 *м*. Обычно разрез готерива начинается базальными (битуминозными) конгломератами, налегающими на валанжин.

Несколько большей глинистостью отличаются отложения баррема. В Шахдагской и Судурской зонах баррем выражен чередующимися зеленоватыми глинами, зоогенными и оолитовыми известняками. Нередко в разрезе баррема наблюдаются прослои и пачки крупноглыбовых конгломератов. В южных зонах баррем слагается халчайской свитой, сложенной зеленовато-серыми карбонатными глинами.

В Северном Кобыстане в его разрезе преобладают аргиллиты и глины, переслаивающиеся с известковистыми песчаниками.

Аптские отложения в Шахдагской и Судурской зонах почти нацело уничтожены предсенонским размывом. В Хизинском синклинории и в более южных зонах апт сложен в нижней части оливково-серыми карбонатными глинами, а в верхней — пестроцветной толщей мергелей, песчаников и глин. Среди последних отмечаются прослои черных битуминозных глин мощностью до 1 *м*. Мощность апта 70—90 *м*.

В северных зонах альб полностью размыт. Он приобретает широкое развитие в Дибрарской зоне, где выделяются алтыагачская и кюлюлинская свиты. Первая охватывает нижний и частично средний альб, вторая — часть среднего и верхний альб.

Алтыагачская свита (75—80 *м*) сложена зелеными мергелями, темно-серыми и красными некарбонатными глинами с подчиненными прослоями бентонитовых глин, алевролитов, битуминозных глин мощностью до 0,2 *м*.

Кюлюлинская свита (80—85 *м*) для всей области Юго-Восточного Кавказа имеет характерный литологический состав. Нижняя часть ее выражена песчаниками, верхняя (ауцеллиновый горизонт) — аргиллитами, песчаниками, глинистыми гравелитами с органогенным детритом и мергелями.

В разрезе верхнего альба, по данным М. Ф. Мирчинка (1933), имеются пласты черных битуминозных сланцев. Таким образом, впервые условия для образования горючих сланцев возникли в заключительный этап нижнего мела.

Отложения сеномана в результате предтуронского размыва сохранились плохо. Максимальная мощность их в северных зонах 95 *м*. Представлен сеноман флишевым чередованием оливково-серых мергелей и известняково-глиняных аргиллитов или зеленовато-серыми глинами с прослоями гравелитов, известняков и песчаников. В Дибрарской зоне (Шемахино-Кобыстанский синклинорий) сеноман выделен под названием кемишдагской свиты и характеризуется мощностью до 250 *м*.

Следующие за сеноманом отложения нижнего турона представлены в Шахдагской зоне чередованием глинистых известняков, известковистых песчаников, черных битуминозных глин, горючих сланцев, серых известковистых глин, аргиллитов.

Характерной особенностью нижнего турона, выделенного в этой области под названием зоратского горизонта, является кремнисто-туфогенно-битуминозный облик его отложений. Мощность зоратского горизонта 20 *м*.

Верхний турон на северных склонах Главного хребта выделен под названием хизинской свиты. Он сложен толщей грубых конгломератов с подчиненными прослоями мергелистых глин и мергелей. Максимальная мощность верхнего турона 30—35 *м*.

В Шемахино-Кобыстанском синклинории верхний турон соответствует нижней части свиты Кемчи, включающей в себя также и коньяк-

ский ярус. Здесь верхний турон выражен флишевым чередованием песчанистых известняков, песчаников и аргиллитов мощностью 50—70 *м*.

Коньякские отложения (25—35 *м*) распространены несколько шире туронских, особенно в пределах Шемахино-Кобыстанского синклинория. Представлены они песчанистыми известняками, карбонатными глинами и местами базальными конгломератами.

Сантонские отложения отсутствуют только в Шахдагской зоне. Южнее ее они сложены розовыми мергелями, темно-красными тонкослоистыми известковистыми глинами с прослоями гравелитов, мелкообломочных конгломератов, косослоистых песчаников и бентонитовых глин мощностью до 250 *м* на севере и до 500—700 *м* в Дибрарской, Шемахино-Маразинской и Апшероно-Джейран-Кечмесской зонах.

Обычно сантон вместе с нижним кампаном образует единую нерасчлененную толщу пестроцветных осадков, известную под названием юнусдагской свиты.

Верхний кампан в отличие от предшествующих подразделений верхнего мела развит почти повсеместно. В Шахдагской и Судурской зонах он содержит пачку белых пелитоморфных известняков (5—10 *м*), а к югу от этих зон — песчанистые зеленоватые мергели, глины миоцена.

Отложения майкопской серии развиты довольно широко. Они сложены коричневато-бурыми, реже зеленовато-серыми глинами с остатками рыб и растительным детритом. В верхней части свиты находятся слои горючих сланцев. Мощность майкопа в Шемахино-Кобыстанском синклинории достигает 300—450 *м*. Максимальная мощность его отмечена в Кусаро-Дивичинском синклинории (600—1200 *м*).

Отложения палеогена на Апшеронском полуострове распространены только в его северо-западной части, в ядрах глубоко эродированных антиклиналей.

Разрез неогена начинается с отложений тортонского яруса; чокракский горизонт последнего повсеместно развит на Юго-Восточном Кавказе. Достоверные отложения более древнего тарханского горизонта в описываемой области неизвестны. Разрез чокрака (до 70 *м*) отличается большим постоянством. Это главным образом темные до черных и зеленовато-серые глины с прослоями и конкрециями кремнистых доломитов и чистые кварцевые пески.

Следующие вверх по разрезу отложения караганского горизонта (80—100 *м*) занимают ту же площадь, что и чокракские. Они выражены однообразной толщей темно-серых сланцевых карбонатных глин с прослоями доломитов и мергелей. На северном склоне Главного хребта в караганском горизонте обнаружен горизонт кварцевых песков мощностью до 17 *м*.

Вышележащий конский горизонт имеет весьма ограниченное распространение. На северном склоне Главного хребта выходы его неизвестны. В Шемахино-Кобыстанской зоне и северо-западной части Апшеронского полуострова отложения данного горизонта выражены толщей переслаивающихся темно-серых глин и светло-серых диатомовых сланцев мощностью 60—100 *м*.

Начало сарматского века совпало с обширной трансгрессией, которая привела к заметному сокращению суши, особенно в северо-восточной части Азербайджана, и образованию несколько литофациальных зон. В прибрежной полосе бассейна отлагались грубообломочные породы, пески, песчаники, а за ее пределами — главным образом глины. В связи с регрессией моря в верхнем сармате в его разрезах возрастает роль известняков-ракушечников и конгломератов. Парадоксально появление горючих сланцев, в частности в восточной части Судурской зоны, а именно в Кубинском прогибе (Кубинское месторождение).

По мнению В. Е. Хаина и Ф. С. Ахмедбейли (1957), накопление битуминозных сланцев в Кубинском прогибе (рустовский горизонт) происходило в условиях локального погружения дна прогиба, опередившего на короткое время накопление осадков, благодаря чему создались условия, благоприятные для накопления органического вещества в условиях восстановительной среды.

Мощность сарматских отложений подвержена значительным колебаниям и доходит до 1000 *м*.

Отложения мэотического яруса достоверно известны только в Шемахино-Апшеронской области, где они представлены диатомовыми и битуминозными сланцами с подчиненным развитием мергелей, доломитов и вулканических туфов. В западной части Апшеронского полуострова в разрезе мэотиса встречаются прослои нефтеносных песков. Мощность этих отложений невелика — от 82 до 120 *м*. Продолжающаяся регрессия привела к дальнейшему сокращению морского бассейна в понтическое время (нижний плиоцен). Отложения понтического яруса развиты на северном склоне Главного хребта в узкой субширотной полосе восточнее Судура, где выражены глинами с прослоями мергелей, известняков и конгломератов мощностью до 700 *м*. В Кобыстане и Апшероне понт представлен преимущественно глинами с локальным развитием ракушечных известняков (Маразинское плато). Мощность понтических отложений 130—480 *м*.

Понт покрывается отложениями продуктивной толщи среднего плиоцена, формирование которой преимущественно происходило не в морских, а в континентальных условиях. Морской характер ее осадков доказан только для Кусаро-Дивичинского синклинория. В зависимости от условий образования в отложениях продуктивной толщи выделяется несколько фаций.

Общая закономерность, характерная для века продуктивной толщи, заключается в следующем: в прибрежных зонах отлагались грубообломочные породы, преимущественно конгломераты, чему способствовало усиление эрозионных процессов при быстром воздымании горных сооружений. В более глубоководных частях опресненного бассейна аккумулировались глинисто-песчаные отложения. Для отложений продуктивной толщи характерна большая мощность — до 2000—2500 *м*, объяснить которую можно интенсивным прогибанием дна бассейна.

Верхний плиоцен, в который входят отложения акчагыльского и апшеронского ярусов, представлен глинистыми и органогенно-карбонатными толщами. Первая преобладает в акчагыле и отвечает времени акчагыльской трансгрессии. На северном склоне Главного хребта в акчагыле и апшероне встречаются и грубообломочные осадки. Суммарная мощность акчагыла и апшерона изменяется в широких пределах, достигая 600—800 *м*.

Четвертичные отложения в пределах рассматриваемой области сложены континентальными и морскими образованиями.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

В ходе геологической истории в области юго-восточного погружения Главного хребта неоднократно создавались условия, приводившие к образованию горючих сланцев. Впервые они возникли в верхнем альбе (кюллюлинская свита), что доказывается наличием пласта горючих сланцев мощностью 3,5—3,6 *м*, залегающего среди песчаников горы Кемиш-Даг. Этот единственный выход свидетельствует об узко-

локальном распространении горючих сланцев в альбе. Более широко развиты горючие сланцы в нижнем туроне (зоратский горизонт), в северо-западной части Шемахино-Кобыстанского синклинория. В Хивинском районе у сел. Бахышлы на р. Атачае среди переслаивающихся мергелей, известняков, конгломератов и глин обнажаются два пласта битуминозных мергелей и черных горючих сланцев мощностью соответственно 3 и 1,5 *м*.

По данным Р. Г. Султанова (1948ф), анализ горючих сланцев дал следующие результаты: смола 7%; влага 8,6%; кокс 78,6%; теплота сгорания 1415 *ккал/кг*.

О практическом значении этих сланцев судить трудно, так как специально они не изучались. От упомянутого выхода сланценосная толща протягивается к мысу Килязи на протяжении 25—30 *км*.

Следующий по времени этап сланценакопления относится к среднему коуну эоцена. В описываемой области горючие сланцы среднего коуна, по данным В. В. Вебера (1935), наиболее распространены в Джейран-Кечмесской депрессии (Восточный Кобыстан), где указанный исследователь выделяет две фациальные зоны: Северную, более насыщенную сланцами, и Южную. Кроме того, в Северной зоне им выделяется пограничная с Южной дженгичайская фация. Северная и дженгичайская фации выражены зеленовато-бурыми сланцеватыми глинами с прослоями песчаников, а также богатыми органическим веществом аргиллитами, тогда как в *Южной фациальной зоне* последних нет. В разрезах левого берега р. Дженгичая обнажается пачка аргиллитов и песчаников северной фации, в которой залегает пласт горючих сланцев мощностью 0,4 *м* и встречены две пачки чередования горючих сланцев и аргиллитов. В том же районе отложения северной фации отмечаются в пределах Шахандагской мульды, Дженгичайской и Маяшской антиклиналей, причем с первой структурой связаны наиболее перспективные проявления горючих сланцев, о которых будет сказано ниже. Важно отметить, что все нефтепроявления приурочены здесь именно к отложениям северной фации.

В том же Восточном Кобыстане незначительные проявления горючих сланцев имеются севернее сел. Хильмили в Амбизлярской мульде, по р. Пирсагат (у сел. Араб-Шалбаш) и в окрестностях пос. Рагим, где они выступают в ядре Рагимской антиклинали и являются нефтеносными.

На северном склоне Главного хребта, в Кубинском районе, И. Ф. Пустоваловым (1936) отмечены в нескольких пунктах выходы темно-коричневых аргиллитов с резким битуминозным запахом, которые относятся к фораминиферовой свите — аналогу коуна. На западе границей распространения сланценосных отложений служит р. Гирдыманчай. Таким образом, сланценосные отложения коуна были распространены на значительной площади, показанной на прилагаемой схеме (рис. 68), составленной В. Е. Хаиным и В. А. Гроссгеймом, но проявлений, подобных дженгичайским, мы пока не знаем.

Вновь горючие сланцы появляются в разрезах верхнего отдела майкопской серии Шемахино-Кобыстанского полуострова и на Апшеронском полуострове (западный Апшеронский антиклинорий). В Кобыстане и Апшероне различают глинистую (на севере) и песчано-глинистую фации верхнего майкопа, причем горючие сланцы встречаются только в низах первой фации — горизонта «Рики», представленного шоколадно-бурыми глинами.

Сланценосная фация верхнего майкопа по области распространения аналогична той же области среднего коуна, протягиваясь в виде

широтной полосы от р. Гирдыманчай на западе до северо-западной части Апшеронского полуострова на востоке.

Мощность горизонта «Рики» достигает 200—450 *м*. Мощность тонких слоев собственно горючих сланцев обычно 15—30 *см*, изредка до 0,5 *м*. Суммарная мощность таких тонких слоев горючих сланцев в горизонте «Рики» достигает половины общей его мощности.

Сланцы верхнего майкопа весьма низкого качества, смол в них содержится не более 3—4%.

Следующими по возрасту отложениями с существенными проявлениями горючих сланцев являются верхнесарматские. На северном склоне Главного Кавказского хребта узкая полоса сланценосного верхнего сармата находится в пределах Кусары-Дивичинского синклинория (рис. 69), к которой приурочено Кубинское месторождение горючих сланцев. Диаллинское месторождение, также сложенное сланценосными отложениями верхнего сармата, находится, как упоминалось, на южном склоне хребта и приурочено к Вандам-Лагичской зоне. На обоих месторождениях слои горючих сланцев заключены в толщу темно-серых до черных сланцеватых глин. Сланцы — тонкодисперсная пелитовая масса с органическим веществом.

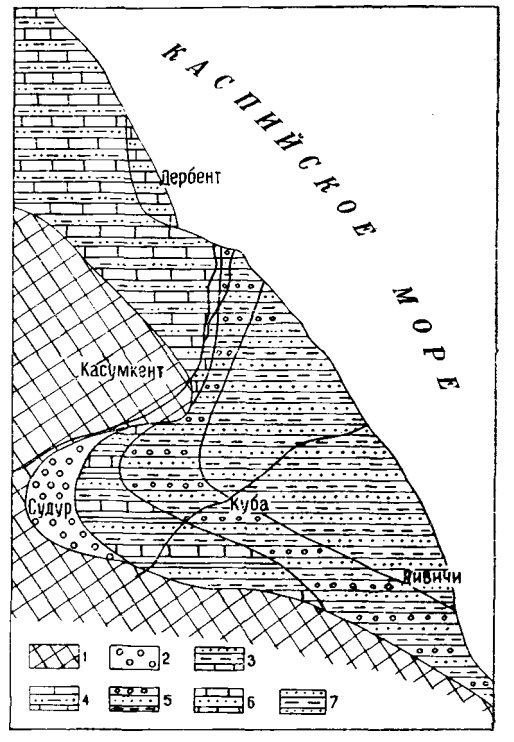


Рис. 68. Схема фаций верхнего сармата (по В. Е. Хаину и Ф. С. Ахмедбейли)

1 — суша; *2* — конгломераты; *3* — глина с прослоями известняков и горючих сланцев, песчаники, конгломераты; *4* — известняки, песчаники с прослями глин; *5* — песчаники, конгломераты, глины; *6* — известняки с прослоями песчаников и песков; *7* — глины с прослоями песчаников

В Шемахино-Апшеронской провинции сланценосные отложения верхнего сармата неизвестны, но широко развиты в мэотисе или бюргютской свите. Отложения бюргютской свиты на западе доходят до меридиана г. Шемахи, северная граница проходит по линии Шемаха — устье р. Сумгаитчай. На юго-западе бюргютские отложения доходят до Ленгебизского кряжа и Алятской гряды и на юго-востоке — почти до побережья Каспийского моря.

Горючие сланцы присутствуют в бюргютской свите почти повсеместно, но севернее р. Дженгичая качество их ухудшается. Литологически бюргютская свита представлена сланцеподобными глинами, оолитовыми известняками и доломитами общей мощностью до 500 *м*. Мощность прослоев горючих сланцев на различных участках от 0,1—0,2 до 1—2,5 и даже до 7,9 *м*. В Восточном Кобыстане выходы горючих сланцев прослеживаются на 16—18 *км* (от горы Сунгур на западе до горы Сарыташ на востоке). Горючие сланцы темно-бурые, в свежем состоянии крепкие, при выветривании тонколистоватые (книжные). Повсюду горючие сланцы зале-

гают в низах бюргютской свиты, переслаиваясь со сланцеватыми глинами, доломитами и мергелями. В глинах и мергелях часто наблюдаются в массовом количестве остатки водорослей и рыб. По содержанию смол (7—11%) бюргютские горючие сланцы лучшие в Азербайджане. Горят они коптящим пламенем средней длины. Теплотворная способность их колеблется в широких пределах: от 280 до 4000 *ккал/кг*, в среднем около 800—1100 *ккал/кг*.

В северо-западной части Апшеронского полуострова бюргютская свита выражена также сланцеватыми глинами с многочисленны-

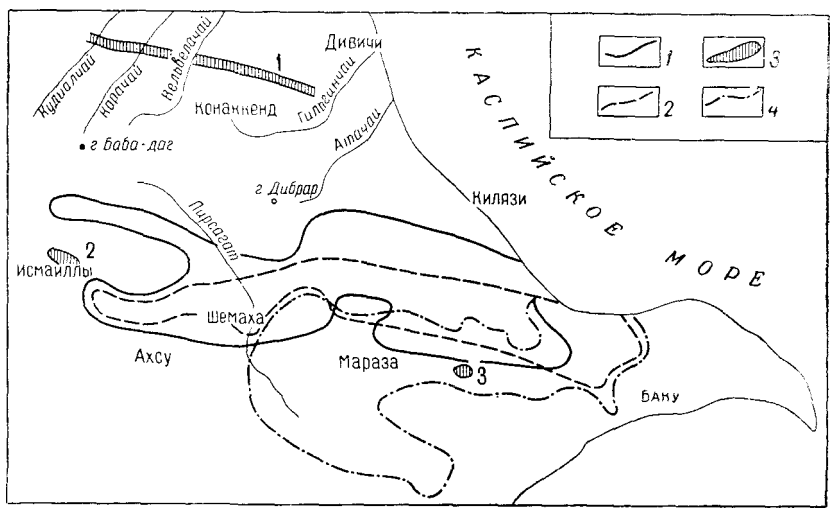


Рис. 69. Схема распространения сланценосных фаций палеогена и неогена Юго-Восточного Кавказа и расположения месторождений горючих сланцев (по В. Е. Хаину и В. А. Гроссгейму с добавлениями Б. П. Жузе)

1 — граница распространения сланцевой фации средней части коунской свиты; *2* — граница распространения сланцевой фации верхней части майкопской серии; *3* — граница распространения сланцевой фации верхней части сарматского яруса; *4* — граница распространения сланцевой фации мэотического яруса.
Цифры на рисунке обозначают месторождения: *1* — Кубинское, *2* — Диаллинское, *3* — Дженгичайское

ми остатками рыб, но почти лишенными горючих сланцев; последние встречены в виде небольших линз. Отложения плиоцена их лишены вовсе.

По поводу генезиса горючих сланцев юго-восточного погружения Большого Кавказа исследователи придерживаются единого мнения, считая, что образование сланцев происходило в условиях полузамкнутых морских водоемов с интенсивным накоплением растительной и животной органики. Фактором, способствовавшим накоплению исходного органического вещества, являлись резкие изменения температуры и солености вод бассейна, вызывавшие, с одной стороны, массовую гибель некоторых видов животных и растительных организмов, с другой — появление в обильных количествах новых форм. Для образования горючих сланцев важное значение должен был иметь и характер опускания дна бассейна, обеспечивавший устойчивость восстановительной среды. Все эти факторы наилучшим образом проявились на территории Восточного Кобыстана, где образование горючих сланцев имело место от среднего коуна до мэотиса включительно.

ОПИСАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В Юго-Восточном Азербайджане известно около тридцати месторождений и проявлений горючих сланцев, причем подавляющее большинство относится к категории проявлений.

Как по запасам, так и по качеству сланцев внимание заслуживают только три месторождения: Кубинское, Диаллинское и Дженгичайское.

КУБИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Находится месторождение в 9—25 *км* южнее г. Кубы, протягиваясь в субширотном направлении на 28 *км* в виде узкой полосы шириной 0,5 *км*.

С г. Куба месторождение соединено грунтовой дорогой длиной 15—25 *км*. Ближайшая ж.-д. ст. — Хачмас на линии Баку—Ростов находится северо-восточнее г. Кубы, в 28 *км*.

Месторождение с юга ограничено хребтом, сложенным карбонатными породами юры и мела с высотными отметками от 1600 до 2555 *м*. Севернее его в 2—5 *км* протягивается параллельный хребет высотой до 1800 *м*, сложенный толщей галечников (континентальный аналог продуктивной толщи). Между этими хребтами зажата пониженная полоса (500—700 *м*), сложенная глинисто-песчаными отложениями с оползневым рельефом.

В геологическом строении района месторождения участвуют отложения от юры до современных включительно с выпадением из разреза многих стратиграфических подразделений. В самом основании находятся глинистые сланцы, глинистые песчаники и известковистые песчаники аалена (средняя юра) мощностью до 300 *м*, на которые трансгрессивно налегают массивные и грубослоистые известняки, известняковые брекчии и конгломераты титона мощностью от 65 до 500 *м*. Отложения титона (верхняя юра) постепенно переходят в аналогичные по составу породы нижнего мела, среди которых преобладают брекчиевидные известняки с редкими прослоями серых глин. Отложения нижнего мела мощностью от 200 до 500 *м* трансгрессивно перекрываются отложениями от верхнего мела до верхнего сармата включительно.

Верхнемеловые отложения (верхний сенон+датский ярус) представлены чередующимися голубыми мергелями, мергелистыми глинами и известняками. В кровле их залегают кирпично-красные глины. Мощность верхнего мела подвержена сильным колебаниям в пределах 150—730 *м*.

Выше по разрезу залегают отложения палеоцена, выраженные главным образом голубыми мергелистыми глинами и в меньшей мере — известняковыми конгломератами и мелкозернистыми известняками суммарной мощностью 280—300 *м*. В отличие от вышеописанных отложения палеоцена развиты на весьма ограниченной площади. Они согласно сменяются мергелисто-глинистой толщей с подчиненными прослоями песчаников, песчанистых известняков и известняковых брекчий общей мощностью 90—150 *м*. Стратиграфический объем этой толщи соответствует низам верхнего эоцена. На ней с угловым несогласием залегает толща коричневато-черных глин с тонкими прослоями конгломератов и песчаников общей мощностью до 200 *м*. Нижняя половина толщи относится к олигоцену (майкопская свита), верхняя же, в которой преобладают черные тонкослоистые глины, — к тархан-чокракскому горизонту среднего миоцена.

Выше залегают темно-серые глины с прослоями мелкозернистых песчаников мощностью до 80 *м*, относящиеся уже к караганскому и

конкскому горизонтам. Далее следует базальный конгломерат и толща серых глин мощностью до 1200 *м*, нередко в чередовании с мелкозернистыми песчаниками и редкими прослоями ракушняковых известняков нижнего—среднего сармата. Мощность отложений верхнего сармата достигает 1350 *м*. Они трансгрессивно лежат на среднем сармате. В низах верхнего сармата залегает сланценосная толща мощностью 27—255 *м*, представленная серыми слоистыми глинами с прослоями мелкозернистых песчаников, зоогенных известняков и пластами горючих сланцев. На сланценосной толще трансгрессивно залегает верхнесарматская толща конгломератов, песчаников и глин мощностью от 100 до 400 *м*.

На верхнем сармате в связи с выпадением из разреза мэотиса лежат отложения верхнего понта мощностью 300 *м*, состоящие из тонкослоистых полосчатых глин, которые в свою очередь перекрыты толщей континентальных галечников (до 900 *м*) с линзообразными прослоями глин, песчаников и гравия. Эта толща параллелизуется с продуктивной толщей (средний плиоцен) Апшеронского полуострова и Кобыстана. Верхнюю границу ее проводят ниже глин с акчагыльской фауной. Отложения акчагыла мощностью до 800 *м* сложены темно-серыми глинами с прослоями песчаников, песков и гравелитов.

Выше акчагыла по разрезу следуют отложения апшеронского яруса, представленные песками, песчаниками, глинами с прослоями детритусовых известняков и галечников. Четвертичные образования выражены в основном осадками молодых речных террас и в меньшей мере — делювием.

Тектоническое строение месторождения простое. Оно приурочено к центральной части Кубинской моноклинали, характеризующейся спокойным залеганием пород и полным отсутствием разрывных нарушений.

Сланценосная толща протягивается на 28 *км* от левого истока р. Верховчая на востоке до р. Кудиалчая на западе, всюду моноклинально залегая с падением на север под углом 30—70°. Наибольшей мощностью — 255 *м* — она характеризуется между реками Чагаджикчаем и Карачаем; восточнее и западнее этого участка мощность ее постепенно уменьшается за счет размыва, предшествующего отложению конгломератовой толщи.

Лучший разрез сланценосной толщи наблюдается в верховьях р. Кешбад, где она имеет максимальную мощность 255 *м*. В междуречье Вельвеличая и Акчая сланценосная толща книзу постепенно переходит в отложения среднего сармата, и поэтому ее нижняя граница проводится условно по самому нижнему прослою горючих сланцев. Западнее водораздела Акчая и Кудиалчая сланценосная толща лежит на нижнем мелу.

В сланценосной толще сближенные пласты горючих сланцев преимущественно сложного строения группируются в горизонты, разобщенные пачками слоистых глин мощностью до 50 *м*. Количество пластов горючих сланцев максимально достигает 15; мощность их колеблется в относительно широких пределах. В наиболее полном разрезе сланценосной толщи суммарная мощность пластов горючих сланцев достигает 12—15 *м*, причем, как правило, когда пласты имеют мощность менее 1 *м*, они простые, т. е. состоят только из горючих сланцев без прослоев глин.

С петрографической точки зрения горючие сланцы подразделяются на глинистые и песчаные. Минеральная часть первых состоит из глинисто-слюдистых минералов, вторых — из глинисто-слюдистых минералов и зерен плагиоклаза, кварца и глауконита. Из рудных минералов

встречены пирит и лимонит, причем пиритом заполнены камеры хорошо сохранившихся многочисленных фораминифер.

Ниже приводится химико-физическая характеристика сланцев Кубинского месторождения: влага 1,4—4,6%, в среднем 3,09%; летучие 6,0—22,63%, в среднем 12,55%; сера общая 0,23—2,40%, в среднем 1,29%; теплота сгорания 103—1001 *ккал/кг*, в среднем 510 *ккал/кг*; содержание битумов 0,26—1,60%, в среднем 0,74%; углекислота — в среднем 4,7%; зольность в среднем 83,71%; удельный вес 1,93—2,61, в среднем 2,29.

Вследствие низкой теплоты сгорания горючие сланцы непригодны для непосредственного сжигания (Кесаманды, 1960). Зола кубинских сланцев сохраняет первоначальную форму загруженных в топку кусков и не превращается в зольную мелочь. В качестве цементного сырья зола не может быть использована из-за высокого содержания кремнезема и низкого содержания окиси кальция.

Выход смол, получаемых при низкотемпературной перегонке, 0,71—3,55%, в среднем 3,51%. Выход первичного газа также низок — 0,24—9,57%, в среднем 1,33%, что указывает на низкую гумификацию кубинских сланцев. Внимание заслуживает пирогенная вода, полученная при низкотемпературной перегонке, содержащая до 48% свободного аммиака.

Показатели высокотемпературной перегонки сланцев следующие: влажность гигроскопическая и адсорбционная от веса рабочей массы 7,3%; смола 3,8%; пирогенная вода 4,9%; горючие газы 5,4%; нелетучие горючие вещества в коксовом остатке 4,9%; зола общая ($A^c+CO_2^к$) 80,9%; теплота сгорания сухой массы 1334 *ккал/кг*; выход летучих 12,55%.

Элементарный состав смолы: C 78,96%; H 11,03%; O 9,0%; N 0,36%; $S_{общ}$ 0,65%. При разгонке ее в интервале 120—350° отгоняется 68% с выходом: бензиновой фракции с концом кипения до 175° 10%; керосиново-лигроиновой фракции от 175 до 225° 18%; дизельной фракции от 225 до 325° 35,5%.

Остаток выше 350° представляет собой полутвердое пекообразное вещество, пригодное для изготовления асфальта.

Как видно из приведенных данных, кубинские сланцы представляют собой низкокачественное сырье.

Возможные запасы горючих сланцев Кубинского месторождения при глубине подсчета 200 *м* оцениваются в 48 млн. *т*. Месторождение доступно для открытой разработки, облегчаемой отсутствием грунтовых вод. Следует отметить, что месторождение на глубину не разведано, и приведенные данные получены при исследованиях проб, отобранных из наземных горных выработок и шурфов.

ДИАЛЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Расположено месторождение в 2—3 *км* северо-восточнее сел. Диаллы Исмаиллинского района. Ближайшая ж.-д. ст. Уджары на линии Баку—Тбилиси находится в 89 *км* к юго-западу от месторождения и связана с ним шоссейной дорогой. Месторождение лежит в сильно пересеченных предгорьях южного склона Главного Кавказского хребта на высоте 800—1000 *м*. Главные водные артерии в районе месторождения — реки Агричай и Гердыманчай, воды которых используются для орошения.

Район месторождения сложен комплексом пород от нижнемеловых до четвертичных включительно. В основании разреза находятся отложения вандамской свиты (альб—сеноман), представленные чередованием эффузивных пород среднего и основного состава с туфогенными и гли-

нисто-мергелистыми породами (1500 *м*). На породах вандамской свиты с резким несогласием залегает толща известняков, черных глинистых сланцев и зеленых мергелей (до 450 *м*) свиты кемчи (турон—коньяк), в свою очередь трансгрессивно перекрытых отложениями эоцена мощностью до 500 *м*. Эти последние представлены зелеными мергелями, глинами и песчаниками. Выше по разрезу следуют отложения майкопской серии (до 1000 *м*), выраженные в нижней части песчанистыми глинами с прослоями песчаников и глинистых сланцев, а в верхней — типичными коричневато-бурыми глинами.

Отложения среднего и части верхнего миоцена в разрезе отсутствуют, и толща верхнего сармата несогласно покрывает нижележащие породы. В основании разреза верхнего сармата залегают базальные конгломераты мощностью до 70 *м*, сменяющиеся выше толщей слоистых глин с прослоями горючих сланцев общей мощностью до 80 *м*. Сланценосная толща данного месторождения по возрасту соответствует толще Кубинского месторождения. Разрез верхнего сармата, а также и вообще дочетвертичных отложений заканчивается толщей глин мощностью до 150 *м*.

Отложения постплиоцена (ивановская свита) в виде толщи флювиогляциальных галечников, песков и глин мощностью до 500 *м* покрывают западную часть Исмаиллинского района. Помимо них, широко развиты древние и современные аллювиальные отложения, особенно в области многочисленных конусов выноса.

В тектоническом отношении описываемый район относится к сложно построенной Вандамо-Лагичской зоне восточной части южного склона Главного Кавказского хребта. Сложность тектонического строения обусловлена сочетанием изоклинальных опрокинутых на юг складок с многочисленными надвигами.

Непосредственно в районе месторождения основным структурным элементом является антиклинальная складка северо-западного простирания, ядро которой на западе сложено породами верхнего мела, к юго-востоку сменяющимися майкопскими и верхнесарматскими отложениями. Углы падения северного крыла складки 60—70°, а южного 40—45°.

Севернее этой складки, на протяжении 1,5 *км*, находятся две мульды, сложенные отложениями верхнего сармата, причем сланценосная толща сохранилась только в северной мульде, к которой и приурочено месторождение. Здесь породы сланценосной толщи наклонены на север под углом 20—65° и севернее скрыты под надвигом известняков верхнего мела, из-за которого месторождение при длине около 1,5 *км* имеет в ширину всего 500 *м*. Вследствие интенсивных проявлений оползневых процессов сланценосная толща Диаллинского месторождения изучена только по одному разрезу мощностью 80 *м*. В разрезе содержится 12 пластов горючих сланцев мощностью 0,1—1,4 *м*. Преобладают пласты сложного строения. Все пласты сосредоточены в верхней половине разреза. Лучшими являются три пласта: верхний (0,64 *м*), состоящий из двух прослоев горючих сланцев мощностью 0,15 и 0,39 *м*; средний мощностью 0,4 *м* (ниже первого на 11,5 *м*) и нижний (ниже второго на 8,5 *м*) мощностью 0,95 *м*. Последние два пласта простого строения. Ориентировочные запасы горючих сланцев по этим трем пластам 3 млн. *т*.

Горючие сланцы Диаллинского месторождения по петрографическим признакам аналогичны кубинским сланцам.

Химический состав сланцев характеризуется следующими средними данными: влага 4%, летучие 16,66%, сера общая 1,2%, теплота сгорания 738 *ккал/кг*, зольность 79,28%, уд. вес 2,5.

Следовательно, как топливо и для газификации сланцы непригодны. При низкотемпературной перегонке (до 520°) выход смолы составил в среднем (по 23 пробам) 6,29%. При высокотемпературной перегонке (650—700°) выход смолы возрос до 9%. Кроме того, были получены: пирогенная вода 5,7%, газообразные продукты 6,33%, нелетучие в коксовом остатке 8,03% и зола (общая) 70,43%. Газообразные продукты состоят из углекислого газа, азота, сероводорода, непредельных и предельных углеводородов. В связи с уменьшением углекислого газа и азота с повышением температуры газ становится горючим, начиная с 350°, причем теплотворная способность его достигает максимума (4400 *ккал/кг*) при температуре 550—600°, что удовлетворяет требованиям на бытовой газ. Средний выход газа в горючих сланцах 40—50 $м^3$, с нагревом же до 350° он возрастает до 110 $м^3$ на 1 *т* сухой породы.

Из смолы, полученной при высокотемпературной перегонке (9%), при разгонке ее по фракциям отгоняется всего 78%: бензиновая фракция (конец кипения 175°) 11%, керосиново-лигроиновая фракция (175—225°) 14,5%, дизельная фракция (225—325°) 42,5%, остаток (пек) 32%.

Диаллинское месторождение из-за ограниченных запасов может иметь в лучшем случае лишь местное значение.

ДЖЕНГИЧАЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Находится месторождение в 2 *км* восточнее пос. Дженги и в 60 *км* западнее г. Баку, с которым соединено асфальтированным шоссе.

Горючие сланцы развиты в среднем коуне на площади 8 $км^2$. Они обнажаются в долине р. Дженгичай на трех разобщенных участках, приуроченных к своду и обоим крыльям Дженгичайской антиклинали.

В низах среднего коуна (дженгичайская фация) залегают пачки горючих сланцев мощностью до 5 *м* и суммарной мощностью 11,05 *м*, причем мощность отдельных прослоев чистых сланцев не превышает 15 *см*. Цвет их черный, строение сложное, так как сланцы чередуются с прослоями глин и доломитов. Выветрелые сланцы зажигаются от спички, горят тусклым пламенем. Пласты круто наклонены под углом 55—85° с падением на ЮЗ 185°. Вмещающие породы представлены зеленовато-серыми сланцеватыми глинами мощностью 75 *м*.

По данным М. Р. Мамедьярова (1949ф), горючие сланцы низкокачественные: теплотворная способность их всего 470—933 *ккал/кг*. Удельный вес сланцев от 2,03 до 2,26, содержание серы до 5%, содержание золы 79—86%. Этим исследователем запасы Дженгичайского месторождения оценены (до глубины 10 *м*) в 1,3 млн. *т*, но при этом в подсчет ошибочно введена явно завышенная мощность горючих сланцев (65 *м*).

Дженгичайское месторождение изучено недостаточно. В частности, не выяснен вопрос, в какой мере качество горючих сланцев сохраняется по падению пластов (что относится и к описанным выше месторождениям).

ВЫВОДЫ

В области юго-восточного погружения Большого Кавказа относительно перспективные месторождения горючих сланцев приурочены к отложениям палеогена (средний коун) и неогена (верхний сармат и

мэотис). На основе данного положения и должны строиться дальнейшие исследования, первоначально тематические, а в дальнейшем поискового характера.

В качестве первоочередного объекта для изучения и поисков горючих сланцев рекомендуется область Восточного Кобыстана, где в течение длительного времени на значительной площади существовали благоприятные условия для их образования.

Для обоснованной промышленной оценки Кубинского, Диаллинского и Дженгичайского месторождений целесообразно провести в небольшом объеме разведочные работы с целью получения химико-технологических данных о составе горючих сланцев по падению.

ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ КАВКАЗА

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОЙ АССР

Сланценосные отложения верхнеюрского возраста располагаются вблизи с. Нижне-Задолесска, в Дигорском ущелье, в 50—60 *км* к западу от г. Орджоникидзе. Они представлены комплексом известковистых глин, сланцеватых мергелей и известняков, в верхней части которого присутствуют слабо обогащенные органикой листоватые породы, близкие к горючим сланцам.

Общая мощность верхнеюрских отложений около 1300 *м*. Простирание пород широтное с падением на север под углом до 30°, реже 50—80°. Фактически участок рассматривается нами как сланцепроявление. Описание сланцепроявления дается главным образом по материалам В. П. Глинкина (1946ф).

Пласт горючего сланца характеризуется сложным строением и состоит из различных по насыщенности органикой прослоев сланцеватых известковых пород общей мощностью до 5 *м*. Мощность отдельных прослоев от 0,03 до 0,35 *м*.

Горючие сланцы представлены темно-коричневой, плотной, тонко рассланцованной породой, бурно вскипающей при действии раствором соляной кислоты. Некоторые разности сланцев обладают скорлуповатой отдельностью и содержат конкрецевидные выделения темной битуминизированной известковой породы. Горючий сланец легко зажигается от пламени спички и хорошо горит длинным красноватым коптящим пламенем с характерным запахом битума. Из битуминозных конкреционных образований при горении сланцев (слой 14) выделяется черная смола.

Теплота сгорания сланцев по данным анализов (на рабочее топливо) порядка 2154 *ккал/кг* при минимальной величине ее 1995 *ккал/кг*. Выход смолы из сланцев от 3,90 до 7,23%. Зольность их 60—70%.

Большая часть сланцев относится к сильно известковистым разностям. Содержание карбонатов в конкрецеподобных образованиях до 48%.

Зола горючих сланцев состоит из следующих элементов: SiO_2 1,76; $Al_2O_3+Fe_2O_3$ 0,69%; CaO 39,51%; MgO 0,77%; CO_2 31,64%. Летучих веществ (V^r) в сланцах 21,10%; нелетучего углерода (C) 4,73%; гигроскопической воды 0,30%.

Горючие сланцы, как видно из анализов, карбонатные с весьма малым количеством кремнезема, глинозема и окислов железа.

Общие запасы горючих сланцев оценены в 2 млн. *т*. При разведке подверглись опробованию и последующим анализам не все прослои. Максимальный выход смолы, характеризующий некоторые пробы, составляет 7,23%. Это свидетельствует о наличии в общей массе сланцев удовлетворительных по качеству разностей.

Сланцы обладают значительной теплотой сгорания и вполне пригодны к использованию их для энергетических целей, в частности по

рекомендации С. М. Розенблита (1939, 1949) в виде топлива в печах Гофмана для обжига кирпича.

Горючие сланцы могут применяться с комплексной утилизацией содержащихся в них битумов и золы для производства силикатного кирпича и минерального удобрения. Перспективы промышленного использования горючих сланцев не выяснены. Необходима постановка дополнительных геологоразведочных и исследовательских работ.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Сланценосные отложения на территории Краснодарского края распространены среди меловых пород, развитых по Черноморскому побережью на участках рек Туапсинки, Додеркоя и Гапонов-Ерик. Изучались они в 1944 г. Е. М. Ковалевым, по данным которого в основном и составлена приводимая ниже характеристика сланценосности. Горючие сланцы приурочены к глинистым отложениям альбского и сеноманского ярусов меловой системы, мощность которых достигает нескольких сотен метров.

Пласты горючих сланцев маломощные. В пачке темно-серых глин альбского яруса содержится прослой горючего сланца с максимальной мощностью 0,14 *м*. Мощность прослоев горючих сланцев в сеноманских глинах от 0,03 до 0,09 *м*.

Залегание горючих сланцев на площади невыдержанное.

Горючие сланцы представляют собой темную, почти черную плотную породу с охристой и ярозитовой пылью по плоскостям наслоения. Сланцы горят в пламени свечи, с удалением от него гаснут. Они хорошо горят в котельных топках красноватым коптящим пламенем. Зола обильная с признаками спекания. Сланцы характеризуются следующими показателями (табл. 161).

Таблица 161

Место нахождения сланцев	W, %	A^c, %	V^r, %	$S^c_{общ}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*
С участка р. Паук .	6,72	63,20	18,36	2,14	1870
Река Туапсинка . . .	5,92	64,10	22,60	1,84	2360
Река Додеркой . . .	7,16	53,63	21,14	2,04	1720

Анализы свидетельствуют о наличии разности горючих сланцев с топлотой сгорания выше минимально допустимой по ГОСТу. Однако практической ценности они не представляют из-за малой мощности прослоев. Некоторый интерес представляет участок Гапонов-Ерик, где возможно обнаружение более мощных и качественных слоев горючих сланцев.

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ КАЗАХСКОЙ ССР

На долю Казахской ССР приходится значительное количество запасов горючих сланцев, связанных с отложениями палеозоя, мезозоя и палеогеновой системы.

Ниже приводится описание месторождений горючих сланцев Восточного и Южного Казахстана. Месторождения, находящиеся в Западном Казахстане, в Урало-Эмбенской впадине, были охарактеризованы выше в разделе, посвященном описанию Волжского бассейна горючих сланцев.

На территории Казахской ССР имеется несколько месторождений горючих сланцев (рис. 70). Наиболее крупное — Кендерлыкское угольно-сланцевое месторождение в Зайсанской впадине, представляющее несомненный практический интерес как по запасам горючих сланцев, так и по качеству их. Из числа других месторождений следует отметить Байхожинское, расположенное в Кзыл-Ординской области, сланцы которого по своему качеству представляют практический интерес. Остальные месторождения горючих сланцев Казахской ССР (Сагандыкское, Кара-Одырское, хр. Каратау и др.) либо имеют пласты горючего сланца некондиционной мощности (Сагандыкское месторождение), либо содержание горючего вещества в сланцах весьма незначительно (месторождение хр. Каратау).

Общие геологические запасы горючих сланцев Казахстана, определенные при подсчете запасов в 1956 г., составляют 4224 млн. *т* (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958). Однако при этом подсчете в общие запасы горючих сланцев ошибочно были включены горючие сланцы Тургайского (Убаганского) буроугольного бассейна юрского возраста (129 млн. *т*) и Алакульского месторождения (0,6 млн. *т*). Исследования последних лет показали, что относимые к горючим сланцам породы в Тургайском бассейне являются углистыми аргиллитами, несколько обогащенными, сапропелевым материалом и форменными элементами (спорами, кутикулой, смолой). Об этом свидетельствует их петрографический состав, характеризующийся явным преобладанием среди органической массы гумусового материала и растительных тканей. Несколько увеличенное по сравнению с гумусовыми углями содержание летучих (до 67,3%) и водорода (до 6,5%) объясняется повышенным содержанием сапропелевого материала и форменных элементов (Мураховская, 1956). Однако это не может служить основанием для отнесения упомянутых углистых пород к горючим сланцам хотя бы потому, что содержание водорода в них значительно ниже, чем в типичных горючих сланцах.

То же самое можно сказать и в отношении горючих сланцев Алакульского месторождения, которые в действительности являются прослоями гумусовых углей, в некоторой степени обогащенных сапропелевым материалом и содержащих сравнительно большое количество кутинизированных растительных тканей и спор (Бувалкин, 1958). Петрогра-

фические и химические исследования последних лет показали, что указанные породы являются гумусовыми углями, хотя и несколько обогащенными сапропелевым материалом (История нижнемезозойского угленакопления в Казахстане, 1961).

В то же время из-за относительно слабой изученности Кендерлыкского месторождения запасы горючих сланцев были преуменьшены, и только исследования последних лет показали, что геологические запасы горючих сланцев здесь составляют более 6000 млн. *т*, причем по своему качеству кендерлыкские сланцы являются одними из лучших в Совет-

Рис. 70. Обзорная карта месторождений горючих сланцев Казахской ССР

1 — месторождения горючих сланцев; *2* — проявление горючих сланцев

ском Союзе. Поэтому наибольшее место в описании месторождений горючих сланцев Казахстана занимает именно Кендерлыкское месторождение.

КЕНДЕРЛЫКСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Кендерлыкское месторождение углей и горючих сланцев, расположенное в Восточно-Казахстанской области, привлекало внимание геологов и промышленников с конца XIX в., а начиная с 1884 г. на нем периодически делались попытки разрабатывать угли и горючие сланцы для местных нужд. Несмотря на острый недостаток топлива в прилегающих районах, а также хорошее качество углей и горючих сланцев, возможность их добычи сдерживалась отсутствием удобных путей сообщения.

В годы Советской власти неоднократно поднимался вопрос о промышленном освоении Кендерлыкского месторождения угля и горючих сланцев, но каждый раз интерес к нему ослабевал из-за труднодоступности и сравнительной удаленности месторождения от железной дороги и водных путей сообщения.

В настоящее время экономика Зайсанского края все более настоятельно требует большего внимания к изучению Кендерлыкского месторождения и комплексному использованию его богатых залежей углей и горючих сланцев.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ

Кендерлыкское месторождение расположено на территории Зайсанского района Восточно-Казахстанской области, в 40 *км* к восток-юго-востоку от г. Зайсана (см. рис. 70).

Территория Кендерлыкского месторождения представляет собой межгорную котловину, окруженную со всех сторон горными хребтами. С севера от Зайсанской котловины месторождение отделено хр. Сайкан высотой 1600—2000 *м*. С запада и юга депрессия обрамлена отрогами гор хр. Саур. Абсолютные отметки отдельных вершин вблизи границ месторождения достигают 2000—2600 *м*

У восточной границы месторождения возвышается гора Сары-Тологой (2592 *м*), и только северо-восточный угол впадины через долину лога Акколка открывается в долину р. Улькун-Уласты. В центральной части депрессии проходит вытянутый в широтном направлении хр. Акжал с абсолютными отметками до 2000 *м* на востоке и до 1300—1400 *м* на западе месторождения.

Широтное или близкое к нему направление имеет также ряд второстепенных хребтов и гребней, расположенных в пределах котловины.

От указанных выше хребтов в меридиональном направлении отходят высокие увалы и гребни с крутыми логами и ущельями между ними. Следует отметить, что увалы, гребни и разделяющие их лога и ущелья, отходящие от основных хребтов в южном направлении, имеют меньшую протяженность и большую крутизну по сравнению с подобными геоморфологическими структурами северных склонов хребтов. То же самое можно наблюдать в отношении западных и восточных склонов увалов и гребней меридионального направления, т. е. восточные склоны этих увалов и гребней более пологие, чем западные. Такая асимметрия объясняется условиями залегания пород месторождения и общим понижением рельефа депрессии в северо-западном направлении.

По долинам рек Караунгур, Аба, лога Акколка хорошо прослеживаются древние террасы. Относительное превышение нижней террасы над руслами рек достигает 80—100 *м*, а верхняя терраса выше нижней на 10—25 *м*. Кроме того, наблюдаются еще три террасы позднечетвертичного времени: пойменная терраса в 1,5—3 *м* над уровнем воды, I надпойменная шириной до 5 *м* в 10—12 *м* над уровнем воды и II надпойменная с превышением над уровнем реки до 25—30 *м*.

Основная водная артерия месторождения — р. Караунгур с притоками, протекает в юго-западной части Кендерлыкской мульды и является правым притоком р. Кендерлык. Источником питания реки служат в основном талые ледниковые воды, поэтому водный режим реки весьма непостоянен. Расход воды летом 3—4 $м^3/сек$, а зимой не более 0,8 $м^3/сек$. Длина реки около 45 *км*, ширина русла в нижнем течении 80—100 *м* при глубине потока до 0,5 *м*.

Дно русла сложено галькой или мелкими валунами, берега реки довольно крутые, часто обрывистые.

Левый приток р. Караунгур — р. Аба имеет довольно крутое падение русла (до 0,04 *м*), очень быстрое течение и узкую долину, вследствие чего русло ее покрыто крупными валунами.

Река Майчат, правый приток р. Караунгур, берет начало из слияния ряда источников на склонах горы Сары-Тологой и примыкающих к ней возвышенностей, имеет значительно меньшее падение русла, дно которого покрыто гальками и мелкими валунами, а расход воды в ней не превышает 0,25 $м^3/сек$.

Река Акколка, также правый приток, протекает по более пониженной части месторождения и питается в основном за счет атмосферных осадков и небольших родничков, поэтому во время дождей уровень воды в нем значительно поднимается, а в сухое время года ручей почти полностью пересыхает, и расход воды у впадения в р. Караунгур не превышает 15—20 *л/сек.*

Все реки зимой замерзают, и расход воды в них резко падает, летом же температура воды в них не превышает 10—11°.

Климат может быть отнесен к засушливому континентальному. Среднегодовая температура 3,8° при максимальной в июле—августе +37° и минимальной в ноябре—декабре —40°.

Осадки в пределах депрессии выпадают редко и в небольшом количестве (в среднем 300 *мм* в год), причем наибольшее количество осадков выпадает летом. Снег ложится в начале ноября и стаивает в апреле. Отсюда и сравнительная бедность растительности: редкие сухие травы и мелкие колючие кустарники. Только на северных склонах горы Сартологой и на северных предгорьях хр. Саур на высоте 1300—1700 *м* на небольших площадях, изолированных друг от друга, произрастают лиственничные леса. На этих же высотах на ровных плато растут обильные альпийские травы. Бедность растительного покрова и сильно расчлененный рельеф способствуют интенсивному размыву рыхлых отложений, поэтому обнаженность коренных пород довольно хорошая, что позволяет составить ряд непрерывных разрезов отложений в несколько сотен метров мощности и проследить на несколько километров изменения отдельных горизонтов по простиранию.

Кендерлыкское месторождение связано с г. Зайсаном грунтовой улучшенной дорогой, проходящей через пос. Кендерлык и через Сайканский перевал, высота которого 1800 *м* над уровнем моря, а относительное превышение перевала по отношению к началу подъема на него со стороны пос. Кендерлык свыше 1000 *м,* а над долиной р. Акколка—около 600 *м.*

Дорога трудна только в пределах подъема на перевал из-за его большого уклона, т. е. последние 10—15 *км.*

Расстояние до месторождения от г. Зайсана по этой дороге 65—70 *км.* В пределах месторождения движение автотранспорта возможно вдоль русла руч. Акколка до его устья, а также через водораздел рек Караунгур и Акколка западнее хр. Акжал от русла Акколки до развалин пос. Караунгур.

Ближайшие пути сообщения — железная дорога в г. Усть-Каменогорске, до которого от г. Зайсана проложена хорошая шоссейная дорога протяженностью 175 *км* и пристань Тополев Мыс на оз. Зайсан, от которой идет такая же дорога к г. Зайсану (85 *км*).

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ КЕНДЕРЛЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Первые сведения о наличии каменного угля по р. Кендерлык приведены в опубликованном в 1872 г. отчете А. Габриеля, который возглавлял поисковые работы на золото, проводившиеся сразу же после присоединения Зайсанского края к России. В 1874 г. была опубликована работа Е. Михаэльса, посвященная древнему оледенению Саура. В ней отмечается присутствие на правом берегу р. Кендерлык «черных горючих сланцев». В 1883 г. горный инженер Игнатьев дал Кендерлыкскому угольно-сланцевому месторождению положительную оценку и рекомендовал его для разработки (Игнатьев, 1885). Основываясь на прогнозах Игнатьева, промышленники начиная с 1884 г. периодически

для нужд г. Зайсана и близлежащих поселков добывали уголь и горючий сланец небольшими открытыми выработками. Краткие сведения о Кендерлыкском месторождении имеются также в работах Фролова-Багреева (1887), К. И. Богдановича (1892), В. В. Сапожникова (1905), А. М. Зайцева (1906), А. А. Стоянова (1915).

После национализации копей в 1920 г. Семипалатинский совнархоз предпринял обширные разведочные работы на Кендерлыке.

В. П. Нехорошев, который консультировал эти работы, выявил новые пласты угля и горючих сланцев и установил крупное промышленное значение месторождения. Составленный им стратиграфический разрез, оценка запасов и результаты химических анализов позволили по-новому оценить значение Кендерлыкского месторождения (Нехорошев, 1938).

В 1938 г. под руководством В. В. Мокринского проводились геологические работы, организованные Казахским геологическим трестом и ЦНИГРИ. В результате этих исследований была дана общая характеристика месторождения и новая оценка запасов угля и сланцев II угленосной свиты (Верховский и Мокринский, 1939). В 1938—1939 гг. Б. Л. Афанасьев по заданию Казахского геологического треста проводил разведку одного участка в пределах площади развития II угленосной свиты. Одновременно производилось геологическое картирование территории мульды и отбор проб для качественного изучения сланцев (Афанасьев, 1941ф).

В 1939 г. А. П. Выходцев произвел в северных предгорьях хр. Саур гидрогеологическую съемку и в отчете об этой работе привел интересные сведения о климате, орографии, гидрографии и геоморфологии района (Выходцев, 1940ф).

С 1942 г. на территории Кендерлыкского месторождения периодически проводятся работы, направленные на выяснение перспектив нефтегазоносности (Дробышев, 1943ф).

В 1952—1954 гг. партией ВНИГРИ, возглавляемой В. К. Василенко, проводились работы по оценке перспектив нефтегазоносности Зайсанской депрессии. Особенно большое внимание уделялось изучению Кендерлыкской мульды, для которой была составлена геологическая карта, разработана новая стратиграфическая схема и произведено сопоставление верхнепалеозойских отложений Кендерлыкского месторождения и Кузнецкого бассейна (Василенко, 1961).

В 1956—1957 гг. в районе проводились тематические работы по нижнемезозойскому угленакоплению сотрудниками лаборатории геологии угля АН СССР (История нижнемезозойского угленакопления в Казахстане, 1961).

В 1957—1960 гг. в пределах хр. Саур и его предгорий Восточно-Казахстанским геологическим управлением проводились геологосъемочные работы под руководством Г. П. Клеймана (1960).

В 1958—1961 гг. Кендерлыкская геологоразведочная партия, организованная Восточно-Казахстанским геологическим управлением, проводила на Кендерлыкском месторождении геологоразведочные работы для перспективной оценки запасов углей и горючих сланцев. Работы этой партии, а также геологосъемочной Караунгурской партии позволили значительно расширить представление о запасах углей и горючих сланцев и дать им более детальную химическую характеристику.

СТРАТИГРАФИЯ

Наиболее древними породами в пределах рассматриваемого района, который Г. П. Клейман (1960) включает в Северо-Саурскую герцинскую структурно-фациальную зону, являются девонские отложения,

распространенные в верховьях рек Аба, Куртка, Карагайлы и к югу от г. Зайсана.

Эти отложения мощностью 2000—2600 *м* представлены вулканогенными породами (диабазовые и андезитовые порфириты, их туфы, спилиты) при подчиненном количестве осадочных образований (аргиллиты, кремнистые сланцы). Эта толща получила наименование джеменейской свиты; она с размывом и угловым несогласием перекрывается обломочно-эффузивной толщей нижнего и среднего карбона.

Отложения нижнего и среднего карбона разделяются на три свиты. *Нижняя свита, представленная монотонным переслаиванием* песчаников и глинистых сланцев с подчиненным количеством туффитов, туфоконгломератов и покровов плотных порфиритов, имеет мощность около 5000 *м* и развита к востоку и югу от горы Сары-Тологой. Средняя свита, сложенная в основном агломератовыми лавами, лавобрекчиями и туфопесчаниками с редкими прослоями сланцев, характеризуется мощностью около 1500 *м* и распространена на юго-западе и западе Кендерлыкской мульды по рекам Мал. и Бол. Аба, Кендерлык, Дарна-Узень, Караунгур и Карагайлы.

Верхняя свита характеризуется преобладанием в разрезе выдержанных по простиранию горизонтов, представленных кислыми лавами с большим содержанием альбита (альбитофировые лавы). Эта свита широко развита на северном склоне хр. Сайкан и достигает мощности 1000 *м*. *Эта толща прорвана большим количеством жил и даек* разнообразного типа порфиритов.

Описанные выше девонские и каменноугольные отложения, являющиеся фундаментом депрессии, в которой происходило дальнейшее осадконакопление, на геологической карте и стратиграфической схеме объединяются нами в один комплекс вулканогенно-осадочных отложений среднего палеозоя (рис. 71).

Эти отложения среднего палеозоя служат фундаментом депрессии, в которой происходило накопление сланценосных и угленосных отложений верхнего карбона, перми и нижнего мезозоя.

Верхний карбон в пределах Кендерлыкской мульды выражен отложениями акансайской и кендерлыкской свит (рис. 72). Породы *акансайской свиты* залегают на нижележащих отложениях с угловым *несогласием и размывом и по своему литологическому составу* могут быть подразделены на две подсвиты.

Нижняя подсвита представлена конгломератами (в основании свиты), полимиктовыми песчаниками, аргиллитами, пепловыми туфами, в которых встречаются куски окремненной древесины, вертикально стоящие пни деревьев. Слой туфа с древесиной имеет мощность от 8 до 25 *м* и прослеживается по всему западному крылу мульды. В среднем течении р. Аба встречены линзы базальтов мощностью до 35 *м*. Конгломераты свиты состоят из галек и валунов роговиков, порфиритов и зеленокаменных пород. Песчаники полимиктовые с карбонатным цементом.

Верхняя подсвита сложена песчаниками, аргиллитами, алевролитами с прослоями вулканогенного материала (туфа, иногда базальта). Встречаются также прослои конгломерата и углистого аргиллита.

В северном направлении мощность конгломератов уменьшается до полного выклинивания. В этом же направлении уменьшается и общая *мощность свиты — от* 330 *м* по р. Аба до 58 *м* по р. Кендерлык.

В верхней части свиты на западном крыле мульды залегает угольный пласт мощностью до 4—5 *м*, отличающийся высокой зольностью (более 30%). Возраст свиты определяется по найденным растительным остаткам *Paracalamites* sp., *Sphenopteris* sp., *Angaropteridium* sp.,

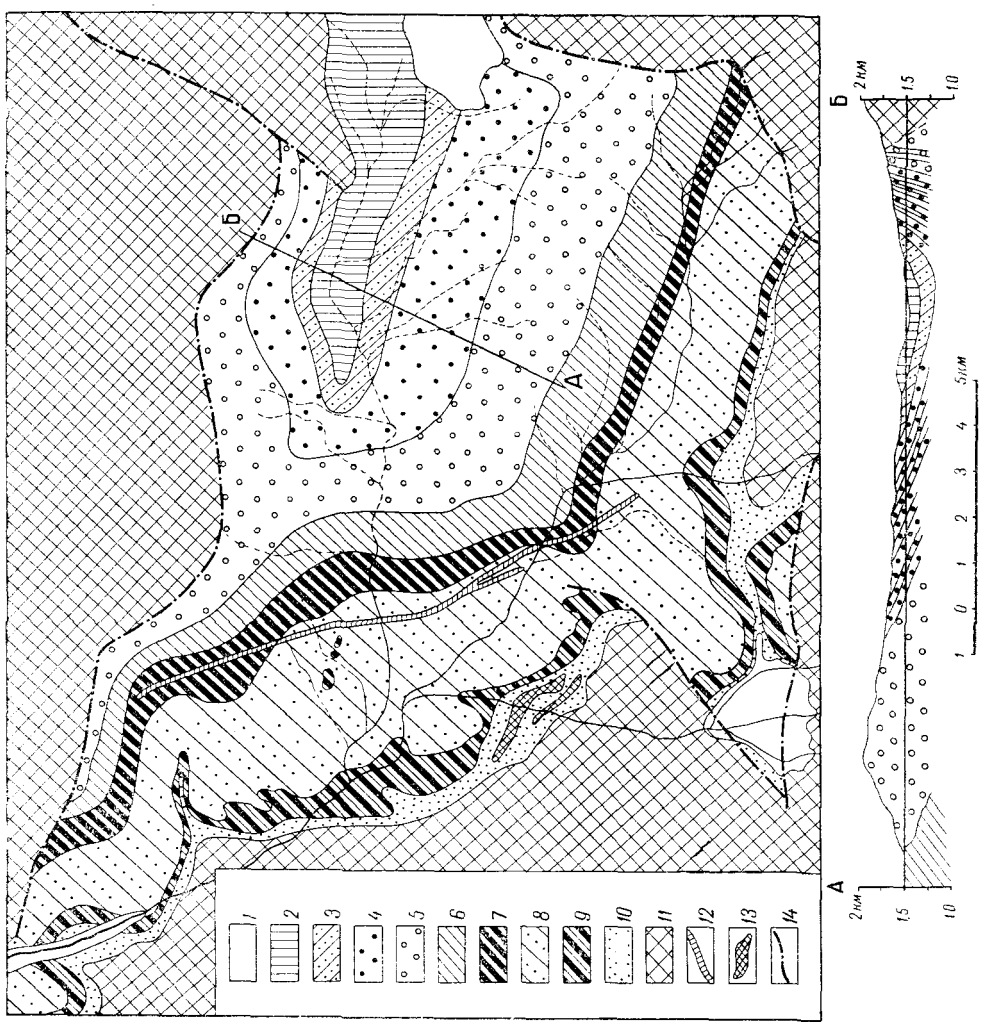


Рис. 71. Схематическая геологическая карта Кендерлыкского месторождения углей и горючих сланцев

1 — четвертичные отложения: галечники, суглинки, супеси; *2* — палеогеновые и меловые отложения: пески, глины с гипсом, конгломераты; *3* — нижнеюрские отложения (тайсуганская свита): переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов, линзы конгломератов; *4* — верхнетриасовые отложения (тологойская свита): песчаники, алевролиты, аргиллиты, углистые аргиллиты, пласты угля; *5* — средне-верхнетриасовые отложения (акжалтауская свита); базальные конгломераты с линзами песчаника и прослоями алевролитов; *6* — верхнепермские — нижнетриасовые отложения (акколканская свита): аргиллиты углистые аргиллиты, пласты угля, алевролиты, песчаники базальные конгломераты; *7—8* — нижнепермские отложения *7* — сайканская свита (тонкослоистые песчаники, алевролиты аргиллиты, горючие сланцы), *8* — караунгурская свита (песчаники, туффиты, алевролиты, аргиллиты, горючие сланцы); *9—10* — средне-верхнекаменноугольные отложения: *9* — кендерлыкская свита (песчаники, туффиты, туфы, прослои доломитов, алевролиты, аргиллиты, горючие сланцы), *10* — акансайская свита (песчаники, алевролиты, аргиллиты, пласт угля туфы, туффиты, лавы базальтов, базальные конгломераты); *11* — среднепалеозойские (верхний девон — нижний карбон) вулканогенно-осадочные породы с интрузивными телами диоритов и гранодиоритов; *12* — дайка порфиритов; *13* — покровы базальтовых лав; *14* — (к разрезу) — угольные пласты

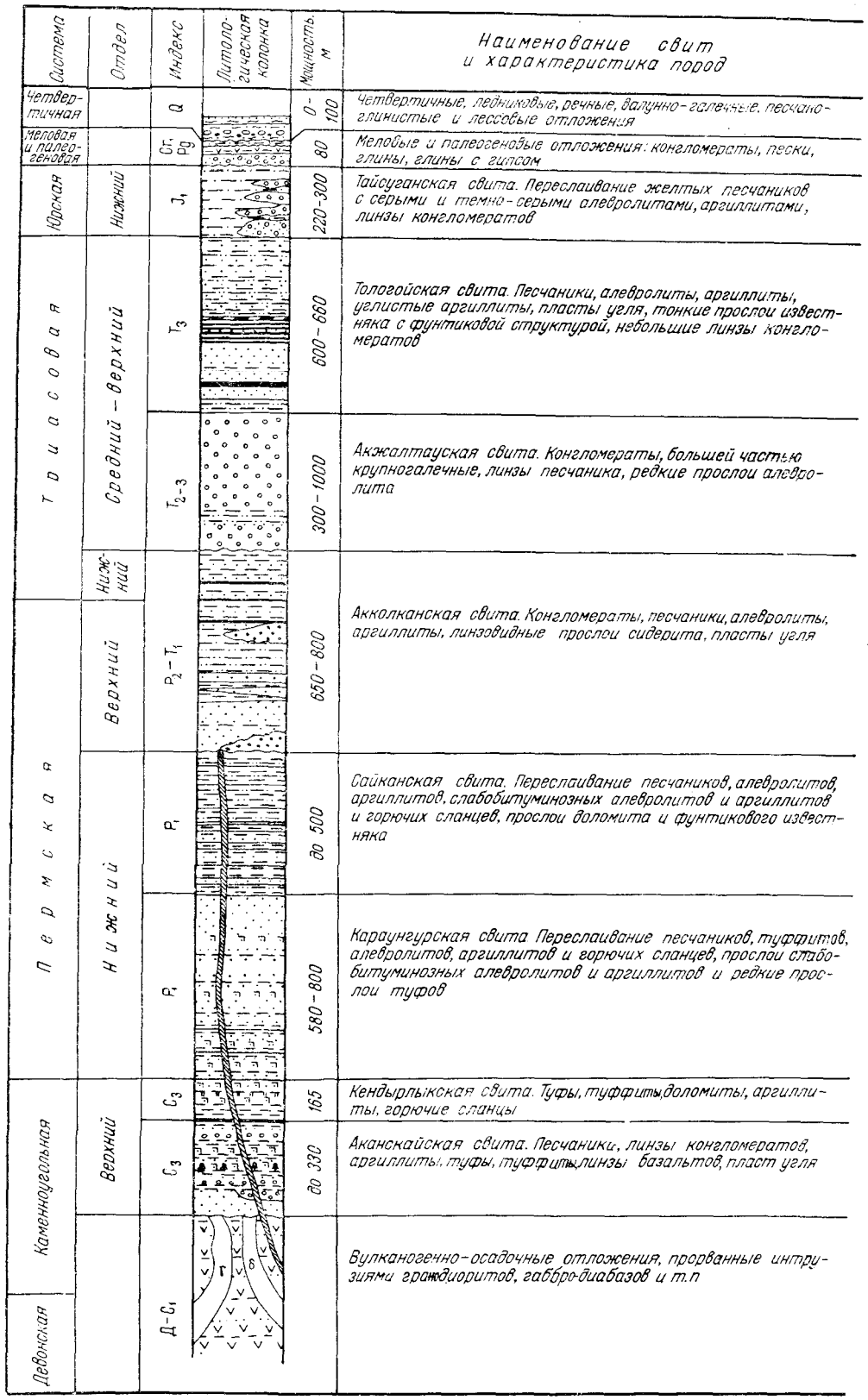


Рис. 72. Сводная стратиграфическая колонка Кендерлыкского месторождения угля и горючих сланцев

Gondwandium cf. *petiolatum* Neub., *Angaridium* sp., *Noeggerathiopsis* cf. *Theodori* Tschirk., *Nadites* sp., *Samaropsis* sp., а также на основании определения остатков спор как верхнекаменноугольный.

Кендерлыкская свита по своему литологическому составу резко отличается от акансайской и сложена аргиллитами, горючими сланцами, туффитами и доломитами (см. рис. 72). Отложения свиты хорошо прослеживаются по ряду обнажений и охарактеризованы фауной моллюсков и флорой. За основание свиты принят пласт горючего сланца «Калын-Кара». По литологическому составу свита делится на две пачки.

Нижняя — черные аргиллиты с прослоями доломитов и туффитов. В зависимости от количества и характера органической массы глинистые породы могут быть отнесены либо к аргиллитам, либо к горючим сланцам. В аргиллитах встречены многочисленные листья растений и чешуйки ганоидных рыб. Общая мощность нижней пачки от 20 до 32 *м*.

Верхняя пачка представлена чередованием туффитов, доломитов и аргиллитов при общем преобладании доломитов и туффитов. Среди туффитов, которые являются производными кислых лав, встречаются как мелкозернистые, так и крупнозернистые разности. Доломиты по своему составу и строению также различны — имеются глинистые, обогащенные пепловым материалом, органогенные, оолитового строения и органогенно-обломочные. Аргиллиты изменяются от серовато-желтых с небольшим содержанием органического вещества до темно-серых и даже черных с большим количеством органики. В аргиллитах отмечаются остатки растений, ганоидных рыб и остракод. В прослоях доломитов встречаются остатки пластинчатожаберных моллюсков. Возраст свиты по этим остаткам определяется как нижнепермский, а по унифицированной схеме 1958 г. кендерлыкская свита отнесена к среднему и верхнему карбону.

В отложениях свиты можно отметить ряд маркирующих горизонтов: 1) пласт «Калын-Кара» в основании свиты; 2) известняк-ракушник, расположенный в 65—70 *м* от основания свиты; 3) известняк с фауной пелеципод, в кровле II горизонта горючих сланцев.

Пласт горючего сланца сложного строения и в юго-восточном направлении теряет свою мощность до полного выклинивания. Верхний горизонт сланцев свиты в северном направлении расчленяется на тонкие прослои с одновременным ухудшением качества до некондиционного.

Верхняя граница свиты проводится по подошве мощного слоя крупнозернистого песчаника. В этих пределах мощность свиты колеблется от 94 *м* на юге мульды до 165 *м* на северо-западе ее.

Возраст свиты определяется по находкам флоры *Neuropteris dichotome* Neub., *Noeggerathiopsis subangusta* Zal., *Noegg. theodori* Tschirk. et Zal., *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmal.) Zal. и других форм, а также фауны моллюсков *Anthraconauta longa* (Rag.), *Afonischevi flogitiosa* (Rag), *Netschajevia kumsassiensis* (Rag), *Netsch. kumsassieusis* (Rag) var. *rotundolate* Cholt. и др. как верхнекарбоновый. Кроме того, в аргиллитах встречаются остатки ганоидных рыб.

Караунгурская свита по составу преимущественно песчанистая и по своим литологическим особенностям может быть подразделена на три части (рис. 73).

Нижняя пачка мощностью 100 *м* характеризуется преобладанием разнозернистых, большей частью известковых, песчаников при наличии тонких прослоев алевролитов.

Средняя пачка мощностью до 125 *м* представлена чередованием зеленовато-черных аргиллитов, алевролитов, доломитизированных алевролитов, песчаников, битуминизированных аргиллитов и горючих слан-

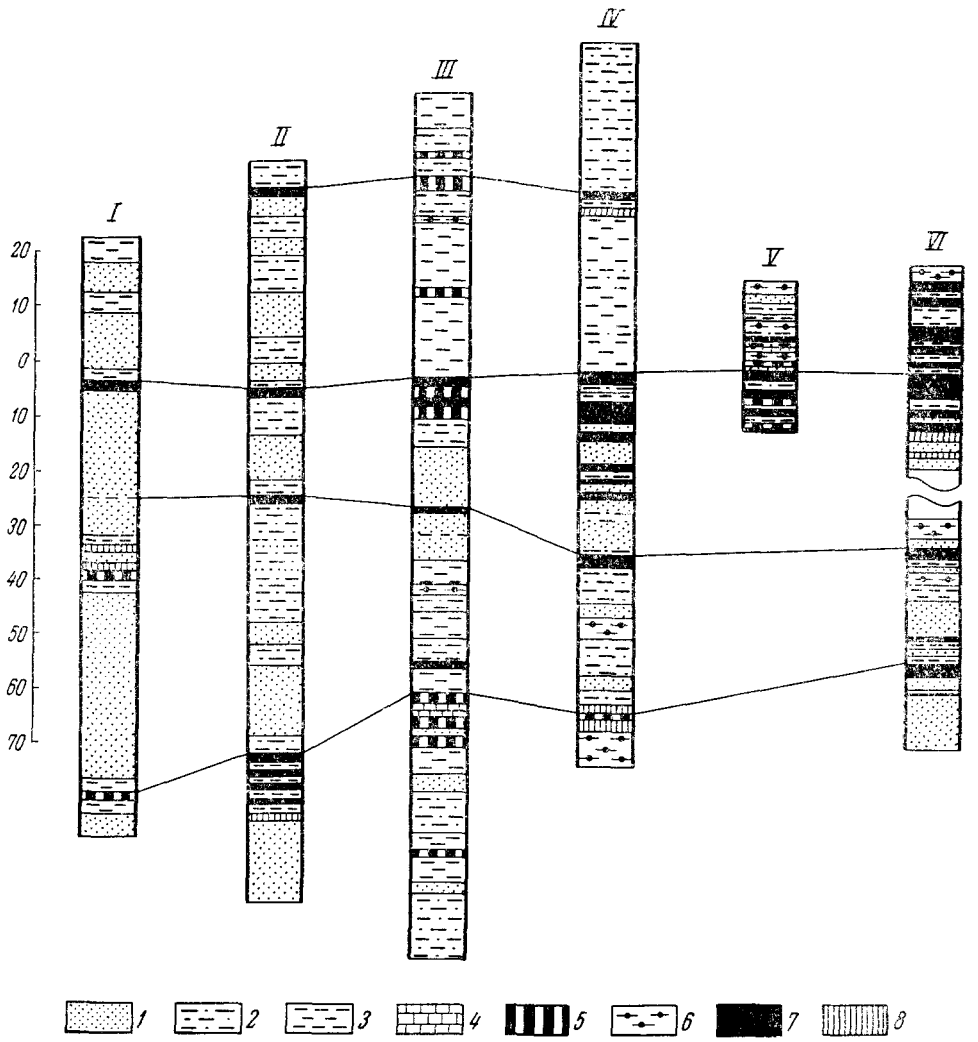


Рис. 73. Разрезы продуктивного горизонта караунгурской свиты (по Н. Я. Шевченко и др., 1962 г.)

I — по логу Кульдене; *II* — по р. Акколка; *III* — по р. Караунгур (Айская синеклиза); *IV* — по скв. 11; *V* — по р. Караунгур (выше устья р. Майчат); *VI* — устье р. Акансай

1 — песчаник; *2* — алевролит; *3* — аргиллит; *4* — известняк; *5* — битуминозный алевролит (аргиллит); *6* — слабо битуминозный алевролит (аргиллит); *7* — горючий сланец; *8* — доломитизированные породы

цев. К средней части этой пачки пород приурочен так называемый горизонт средних горючих сланцев, имеющих промышленное значение (рис. 74).

Верхняя пачка мощностью до 500 *м* состоит преимущественно из полимиктовых песчаников, в которых наблюдаются тонкие прослои аргиллитов и редкие слои туффитов. Для этой части свиты характерно присутствие в нижней ее части пачки плотных серых известняков, а в верхней части — коричневых известняков с древесиной. В основании верхней пачки залегает слой белого туфа кварцевого порфира, который может служить маркирующим горизонтом, так как прослеживается почти на всей площади распространения свиты.

Верхняя граница свиты проводится по исчезновению из разреза мощных слоев песчаников и появлению переслаивающихся алевролитов, аргиллитов и горючих сланцев.

В целом караунгурская свита характеризуется довольно значительной мощностью — от 580 *м* на севере до 800 *м* на юге и вследствие пологого залегания занимает значительную площадь. На основании остатков флоры отложение свиты относится к нижней перми.

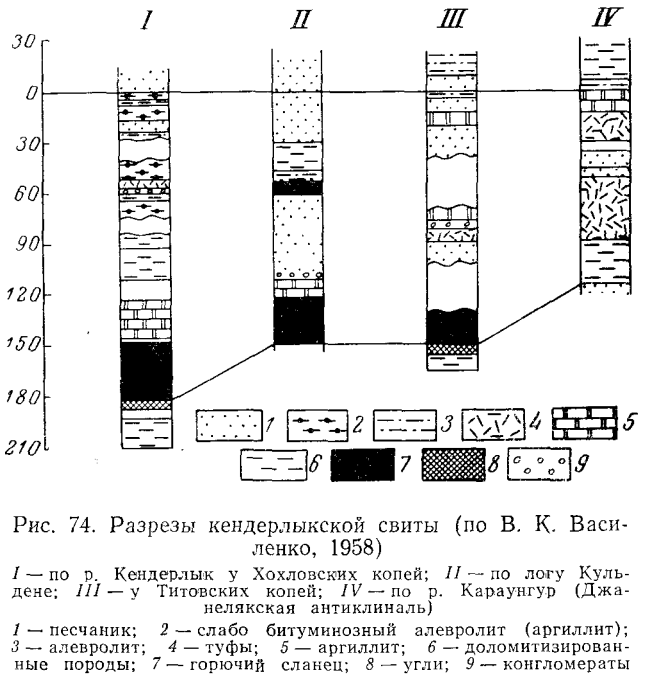


Рис. 74. Разрезы кендерлыкской свиты (по В. К. Василенко, 1958)

I — по р. Кендерлык у Хохловских копей; *II* — по логу Кульдене; *III* — у Титовских копей; *IV* — по р. Караунгур (Джанелякская антиклиналь)

1 — песчаник; *2* — слабо битуминозный алевролит (аргиллит); *3* — алевролит; *4* — туфы; *5* — аргиллит; *6* — доломитизированные породы; *7* — горючий сланец; *8* — угли; *9* — конгломераты

Сайканская свита без видимого перерыва и какого-либо несогласия залегает на отложениях караунгурской свиты и представлена тонкослоистыми глинистыми породами с большим количеством слоев горючих сланцев. В свите имеется четыре продуктивных горизонта, содержащих пласты горючих сланцев.

Нижний горизонт (первый) горючих сланцев представлен тонким переслаиванием горючих сланцев, алевролитов, песчаников и прослоями доломитизированных известняков.

Выше залегает пачка пород мощностью 70—75 *м*, представленная чередованием темно-серых аргиллитов, алевролитов и тонких прослоев песчаников.

Второй горизонт горючих сланцев, залегающий на этой пачке пород, сложен горючими сланцами, мелкозернистыми известковистыми песчаниками, алевролитами, доломитизированными известняками при преобладании в разрезе алевролитов, иногда слабо битуминизированных.

Третий горизонт горючих сланцев отделяется от второго толщей разнозернистых песчаников мощностью 23 *м* и по своему литологическому составу отличается от второго и первого. Кроме горючих сланцев, алевролитов, аргиллитов, песчаников и доломитизированных изве-

стняков, в этом горизонте присутствуют туффиты и углисто-глинистые сланцы.

Между третьим и четвертым горизонтами горючих сланцев залегает 135-метровая толща, сложенная переслаиванием мелкозернистых песчаников, алевролитов, аргиллитов, иногда битуминозных, и линзовидных прослоев горючих сланцев. Среди алевролитов встречаются линзовидные прослои сидеритовых алевролитов. Встречаются также прослои известняка с фунтиковой структурой.

Четвертый горизонт горючих сланцев мощностью 19 *м* сложен песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известковыми алевролитами и листоватыми горючими сланцами, которые переслаиваются между собой.

Отложениями сайканской свиты заканчивается накопление сапропелевого материала в пределах мульды, выше уже залегают угленосные толщи. Постепенное уменьшение вверх по разрезу сайканской свиты роли горючих сланцев и появление сидеритизированных и углистых пород указывают на изменение условий осадконакопления в сторону большей пресноводности и континентальности уже в сайканское время.

Верхнепермский отдел по унифицированной схеме 1958 г. представлен отложениями одной акколканской свиты.

Акколканская свита в объеме, принятом в унифицированной схеме, сложена конгломератами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми аргиллитами и пластами угля. По литологическому составу свита может быть подразделена на две подсвиты (см. рис. 72).

Нижняя подсвита сложена преимущественно конгломератами и песчаниками и залегает на подстилающих породах с размывом. Мощность подсвиты колеблется от 170 *м* в северо-западной части до 300 *м* у развалин пос. Караунгур и уменьшается до 145 *м* на юго-востоке мульды. Отчетливо наблюдается уменьшение в разрезе роли грубообломочного материала в северо-западном направлении при одновременном уменьшении мощности подсвиты.

В песчаниках подсвиты встречены гальки кутикулового липтобиолита, сходного с барзасским. Среди конгломератов часто встречаются минерализованные стволы деревьев и пни, а в песчаниках — обугливщиеся обрывки листьев плохой сохранности. В алевролитах в верхней части разреза подсвиты были найдены остатки филлопод и пелеципод. Среди первых В. С. Заспеловой установлен новый вид *Paleolimnadia subquadrata* Zasp., наиболее близкий к *Estheria glabra* Mitch из верхнепермских отложений Австралии. Пелециподы, по определению И. С. Спасской, представлены *Microdontella subovata* (Jones) и *Microdonta plotnicovskensis* (Fed), распространенными среди верхнепермских отложений пресных водоемов стоячего или полупроточного типа ильинской свиты Кузнецкого бассейна.

Верхняя подсвита представляет собой глинисто-алевритовую толщу с пластами углей и углистых аргиллитов. Переход от песчаников и конгломератов нижележащей подсвиты постепенный, и четкой границы между подсвитами не установлено. Нижняя граница подсвиты определяется по исчезновению из разреза мощных слоев песчаника. Верхняя же граница, являющаяся одновременно и границей свиты, четкая и совпадает с границей размыва в основании мезозойских конгломератов. Мощность подсвиты в этих пределах колеблется от 220 *м* на северо-западе и до 550 *м* на юго-востоке мульды.

Нижний горизонт мощностью до 280 *м* по р. Акколка сложен песчанистыми аргиллитами и алевролитами с тонкими прослоями песчаников. В средней части мульды в разрезе этого горизонта появляются

конгломераты и песчаники. Конгломераты залегают в форме большой линзы мощностью до 130 *м* и протяженностью более 2,5 *км*.

Выше этого горизонта залегает пачка темно-серых и черных углистых аргиллитов с сидеритизированными прослоями и линзами песчаника и гравелита. К этой пачке приурочены основные пласты угля. Следующая пачка пород представлена в основном темно-серыми и черными углистыми и слабо углистыми алевролитами и аргиллитами, среди которых широко распространены линзовидные прослои сидеритизированных пород. Встречаются редкие прослои песчаников и многочисленные, но большей частью тонкие прослои угля. Мощность этой пачки на южном крыле около 90 *м*, а к северо-западу от р. Акколка она полностью выпадает из разреза вследствие размыва.

Самый верхний горизонт (надугольный) сложен в основном зеленовато-серыми и серыми алевролитами и аргиллитами с редкими прослоями карбонатных песчаников. В этих породах довольно часто встречаются шаровидные конкреции известковисто-песчанистого и сидеритоалевролитового состава. Мощность этой пачки около 70 *м* (к северу от пос. Караунгур), а в районе р. Акколка эта часть разреза отсутствует.

В верхнем надугольном горизонте свиты, сложенном исключительно алевролитами с тонкими прослоями известковых мелкозернистых песчаников, собрана фауна филлопод и остракод, среди которых В. С. Заспеловой определены следующие формы: *Darwinula subparallela* Gleb., *D. elongatissime* Mond., *D.* off. *gerdae* Gleb., *D.* ex gr. *tunguskoensis* Mond., *D. gloria* sp. и *Estherites sibirica* (Nov), *E.* cf. *subcircularis* (Tschern), *E. Alta* sp. и др. Большая часть из названных видов сходна или соответствует видам, известным из отложений корвунчанской свиты Сибири, а также из нижнего триаса Южной Эмбы, Русской платформы и Кузнецкого бассейна.

В этом же горизонте были собраны остатки харовых водорослей и гастропод, которые, по мнению Ч. М. Колесникова, близки по облику к нижнетриасовым формам.

Таким образом, на основании состава фауны акколканскую свиту можно сопоставлять с ерунаковской свитой Кузбасса и датировать верхней пермью. При этом необходимо отметить присутствие в породах надугольного горизонта среди собранной фауны многочисленных форм, близких или соответствующих формам, распространенным в отложениях нижнего триаса некоторых районов Советского Союза, а также нижнетриасовый облик харовых водорослей и гастропод. Обнаруженные в образце из этого горизонта единичные споры и пыльца, по мнению Г. М. Ковальчук, скорее всего являются также триасовыми. Все это позволяет отнести верхнюю часть акколканской свиты к низам триаса.

Таким образом, следовало бы, вероятно, выделить верхнюю пачку в самостоятельную свиту. Однако незначительная мощность и небольшая площадь распространения этого горизонта, а также переходный характер фауны и флоры и тесная генетическая связь с нижележащими породами не позволяет это сделать.

Триасовая система, кроме нижнего отдела (породы надугольного горизонта акколканской свиты), представлена средним (условно) и верхним отделами, к которым относятся отложения акжалтауской и тологойской свит.

Акжалтауская свита (T_{2-3}) со стратиграфическим перерывом, но без видимого углового несогласия залегает на размытой поверхности пород акколканской свиты. Об отсутствии отложений верхов нижнего и части или всего среднего триаса свидетельствуют следы древнего выветривания пород акколканской свиты вблизи ее верхней границы и

залегание отложений акжалтауской свиты на различные горизонты акколканской.

Породы акжалтауской свиты развиты в пределах хр. Акжал, где ширина их выходов 2,5 *км*, и вдоль южных отрогов хр. Сайкан, вытягиваясь в направлении с запада на восток узкой полосой шириной от 1,5 до 0,3 *км*. Представлены они буровато-коричневатыми конгломератами с линзовидными прослоями средне- и крупнозернистых полимиктовых песчаников. Иногда среди конгломератов свиты отмечаются пачки тонкозернистых пород, сложенные обычно горизонтальнослоистыми зеленовато-серыми алевролитами. В связи с хорошей выдержанностью этих пачек по простиранию они могут служить маркирующими горизонтами в акжалтауской свите. Мощность их достигает 20—30 *м*. Необходимо отметить, что количество пачек, сложенных алевролитами, увеличивается в направлении с юга на север.

Мощность свиты в пределах хр. Акжал 1000 *м*, а в северной части площади ее распространения сокращается до 350 *м*.

В алевролитах свиты, в верхней части ее разреза, были обнаружены отпечатки насекомых из отряда Blattodea и довольно крупных филлопод, представленных, по определению В. С. Заспеловой, *Asmussia* sp., *Pseudoestheria* cf. *hindei* (Jones), *Paleolimnadiopsis* (?) *akgaltensis* Zasp. Первый из этих видов довольно близок к *Estheria hindei* Jones из отложений верхнего триаса Северной Америки.

Определением флоры, собранной в этих же породах, занималась Г. М. Ковальчук, установившая следующие формы: *Neocalamites* sp., *Annulariopsis inopinata* Zeiler, *Podozamites* sp., *Pityophyllum* sp. и др.

Наличие среди отложений свиты триасовых филлопод и нижнемезозойский облик флоры позволяют отнести породы акжалтауской свиты к триасу. Согласное залегание на отложениях рассматриваемой свиты пород толгойской свиты с рэт-лейасовым и рэтскими формами животных и растительных остатков говорит о том, что весь или большая часть рэтского века исключается из времени отложения пород акжалтауской свиты. Также исключается нижнетриасовая и часть, а возможно, и вся среднетриасовая эпоха. Об этом свидетельствуют наличие нижнетриасовых форм животных остатков в верхах акколканской свиты и перерыв в осадконакоплении перед отложением конгломератов акжалтауской свиты.

Все это позволяет считать временем образования акжалтауской свиты триас, скорее всего верхний.

Тологойская свита (T_3) согласно залегает на породах акжалтауской свиты, представленных песчаниками, алевролитами и аргиллитами с пластами углей и углистых аргиллитов. Мощность свиты изменяется от 585 *м* в южной части площади ее распространения до 680 *м* в северной части.

По различию в литологическом составе свита может быть разделена на три горизонта.

1. Алеврито-песчаниковый (нижний) горизонт представлен в основном алевролитами, тонко- и мелкозернистыми песчаниками зеленовато-серого цвета. Характерные признаки их — тонкая горизонтальная и горизонтальноволнистая слоистость, плитчатая отдельность, послойные скопления обрывков листьев плохой и средней сохранности, присутствие отпечатков пресноводной фауны (низшие ракообразные и насекомые).

В верхней половине горизонта отмечается пачка плохо сортированных среднезернистых песчаников, мощность которой 60 *м* в южной части мезозойской синклинали и 20 *м* в ее северной части.

В самой верхней части горизонта появляются угольные пласты, количество которых увеличивается в северном направлении. Мощность горизонта изменяется от 160 *м* на южном крыле синклинали до 197 *м* на северном.

2. Песчаниковый (средний) горизонт сложен в основном слабо сцементированными крупно- и среднезернистыми полимиктовыми песчаниками. Иногда отмечаются линзовидные прослои плотно сцементированных песчаников мощностью до 0,75 *м*, в которых наблюдается отчетливая косая перекрестная слоистость. В песчаниках горизонта встречаются линзовидные прослои конгломерата мощностью от нескольких сантиметров до 1 *м*, скопление окаменелых стволов и стеблей растений, шаровидные железистые конкреции.

Породы тонкозернистого состава (алевролиты и аргиллиты) встречаются в горизонте в подчиненном количестве. Угольные пласты сравнительно маломощны и частично размыты. Мощность горизонта на северном крыле мезозойской синклинали 156 *м*, а на южном 167 *м*.

3. Аргиллито-алевролитовый (верхний) горизонт представлен главным образом неслоистыми алевролитами и аргиллитами с сидеритизированными прослоями и конкрециями сидерита с обуглившимися остатками листьев и корней растений, обычно плохой сохранности.

Подчиненное положение в разрезе горизонта занимают прослои тонко- и мелкозернистых песчаников с горизонтальной слоистостью и среднезернистых песчаников с косой слоистостью.

С этим горизонтом связана основная угленосность тологойской свиты. Наибольшее количество угольных пластов отмечается в его нижней части. Мощность горизонта 258—327 *м*.

Общие комплексы фауны, флоры, спор и пыльцы вполне определенно свидетельствуют о рэт-лейасовом возрасте отложений тологойской свиты. Но встреченные остатки *Lepidopteris, Jucites, Sfenopteris* указывают на то, что осадконакопление происходило не позднее рэта. Следовательно, отложения свиты можно датировать рэтом.

Юрская система представлена только нижним отделом, к которому относятся отложения тайсуганской свиты.

Тайсуганская свита (J_1) представлена темно-серыми и черными аргиллитами и мелкозернистыми алевролитами, переслаивающимися с желтовато-коричневыми и желтовато-серыми разнозернистыми песчаниками. Это переслаивание обусловило характерную полосчатую окраску свиты, напоминающую окраску шкуры тигра. В. П. Нехорошев (1941) назвал свиту тигровой.

В северо-западной части площади распространения свиты среди аргиллитов встречаются прослои углистых и слабо углистых глин и аргиллитов мощностью до 30—40 *см*. В северо-восточной части площади разрез свиты снизу начинается конгломератами и брекчиями, по простиранию на коротких расстояниях переходящими в песчаники. Мощность свиты 200—300 *м*.

Основываясь на флористических комплексах и на согласном залегании пород тайсуганской свиты на отложениях тологойской рэтского возраста, можно принять за время образования тайсуганской свиты нижний лейас.

Меловая система. На размытой поверхности тайсуганской свиты без заметного углового несогласия залегают конгломераты и песчаники мощностью до 50 *м*, которые большинство исследователей относят к меловому периоду. Эти конгломераты залегают в центре мезозойской синклинали и по своему составу мало отличаются от конгломератов акжалтауской свиты.

К меловым отложениям Г. П. Клейман относит также кирпично-красные гипсоносные глины, согласно залегающие на конгломератах и имеющие мощность около 30 *м*.

Палеогеновая система в пределах Кендерлыкской мульды имеет ограниченное распространение и представлена песчано-глинистыми отложениями незначительной мощности (до 30 *м*). Эти породы залегают с угловым и стратиграфическим несогласием на палеозойских и мезозойских отложениях. К востоку от палеозойского выступа палеогеновые отложения ложатся прямо на вулканогенные образования палеозоя, а к западу без следов размыва они ложатся на мезозойские породы.

Такое положение палеогеновых отложений доказывает дотретичный возраст сброса, ограничивающего поле мезозойских пород с востока.

Четвертичные отложения распространены по всей территории Кендерлыкской мульды. В речных долинах они представлены галечником и песками аллювиального происхождения, на водоразделах и в долинах сухих логов — лёссовидными образованиями и продуктами выветривания коренных пород, а иногда валунно-галечными образованиями ледникового происхождения (верховья р. Аба). Вдоль южных подножий хр. Сайкан широко распространены осыпи. В восточной и крайней западной частях мульды мощность четвертичных образований достигает 20—30 *м*. На остальной же территории мощность четвертичных образований незначительна или они отсутствуют.

ТЕКТОНИКА

Главную роль в формировании современной синклинальной структуры месторождения играли, по-видимому, движения по древнему шву Сайканского сброса. Подтверждением этому может служить ориентировка вытянутости мезозойской синклинали, при которой простирание оси синклинали почти полностью повторяет простирание Сайканского сброса.

Отложения среднего палеозоя, обрамляющие Кендерлыкское месторождение, образуют довольно сложную структуру. К югу от месторождения расположена крупная брахисинклинальная складка с углами падения на крыльях от 5 до 90°, причем простирание оси этой складки меняется от меридионального вблизи слияния рек Карагайлы и Караунгур до широтного в верховьях р. Караунгур.

На западной окраине месторождения среднепалеозойские породы имеют почти согласное залегание с угленосными и сланценосными отложениями верхнего палеозоя, причем углы падения пород хотя и изменяются в широких пределах как по своей величине, так и по азимуту падения, но обычно колеблются в пределах 20—50° с преобладающим направлением падения на северо-восток.

Хребет Сайкан — крупная антиклинальная структура с падением пород на восток, северо-восток, север и северо-запад от центральной части хребта, сложенного изверженными породами.

Все перечисленные выше структуры среднего палеозоя осложнены большим количеством мелких складок, дизъюнктивными нарушениями разного порядка и внедрением изверженных пород.

Формирование структур среднего палеозоя произошло в основном в результате саурской фазы герцинского тектогенеза, которая вывела район из области седиментации (Нехорошев, 1956).

Проявление саурской фазы складчатости в визейское время сопровождалось внедрением интрузий гранодиоритов и кварцевых диоритов,

мощными излияниями лав андезитовых порфиров, местами типичной подушечной структуры, характерной для подводных излияний. Встречаются также альбитофировые покровы разнообразных туфогенных пород.

В результате тектонических движений этого времени море отступило, и возникшая суша быстро разрушилась, вследствие чего были вскрыты интрузии и вышележащие отложения с большим количеством вулканогенного материала, относящиеся к нижнему карбону.

Верхние горизонты нижнекаменноугольной толщи распространены по периферии месторождения, залегают почти согласно с вышележащими отложениями верхнего палеозоя. Такое залегание пород среднего палеозоя от девона до нижнего карбона, а также брахиантиклинальные складки свидетельствуют об относительно слабой интенсивности фазы складчатости, предшествующей осадконакоплению в верхнем палеозое. Тем не менее эта фаза складчатости связана с закрытием Зайсанской геосинклинали и коренным изменением геотектонической обстановки.

Последующие тектонические движения, относящиеся ко второму этапу формирования структур месторождения, имели преимущественно глыбово-складчатый орогенетический характер. И хотя отдельные блоки перемещались не только в вертикальном, но и в радиальном направлении, сформировавшиеся уже структуры среднего палеозоя претерпели весьма незначительные изменения, что связано с глыбовым характером тектонических движений.

В верхнем палеозое — нижнем мезозое можно отчетливо наблюдать проявление нескольких фаз тектонических движений, в результате которых коренным образом менялась геотектоническая обстановка осадконакопления.

В результате глыбовых движений в верхнем карбоне возник Кендерлыкский грабен, в котором происходило накопление вначале чисто континентальных угленосных отложений (акансайская свита), а затем лагунных сланценосных (кендерлыкская и караунгурская свиты). Береговая линия в период накопления этой толщи проходила где-то в районе Абинского сброса (южная окраина месторождения). Об этом свидетельствует наличие в районе устья р. Акансай в основании толщи конгломератов с валунами до 1 *м* в диаметре.

В северном направлении одновременно с уменьшением размера гальки мощность базального слоя уменьшается до полного выклинивания. На положение области сноса указывают также строение и распространение пласта угля, мощность которого уменьшается с севера на юг до полного выклинивания, и замещение угля грубообломочными породами.

Период накопления кендерлыкской и караунгурской свит характеризуется преобладанием на территории месторождения солоноватоводной среды, соответствующей лагуне или лиману. Однако наблюдающаяся в толще этих отложений быстрая смена фаций, наличие конгломератов и вулканогенных образований указывают на довольно активную тектоническую обстановку в этот период.

В конце нижней перми лагунный тип осадков сменяется типично континентальным, и хотя акколканская свита залегает на сайканской без видимого углового несогласия, перед ее накоплением имели место довольно значительные тектонические движения.

Резкая смена фациальной обстановки, наличие в основании акколканской свиты мощных конгломератов (до 300 *м*), значительный размыв сайканской свиты указывают на проявление на границе нижней и верхней перми новой тектонической фазы, перестроившей конфигу-

рацию бассейна осадконакопления. К этой тектонической фазе приурочено внедрение по образовавшимся трещинам даек, секущих верхи нижней перми и не затрагивающих вышележащие отложения.

Новая тектоническая фаза отчетливо проявилась в конце палеозоя — начале триаса. Хотя конгломераты акжалтауской свиты и залегают на породах акколканской свиты без видимого углового несогласия, характер конгломератов, их мощность (до 1000 *м*), частичный размыв отложений акколканской свиты свидетельствуют о довольно значительном процессе горообразования в этот период. К этой фазе тектонических движений приурочено также поднятие хр. Сайкан, о чем свидетельствует залегание тех же мезозойских конгломератов на северном склоне хр. Сайкан (Сарыбулакское месторождение) непосредственно на среднепалеозойских эффузивно-осадочных толщах.

Наибольшие поднятия в этот период произошли опять на юге и юго-востоке месторождения. Это подтверждается уменьшением крупности галек и мощности конгломератовой свиты в северном направлении. Но в то же время размыв отложений акколканской свиты на северо-западе месторождения указывает на некоторое воздымание верхнепалеозойских отложений вблизи Сайканского поднятия.

В нижнем же мезозое, на границе с нижней юрой (тайсуганская свита) отмечается хотя и незначительное, но резкое изменение геотектонической обстановки. В это время испытал резкие поднятия хр. Сайкан (его восточная часть), вследствие чего в северо-восточном углу месторождения в тайсуганской свите получили широкое развитие валунные конгломераты, а в песчаных отложениях свиты отмечается туфогенный материал.

В среднем и верхнем мезозое, а также в нижнем кайнозое в районе месторождения проявился еще ряд тектонических фаз, о чем свидетельствует резкая смена фациальных обстановок и ряд перерывов в осадконакоплении.

Формирование современной структуры месторождения завершилось в начале кайнозоя, когда жесткие глыбы хр. Сайкан были клинообразно выжаты кверху. В результате этого перемещения все отложения верхнего палеозоя и мезозоя были собраны в асимметричную синклинальную складку со срезанным дизъюнктивами восточным ее замыканием и частично срезанным северным крылом.

В структуре верхнего палеозоя и нижнего мезозоя Кендерлыкского месторождения можно выделить следующие ее составные элементы: западное крыло мульды, южное крыло и центральная (мезозойская) синклиналь (Василенко, 1961).

Западное крыло мульды сложено породами верхнего палеозоя от верхнего карбона (акансайская свита) до верхней перми (акколканская свита) и простирается от северо-западного тектонического контакта (по Сайканскому сбросу) этих пород со средним палеозоем до углообразного перегиба у пос. Караунгур. Это крыло представляет собой крупную моноклиналь, падающую на восток и северо-восток под углом от 20° на северо-западе до 45 и даже 60° у пос. Караунгур. Эта моноклиналь осложнена рядом антиклинальных складок более мелкого порядка, имеющих в основном широтное или близкое к широтному простирание, за исключением Айской антиклинали, которая является продолжением флексуры, осложненной сбросом, и имеет меридиональное простирание.

Южное крыло мульды (от пос. Караунгур и до тектонического контакта верхнего палеозоя со средним по Сары-Тологойскому сбросу) сложено теми же породами, что и западное крыло, и характеризуется близким к широтному простиранием при углах падения 25—35° на

северо-северо-восток. Эта моноклиналь осложнена антиклинальной складкой в верховьях рек Аба и Караунгур.

Центральная (мезозойская) синклиналь сложена отложениями акжалтауской, тологойской и тайсуганской свит, а в ядре ее залегают меловые и третичные отложения. На востоке и севере синклиналь ограничена дизъюнктивными нарушениями, по которым мезозойские отложения контактируют с вулканогенными породами среднего палеозоя. Южное крыло синклинали имеет падение на СВ 5—10° под углом 20—25°.

Переход от южного крыла к западному замыканию синклинали постепенный за счет изменения простирания и увеличения угла падения до 50°. На западном замыкании синклинали идет дальнейшее увеличение углов падения. Северное крыло синклинали частично срезано Сайканским сбросом, имеющим характер надвига, вследствие чего мезозойские отложения здесь приобретают опрокинутое залегание с падением на СВ 5—20° под углом 80—70°.

Для всех тектонических движений, происходивших от верхнего карбона до палеогена включительно, характерно перемещение отдельных блоков относительно друг друга. При этом от девона и до неогена площадь Кендерлыкского месторождения постоянно оставалась областью осадконакопления. Общая тенденция изменения геотектонической обстановки в пределах месторождения сводится к установлению все более континентального режима осадконакопления вследствие постоянного повышения (относительно уровня моря) области накопления отложений.

Так, среднепалеозойское время характеризуется геосинклинальным, типично морским режимом осадконакопления. Следующий этап осадкообразования (верхний карбон, нижняя пермь) можно отнести по условиям накопления отложений к лагунным. Верхнепермские отложения уже образовались в типично континентальных условиях, хотя и с некоторыми признаками солоноватоводности (фауна *Microdontella*).

В нижнемезозойское время господствовал внутриконтинентальный пролювиально-аллювиально-озерный режим осадконакопления, причем в самом конце этого времени (тайсуганская свита) преимущественное развитие получили временные потоки в условиях межгорной, почти сухой долины.

Меловое время характеризуется накоплением красноцветных глин с включением гипса, что свидетельствует о еще большем осушении области седиментации.

Вероятно, к тектонической фазе, окончательно сформировавшей современную структуру месторождения, приурочено образование более мелких структурных элементов, в том числе антиклинальных перегибов на западном и южном крыльях месторождения, и флексурообразной антиклинальной складки, переходящей в надвиг в низовьях р. Караунгур.

Опускание грабенов и поднятие горстов по древним тектоническим швам в постмезозойское время связано с общим сокращением поверхности этого участка земной коры и поэтому вызвало сильные тангенциальные напряжения, под влиянием которых, в том числе и клинообразного воздымания хр. Сайкан, произошло не только собирание в складки мезозойских и подстилающих их отложений, но и проявление вторичных тектонических структур. Это проявление тем более заметно, чем ниже залегает порода. Поэтому строение караунгурской, кендерлыкской и акансайской свит значительно сложнее вышележащих. Здесь отчетливо наблюдается ряд более мелких антиклинальных перегибов. Эти же напряжения и перегибы вызвали послойное перемеще-

ние, выразившееся по-разному в отдельных слоях в зависимости от физических свойств пород. Проявление вторичной тектоники в горючих сланцах выражается большей частью в сокращении поверхности слоев за счет серии мелких синусоидных складок. В песчаниках же эта тектоника проявляется в виде пологих послойных надвигов. Для сайканской свиты характерны в основном пликативные формы нарушений, так как это обусловлено большей пластичностью слагающих свиту пород по сравнению с нижележащими отложениями, даже сходными по литологическим признакам. Это обусловлено тем, что к моменту образования складок нижележащие породы претерпели большие изменения на стадии литогенеза. Что касается вышележащих верхнепермских и нижнемезозойских пород, то для них характерно внутрислойное перемещение и смятие, особенно в пластах угля и глинистых породах.

Наиболее отчетливо это проявляется на северном крыле мезозойской синклинали, где глинистые отложения, угли и углистые аргиллиты сильно перемяты и характеризуются чешуйчатым строением.

ВУЛКАНИЗМ

В районе месторождения изверженные породы распространены широко. По своему генезису они могут быть подразделены на глубинные интрузии, жильные породы и эффузивные породы и их производные.

Глубинные интрузивные породы приурочены к среднему палеозою и распространены по всей периферии месторождения. Широко развит комплекс малых интрузий плагиоклазового гранита и гранодиорита, которые образуют довольно значительные массивы в осевой части хр. Сайкан и в верховьях р. Аба.

Массивы интрузий окаймлены ороговикованными и окремненными в результате контактового метаморфизма нижнекаменноугольными породами. Эти интрузивные кислые породы имеют свежий вид, и, судя по условиям их залегания, возраст их определяется как досреднекарбоновый. К этому же комплексу пород относится группа кислых порфиритов, залегающих в виде крупных межпластовых тел и жил, которые широко развиты в южной части района.

Кроме того, в районе месторождения наблюдаются изверженные породы основного состава ряда габбро-диорит — базальт. Эти породы обнажаются в долине р. Караунгур у южной границы месторождения, на северо-западной части хр. Сайкан, на востоке месторождения.

Все перечисленные выше породы связаны с породами, подстилающими сланценосные отложения.

Среди осадочных образований верхнего палеозоя, с которыми связаны пласты сланца и угля, также отмечается большое количество изверженных пород и их производных. К глубинным проявлениям вулканизма относятся дайки диабазового порфирита, из которых наиболее значительные по размерам приурочены к западному крылу Кендерлыкской мульды. В северо-западном углу месторождения почти в меридиональном направлении вытянута на расстоянии более 2 *км* дайка мощностью до 12 *м*.

Вторая дайка еще больших размеров протянулась на 12 *км* от р. Караунгур почти до хр. Сайкан. Мощность этой дайки от 10 до 20 *м*; так же, как и первая дайка, она наклонена к северо-западу под углом 85°. Породы даек обладают порфировой или диабазовой структурой основной массы. Порфировые выделения представлены основным плагиоклазом и имеют величину от 0,7 до 2,0 *мм*. Среди порфировых выделений встречаются темноцветные минералы, которые полностью разрушены и замещены темно-бурым агрегатом — биотитоподобный минерал и магнетит. Основная масса состоит из беспорядочно расположенных лейст основного плагиоклаза, пироксена и стекла, подвергшихся сильному разрушению.

Первая дайка сечет только отложения караунгурской свиты, а вторая, кроме караунгурской, захватывает и сайканскую свиту.

Выше отмечалось, что основная тектоническая фаза, способствующая окончательному формированию современной структуры месторождения, проявилась в конце неогена, когда произошло клиновидное выжимание Сайканского массива.

Так как породы, заключающие дайку, не подверглись заметному тектоническому воздействию, то следует считать, что внедрение диабазов связано с последней (неогеновой) тектонической фазой.

Среди отложений верхнего палеозоя и нижнего мезозоя довольно широко распространены эффузивные образования (см. раздел «Стратиграфия»).

В акансайской свите в разрезе по р. Аба отмечается одна линза диабазового порфирита и одна линза базальта со столбчатой отдельностью. Мощность базальтов достигает 35 *м*. По всему разрезу свиты широко распространены пепловые туфы порфиритов основного состава, встречаются бомбы диаметром до 30 *см*. Один из таких слоев туфа с кусками окремненной древесины и пнями деревьев является маркирующим горизонтом свиты. Кроме того, имеется довольно много слоев туффитов и песчаников с пепловым материалом.

Среди отложений кендерлыкской и караунгурской свит туфогенный материал занимает подчиненное значение и представлен в основном туффитами и туфопесчаниками, встречаются также слои туфов и примесь туфового материала в песчаниках. Пепловый материал этих свит принадлежит кислым породам — альбитофирам и кварцевым порфирам (Василенко, 1961).

В отложениях сайканской, акколканской, акжалтауской и тологойской свит туфогенный материал (кроме переотложенного) не отмечается, лишь среди осадочных образований тайсуганской свиты наблюдается слой туфа (Нехорошев, 1941).

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

В разрезе отложений Кендерлыкского месторождения в той или иной степени сланценосны кендерлыкская, караунгурская и сайканская свиты.

В кендерлыкской свите залегают два пласта горючих сланцев сложного строения: «Калын-Кара» и «Лучший», которые имеют промышленное значение и приурочены к основанию разреза свиты. Кроме того, выше пласта «Лучший» в 80 *м* по разрезу отмечается несколько прослоев горючих сланцев мощностью от 0,10 до 0,40 *м*, которые по своему составу (от 87 до 99% золы) скорее являются слабо битуминозными породами, хотя и содержат от 4,6 до 6,5% смолы.

Пласт горючего сланца «Калын-Кара» отделен от угольного пласта, приуроченного к кровле акансайской свиты, слоем известкового песчаника мощностью от 0,3 до 0,5 *м*.

В кровле пласта «Калын-Кара» также находится слой песчаника мощностью 30—40 *см*.

Пласт «Калын-Кара» сложного строения с многочисленными прослоями пустой породы. На южном крыле месторождения у р. Аба пласт отчетливо разделяется на две пачки. Верхняя пачка мощностью 0,8—1 *м* содержит много прослоев пустой породы и практического интереса

не представляет. Нижняя часть пласта мощностью до 1 *м* почти лишена подобных прослоев, но включает довольно мощные линзы битуминозного известняка.

В северном направлении мощность пласта несколько увеличивается и значительно улучшается его качество. Севернее р. Акколка средняя мощность пласта 2,15 *м*, а полезная 1,78 *м*. Здесь отмечается семь прослоев пустой породы общей мощностью 0,37 *м*. В районе б. Хохловских копей пласт «Калын-Кара» имеет рабочую мощность 2,03 *м*, полезную 1,78 *м* и общую мощность семи прослоев 0,25 *м*. В южном направлении от р. Аба пласт теряет промышленное значение и сложен слабо битуминозными сланцами.

Сланцы пласта «Калын-Кара» микроскопически представляют собой черную тонкослоистую породу с многочисленными трещинами кливажа и слагаются тонко перемешанными агрегатами каолинита светло-желтого цвета с включениями желтых и оранжевых микроспор. Встречаются также макроспоры, кутикулы и смоляные тела. Агрегаты каолинита окружены сапропелевым веществом. В породе часто наблюдаются включения витрена и пиритизированные обрывки фюзена, скопления которого приурочены к поверхностям наслоения. Основная масса сланца представлена желтовато-бурым сапропелево-гумусовым веществом с примесью глинистого материала.

Таким образом, по своей микроструктуре и составу сланцы пласта «Калын-Кара» занимают промежуточное положение между углем и сланцем. Об этом же свидетельствует и химический состав этих сланцев (табл. 162).

Пласт «Лучший» наиболее выдержан по строению и мощности. В южной части месторождения (район р. Аба) пласт имеет общую мощность 1,87 *м*, полезную 0,78 *м*. Пять прослоев, представленных известково-кварцевым материалом, характеризуются мощностью 1—3 *см* и хорошо выдерживаются по простиранию.

По направлению на север мощность пласта несколько увеличивается. Так, на II поле общая мощность пласта 1,05 *м*, полезная 0,95 *м*, такая же полезная мощность пласта и в районе б. Хохловских копей, но общая мощность несколько увеличивается — до 1,13 *м* за счет присутствия в пласте линз битуминозного известняка мощностью до 20 *см*.

По внешнему виду горючий сланец пласта «Лучшего» темно-серый, плотный с раковистым изломом и жирным блеском.

Химическая характеристика горючих

Местонахождение пласта	На сухой			
	Смола, %	$S^c_{общ.}$, %	A^c, %	V^c, %
Пласт „Калын-Кара"				
По р. Аба	9,30	1,45	68,0	22,5
Ниже устья р. Акколка	8,55	1,69	71,7	—
То же	5,98	1,52	73,52	—
Пласт „Лучший"				
Разрез по р. Аба	10,9—27,0 / 17,87	0,9—1,5 / 1,26	47,7—70,8 / 62,10	21,8—40,0 / 28,52
В районе устья р. Акколка	14,71	1,46	62,10	—
Район лога Кульдене	17,10	—	66,8	—

В прозрачных шлифах сланец обнаруживает очень тонкую слоистость (полосчатость). Основная масса представлена светло-желтым сапропелевым материалом с примесью глинистых минералов.

Слоистость обусловлена послойным распределением удлиненных спор, тонких обрывков растительных тканей в виде ксило-фюзена, ксилена и реже витрена.

Минеральная часть сланца представлена в основном агрегатами глинистых минералов, иногда кристаллического строения, а также отдельными кристаллами каолинита.

В верхней пачке пласта отмечается распыленный карбонат, причем количество этого карбоната по направлению к кровле пласта увеличивается, что и обусловливает постепенный переход к породам кровли. В нижних двух пачках отмечается значительное количество фюзенизированных и ксиленизированных растительных тканей, что придает сходство сланцев этой части пласта со сланцами пласта «Калын-Кара».

Химическая характеристика сланцев пласта «Лучшего» значительно отличается от анализов сланцев пласта «Калын-Кара», особенно по таким важнейшим для сланцев показателям, как содержание золы, выход смолы и летучих, содержание водорода и калорийность.

Химический анализ золы показывает высокое содержание SiO_2, типичное для состава глин, а также большое содержание пиритной серы. В целом зола по своему химическому составу не может считаться пригодной для производства цемента.

В разрезе караунгурской свиты продуктивный горизонт (свита средних горючих сланцев, по В. И. Нехорошеву и Б. Л. Афанасьеву) располагается в 100—220 *м* от нижней границы свиты, или примерно в 200—220 *м* от пласта «Калын-Кара».

В строении горизонта важное место занимают мелкозернистые частью известковистые песчаники, которые через алевролиты, в той или иной степени обогащенные органическим веществом, связаны постепенными переходами с горючими сланцами. Слои горючего сланца достигают по мощности 3 *м*, имеют сложное строение и неустойчивы по простиранию.

В связи с этим выделить отдельные пласты горючего сланца и проследить их по площади в настоящее время не представляется возможным. Можно лишь говорить о суммарной мощности пластов в отдельных разрезах.

Таблица 162

сланцев кендерлыкской свиты

сланец	На горючую массу							Примечание
$Q^c_б$, *ккал/кг*	$C^г$, %	$H^г$, %	N, %	$(O+S)^г$, %	Смола, %	$V^г$, %	$Q^г_б$, *ккал/кг*	
2380	76,2	7,49	1,80	14,73	29,85	69,56	76,39	Нижняя пачка
3065	69,34	7,85	1,95	19,17	30,23	—	7382	То же
1689	68,06	7,09	—	24,85	22,58	—	6500	Верхняя пачка
2500—4500 / 3187	76,69	8,34	1,67	12,76	49,23	86,38	9697	Средняя для всех пачек
2820	72,50	8,53	1,87	17,10	42,58	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—

Количество пластов, их мощность и строение меняются по площади распространения свиты в значительных размерах (см. рис. 73).

Продуктивный горизонт караунгурской свиты наиболее развит в южной части площади ее распространения и довольно быстро выклинивается к северу месторождения. Общая мощность горизонта в районе устья р. Майчат около 95 *м* и 120—135 *м* в районе Айской антиклинали, уменьшается до 70 *м* по р. Аба, а севернее р. Аккола теряет практическое значение. Пробуренная в 1958—1959 гг. скв. 11 вскрыла девять пластов горючих сланцев и битуминозных пород (см. рис. 73).

Первый (снизу) пласт горючего сланца сложного строения и состоит из трех пачек горючего сланца, разделенных прослоями слабо битуминозного алевролита. При общей мощности пласта 1,70 *м* на долю горючего сланца (три пачки) приходится 0,70 *м*, а на слабо битуминозный алевролит (две пачки) 1 *м*.

Второй пласт залегает на 12 *м* выше I и представлен прослоем горючего сланца мощностью 0,16 *м*, заключенного между двумя слоями слабо битуминозного алевролита мощностью 0,38 *м* в кровле сланца и 0,96 *м* в почве пласта.

Третий пласт, залегающий выше II на 4,20 *м*, практически представляет собой переслаивание битуминозного алевролита и аргиллита общей мощностью 1,21 *м*.

Четвертый пласт мощностью 8,64 *м* состоит из двух пачек горючего сланца, разделенных прослоем слабо битуминозного алевролита и песчаника мощностью 2,18 *м*. Пачки горючего сланца имеют общую мощность 6,40 *м*, однако из-за наличия тонких прослоев битуминозных аргиллитов и алевролитов на долю собственно горючего сланца приходится не более 4 *м*. Так, по штольне 1 на долю слабо битуминозных алевролитов и аргиллитов в этом пласте приходится 4,55 *м* из общей мощности пласта 8,29 *м*.

Пятый пласт представлен двумя пачками горючего сланца мощностью 0,61 и 0,16 *м*. Залегающий на 5 *м* выше V пласта VI пласт представлен одной пачкой пласта горючего сланца мощностью 0,45 *м*.

На 1,66 *м* выше пласта VI отделенный от него песчаником и слабо битуминозным алевролитом залегает пласт VII горючего сланца, представленный одной пачкой сланца мощностью 0,49 *м*.

Пласт VIII представлен двумя пачками битуминозного алевролита мощностью 0,21 и 0,43 *м*, разделенных прослоями песчаника и слабо битуминозного алевролита мощностью 0,23 и 0,30 *м* соответственно. На 10 *м* выше этого пласта залегает пласт IX, представленный двумя прослоями битуминозного аргиллита мощностью 0,66 и 0,75 *м*, разделенных прослоями песчаника и алевролита мощностью около 0,80 *м*.

По своему внешнему виду и петрографическому составу сланцы караунгурской свиты сильно отличаются от сланцев кендерлыкской свиты. Внешне это темно-коричневая порода с матовой поверхностью и раковистым изломом, а микроскопически — смесь гумусосапропелевой массы с минеральной составной частью. В этой массе разбросаны обрывки растений в виде ксило-фюзена и витрена, споры, кутикулы. Минеральная примесь в сланце носит большей частью песчаный характер, а глинистые материалы имеют второстепенное значение.

По своей химической характеристике сланцы караунгурской свиты значительно превосходят сланцы кендерлыкской свиты по таким важнейшим показателям, как зольность, выход смолы, содержание водорода и т. п. (табл. 163, 164).

Сайканская свита характеризуется большим количеством слоев горючих сланцев, битуминозных и слабо битуминозных пород. По

Таблица 163

Качественная характеристика горючих сланцев продуктивного горизонта караунгурской свиты на сухой сланец

Место опробования	Смола, %	Сера общая, %	Зола, %	Летучие, %	Горючее вещество, %	Теплота сгорания, *ккал/кг*
Обнажение по р. Караунгур	11,8—26,3 / 14,45	0,49—0,68 / 0,58	66,7—71,3 / 69,37	—	22,2—29,2 / 25,6	1981—2659 / 2363
Обнажение в устье р. Майчат	4,1—24,7 / 12,1	0,12—0,71 / 0,31	52,4—81,6 / 70,9	8,1—36,9 / 21,7	8,9—44,1 / 23,9	700—3780 / 2031
Обнажение к югу от р. Акколка	2,0—20,6 / 8,5	0,10—1,76 / 0,68	64,7—82,3 / 75,6	5,0—30,0 / 15,5	5,6—34,8 / 17,3	430—2920 / 1545

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Таблица 164

Характеристика горючей массы сланцев продуктивного горизонта караунгурской свиты

Место опробования	Углерод, %	Водород, %	Азот, %	Кислород+сера, %	Смола, %	Теплота сгорания, *ккал/кг*
Обнажение по р. Караунгур	75,0—78,8 / 76,66	9,1—9,8 / 9,50	1,9—2,2 / 2,03	10,8—13,5 / 12,2	49,4—52,8 / 51,68	8060—8930 / 8370
Обнажение у р. Майчат	—	—	—	—	36,0—60,0 / 48,1	7410—9130 / 8460
Обнажение к югу от р. Акколка	—	—	—	—	35,0—59,2 / 44,2	7000—9170 / 8320

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

характеру сланценосности в свите выделяется четыре продуктивных горизонта.

Первый горизонт находится в 60—65 *м* от основания свиты и представлен тонким переслаиванием горючих сланцев, битуминозных пород, алевролитов, аргиллитов и доломитизированных известняков. Мощность этого горизонта по скв. 11 23,5 *м*. Здесь выделяется три пласта горючих сланцев с рабочей мощностью 6,73, 8,81 и 2,48 *м* при полезной мощности 4,56, 7,42 и 1,61 *м* соответственно.

Второй горизонт отделен от первого пачкой пород мощностью до 70 *м*, представленной переслаиванием алевролитов, аргиллитов, мелкозернистых песчаников и доломитизированных известняков. В этой пачке встречаются также прослои горючего сланца и битуминозных пород, которые образуют в разрезе сланценосные пачки очень сложного строения с многочисленными прослоями других пород; мощность их не более 1 *м*.

В разрезе второго продуктивного горизонта мощностью около 65 *м* можно выделить две части: нижняя часть разреза представлена пере-

слаиванием битуминозных алевролитов и песчано-глинистых пород, в которых заключены прослои доломитизированных известняков. В верхней части горизонта наряду со слабо битуминозными породами выделяется шесть пластов горючих сланцев мощностью от 0,62 до 6,96 *м* при общей полезной мощности сланцевой массы 15,81 *м*.

Выше второго горизонта залегает толща переслаивающихся тонких прослоев алевролитов и аргиллитов с более мощными прослоями песчаников.

Третий продуктивный горизонт характеризуется мощностью около 20 *м* и состоит преимущественно из битуминозных пород. Незначительные по мощности слои горючих сланцев заключены среди тонкого переслаивания в той или иной степени битуминозных аргиллитов, алевролитов и песчаников.

Четвертый горизонт горючих сланцев отделен от третьего 135-метровой толщей, сложенной переслаиванием мелкозернистых песчаников, алевролитов, аргиллитов темно-серого цвета. Среди этих пород имеются тонкие прослои горючих сланцев мощностью 5—10 *см*. Продуктивный горизонт отмечается лишь в северо-западной части месторождения, где его мощность достигает 19 *м*. На остальной площади распространения свиты этот горизонт размыт. Нижняя часть горизонта сложена слабо битуминозными аргиллитами и алевролитами с редкими тонкими прослоями горючего сланца. Верхняя часть горизонта по сравнению с нижней несколько больше насыщена горючими сланцами, однако мощность слоев горючего сланца невелика, хотя на долю этих слоев приходится около половины всей мощности горизонта.

КАЧЕСТВО СЛАНЦЕВ

Исследованием качества кендерлыкских сланцев начиная с 1931 г. занимался ряд исследователей. Наиболее полно изучены сланцы пластов Калын-Кара и Лучший, вскрытые горными выработками вне зоны выветривания. По ним были отобраны валовые пробы. Наименее изученными из-за их небольшой мощности оказались верхние горючие сланцы, т. е. сланцы сайканской свиты.

Пласт «Калын-Кара», находящийся в непосредственной близости от угольного пласта, по своему петрографическому и химическому составу занимает промежуточное положение между углистой породой и типичным горючим сланцем, хотя по некоторым показателям ближе к последнему (см. рис. 70). Так, содержание водорода на горючую массу в нем колеблется от 7,09 до 7,85%. Выход летучих на сухой сланец при зольности от 68 до 73% составляет более 20%. Выход же смолы по сравнению с другими пластами горючего сланца весьма невелик — всего 5—9%.

Пласт «Лучший» по качеству сланца выделяется среди других пластов (см. табл. 162). Среднее содержание смолы в пласте превышает 10% и в отдельных пробах достигает 27%. Поэтому горючие сланцы пласта «Лучшего» подверглись более детальному исследованию, которое показало, что наиболее выгодно использовать сланец для получения пиролизного газа, который по своим показателям вполне пригоден для производства полимерных соединений (табл. 165). Пылевидный кокс, полученный при пиролизе сланца, можно использовать как дополнительное топливо, так как его теплота сгорания достигает 2430 *ккал/кг* (табл. 166).

Процесс полукоксования сланцев пласта «Лучшего» дает также некоторые результаты, а именно: выход смолы 16—18% на сухой сланец при большом содержании в сланце углеводородов (табл. 167).

Отсюда можно сделать вывод, что смолы кендерлыкских сланцев имеют углеводородный характер группового состава. Количество кислых и нейтральных кислородных соединений относительно невелико, чем кендерлыкские сланцы резко отличаются от прибалтийских, смола которых состоит на $^2/_3$ из кислородных соединений.

Таблица 165

Характеристика пиролизного газа из сланца пласта «Лучшего»

Показатели	Температура реактора 900° С	1000° С	1100° С
Температура потока газа, град.	720—760	830—900	920—960
Выход газа, *мл/кг*	270—320	480—530	724—766
Теплота сгорания, *ккал/м³*	6415	4560	3045
Состав газа, %:			
сероводород	0,4	0,3	0,2
углекислый газ	7,9 7,7—8,5	7,5 7,0—8,0	6,4 6,2—6,8
изобутилен	0,5	0,3	—
пропилен-бутилен	5,4 3,8—6,0	0,6 0,3—0,9	0,3
этилен	41,4 18,2—22,0	13,8 10,2—16,2	2,6 1,8—2,8
окись углерода	20,2 15,1—25,0	14,7 14,4—15,2	28,4 27,0—29,2
водород	25,8 25,5—26,0	45,2 41,0—41,4	54,0 53,0—55,0
Предельные углеводороды, %	11,2 9,8—11,4	10,8 10,2—11,4	4,1 4,0—4,8
Азот, %	7,2 4,2—11,0	6,8 6,7—6,9	4,0 3,8—4,6

Примечание. В числителе приведены средние величины, в знаменателе — крайние значения, полученные при анализах.

Таблица 166

Качественная характеристика пылевидного кокса, полученного при пиролизе сланца пласта «Лучшего» (в % на сухой сланец)

Максимальная температура, град.	Зола	Углерод	Водород	Сера	Летучие	Теплота сгорания, *ккал/кг*
720—780	69,55	25,92	1,20	0,914	5,13	2431,0
830—900	76,01	22,32	1,20	0,446	4,46	1949,4
920—960	82,52	18,28	0,94	0,475	1,62	1491,2

Разгонка смолы на фракции показала возможность использования сланцев для получения искусственного топлива (табл. 168).

Средние горючие сланцы имеют лучшее качество на южном крыле месторождения, при этом различные пласты сланцев в разрезе продук-

Таблица 167

Характеристика фракции сланцевых смол из пласта «Лучшего»

Фракции	Фракция 200° С, объемн. %	Фракция 200—300° С, вес. %
Сырые фракции		
Фенолы	0,23	1,08
Нейтральные кислородные соединения	6,00	16,00
Углеводороды:		
непредельные	51	—
ароматические	7	—
нафтеновые и парафиновые	34 и 5	—
Основания	1,05	4,39
Очищенные фракции		
Октановое число	56	—
Цетановое число	—	57
Содержание серы, %	0,12	0,5

Таблица 168

Разгонка смолы на фракции из сланца пласта «Лучшего» (выход в %, штольня № 2)

Фракции	На влажный сланец	На сухой сланец	На смолу
Бензиновые фракции	3,23	3,42	20,72
Лигроиновая фракция	1,49	1,59	0,54
Дизельная фракция	4,43	4,72	28,36
Остаток при 325°С	6,28	6,69	40,24
Потери	1,01	1,10	1,14
Итого	16,44	17,52	100

тивного горизонта характеризуются различными качественными показателями. Так, для III (сверху) пласта продуктивного горизонта мощностью около 3 *м* содержание золы 62,8% на сухой сланец, горючего вещества 35,2%, теплота сгорания сланца 2950 *ккал/кг*, $S^{c}_{общ}$ 0,57%, выход смолы 17,4%. В то же время в пласте сланца, расположенном на 6—7 *м* выше этого пласта и примерно такой же мощности, при зольности 74,3% содержится всего 8,9% горючего вещества, теплота сгорания 700 *ккал/кг*, а выход смолы 4,1%.

Такие резкие колебания качества сланцев по разрезу зависят не только от содержания золы, но и от петрографического состава органической массы.

Качество сланцев продуктивного горизонта караунгурской свиты меняется и по простиранию. Горючие сланцы этого горизонта в районе р. Акколка имеют наибольшую зольность, соответственно меньший выход смолы (8,5%) и меньшую теплоту сгорания (1545 *ккал/кг*). По мере движения на юг качество сланцев улучшается и выход смолы в среднем по всем пластам горизонта составляет 14,4% (см. табл. 157). Горючая масса сланцев характеризуется повышенным содержанием водорода — от 9,1 до 9,8% и значительным выходом смолы на горючую массу, но и в этом случае сланцы в районе р. Акколка дают худшие

показатели по сравнению с более южными участками месторождения (см. табл. 158).

Сравнение качественных показателей горючих сланцев кендерлыкской и караунгурской свит по валовым пробам, взятым из штолен вне зоны выветривания, свидетельствует о значительном преимуществе сланцев пласта «Лучшего» и продуктивного горизонта караунгурской свиты по качеству над сланцами пласта «Калын-Кара», что особенно заметно по выходу смолы на сухой сланец, содержанию водорода и серы на горючее вещество (табл. 169).

Таблица 169

Анализы сланцев валовых проб из штолен 1 и 2

Разновидность сланцев	На сухой сланец, %					
	Смола	Подсмольные воды		Полукокс	Газ	Потери
		выход	в том числе пирогенные			
Средние горючие сланцы	12,10	4,0	0,80	79,60	34,50	5,59
Сланцы пласта „Калын-Кара“	5,40	14,60	5,50	81,20	28,1	2,90
Сланцы пласта „Лучшего“	17,0	4,70	1,20	71,80	36,6	9,90

Разновидность сланцев	На горючее вещество, %							
	Основания	Некислые соединения	Парафин	C	H	N	S	O
Средние горючие сланцы	5,5	1,44	2,65	84,68	11,89	1,06	0,33	2,04
Сланцы пласта „Калын-Кара“	1,22	3,25	0,88	84,5	10,70	0,46	0,75	3,57
Сланцы пласта „Лучшего“	3,45	6,25	1,24	85,09	11,31	1,03	0,31	2,26

Средний химический состав сланцев по анализам проб, взятых из обнажений, расчисток и канав также подтверждает более высокое качество сланцев пласта «Лучшего» и продуктивного горизонта караунгурской свиты (так называемых средних горючих сланцев). При этом наиболее ценными свойствами, несмотря на несколько большую зольность, обладают сланцы продуктивного горизонта караунгурской свиты (табл. 170, 171, 172). Для сланцев этого горизонта характерно большее содержание водорода и больший выход смолы на горючую массу, характерный состав швельгаза и смол полукоксования.

По своему качеству горючие сланцы сайканской свиты значительно уступают сланцам караунгурнской свиты. Так, средний выход смолы из сланцев первого продуктивного горизонта не более 2% при значительных колебаниях содержания смолы в отдельных прослоях. Около 50% от массы всех сланцев этого горизонта дают выход смолы менее 6%, 20% сланцев — от 6 до 9% смолы, 20% сланцев дают от 9 до 12% смолы.

Таблица 170

Характеристика сланцев Кендерлыкского месторождения

Показатели	Пласт „Калын-Кара"	Пласт „Лучший"	Средние горючие сланцы
Влага рабочая, % на сухой сланец	6,4	3,3	1,2
Состав сухого сланца, %:			
зола	68,3	57,9	69,5
углекислота	1,9	2,5	3,4
органическая масса	29,8	39,6	27,1
сера общая	1,80	1,60	0,60
Теплотворная способность, *ккал/кг*	2430	3300	2280
Выход продуктов полукоксования, % на сухой сланец			
смола	9,4	18,2	13,7
газ	4,2	4,7	3,9
вода	2,5	3,7	1,7
полукокс	83,9	73,4	80,7
Выход смолы на горючую массу, %	31,6	45,8	50,6
Состав органической массы, %			
углерод	77,3	77,5	76,6
водород	8,4	8,4	9,5
азот	2,3	1,9	1,9
кислород+сера	12,0	12,2	12,0
Выход летучих, %	22,0	29,5	
Теплота сгорания горючей массы, *ккал/кг*	8150	8340	8400

Таблица 171

Анализы смолы и швельгаза сланцев

Разновидности сланцев	Первичные смолы				
	Удельный вес	Механические примеси, %	Вязкость 250°	Вязкость 50°	Теплота сгорания, *ккал/кг*
Средние горючие сланцы	0,889	1,60	1,84	1,29	10185
Сланцы пласта „Калын-Кара"	0,910	2,99	1,52	1,14	10130
Сланцы пласта „Лучшего"	0,888	0,90	2,10	1,96	10293

Разновидности сланцев	Характер швельгаза, %						
	CO_2+H_2	CH+HN	CO	H_2	CH_n	N	Плотность газа
Средние горючие сланцы	15,9	9,7	5,2	40,9	27,9	0,4	0,742
Сланцы пласта „Калын-Кара"	39,5	8,0	9,0	8,0	33,4	1,9	0,947
Сланцы пласта „Лучшего"	8,5	9,9	3,9	34,8	41,8	1,0	0,701

Таблица 172

Характеристика смол полукоксования сланцев

Показатели	Пласт „Калын-Кара"	Пласт „Лучший"	Средние горючие сланцы
Удельный вес	0,910	0,880	0,890
Выкипает, %			
„ до 200°C	27	22	18
„ до 300	61	52	42
„ до 360	77	70	68
Элементарный состав, %:			
углерод	84,5	84,9	84,7
водород	10,7	11,6	11,9
сера	0,7	0,3	0,3
кислород	3,6	2,2	2,0
азот	0,5	1,0	1,1
Основания, %	1,22	2,66	5,5
Парафины, %	0,88	1,24	2,65
Кислоты, %	3,25	1,35	1,44

Сланцы второго горизонта имеют еще более низкие показатели, так как только отдельные прослои сланца дают выход смолы от 6 до 9%, остальные слои сланца содержат менее 6% смолы.

В третьем горизонте горючие сланцы скорее могут быть отнесены к битуминозным породам, так как главная масса этих сланцев содержит менее 3% смолы и лишь отдельные прослои содержат до 6% смолы.

Четвертый горизонт, к которому приурочено залегание так называемых листоватых сланцев, содержит горючие сланцы с выходом смолы 3—5%, но из-за незначительной площади распространения и небольшой мощности пластов также не имеет существенного практического значения. Лабораторное полукоксование дает следующий выход продуктов на сухой сланец: полукокс 61,8%, смола 24,3%, вода пирогенная 6,3%, газ и потери 7,6%. Состав газа полукоксования в объемных процентах при выходе газа 57,1 *л/кг* сланца: углекислый газ и сероводород 27,7%, непредельные углеводороды 13,2%, окись углерода 12%, водород 14,5%, предельные углеводороды 29%, азот 5,6%.

Проведенные опыты по анализу пиролизного газа горючих сланцев пласта «Лучшего» продуктивного горизонта свиты показывают, что содержание балластных составляющих не превышает 10—15%, а теплотворная способность газа достигает 4500—6500 *ккал/м*^{3}. С ростом температуры пиролиза отмечается увеличение в составе пиролизного газа компонентов с малым молекулярным весом, особенно резко увеличивается содержание водорода, которое достигает 53—55% в газе, полученном при температуре реакции 1100° С.

При температуре реактора 900° С на 1 *т* переработанного сланца получается 86 *кг* этилена и до 9 *кг* пропилена. При более высокой температуре получаются газовые смеси, содержащие в своей основе окислы углерода и водорода. Приведенные данные свидетельствуют о возможности синтеза из кендерлыкских сланцев газов различного назначения. Производство и переработка газовых смесей легко сочетаются с получением газа для отопительных нужд и применением твердого остатка в качестве энергетического топлива. Кроме того, существенное значение имеют жидкие продукты, получаемые при высокотемпературном пиролизе пылевидного сланца (смола, газовый бензин),

являющиеся ценным исходным материалом для выделения ароматических соединений. Суммарный выход ароматических соединений в производственных пиролизных установках будет не менее 5—6% на сухой сланец, что указывает на возможность организации крупнотоннажного производства.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Все сланценосные отложения содержат водоносные горизонты, которые выходят на поверхность в виде родников и источников. Среди песчаников акансайской свиты отмечается ряд источников с дебитом до 1 *л/сек*. Воды этих источников имеют минерализацию от 11,62 до 19,28 *мг/л* и жесткость 3,6—6,3 *мг-экв*. По составу воды источники акансайской свиты относятся в основном к углекисло-натриевым и лишь частично — к сульфатно-натриевым.

Водоносные песчаники кендерлыкской свиты содержат воды с повышенной минерализацией 26,54—64,4 *мг/л*, что связано с большим содержанием в разрезе свиты пород, обогащенных минералами, содержащими сульфаты. Отсюда преобладание среди источников сульфатно-натриевых вод. Дебит родников обычно не превышает 1 *л/сек*.

Среди отложений караунгурской свиты водоносными породами являются не только песчаники, но также алевролиты и доломиты. Родники, имеющие дебит обычно менее 1 *л/сек*, дают солоноватую на вкус воду, обычно имеющую незначительную минерализацию (27,42—55,38 *мг/л*). При этом сульфатно-натриевые воды имеют значительно большую минерализацию, чем углекисло-натриевые. Примерно такая же характеристика и вод сайканской свиты.

Отложения акколканской свиты и нижнемезозойские породы имеют большое количество родников, хотя дебит их обычно незначителен (0,1—0,3 *л/сек*) и редко достигает 1 *л/сек*. Источники приурочены к выходам на поверхность слоев песчаника и значительно реже связаны с алевролитами и пластами угля. Минерализация вод относительно велика и колеблется в пределах 38,58—105,2 *мг/л*. Преобладающий тип воды источников углекисло-натриевый, но с широким развитием в солевом составе сульфатов Na и K и карбонатов щелочноземельных элементов. Среди меловых и палеогеновых отложений водоносные песчаники содержат слабо минерализованные (10,5—13,2 *мг/л*) сульфатно-натриевые и углекисло-натриевые воды, которые иногда изливаются на поверхность в виде источников с дебитом не более 1 *л/сек*. В солевом составе этих вод значительную роль играют сульфаты и карбонаты щелочных земель.

Грунтовые воды, связанные с четвертичными отложениями, характеризуются очень низкой минерализацией, а источники этих вод обладают весьма непостоянным режимом и имеют небольшой дебит (0,1—1,0 *л/сек*).

В целом для верхнепалеозойских, нижнемезозойских и кайнозойских отложений Кендерлыкской мульды характерно наличие сульфатно-натриевых и углекисло-натриевых вод средней минерализации с pH= =6,7—7,3, при этом сульфатно-натриевые воды преобладают.

Все источники относятся к холодным и весьма холодным.

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Степень разведанности Кендерлыкского месторождения в настоящее время не дает возможности с достаточной достоверностью и точностью подсчитать имеющиеся на месторождении запасы горючих сланцев. Подсчет запасов, произведенный Б. Л. Афанасьевым в 1941 г., позволил выделить некоторые участки с высокими категориями. Утверждены ВКЗ балансовые запасы по первому сланцевому и «Дефектному» полям по категориям A_2 2219 тыс. *т*, B 1986 тыс. *т*, C_1 4404 тыс. *т*, в том числе штольневых по категориям A_2 2219 тыс. *т* и $B+C_1$ 880 тыс. *т*. По второму сланцевому полю утверждено штольневых запасов по категории B 2582 тыс. *т* и шахтных по категории C_1 9470 тыс. *т*. Все эти запасы относятся к пластам «Калын-Кара» и «Лучшему», общие запасы которых свыше 240 млн. *т* (табл. 173).

Таблица 173

Запасы горючих сланцев кендерлыкской свиты (в тыс. т)

Абсолютные отметки горизонтов, *м*	Пласт „Калын-Кара"		Пласт „Лучший"		Всего	
	Общие геологические запасы	В том числе A_2+B	Общие запасы	В том числе A_2+B	Общие запасы	В том числе A_2+B
До 1000	45 540	4 424	23 810	4 138	69 350	8 562
1000—800	35 560	1 630	19 020	1 556	54 580	3 186
800—0	79 350	—	40 000	—	119 350	—
Всего	160 450	6 054	82 330	5 694	243 280	11 748
В том числе штольневых запасов	27 900	4 424	15 610	4 138	43 510	8 562

В 1956 г. (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958) был произведен пересчет запасов по состоянию на 1 января 1955 г. П. А. Голобородько и М. А. Субботиной (табл. 174). Следует заметить, что при этом подсчете вследствие слабой изученности месторождения они пользовались материалами Б. Л. Афанасьева (1941ф), в которых, как выяснили последующие исследования, не всегда правильно параллелизовались пласты сланца, и не все площади действительного распространения сланценосных отложений были учтены, особенно в южной части месторождения, где Б. Л. Афанасьев почти не проводил никаких работ.

Таблица 174

Запасы горючих сланцев Кендерлыкского месторождения (в млн. т)

Запасы	Всего запасов	По степени достоверности			По зонам глубин			
		действительные	вероятные	возможные	0—300 *м*	300—600 *м*	600—1200 *м*	1200—1800 *м*
Балансовые . . .	698	53	514	131	216	114	237	131
Забалансовые . .	3377	64	3813	—	1277	700	1400	—
Всего	4075	117	3827	131	1493	814	1637	131

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. запасы горючих сланцев Кендерлыкского месторождения составляют: по категориям $A+B+C_1$ 20,3 млн. *т*, в том числе по категории A 2,2 млн. *т*, по категории B 4,5 млн. *т*, по категории C_1 13,6 млн. *т*. Кроме того, по категории C_2 154 млн. *т* и забалансовые 532 млн. *т*.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Как уже указывалось, в качественном отношении горючие сланцы Кендерлыкского месторождения превосходят многие сланцы других месторождений СССР. Проведенные опыты перегонки смол кендерлыкских сланцев дали 25% бензиновой фракции, 36% дизельной и 10% лигроиновой, что делает возможным получение из рассматриваемых сланцев искусственного моторного топлива. Содержание серы в смоле не превышало 0,25%.

Анализ пиролизного газа, полученного из пылевидного сланца, показал, что он мало отличается от газов пиролиза нефтепродуктов. Из газа, полученного путем пиролиза кендерлыкских сланцев, можно получить полиэтиленовые углеводороды, которые являются сырьем для производства высокомолекулярных полимеров.

Кроме того, при газификации сланцев можно получить разнообразные смолы, азотно-водородную смесь, углекислоту и другие продукты, которые могут быть использованы для получения синтетического аммиака, мочевины и т. п.

Наличие на месторождении больших запасов каменных и бурых углей значительно снизит стоимость добычи и переработки горючих сланцев.

Предварительные технико-экономические подсчеты в связи с использованием кендерлыкских сланцев и углей, сделанные В. В. Серединым и В. Д. Похожаевым (1960ф), показывают, что в случае благоприятных результатов разведки этого месторождения (это в настоящее время не вызывает сомнений) добыча и переработка горючих сланцев Кендерлыкского месторождения будет экономически целесообразной и выгодной.

При организации на базе кендерлыкских сланцев крупнотоннажного производства полимерных материалов, удобрений и других химических продуктов из 3 млн. *т* сланца, добываемого в год, можно получить до 500 тыс. *т* товарной продукции, при этом эксплуатационные затраты составят не более 80% товарной стоимости продукции.

Одновременно со сланцами может быть добыто ежегодно до 3 млн. *т* в год каменных и бурых углей, которые наряду с использованием на ТЭЦ сланцехимического комбината пойдут на удовлетворение топливом Восточно-Казахстанской области.

Значительные капитальные затраты по строительству подъездных путей и сланцехимического комбината должны окупиться в течение 10—15 лет.

Оценка экономической эффективности производства химической продукции на базе кендерлыкских сланцев будет более точной и объективной, если выяснить себестоимость добычи углей и горючих сланцев. Кроме того, для технико-экономического обоснования строительства необходимо уточнить запасы горючих сланцев и углей, установить на них кондиции и разработать технику производства горных работ, учитывая при этом, что добыча сланцев и углей может производиться одновременно путем открытых карьеров, штолен и шахт (Веселовский, 1947). Необходимо также отработать технологию газификации сланцев и использования жидких продуктов переработки.

Все эти работы не могут быть проведены без предварительной, более полной геологической оценки месторождения. Только после проведения перечисленных выше работ можно будет с достаточной уверенностью обосновать целесообразность строительства Кендерлыкского сланцехимического комбината. Эти соображения уже излагались в ряде работ, посвященных проблеме Кендерлыкского сланцево-угольного

месторождения, и в настоящее время назрела необходимость окончательно решить вопрос о целесообразности добычи и переработки горючих сланцев и углей этого крупного месторождения.

САГАНДЫКСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в Тарбагатайском районе Восточно-Казахстанской области на западном склоне Манракского хребта в 48 *км* к югу от пристани Тополев Мыс на оз. Зайсан (см. рис. 70). Нижнепермские отложения мощностью до 240 *м*, к которым приурочен сланценосный горизонт мощностью до 55 *м*, залегают моноклинально с падением на северо-запад под углом 20—40° на порфиритах, диоритах и других вулканогенных образованиях верхнего девона и нижнего карбона.

Разрез нижнепермской толщи следующий (снизу вверх):

1. Органогенные (пелециподовые) известняки, обогащенные кремнистым материалом.	
2. Доломитизированные известняки с прослоями аргиллитов и и алевролитов	40 *м*
3. Песчаники тонкослоистые, переслаивающиеся с алевролитами и аргиллитами	70 „
4. Песчаники, переслаивающиеся с алевролитами, аргиллитами и горючими сланцами	55 „
5. Известково-глинистые породы, часто обогащенные песчаным материалом и имеющие тонкослоистую текстуру	70 „

Перекрываются нижнепермские отложения палеогеновыми гипсоносными глинами. Строение пластов горючих сланцев весьма сложное. Имеет место тонкое переслаивание аргиллитов, алевролитов и горючих сланцев.

Продуктивный горизонт нижнепермских отложений содержит в себе две пачки горючих сланцев: нижнюю мощностью 3 *м* при суммарной мощности сланцев 0,33 *м* и верхнюю, соответственно 2,35 и 1,55 *м*. При этом в верхней пачке выделяются два прослоя горючего сланца мощностью 0,16 и 0,32 *м*, отличающиеся повышенным качеством сланца по сравнению со сланцами других прослоев.

Данные технического анализа горючих сланцев месторождения указывают на сравнительно бедный горючей массой их состав: A^c 73,6—84,6%, V^c 8,1—17,5%, $S^c_{общ}$ 0,1—1,2%. Малая мощность слоев и низкое качество этих сланцев заставляют отнести запасы к группе забалансовых категорий C_2 в размере 0,04 *млн. т*.

ТОЛОГОЙСКОЕ (КАРА-АДЫРСКОЕ) МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение, так же как и Сагандыкское, связано с нижнепермскими отложениями и расположено в Тарбагатайском районе Восточно-Казахстанской области в 4 *км* восточнее Тологойского месторождения каменного угля (Черников, 1957).

Породы залегают моноклинально с падением на запад под углом 2,5—35°. Площадь месторождения ограничена почти со всех сторон дизъюнктивными нарушениями.

Продуктивный горизонт мощностью до 45 *м* приурочен к средней части свиты. В нем содержится до 16 пластов и прослоев горючих сланцев общей мощностью 8,41 *м* при колебании мощности отдельных слоев от 0,3 до 4,6 *м*.

Исходным органическим веществом сланца является гумусово-сапропелевый материал со значительным преобладанием сапропелевого. Последний представлен скоплением микроводорослей типа *Pila* и *Pastillus cellulosus* в прозрачной сапропелевой массе. Гумусовый материал

выражен единичными экзинами спор и пыльцы, обрывками кутикулы, обрывками растительной ткани и бесструктурной гумусовой массой.

При перегонке горючего сланца получено смолы 10,1%, подсмольной воды 4,8%, газ и потери составляют 4,5%, теплота сгорания сланца 2000 *ккал/кг*. Общие запасы месторождения на 1 января 1955 г. до глубины 100 *м* в количестве 2,3 млн. *т* отнесены к категории возможных (C_3).

БАЙХОЖИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в Казалинском районе Кзыл-Ординской области Казахской ССР. Сланценосность связана с нижнеэоценовыми отложениями, залегающими на фосфоритоносных породах палеоцена и перекрытых мощной толщей неогена и четвертичных отложений.

В тектоническом отношении месторождение представляет собой довольно крупную шириной 5—8 *км* синклинальную складку с пологим падением слоев на ее крыльях.

Среди глинистых отложений эоцена на глубине 7—12 *м* имеется один пласт горючего сланца мощностью 0,7—0,8 *м* сравнительно простого строения. Эти сланцы содержат: золы (A^c) 55,5—72,6%, летучих веществ (V^c) 10,3—16,7%, серы общей 1,1—6,7%. Теплота сгорания воздушно-сухого сланца в зависимости от его зольности от 2240 до 5820 *ккал/кг*. Выход смолы 3,0—4,05%.

По происхождению органическое вещество животно-растительное, о чем свидетельствует наличие рыб и обрывков растительных тканей, видимых под микроскопом. В состав сланца входит значительное количество микроскопических водорослей и бесструктурного сапропелевого вещества. Гумусовый материал представлен обрывками кутикулы, спорами, пыльцой и бесструктурной массой.

По подсчету, произведенному в 1956 г., забалансовые запасы горючих сланцев месторождения составляют 16,8 млн. *т*, в том числе действительных 6,8 млн. *т*, возможных 10 млн. *т*. По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. забалансовые запасы горючих сланцев составляют 8,7 *млн. т*.

ПРОЯВЛЕНИЕ СЛАНЦЕНОСНОСТИ В ГОРАХ КАРАТАУ

В пределах хр. Каратау (Южный Казахстан) отмечается несколько проявлений горючих сланцев, приуроченных к полосе юрских угленосных отложений. Прослои горючих сланцев и битуминозных пород содержат отложения так называемой битуминозной свиты (до 200—220 *м*), представленные тонким переслаиванием песчаника мелкозернистого, часто ожелезненного, алевролитов и аргиллитов от серого до темно-серого, иногда почти черного цвета. Подстилаются эти отложения свитой так называемых дощатых песчаников, которые в свою очередь залегают на угленосной свите (Бувалкин, 1960).

Породы битуминозной свиты перекрываются отложениями свиты светло-серых алевролитов. Присутствие битуминозных пород в хр. Каратау установил в 1938 г. Б. Л. Афанасьев. Впоследствии битуминозность юрских отложений хр. Каратау отмечалась в работах А. С. Кумпана, А. К. Бувалкина, А. Г. Московченко и др.

В 12 *км* к северо-западу от шахты Боролдай, по склонам оврага Боролдай, выходят отложения битуминозной свиты, наиболее богатые органическим веществом, слои которой были опробованы рядом исследователей. Анализы отдельных образцов показали незначительное содержание летучих (7,33—10,58%) и смолы (0,4—1,2%). Лишь в отдельных образцах содержание летучих достигает 15%, а содержание смолы 2,5%.

Петрографический состав опробованных пород также свидетельствует о том, что относить их к горючим сланцам не следует. Основная масса породы состоит из смеси мелких частиц глинистых минералов и светло-бурого гумусового вещества. В эту массу погружены небольшие зерна разнообразных минералов, обрывки кутикулы, споры, единичные экземпляры микроскопических водорослей типа Pila и иногда смоляные тела. Все это свидетельствует о гумусовой природе органического материала, что является основной причиной незначительного выхода летучих и смолы (Мураховская, 1956).

Зольность пород высокая и составляет в среднем 83—86% на сухой сланец. Примерно такой же состав битуминозных пород и на других участках юрской полосы в хр. Каратау. Так, у пос. Алексеевка один слой темно-серых битуминозных аргиллитов мощностью до 1,5 *м* характеризуется зольностью 83,12% и выходом смолы до 4,8%, а в 4—4,5 *км* к западу от этого же поселка несколько слоев подобных пород показали следующий состав: золы от 83 до 92,2%, выход летучих от 6,5 до 8%. Анализ органической массы их дал следующие результаты: углерод 46,9%, водород 10,28%, азот 0,28%, кислород и сера 42,84%.

Из-за низкого качества битуминозных пород, их малой мощности и слабой изученности в настоящее время они не представляют практического интереса и могут рассматриваться как указания на возможность нахождения горючих сланцев в хр. Каратау.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ УЗБЕКСКОЙ ССР

БАЙСУНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

На территории Узбекистана привлекают внимание выходы горючих сланцев в Гиссарском хребте. По изученности и запасам практический интерес представляют сланцы Байсунского месторождения.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Территория распространения горючих сланцев в Узбекской ССР находится в Сурхан-Дарьинской области в Байсунском районе (рис. 75). Ближайшие города — Термез и Ширабад. Районные центры:

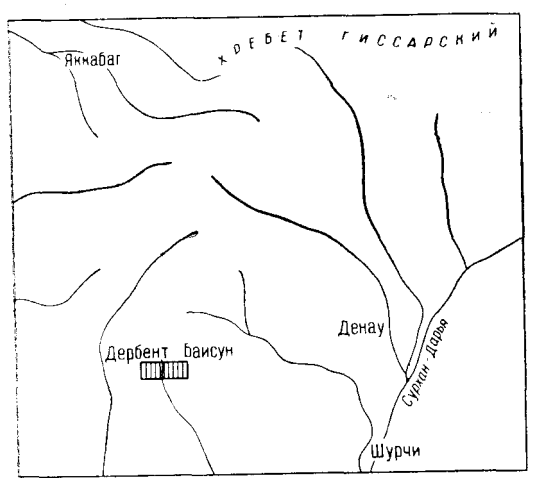


Рис. 75. Обзорная карта района Байсунского месторождения

Байсун, Шурчи, Дербент. С восточной стороны района по правому берегу р. Сурхан-Дарья в 60 *км* проходит ж.-д. ветка Душанбе — Термез. На площади распространения горючих сланцев протекает небольшая горная речка — Ширабад-Дарья.

Автомобильные дороги соединяют районные центры между собой и с железной дорогой, пересекая площадь распространения горючих сланцев.

Населенные пункты довольно редки из-за отсутствия на большей части площади источников питьевой воды. Кроме того, поверхность района в значительной части представлена выходами на поверхность коренных пород в виде мелких возвышенностей типа bad—land. Растительность представлена главным образом искусственными насаждениями в долинах реки и арчевыми лесами в хребтах Кугитангтау и Байсунтау. В качестве строительных материалов в пределах района могут быть использованы известняки, гипсы, гравий, песок, глина, имеющиеся в достаточном количестве в составе третичных и четвертичных отложений. Район месторождения горючих сланцев относится к наиболее жаркому поясу СССР.

Само Байсунское месторождение горючих сланцев расположено в предгорной полосе юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Местность здесь всхолмлена и расчленена многочисленными оврагами. Последние несут воду только во время выпадения атмосферных осадков. На северо-западе площади месторождения располагается гряда Байсунтау, а на юго-востоке — Ширабадская гряда. Эти возвышенности приурочены к антиклинальным структурам, вытянутым с юго-запада на северо-восток. Абсолютные отметки пониженных частей района колеблются в пределах 250—370 *м* и возвышенностей — 900—1100 *м*.

Коренные породы обнажены очень неравномерно: устойчивые породы в антиклинальных структурах выходят на поверхность, образуя обнажения, но в синклинальных погружениях, которые занимают большую часть района, они перекрыты четвертичными отложениями и современными наносами. Мощность последних изменяется от 2—3 до 20—40 *м*.

Климат резко континентальный. Лето продолжительное, жаркое, совершенно без осадков. Периодически в летнее время возникает горячий и сухой южный ветер, известный под названием Гармсиль, или Афганец. Этот ветер наполняет воздух тонкой пылью и еще более поднимает температуру. Осадки выпадают в количестве 200 *мм* в год главным образом в зимнее и весеннее время.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Первые сведения о горючем сланце в районе Байсуна были даны В. Н. Вебером (1917), который указал на выход пласта горючего сланца мощностью 0,5—0,6 *м* в 4 *км* к юго-западу от сел. Дербент.

В 1932 г. Н. П. Туаев отметил в третичных отложениях выходы пласта горючего сланца мощностью 0,8 *м* в 4 *км* к северо-западу от г. Байсуна, около сел. Пули-Хоклан и у горы Ак-Чагата. Н. П. Туаев высказал мнение о непостоянном характере залегания сланцев (Туаев, 1937). В том же году в одновозрастной пачке третичных глин обнаружен выход горючего сланца мощностью 0,6 *м* в 10 *км* к северу от ж.-д. ст. Чептура (Попов, 1936).

При геологической съемке в районе Уч-Кызыла, Туюнтау и Истымтау Н. П. Туаев отметил наличие в толще эоцена пластов горючего сланца мощностью 0,2—0,5 *м* (Туаев, 1936). В 1937 г. Н. П. Ермаков отметил горючий сланец в толще эоцена в Таджикской ССР, в долине р. Оби-Ниоу.

В 1940 г. поиски на горючие сланцы в Байсунском районе проводились трестом «Средазуглеразведка». Тогда на поисковой площади Т. А. Сикстель было пройдено около 20 мелких штолен и уклонов с целью опробования сланца и выполнена геологическая съемка.

В настоящее время байсунские сланцы разведуются Кашка-Дарьинской экспедицией Главгеологии Узбекской ССР, а качество их изучается Всесоюзным научно-исследовательским институтом по переработке и использованию топлива (ВНИИТ).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Наиболее древние отложения в районе Байсунского месторождения — метаморфические сланцы силура (?). Толща их обнажается только в хр. Кугитанг-Таук (Чуенко, 1934). Несогласно и трансгрессивно на метаморфических сланцах залегают известняки карбона.

В хр. Байсунтау к карбону отнесена мощная вулканогенная толща. Несогласно на всех отложениях палеозоя залегают осадки триаса и юры (рис. 76, 77).

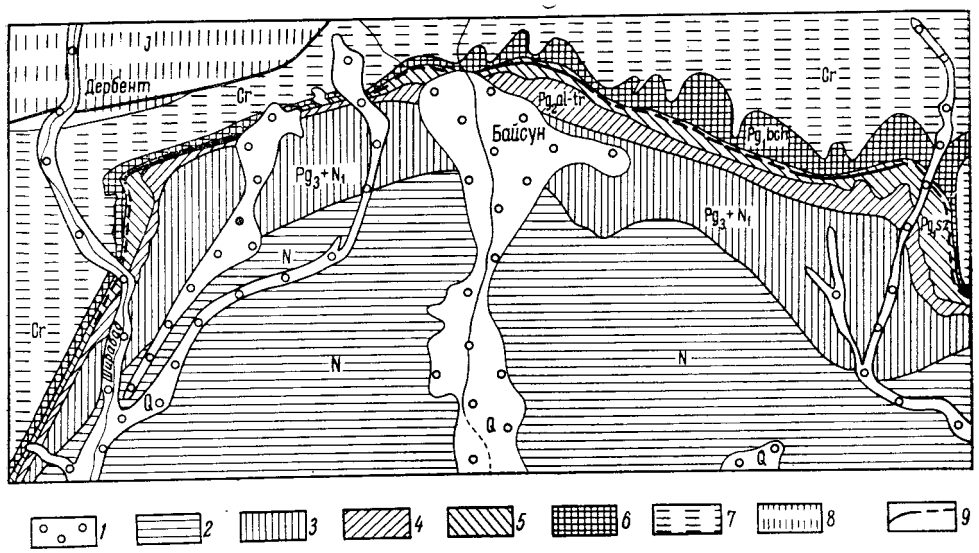


Рис. 76. Схематическая геологическая карта Байсунского месторождения

1 — четвертичные отложения; *2* — неоген; *3* — верхний палеоген и нижний неоген нерасчлененные; *4* — средний палеоген — алайские и туркестанские слои; *5* — нижний палеоген — сузакские слои; *6* — нижний палеоген — бухарские слои; *7* — мел; *8* — юра; *9* — пласт горючего сланца

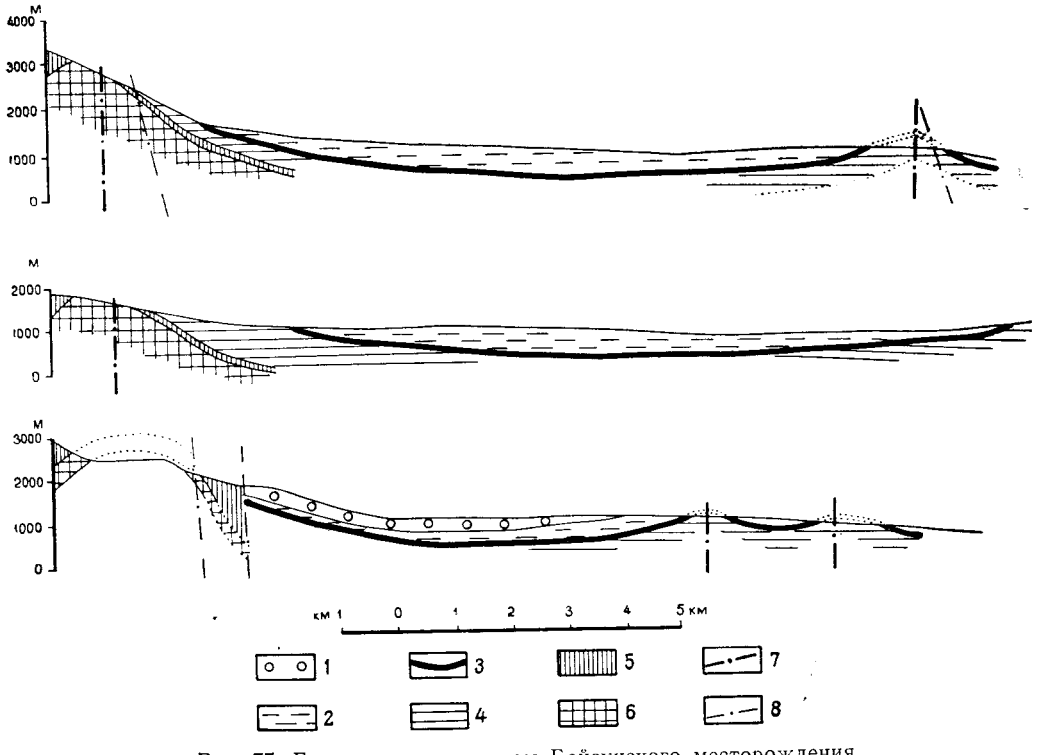


Рис. 77. Геологические разрезы Байсунского месторождения

1 — четвертичные отложения; *2* — верхний палеоген и неоген нерасчлененные; *3* — нижний палеоген — бухарские слои; *5* — мел; *6* — юра; *7* — оси складок; *8* — разрывы

Отложения триаса характеризуются локальным распространением и потому юра местами ложится непосредственно на палеозой. Отложения триаса представлены континентальными фациями; мощность отложений очень невелика (20—60 *м*). Толща юры резко разделяется на континентальную (нижнюю часть) и морскую (верхнюю). Юрским отложениям подчинены пласты угля, имеющие промышленное значение. В верхних горизонтах юры развиты пласты соли. Мощность юрской системы достигает 1200—1500 *м*.

Юрские отложения без видимого несогласия перекрываются отложениями меловой системы. Последняя представлена мощной серией (2500—2800 *м*) дельтовых, лагунных и морских осадков. Меловая система перекрывается палеогеновыми отложениями, к которым приурочены горючие сланцы.

Отложения палеогена выражены морскими фациями. В них выделены: бухарская, сузакская, алайская, туркестанская и риштанская свиты (рис. 78).

Отложения палеоцена (бухарские слои) в районе сланцевого месторождения залегают с размывом на породах верхнего сенона или датского яруса. Они представлены почти исключительно известняками, иногда значительно доломитизированными. В некоторых прослоях известняков в изобилии встречаются створки моллюсков *Corbula angulata* Ham., *Modiola jeremejevi* Rom. и др. В верхней части известняков встречаются прослои (0,05—0,1 *м*) плотных мергелей. Мощность отложений палеоцена изменяется от 60 до 85 *м*. Их выдержанность по простиранию и падению очень хорошая.

Отложения нижнего эоцена (сузакские слои) залегают на подстилающих палеоценовых совершенно согласно. Они представлены глинами и в меньшей части мергелями зеленоватой и светло-серой окрасок. По всей толще сузакской свиты встречаются многочисленные конкреции пирита диаметром от 1—2 до 20—30 *см*. На поверхности пирит окисляется, окрашивая глины ржаво-желтыми пятнами и потеками, придающими всей толще характерную окраску. В этой толще встречаются раковины моллюсков *Platygena asiatica* Rom., *Ostrea turkestanensis* Rom. На расстоянии 20—25 *м* от почвы сузакской свиты залегает пласт горючего сланца. Это плотная по-

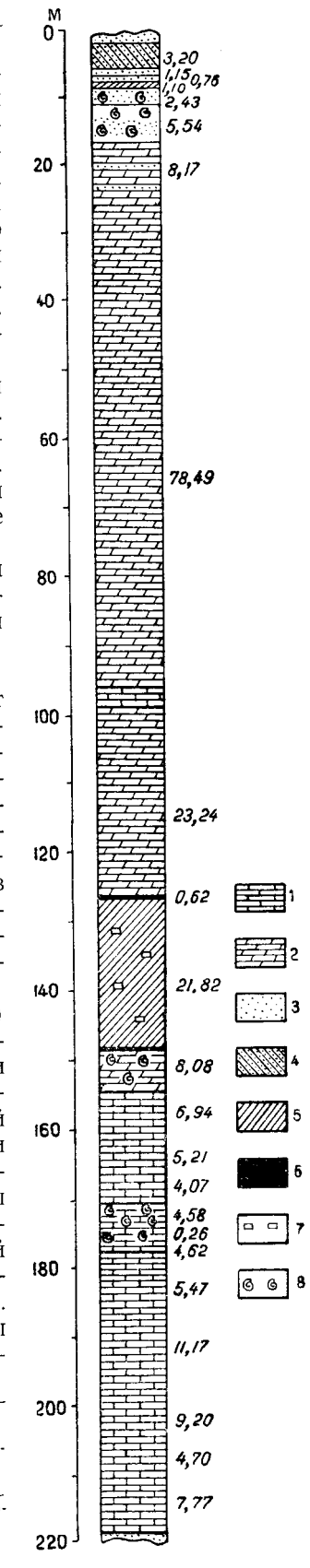


Рис. 78. Стратиграфический разрез палеогеновых и неогеновых отложений

1 — известняк; *2* — известняк и мергель доломитизированные; *3* — песчаник; *4* — алевролит; *5* — глина; *6* — горючий сланец; *7* — включения пирита; *8* — створки раковин

рода, сравнительно легкая, темно-коричневого цвета. В большом количестве в сланце встречаются чешуйки и отпечатки рыб, реже зубы акул. В очень большом количестве в сланце встречаются мелкие кремнистые линзочки и желваки. Мощность пласта сланца изменяется от 0,4 до 0,72 *м*. Выше горючего сланца залегает толща слоистых глин с прослоями голубоватых мергелей. Мощность нижнего эоцена 45—48 *м*. Состав и мощность этой толщи хорошо выдерживаются по простиранию.

Отложения среднего эоцена (алайские слои) залегают на подстилающих согласно. Они представлены чередованием тонкозернистых песчаников, ракушняков, известняков с остатками раковин, глин. В песчаниках встречаются прослои конгломератов с хорошо окатанной галькой. Состав гальки: кварц, порфиры, темные кремнистые породы. Мощность отложений алайской свиты более 100 *м*.

Вся вышележащая толща отличается от подстилающей яркой кирпично-красной окраской. Эта толща объединяет отложения верхнего эоцена, олигоцена и всего неогена. В нижней части толщи залегают песчаники и песчанистые глины, включающие прослои конгломерата с хорошо развитой косой слоистостью.

Выше залегает однообразная толща толстослоистых песчаников, перемежающихся с крупными линзами конгломерата. Песчаники окрашены в розовый цвет, конгломераты — в светло-серый. Гальки конгломерата состоят из магматических пород, известняков юры, переотложенных раковин из меловых отложений. Отдельные пласты сильно изменяются как по составу, так и по мощности, но в целом толща выдерживается. Общая мощность достигает 500—600 *м*.

По своему тектоническому строению площадь месторождения представляет собой крупную брахисинклинальную складку с осью, направленной с юго-запада на северо-восток. Северо-восточное крыло синклинали обнажается вдоль хр. Байсунтау; оно характеризуется спокойным залеганием и пологими углами падения (8—12°) пород. Юго-западное крыло осложнено небольшими разрывами и характеризуется более крутым залеганием слоев (30—60°).

Южный антиклинальный перегиб представляет собой систему узких сжатых складок с круто падающими крыльями. На местности антиклинальный перегиб выражен невысокой грядой, резко понижающейся и к северо-западу и к юго-востоку. Осевые плоскости складок близки к вертикальным и лишь иногда слегка наклонены к северу.

Наиболее крупные разрывные нарушения приурочены к подножию хр. Кугитангтау, где амплитуда нарушения достигает приблизительно 1000—1500 *м*; зона этих нарушений находится за пределами площади сланцевого месторождения.

Наиболее достоверно история геологического развития района известна с конца триасового периода. В эту эпоху в данной области после длительного континентального режима, сопровождавшегося процессами денудации, началось осадконакопление в долинах рек и во впадинах сглаженного рельефа.

В начале юрского периода процесс накопления осадков усилился и захватил большую площадь. К этому времени относится начало процесса углеобразования. В конце лейаса на территории юго-западных отрогов Гиссара наступила морская трансгрессия, которая, постепенно расширяясь, двигалась с юго-запада на север и на северо-восток.

В конце юрского периода в связи с возникшими поднятиями трансгрессия замедлилась и началось образование замкнутых лагун с интенсивным солеобразованием. Этот режим сохранялся и в начале мелового периода, о чем свидетельствуют красноцветные породы и наличие

гипса. В барреме началось погружение области и возникла новая трансгрессия моря, еще более обширная, чем юрская. Морской режим со значительными колебаниями дна моря продолжался в течение позднего мела и палеогена. В отдельные отрезки времени происходили местные регрессии, приводившие к образованию замкнутых лагун, где выпадал гипс. В целом море было мелким и теплым.

Геотектонический режим накопления осадков отличался мобильностью и происходил при общем достаточно интенсивном погружении, т. е. данный район являлся геосинклиналью.

В олигоцене геотектонический режим резко изменился и погружение сменилось интенсивными поднятиями, которые изменили морской режим на континентальный. Последний сохраняется до настоящего времени.

Во время образования горючих сланцев, т. е. в эоцене, район представлял собой неглубокий морской бассейн, богатый водорослями, моллюсками, планктонными формами мелких животных и рыбами. Основой вещества сланца являются водоросли и обильный планктонный материал.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

На северо-западном крыле Байсунской синклинали пласт горючего сланца прослежен на протяжении 54 *км* — от р. Ширабад близ сел. Дербент на западе до сая Аман-Хана на востоке. Судя по высыпкам на поверхности, можно предполагать, что пласт горючего сланца протягивается западнее р. Ширабад на 12 *км* и восточнее сая Аман-Хана на 13 *км*.

Поиски на южном крыле синклинали, несмотря на хорошую его обнаженность, результатов не дали. Пласт горючего сланца характеризуется выдержанностью по простиранию, постоянством стратиграфического положения и выдержанностью состава пород почвы и кровли.

Почва пласта сланца представлена глиной темно-серого цвета с включением желваков пирита, а кровля — плотной глиной светло-серого цвета с голубоватым оттенком. Мощность пласта от 0,40 до 0,72 *м*.

Строение пласта простое, и только у восточного окончания сланценосной полосы в пласте появляется прослой глины мощностью 0,06—0,1 *м*, однако мощность двух сланцевых пачек в сумме составляет 0,6 *м*. Горючий сланец очень плотный с сильным битуминозным запахом.

Кроме Байсунского месторождения, в некоторой мере освещенными являются выходы горючих сланцев в сузакской свите палеогена в Яккобакском районе. Эти горючие сланцы отличаются меньшей мощностью и высокой зольностью и поэтому не имеют практического значения.

КАЧЕСТВО ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ[1]

По классификации Н. И. Попова (1932), сланец Байсунского месторождения относится к категории битуминозных, т. е. наличие сильного битуминозного запаха свидетельствует о содержании в сланце уже готовых битумов.

Необходимо отметить, что этот запах сланец теряет при лежании на открытом воздухе очень быстро.

[1] Качественная характеристика сланцев Байсунского месторождения приводится по данным ВНИИТ (Р. А. Волхонская, Е. В. Глушенкова, И. М. Озеров, В. Ф. Полозов, С. С. Семенов)

Горючие сланцы Байсунского месторождения однородны по качеству и свойствам. Лишь в зоне выветривания они имеют несколько иной химический состав (табл. 175). Зона выветривания на отдельных участках выхода пласта горючих сланцев достигает глубины 10 *м* и более. Если в неизмененном сланце на глубине 100—120 *м* присутствие влаги (W^a) не превышает 1,7%, то в зоне выветривания содержание влаги увеличивается до 4,5%.

Байсунские сланцы обладают повышенной зольностью (обычно 61—62%), в зоне выветривания 68—70%. Содержание минеральной углекислоты изменяется от 3 до 7% и в среднем составляет 5%. В зоне выветривания содержание минеральной углекислоты заметно меньше, чем в неизмененном сланце. Уменьшение содержания CO_2 в сланце зоны выветривания до 3—4%, по-видимому, объясняется тем, что пирит окисляется, продукты окисления взаимодействуют с карбонатом кальция, в результате чего происходит образование гипса. Глина подошвы и кровли пласта сланца содержит 4,5% CO_2.

Содержание горючей массы в сланце составляет 26—31%. По этому признаку он почти не отличается от волжских (Кашпир) сланцев. Выход летучих в среднем 31,5%. В неизмененном сланце он заметно выше (33—36%), чем в сланце зоны выветривания (27—32%).

Байсунские сланцы содержат довольно высокий процент серы ($S_{общ}$ 4,5%). Сульфатной серы значительно больше содержится в окисленном сланце (1,5%) и соответственно меньше серы колчеданной, что объясняется окислением последней. В связи с этим наблюдается уменьшение содержания минеральной углекислоты в окисленном сланце. Образовавшийся при окислении сульфат железа, вероятно, взаимодействовал с карбонатами щелочноземельных металлов. Следовательно, в зоне выветривания происходила деградация органического вещества.

Процессы выветривания и окисления сланца прежде всего сказались на составе органического вещества. В сланце зоны выветривания почти в два раза увеличилось содержание кислорода и понизилась теплота сгорания, хотя содержание органического вещества в сланце несколько возросло.

Исследование органического вещества выветрелого и неизмененного сланца показало, что в зоне выветривания сланец содержит несколько меньше углерода (63%). В свою очередь содержание кислорода в сланцах зоны выветривания в два раза больше, чем в сланце, не подвергшемся действию кислорода воздуха.

Сланец Байсунского месторождения по сравнению с прибалтийским сланцем имеет повышенное содержание органической серы (5,88%) и содержит много азота (2,5%).

По теплоте сгорания байсунские сланцы однотипны. Проба сланца из штольни 1 показала теплоту сгорания ($Q_б^c$) 2515 *ккал/кг*, а пробы из буровых скв. 1 и 2 2614 *ккал/кг*. Сланец из зоны выветривания имеет меньшую теплоту сгорания (1950—2400 *ккал/кг*).

Класс сланцев крупностью +10 *мм* содержит органического вещества несколько больше (35%), чем класс +0 *мм* (32%).

При полукоксовании сланца во вращающейся реторте при температуре 500° С выход продуктов составил (на сухое вещество); смолы 10,2%, пирогенной воды 2,2%, полукокса 80%; газ и потери составляют 7,6%.

Смола полукоксования, по данным Е. В. Глушенковой, имеет удельный вес d_4^{20} 0,9517, вязкость при 20° 15,7 *сст* и при 50° 0,9 *сст*, молекулярный вес 231.

Фракционный состав ее: начало кипения 105°, до 150° выкипает 6%, до 200° 20%, до 250° 30%, до 300° 44%, до 325° 53% и до 350°

Таблица 175

Характеристика байсунских горючих сланцев
(на сухое вещество)

№ пробы	Название выработки и места отбора проб сланца	Технический анализ					Полукоксование на малой реторте Фишера			
		W^a, %	A^c, %	CO_2, %	$S_{общ}$, %	V^c, %	$Q_б^c$, *ккал/кг*	Содержание минеральной части, %	Содержание горючей части, %	Выход смолы, %	Выход воды, %	Выход полукокса, %	Газ+потери, %
44/1	Шт. 1, сланец на 2,5 *м* от устья	3,76	65,44	3,22	5,27	32,31	2482	68,66	31,44	10,39	3,36	81,25	5,00
45/5	Шт. 1, сланец на 14,5 *м*	2,70	68,74	4,13	4,97	30,30	2371	72,87	27,13	9,81	2,36	82,42	5,41
46/9	Шт. 1, сланец на 26,5 *м*	4,50	70,31	3,12	4,53	27,84	1948	73,43	26,57	7,80	3,20	84,00	5,00
47/13	Шт. 1, сланец на 38,5 *м*	2,13	68,48	4,26	4,39	28,37	2385	72,74	27,26	10,42	2,42	81,33	5,83
52/41	Шт. 1, сланец на 51 *м*	2,31	65,82	7,08	4,66	28,22	2534	72,90	27,10	10,74	2,24	80,86	6,16
53/44	Шт. 1, сланец на 60 *м*	2,12	65,40	6,99	5,22	33,60	2630	72,39	27,61	11,59	2,43	79,78	6,30
60/54	Шт. 1, от 30 до 60 *м* от устья .	1,66	63,80	6,41	4,95	36,30	2837	70,21	29,70	11,84	2,90	78,90	6,36
59/53	Буровая скв. 1 .	1,74	64,86	6,38	4,19	34,02	2638	71,24	28,76	—	—	—	—
58/52	Буровая скв. 2 .	1,62	65,33	6,82	4,13	34,06	2590	72,15	27,85	—	—	—	—
	Среднее значение	2,51	66,46	5,38	4,71	31,67	2490	71,84	28,16	10,37	2,70	81,20	5,72

62%. Содержание в смоле фенолов 3%, оснований 4%, асфальтенов 4,5%.

Сланцевый полукокс характеризуется следующими данными: W^a 0,27%; A^c 75,53%; CO_2 7,81%; $S_{общ}$ 3,35%; V^c 3,13%; Q^c 1617 *ккал/кг*, содержание минеральной части 83,34%, содержание горючей части 16,66%.

Выход газа составил 50 *л/кг*. Состав газа: CO_2+H_2S 20%, $CnHm$ 6,5%; CO 4%; H_2 43,5%; CnH_{2n+2} 26%. При полукоксовании сланца, а также при переработке его в газогенераторах в зоне полукоксования будет выделяться газ с $Q^c_{низ}$ 4370 *ккал/кг*.

Содержание золы и минеральной углекислоты в сланце составляет около 70% и соответственно этому величина условной горючей массы не превышает 30%.

Зола сланцевая имеет однородный химический состав: SiO_2 40—46%; Al_2O_3 15—18%; Fe_2O_3 8—11%; CaO 11—16%; MgO 1,8—2,5%; SO_3 8—10%.

Подсмольная вода полукоксования сланцев обладает следующими свойствами: химическая потребность кислорода 13 480 *мг/л*, окисляемость 4500 *мг/л*, нелетучие фенолы 897 *мг/л*, летучие фенолы 2144 *мг/л*, плотный остаток 7517 *мг/л*, аммиак 1920 *мг/л*, сера общая 1530 *мг/л*, ацетон 550 *мг/л*, взвешенные вещества 1024 *мг/л*, зольность 520 *мг/л*, pH 8,15, $БПК_5$ 8,15 *мг/л* O_2, $БПН_{20}$ 7820 *мг/л* O_2.

Зола по гранулометрическому, минералогическому и химическому составу пригодна для производства аглопорита объемным весом фракции 20—10 *мм* 467 *кг/м*^{3}; фракции 10—5 *мм* 505 *кг/м*^{3}; фракции 5—1,2 *мм* 623 *кг/м*^{3} и фракции меньше 1,2 *мм* 841 *кг/м*^{3}. Аглопорит выдержал испытания на морозостойкость.

На основе аглопорита получен аглопоритобетон марки «75».

Зола пригодна для использования в качестве инертного наполнителя для получения плотного бетона марки «250» и ячеистого бетона объемным весом 0,7 *т/м*^{3} и прочностью при сжатии 12 *кг/см*^{2}.

Зола может быть использована для получения каменных литых изделий — плиток для полов, облицовочных плиток и других изделий.

Байсунские сланцы, а также и продукты их полукоксования могут быть использованы в качестве энергетического топлива.

Продуктом полукоксования, определяющим перспективу использования сланца в химической промышленности, является сланцевая смола. Из-за высокого содержания в смоле серы в качестве топливного продукта она не представляет интереса. Только высококипящие продукты (остатки >330° C[1]) могут использоваться как энергетическое топливо типа высокосортных мазутов.

Возможно, фенолы и азотистые основания, содержащиеся в дистиллятных фракциях, могут найти применение в производстве ядохимикатов, клеев, поверхностно-активных веществ, лекарственных препаратов и других продуктов. Нейтральная часть этих фракций, вероятно, явится сырьем для лечебных препаратов.

КРАТКАЯ ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛАНЦЕВ

В 1940 г. в лаборатории Ленинградского института сланцев О. С. Куратовой было проведено предварительное изучение петрографического состава байсунских сланцев. Главная составная часть их — хлопьевидная органическая масса, смешанная с глинистым материалом. Встречаются линзовидные прослои витренообразного вещества и большое количество раковин фораминифер. Кроме того, встречены пыльца, споры и мелкие включения пирита.

ЗАПАСЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Площадь возможного распространения горючих сланцев до глубины 600 *м* достигает 1125 *км*^{2}. Средняя мощность пласта сланцев принимается равной 0,57 *м*, удельный вес 2,2. Общие запасы (включая категорные) выражаются цифрой $1125\times0{,}57\times2{,}2=1400$ млн. *т*. Разведанные запасы по категориям C_1 и C_2 7,5 млн. *т*. Возможные запасы сланца составляют 1400—7,5=1392,5 млн. *т*. В числе этих запасов 50%, или 700 млн. *т*, предполагаются забалансовыми (возможно, некондиционного качества), остальные 622,5 млн. *т* балансовыми. Общие запасы сланца в Гиссарском районе (всех категорий) выражаются следующими цифрами: балансовые категорий $A+B+C_1$ 3 млн. *т*, C_2 — 4,5 млн. *т*, C_3 — 692,5 млн. *т*, итого 700 млн. *т*; забалансовые категорий $A+B+C_1$, C_2—C_3 — 700 млн. *т*, итого 700 млн. *т*. Всего 700 млн. *т*.

По балансу запасов СССР на 1 января 1964 г. забалансовые запасы Байсунского месторождения составляют 7457 тыс. *т*.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Особенности условий залегания горючих сланцев, их выдержанность, широкое распространение и сравнительно высокое качество, за исключением глубины залегания основной массы запасов и малой мощности пласта, являются благоприятными для организации добычи этого полезного ископаемого. Сюда можно отнести также относительную близость месторождения к мощному источнику дешевой электроэнергии р. Вахш, вырабатываемой Душанбинской ГЭС.

Вместе с тем необходимо учитывать некоторые отрицательные моменты: требующуюся доразведку месторождения, довольно сложные условия для проложения дорог вследствие расчлененности рельефа саями, малую обеспеченность местными источниками водоснабжения, отсутствие лесных материалов, слабую обжитость района и тяжелые климатические условия.

Однако главным сдерживающим фактором развития Байсунского месторождения является недавно открытый в Узбекистане крупный источник природного газа Газли в Бухарском экономическом районе.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ЮЖНО-ТАДЖИКСКОЙ ДЕПРЕССИИ

В пределах Таджикской ССР зафиксировано шесть месторождений горючих сланцев: Каратау, Кабуньенское, Раватское, Гарауты, Кыз-Имчек и Тереклитау.

Все они расположены на территории Южно-Таджикской депрессии и приурочены к палеогеновым отложениям (рис. 79).

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

К району Южно-Таджикской депрессии относится область развития складчатых мезо-кайнозойских отложений, расположенная между сближенными на севере и резко расходящимися на юге палеозойскими массивами Алайской горной системы и Памиро-Дарваза. Основная часть района находится на территории Таджикской ССР. На юго-западе площадь района частично распространяется на территорию Узбекистана, а северо-восточная его оконечность уходит в Киргизию, где именуется Алайской долиной.

Наиболее крупные населенные пункты района — города Душанбе, Курган-Тюбе, Гарм, Куляб. Железная дорога широкой колеи проходит

в западной части района, связывая северо-западную часть района с восточными районами Узбекистана. Сообщение внутри района осуществляется по автодорогам, проходящим вдоль речных долин; в горных частях дорог нет. Заселенность района неравномерная, в горных районах незначительная.

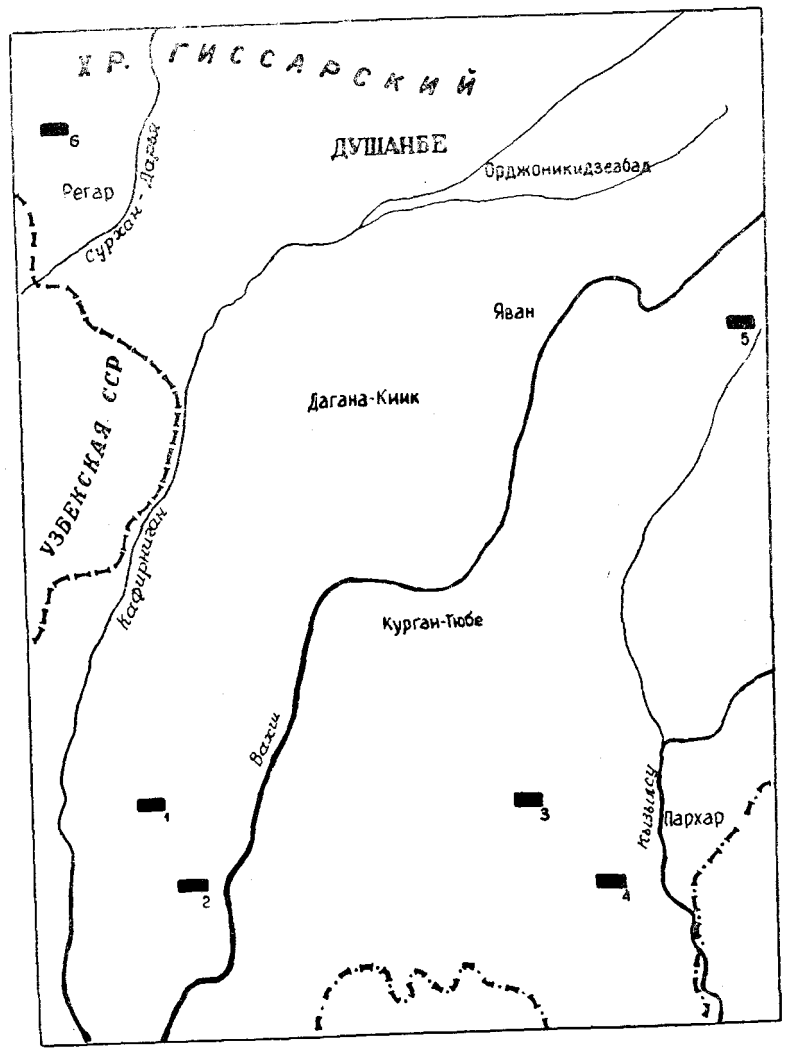


Рис. 79. Схема расположения месторождений горючих сланцев в Южно-Таджикской депрессии

1 — месторождения горючих сланцев

Преобладающая отрасль хозяйства района — хлопководство, подчиненное значение имеет богарное земледелие и отгонное животноводство.

Крупный промышленный центр — столица республики г. Душанбе, дающий большую часть всей продукции района. Наибольшее значение здесь имеет легкая и пищевая промышленность.

В районе имеются многие полезные ископаемые: золото, нефть, уголь, горючие сланцы, фосфориты, сера и расположено большое число месторождений различных строительных материалов (песков, гравия, глин, лёссовидных суглинков для цементной и кирпичной промышленности, известняков, гипса). Эксплуатация строительных материалов в настоящее время проводится в окрестностях г. Душанбе. Крепежного леса в районе нет.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Первые краткие сведения о геологическом строении района месторождений Тереклитау, Гарауты и Кыз-Имчек содержатся в работе С. Н. Михайловского, опубликованной в 1912—1914 гг.

В 1937 г. геологический отряд Таджикской базы АН СССР произвел исследования с целью выявления перспективности месторождений Гарауты и Кызыл-Имчек. Кроме геологической съемки, на месторождениях были пройдены канавы, штольни и уклоны. На основании полученных данных были подсчитаны запасы горючих сланцев по категории C_1.

На месторождении Тереклитау в 1937 г. были проведены небольшие разведочные работы (пройдены канавы, карьеры, штольни), позволившие подсчитать запасы по категориям C_1 и C_2.

В 1956 г. производился подсчет общих геологических запасов горючих сланцев Таджикской ССР (Алесин, 1956).

Разведочные работы на месторождениях горючих сланцев Таджикской ССР в настоящее время не проводятся, месторождения горючих сланцев также не эксплуатируются.

ОРОГИДРОГРАФИЯ И КЛИМАТ РАЙОНА

Рельеф района сложен и неоднороден. На северо-востоке часть района занята обширной слабо расчлененной межгорной впадиной — Алайской долиной. Абсолютные высоты последней лежат в пределах 3000—3378 *м*. С севера и юга долину обрамляют Алайский и Заалайский хребты, средняя высота которых 4500—6000 *м*. Склоны хребтов крутые, сильно расчлененные притоками р. Кызылсу. Колебания относительных высот достигают здесь 1000—1500 *м*. К юго-западу от Алайской долины рельеф района приобретает высокогорный сильно расчлененный характер. Направление хребтов юго-западное, южное. Для юга района характерно меридиональное направление хребтов и гряд, которые к югу понижаются и постепенно сливаются с равнинными пространствами пустынь и бугристых песков долины р. Пяндж.

Главнейшие реки района — Кафирниган, Вахш, Яхсу, Кызылсу, Пяндж и др.

В горной зоне реки имеют вид бурных потоков, спускаясь на равнины они становятся более спокойными и несут свои воды в широких долинах. Питание рек смешанное, ледниково-снежное. Расход р. Кафирниган колеблется от 61 до 451 *м*^{3}/*сек*, Вахш от 148 до 921 *м*^{3}/*сек*, Яхсу от 294 до 520 *м*^{3}/*сек*.

В горных зонах обнаженность района хорошая. В равнинной части большая часть площади покрыта современными образованиями. Растительность района представлена различными травами и редкими кустарниками и деревьями.

Климат района в пределах высот 350—1500 *м* отличается жарким летом продолжительностью до 5 месяцев. Зима мягкая, бывают кратковременные морозы с температурой —23, —26°. Годовое количество осадков от 180 до 562 *мм*. Количество осадков с высотой уменьшается: так, на высоте 1750 *м* выпадает осадков 1720 *мм*, на высоте 3743 *м* — 251 *мм*. Среднемесячная температура на юге в июле доходит до 32°, а в январе до 2°.

В районах, находящихся в поясе высот от 1500 до 3200 *м*, климат более прохладный, температура в июле достигает 23—24°, в январе —3, —5°. Выше 3200 *м* продолжительная суровая сухая зима сменяется коротким прохладным летом. Годовая сумма осадков не превышает 100 *мм*.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении Таджикской депрессии принимают участие в основном мезо-кайнозойские образования. Палеозойские отложения выходят по краям депрессии.

Отложения палеозоя разнообразны как по петрографическому составу, так и по возрасту. Представлены они песчаниками, сланцами, известняками, роговиками и эффузивами силура, девона, карбона и перми. Обычно породы сильно перемяты, метаморфизованы.

Для мезозойских отложений (триас, юра, мел) характерно чередование континентальных, лагунных и морских осадочных толщ.

Отложения нижнего триаса распространены в предгорьях Дарваза. Они трансгрессивно залегают на верхнем палеозое, представлены известняками и мощной толщей косослоистых песчаников. Мощность нижнего триаса около 800 *м*. Верхнетриасовые отложения отмечены лишь на южном склоне Гиссарского хребта, где представлены песчаниками, конгломератами, песчано-сланцевой толщей с линзами углей. Мощность толщи 58—91 *м*.

В юго-западных отрогах Гиссарского хребта развиты юрские отложения мощностью около 300 *м*. В пределах Южно-Таджикской депрессии залегают отложения всех трех отделов юры.

Присутствие нижнеюрских отложений отмечается в юго-западных отрогах Гиссарского хребта; это толща переслаивающихся песчаников и глинистых пород с многочисленными линзами и пластами угля. Мощность ее колеблется в пределах 150—3800 *м*.

Отложения средней юры развиты на юго-западных отрогах Гиссарского хребта и частично на его южном склоне. Представлены они песчаниками, переслаивающимися с аргиллитами с маломощными линзами угля.

Верхнеюрские образования наблюдаются на южных склонах Гиссарского хребта, в восточной части депрессии, где выражены известняками, песчаниками, мергелями, гипсами и глинами мощностью около 100—200 *м*.

Нижнемеловые отложения с угловым несогласием налегают на палеозойские породы или на размытую поверхность юрских отложений. Сложены они мощной толщей (до 1000 *м*) красноцветных глин, песчаников и конгломератов. Верхнемеловые отложения характеризуются непостоянством состава и разнообразием пород (известняки, глины, гипсы, мергели); мощность их 370—695 *м*.

Отложения палеогена широко распространены в пределах Таджикской депрессии и слагаются осадками различного происхождения: нижняя часть разреза палеогена представлена морскими образованиями (чередование известняков, мергелей, глин, горючих сланцев, песчаников, гипсов, реже конгломератов), а верхняя — несогласно залегающей на подстилающих породах толщей кирпично-красных глин. Общая мощность палеогеновых отложений более 2100 *м*.

Неогеновые отложения распространены в районе повсеместно. Особенно широко они развиты в южной части депрессии. Представлены эти отложения континентальными образованиями — красноцветными песчаниками, конгломератами, мощность которых достигает 6000 *м*.

Четвертичные отложения на юге Таджикской депрессии распространены очень широко; среди них выделяются древнечетвертичные образования, сложенные глинами, песчаниками, гипсами, конгломератами, лёссовидными суглинками; мощность их около 400 *м*. Древнечетвертичные отложения перекрываются аллювиальными, делювиально-пролювиальными, элювиальными и эоловыми отложениями, мощность которых колеблется от десятков метров до 400 *м*.

ТЕКТОНИКА

Южно-Таджикская депрессия является синклинорием, оформленным альпийским тектогенезом.

В Заалайском хребте мезо-кайнозойские отложения сильно смяты в веерообразные и опрокинутые складки широтного простирания и интенсивно осложнены разрывами надвигового типа. Надвиги повторяются, что приводит и к образованию чешуйчатых структур. Аналогична тектоника хр. Петра I.

В юго-западной части депрессии, где развиты преимущественно неогеновые конгломераты (бассейн р. Яхсу), структуры приобретают более упрощенный вид: складки здесь широкие, пологие. В бассейне р. Вахш имеется ряд антиклиналей, разделенных широкими синклинальными прогибами; складки опрокинуты к северо-западу и нередко разбиты продольными надвигами, плоскости которых падают на юго-восток.

В западной части депрессии складки опрокинуты на юго-восток, разорваны по оси и надвинуты одна на другую, образуя ряд чешуй. К югу все эти складки расширяются и затухают.

На юго-восточной окраине депрессии тектоника усложняется, приобретая характер тектоники Заалайского хребта и хр. Петра I.

Южная часть депрессии выполнена системой невысоких, расходящихся к югу складок, которые на севере, в области Гиссарского хребта, а на востоке — в Дарвазе, ограничиваются высокими палеозойскими массивами. Направление последних в значительной мере определило простирание всех этих складок. Альпийский орогенез в областях развития палеозойских толщ проявился в виде разрывных нарушений в общем глыбовом поднятии. Следствием этих движений явилась современная изоляция отдельных участков, сложенных мезо-кайнозойскими отложениями, а также почти повсеместным надвиганием палеозоя на нижнеюрские отложения по окраинам депрессии. В результате этого в контакте с палеозоем, как правило, не наблюдается полной мощности угленосной юры.

ВУЛКАНИЗМ

Магматические проявления среди мезозойских отложений известны только на восточной окраине депрессии, в районе северо-западных склонов Дарваза и его южного отрога — хр. Хозрети-Ши. Здесь имеется ряд мелких интрузий пластового характера основного состава. Последние покрывают юрские и меловые отложения.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В верхнепалеозойское время на месте современной горной системы Средней Азии располагался так называемый Урало-Сибирский геосинклинальный прогиб, в котором накапливались мощные толщи осадков.

В конце нижнепермского времени последние фазы варисцийской складчатости и сопровождавшие их поднятия замкнули Урало-Сибирский геосинклинальный прогиб и создали на месте грандиозную систему горных сооружений. Вслед за этим поднятием область стала испытывать энергичную денудацию и пенепленизацию. В юрское время терри-

тория депрессии представляла собой область накопления терригенного материала, сносимого с обрамляющих депрессию горных сооружений. Эта депрессия испытывала общее погружение, происходившее неравномерно. В моменты наиболее медленного погружения создавались условия, благоприятные для развития растительности, возникали болотные леса, и на их месте в дальнейшем шли процессы углеобразования.

С начала средней юры начался постепенный переход к морскому режиму; в связи с неравномерностью колебательных движений происходила неоднократная смена морских и континентальных условий. К концу батского века море залило депрессию, а в кимериджe отступило, образовались лагуны, в которых накапливались гипсы, глины, известняки. С этими отложениями связаны месторождения каменной соли.

Начало нижнего мела характеризуется наступлением континентального режима; в это время в депрессии отлагались мощные толщи красноцветных конгломератов и песчаников. Верхнемеловая эпоха характеризуется морским режимом. К началу датского века море отступило из пределов депрессии. В это время образовались лагуны, в которых отлагались гипсы. Затем в датское же время устанавливается снова морской режим, просуществовавший до конца палеогена. Накопление осадков в палеогене происходило при частых колебательных движениях, о чем говорит чередование в разрезе отложений известняков, глин, гипсов и песчаников. Неоген представлен исключительно континентальными образованиями, формирование которых происходило в тесной зависимости от разрушения палеозойского обрамления депрессии. Поднятие горных сооружений вызывало наступление предгорных шлейфов на депрессию, в результате чего произошло накопление в основном в периферических частях депрессии мощных толщ обломочного материала.

После отложения верхнего неогена период опускания и осадконакопления в депрессии сменился периодом поднятия и расчленения, который продолжается и в настоящее время.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Горючие сланцы в пределах Южно-Таджикской депрессии приурочены к отложениям палеогена, собственно к сузакским слоям его.

Петрографические сузакские слои представлены зеленовато-серыми и серыми известковыми глинами, хорошо выдерживающимися в пределах всей депрессии. Эти глины содержат в небольшом количестве остатки фауны пелеципод и рыбные чешуйки. Мощность сузакских слоев от 55 до 160 *м*, достигает максимума в нижнем течении р. Вахш.

В глинах сузакского яруса отмечены два пласта горючих сланцев мощностью 1,0 и 1,2 *м*; распространение этих пластов отмечено на площади, простирающейся от юго-западных отрогов Гиссарского хребта до Оби-Гарма.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Горючие сланцы месторождений Южно-Таджикской депрессии резко отличаются как по внешним признакам, так и по качеству.

Они темно-коричневые, черные, темно-серые, тонко- и толстослоистые. Результаты химических анализов горючих сланцев различных месторождений приведены в табл. 176.

Таблица 176

Качественная характеристика горючих сланцев (в %)

Месторождение	Влага	Зола	Летучие	Сера общая	Калорийность, *ккал/кг*	Выход дегтя
Гарауты	8,9—11,2	62,7—68,6	—	5,9—7,3	1579	4,54—6,6
Каратаунское	3,9—5,4	85,2—89,6	4,7	1,5—2,9	—	—
Кабуньенское	0,9—7,1	58,9—72,6	10,0—26,2	3,15—3,95	1880—3201	—
Тереклитау	4,6	75,9	—	—	1525	6,4
Кыз-Имчек	9,8	84,4	—	—	—	—

Как видно из приведенных данных, горючие сланцы различных месторождений Таджикской депрессии отличаются как по зольности, так и по выходу летучих веществ; лучшие из них могут быть использованы как сырье для химической промышленности.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Представление о петрографическом составе горючих сланцев из сузакских слоев Южно-Таджикской депрессии получено в результате изучения, выполненного А. И. Гинзбург, нескольких образцов из коллекции А. Л. Додина.

По внешнему виду горючий сланец в невыветрелых образцах коричнево-черного цвета с тусклым блеском, отличается слоистостью, однородным сложением, плотностью, вязкостью и способностью давать при *выламывании плиты толщиной 2—5 см.*

В тонких пластинках сланец легко загорается, горит с запахом жженой резины. При выветривании сланец становится рыхлым, преобладает коричнево-серый оттенок.

Основная масса сланца, как можно видеть под микроскопом, состоит из смеси желтого и коричневого коллоидного вещества в различных соотношениях. Желтое вещество в проходящем свете бесструктурно, а в поляризованном свете можно заметить многочисленные чешуйки серицита.

При мацерировании коричневое вещество растворяется, а желтое приобретает хлопьевидность.

Желтое вещество очень сходно с сапропелевой массой и, по-видимому, образовано разложившимися мельчайшими планктонными растительными животными организмами с примесью минеральных глинистых частиц.

Коричневая составная часть близка к гуминовой основной массе. Из форменных элементов в ней встречаются кутикула, смоляные тельца. В основной массе заключены округлые известковистые раковины фораминифер (?), зерна пирита и линзочки глинистого вещества.

По своей природе сланцы — лагунно-морское образование тихих спокойных вод.

ЗАПАСЫ

При изучении месторождений горючих сланцев подсчет запасов производился по категориям C_1 и C_2 по трем месторождениям: Гарауты, Кыз-Имчек и Тереклитау.

В 1956 г. производился подсчет запасов месторождений углей и горючих сланцев в целом по СССР. Были пересчитаны запасы и по ука-

занным трем месторождениям. Вновь запасы были подсчитаны по месторождениям Каратау, Кабуньенскому и Раватскому. Произведенный анализ всех геологических материалов по Южно-Таджикской депрессии позволил прийти к выводу о распространенности пласта горючих сланцев на площади около 1000 *км*², для которой был произведен подсчет возможных геологических запасов (категории C_3). При этом минимальная рабочая мощность пласта горючих сланцев принималась 0,70 *м*, удельный вес 1,5. Данные об утвержденных запасах горючих сланцев по Таджикской ССР по степени достоверности и глубинам залегания приведены в табл. 177.

Таблица 177

Запасы горючих сланцев по Южно-Таджикской депрессии на 1 января 1956 г. (в млн. т)

Месторождение	Действительные (C_1)			Вероятные (C_2)			Возможные (C_3)			Суммарные запасы всех категорий
	в зоне глубин 0—300 *м*	в зоне глубин 300—600 *м*	итого	в зоне глубин 0—300 *м*	в зоне глубин 300—600 *м*	итого	в зоне глубин 0—300 *м*	в зоне глубин 300—600 *м*	итого	до глубины 600 *м*
Гарауты . . .	—	—	—	10,6	—	10,6	52,1	55,3	107,4	118,0
Кыз-Имчек . .	—	—	—	—	—	—	40,2	77,6	117,8	117,8
Тереклитау . .	0,9	—	0,9	—	0,8	0,8	—	—	—	1,7
Остальные месторождения и площади Южно-Таджикской депрессии . .	—	—	—	—	—	—	1332,4	1332,4	2664,9	2664,9
Всего . . .	0,9	—	0,9	10,6	0,8	11,4	1424,8	1465,4	2890,1	2902,4

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГАРАУТЫ И КЫЗ-ИМЧЕК

Месторождения расположены на территории Микоянабадского и Джиликульского районов Таджикской ССР, на западных склонах хр. Актау и гряды Кыз-Имчек, являющихся водоразделом рек Вахш и Кафирниган (рис. 80). От г. Душанбе район месторождений отстоит на 170—200 *км* к юго-западу и связан с ним автодорогой, проходящей через райцентры Курган-Тюбе и Джиликуль. Абсолютные высоты в пределах площади месторождений изменяются от 332 до 1400 *м*.

Первые сведения о геологическом строении района месторождений относятся к 1914 г. (В. Н. Михайловский). Позднее, в 1930 г. хр. Актау посетил В. А. Борнеман, впервые указавший на наличие горючих сланцев в этом районе.

В 1937 г. геологическим отрядом Таджикской базы АН СССР на Гараутинском месторождении были пройдены четыре канавы с интервалами 300—500 *м*, штольня и уклон, а на месторождении Кыз-Имчек было пройдено 10 канав с интервалами от 500 *м* до 2 *км*.

На основании проведенных поисково-разведочных рыбот было установлено геологическое строение месторождений, характер залегания горючих сланцев, их мощности.

В геологическом строении района месторождений принимают участие отложения верхнего мела, палеогена, неогена, четвертичные. На верхнемеловых отложениях залегает толща палеогена, разделенная снизу вверх на бухарские, сузакские, алайские и туркестанские слои (рис. 2).

Бухарские слои мощностью 200 *м* представлены известняками с горизонтом гипсов в верхней части разреза. Сузакские слои мощностью 20 *м* состоят из глин с пластом горючих сланцев в нижней части разреза. Алайские слои мощностью 90 *м* выражены переслаива-

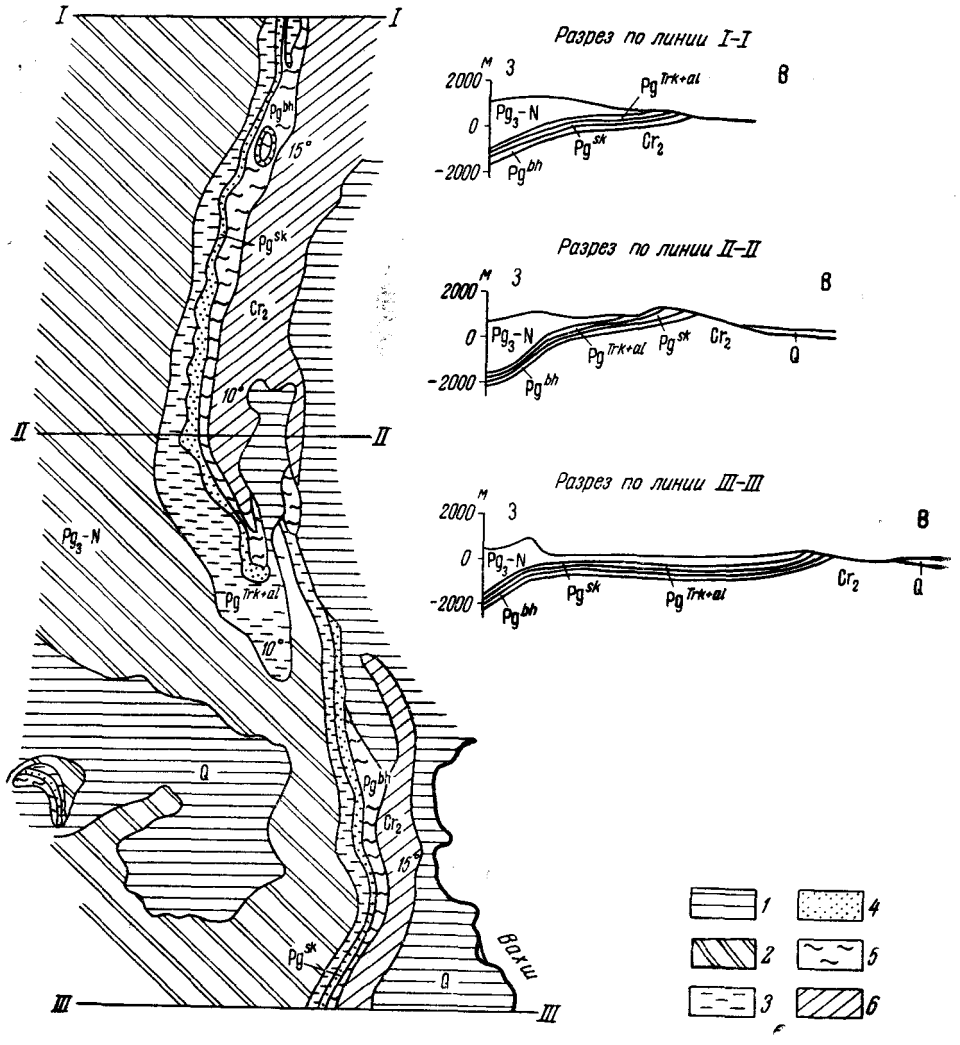


Рис. 80. Схематическая геологическая карта районов месторождений Гарауты и Кыз-Имчек

1 — четвертичные отложения; *2* — нерасчлененные палеоген-неогеновые отложения; *3* — алайский и туркестанский слои; *4* — сузакские слои (с пластом горючих сланцев); *5* — бухарские слои; *6* — отложения верхнего мела

нием мергелей с известняками. Туркестанские слои мощностью 20 *м* состоят из глин с пластом известняка-ракушняка.

На туркестанских слоях согласно залегает нерасчлененная пестроцветная толща верхнего палеогена, состоящая из красноцветных конгломератов, зеленоватых глин, известняков и песчаников. Мощность толщи 50 *м*. На этой толще лежат переходные слои от палеогена к неогену, в нижней своей части сложенные красно-бурыми песчаниками и глинами, а в верхней — серо-зелеными и красноцветными песчаниками. Мощность этих пород 700—800 *м*.

Все эти отложения слагают две пологие антиклинальные складки меридионального простирания (хр. Актау и гряда Кыз-Имчек). Складка хр. Актау испытывает погружение в южном направлении, где ее смещает кулисообразно начинающаяся здесь антиклинальная складка гряды Кыз-Имчек. Для обеих складок характерно асимметричное падение крыльев; восточные падают под углом до 25°, а западные под углом 10—15°.

Крупных дизъюнктивных нарушений в районе месторождения не отмечено.

Пласт горючих сланцев приурочен к сузакским глинам и обнажается главным образом на западных склонах хр. Актау и гряды Кыз-Имчек, где прослеживается по простиранию на расстояние от 7,5 до 22,5 *км*. Мощность пласта горючих сланцев от 0,2 до 1,6 *м*.

Горючие сланцы месторождения Гарауты по данным химико-технических анализов, проделанных в ИГИ АН СССР и углехимической лаборатории ЦНИГРИ, являются высокозольными. Зольность абсолютно сухого образца горючих сланцев колеблется от 68,5 до 78,69, выход дегтя от 2,3 до 4,54%.

По заключению, данному ИГИ, горючие сланцы не пригодны для переработки их на деготь, а также для непосредственного сжигания в топках.

Подсчет запасов по указанным месторождениям в основном произведен по категории C_3 и только на небольшой площади месторождения Гарауты — по категории C_2.

При подсчете запасов месторождения Гарауты принята мощность пласта горючих сланцев, равная 1,08 *м*, и на месторождении Кыз-Имчек 0,7 *м*. Запасы по указанным месторождениям, разделенные по степени достоверности и глубине залегания, приведены в табл. 178.

Таблица 178

Запасы горючих сланцев месторождений Гарауты и Кыз-Имчек на 1 января 1956 г. (в млн. т)

Месторождение	Вероятные (C_2)		Возможные (C_3)	
	в зоне глубин 0—300 *м*	в зоне глубин 300—600 *м*	в зоне глубин 0—300 *м*	в зоне глубин 300—600 *м*
Гарауты	10,6	—	52,1	55,3
Кыз-Имчек	—	—	40,2	77,6

На основании проводившихся геологоразведочных работ и изучения качества горючие сланцы месторождений Гарауты и Кыз-Имчек признаны непригодными для промышленного использования — ни как сырье для химической промышленности, ни как топливо. Поэтому положительную оценку обоих месторождений по имеющимся материалам дать нельзя.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ТЕРЕКЛИТАУ

Месторождение расположено на юго-западном склоне хр. Тереклитау, на территории Кировабадского района Таджикской ССР (см. рис. 80). От г. Душанбе месторождение отстоит на 300 *км* к юго-востоку и связано автодорогой, проходящей через райцентры Курган-Тюбе и Кировабад. Абсолютные отметки в пределах месторождения изменяются от 600 до 1400 *м*.

Первые сведения о наличии горючих сланцев в районе относятся к 1912 г. В 1937 г. геологическим отрядом Таджикской базы АН СССР

на месторождении Тереклитау были произведены небольшие разведочные работы: пройдены канавы, карьеры и штольни, произведена геологическая глазомерная съемка на площади 20 *км*² (Губин, 1934).

На основании произведенных работ установлено геологическое строение месторождения, произведен подсчет запасов. В геологическом разрезе здесь присутствуют образования палеогена — бухарские, сузакские и алайские слои. Бухарские слои представлены известняками и гипсами мощностью 35 *м*, сузакские — рассланцованными серо-зелеными глинами мощностью 60 *м*. К ним приурочен пласт горючих сланцев мощностью от 0,5 до 0,7 *м*. Покрываются сузакские слои алайскими и туркестанскими, сложенными чередованием пластов известняков, гипсов и глин мощностью 150 *м*, выше залегает толща пестроцветных глин олигоцена (?) мощностью до 200 *м*.

Перечисленные отложения слагают западное крыло антиклинальной складки хр. Тереклитау; общее падение пород на запад под углом 25—30°. Дизъюнктивных нарушений на площади месторождения не установлено.

Горючие сланцы по внешнему виду представляют собой черную породу, содержащую более светлые глинистые прослои мощностью 3—5 *см*. Черные разности сланца раскалываются на плитки толщиной от 2 до 10 *см*. Сланцы легко загораются от спички и горят коптящим пламенем.

Химическая характеристика сланцев получена лишь по трем бороздовым пробам, давшим следующие результаты: содержание влаги 4,63%; золы 75,9%; выход дегтя 6,4%. Калорийность 1525 *кал*. Элементарный состав горючей массы сланца по пробе из штольни: C 66,45%; H 7,81%; N 2,59%; O+S 23,15%.

Перегонка по Фишеру: полукокса 85,8%; смолы 6,6%; воды 5,0%; газа 2,6%.

Анализ золы: SiO_2 47,31%; TiO_2 0,5%; Fe_2O_3 12,90%; Al_2O_3 11,51%; CaO 9,56%; MgO 2,43%; MnO 0,04%; SO_3 9,58%; P_2O_5 1,17%; K_2O—Na_2O 4,59%.

На месторождении подсчитаны запасы при минимальной мощности пласта 0,7 *м*, которые составили по категории C_1 0,9 млн. *т* (до глубины 300 *м*) и по категории C_2 0,8 млн. *т* (глубина 300—600 *м*). По балансу запасов СССР на 1964 г. запасы горючих сланцев составляют: по категориям A+B+C_1 3,9 млн. *т*, в том числе по категории B 0,8 млн. *т*, по категории C_1 3,1 млн. *т*. Кроме того, по категории C_2 26,1 млн. *т*.

Месторождение Тереклитау вследствие незначительных балансовых запасов горючих сланцев не может представлять промышленного интереса.

ПРОЧИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНО-ТАДЖИКСКОЙ ДЕПРЕССИИ

Мощность отложений палеогена, к низам которых приурочены горючие сланцы, колеблется от 250 до 800 *м*. Пласт горючих сланцев залегает среди глин сузакского яруса и имеет весьма широкое распространение. Мощность пласта колеблется в пределах мощности пласта месторождений Гарауты, Кыз-Имчек, Тереклитау. Наличие горючих сланцев зафиксировано на южном склоне Гиссарского хребта, в Регарском районе — Раватское месторождение горючих сланцев (см. рис. 80). Здесь пласт горючих сланцев мощностью 0,7 *м* прослежен на протяжении 200 *м*. Качественная характеристика сланцев следующая: влажность 8%, зольность 76,5%, сера 5,9%, летучие 22,8%.

Возможные запасы горючих сланцев (категория C_3) на площади, прилегающей к выходу (по простиранию на 25 *км* и на глубину 150 *м*), выражаются цифрой в 31 668 тыс. *т*.

В Кангуртском районе отмечено так называемое Кубуньенское месторождение горючих сланцев; пласт горючих сланцев имеет мощность от 0,15 до 0,32 *м*. Качественная характеристика горючего сланца: зольность 57,3—72,6%, влажность 1,1—7,1%, сера 2,93—5,47%, летучие 10,06—29,11%, калорийность 1880—3162 *ккал/кг*. Пласт прослежен по простиранию на 1,5 *км*.

В Пархарском районе отмечено наличие пласта горючих сланцев мощностью от 0,25 до 0,35 *м*, протяженностью 18 *км*.

Таким образом, сузакские слои, широко распространенные в пределах Южно-Таджикской депрессии, весьма перспективны в отношении горючих сланцев, пласт которых отличается исключительной выдержанностью. На этом основании были подсчитаны возможные запасы (категория C_3) горючих сланцев, которые выражаются по горизонту 0—300 *м* в 1332,4 млн. *т* и по горизонту 300—600 *м* в 1332,4 млн. *т*. Всего 2664,3 млн. *т*.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

Месторождений горючих сланцев, подвергавшихся специальному изучению, в пределах Туркмении неизвестно. Однако имеющиеся указания на наличие проявлений горючих сланцев в сузакских слоях среднего отдела палеогеновой системы на площади Наразымской структуры, в 50 *км* к юго-востоку от г. Чарджоу, заставляют считать территорию Туркменской ССР перспективной в отношении сланценосности.

Такое суждение подтверждается также и следующими общими геологическими предпосылками.

1. В соседних районах Узбекской и Таджикской республик, в тех же сузакских слоях (нижний эоцен), горючие сланцы распространены весьма широко. В 225 *км* к юго-востоку от Наразымской площади находится крупное Байсунское месторождение горючих сланцев, являющееся сейчас объектом разведки и освоения. В том же направлении, несколько далее (в 300—350 *км*), расположена группа месторождений Южно-Таджикской депрессии.

2. Отложения нижнего эоцена в пределах Туркменской ССР распространены очень широко. Правда, выходы их на поверхность по р. Аму-Дарье занимают сравнительно небольшие площади, но под покровом неогеновых и четвертичных отложений они залегают на огромных пространствах.

Что касается фактических данных о проявлении горючих сланцев на Наразымской площади, то они крайне скудные.

По сообщению М. М. Германюк, в 1957—1958 гг. при производстве структурного бурения здесь на глубине от 54 до 112 *м* был вскрыт шестью скважинами пласт горючих сланцев мощностью от 0,2 до 0,7 *м*.

Горючий сланец черного цвета, легкий, переполненный чешуйками рыб и остатками другой фауны плохой сохранности. Он хорошо горит с запахом жженой резины.

Положение слоя горючих сланцев в геологическом разрезе следующее. На известняках бухарских слоев верхнего палеоцена залегает глина зеленая, плотная, жирная, неслоистая с пиритом мощностью 0,2—1,0 *м*. Выше располагается слой горючего сланца мощностью 0,2—0,7 *м*. В кровле его находится толща (до 50 *м*) зеленых и серых плотных жирных глин, завершающая разрез сузакских отложений. По расположению скважин, встретивших горючие сланцы, можно предполагать, что слой полезного ископаемого распространен на большой площади — порядка 20—30 $км^2$.

ЧАСТЬ ПЯТАЯ

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ КУЗНЕЦКОГО БАССЕЙНА И МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Горючие сланцы в Кузнецком бассейне и Минусинской котловине приурочены к основанию разреза среднедевонских отложений. Одно крупное месторождение — Дмитриевское, расположенное в Барзасском районе Кузнецкого бассейна, предварительно разведывалось в начале 30-х годов. Проявления горючих сланцев в Минусинской котловине были обнаружены примерно в это же время в целом ряде пунктов. Однако геологоразведочные работы на них в дальнейшем не были развернуты и масштаб сланценосности остался до настоящего времени не выясненным.

ДМИТРИЕВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Месторождение расположено вблизи пос. Дмитриевского Барзасского района Кемеровской области на правом берегу р. Барзаса, между ее притоками реками Перебоем и Топкой. В 6 *км* к северо-западу от месторождения находится пос. Барзас, к которому подходит железнодорожная ветка из Кемерова. Сланценосная площадь около 35 $км^2$, из которой разведано не более 10% (рис. 81).

Впервые горючие сланцы среди девонских пород у пос. Дмитриевского были установлены в 1929 г. В. А. Орестовым (Угольный институт ГГРУ) при поисках коренного залегания своеобразного угля сапромиксита (кутикулового липтобиолита). Более полные данные были получены при продолжении поисковых работ в 1930 г., когда из разреза девонских отложений были выделены пачки горючих сланцев, заслуживающие внимания. Предварительная разведка с применением шурфов и колонкового бурения производилась здесь в 1931—1932 гг. партией Западно-Сибирского геологического треста (Финкельштейн, 1932ф). В 1930—1931 гг. М. М. Финкельштейн выполнил подсчет запасов горючих сланцев Дмитриевского месторождения, уточненный в 1955 г. по зонам глубин залегания полезного ископаемого Л. М. Мысиной и И. З. Щербининым (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958).

Микроскопическим изучением дмитриевских (барзасских) горючих сланцев с описанием микрофлоры занимался А. А. Ларищев (1947, 1948).

Предварительное химико-технологическое изучение сланцев выполнил в 1930 г. Н. А. Орлов в ЦНИГРИ (1931). Несколько позднее полукоксование сланцев производилось на Кемеровском коксохимическом заводе.

В орографическом отношении площадь месторождения представляет склон древнего пенеплена, значительно расчлененный долинами небольших речек и логами, понижающийся на запад к р. Барзасу.

Высотные отметки последнего на водоразделах в среднем 300—320 *м*. Абсолютные отметки уровня р. Барзаса порядка 175 *м*. Таким образом, разница высот в полосе выходов сланценосных отложений (ширина ее 1—3 *км*) около 150 *м*. Долина р. Барзаса широкая (до 1—2 *км*), хорошо разработанная, с тремя-четырьмя террасами, включая пойменную. Долины мелких рек, впадающих в Барзас (Тонкая, Чернушка, Трудная, Калиновка, Перебой), у устья широкие, в верховьях крутосклонные, узкие, глубоко врезанные в рыхлые четвертичные и неогеновые отложения и во многих местах — в твердые палеозойские породы.

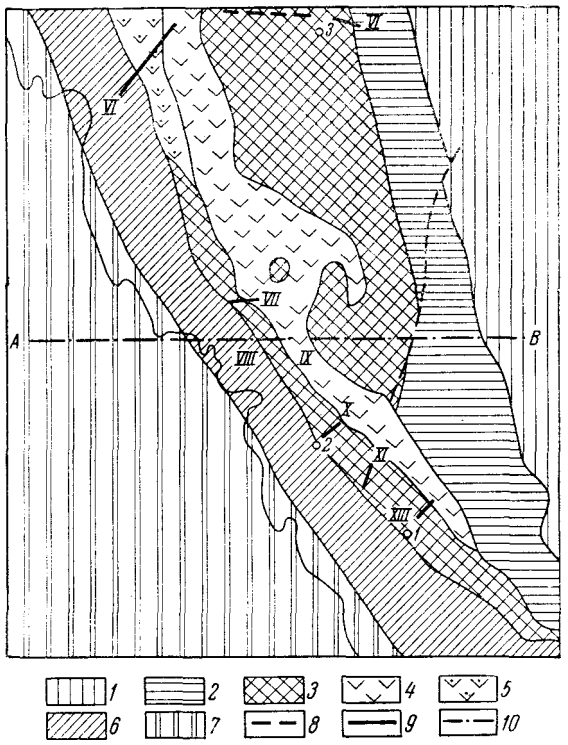


Рис. 81. Схематическая карта района Дмитриевского месторождения горючих сланцев (по А. В. Тыжнову)

1 — кембро-силур, протерозой; *2* — красногорская толща нижнего девона; *3* — дмитриевско-перебойская толща; *4* — базальты, долериты, палатиниты; *5* — эффузивно-туфогенная толща; *6* — верхнедевонские отложения; *7* — каменноугольные и пермские отложения; *8* — нарушение; *9* — линии мелких выработок: VI — *Перебойская линия*, VII — шурфы Крутого лога, VIII — канавы р. Трудной, IX — Сергиевский мыс, X — Марин лог, XI — шурфы Дедова лога, XIII — шурфы р. Чернушки; *10* — линия геологического разреза

Река Барзас, соседствующая с запада с месторождением, течет почти прямо на север и впадает в р. Яю, приток р. Чулыма.

Местность отличается значительной залесенностью. В пределах сланценосной площади находятся два поселка — Дмитриевский и Сергиевский.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

В районе месторождения развита мощная серия палеозоя в составе пермских, каменноугольных, девонских и кембро-силурийских отложений, а также упомянутых выше рыхлых наносов, слагающих приусловую часть и древние террасы долины р. Барзаса.

Выходы всех выделенных при стратиграфическом изучении толщ и горизонтов палеозоя имеют вид узких полос, вытянутых с юго-юго-востока на северо-северо-запад. В связи с общим падением слоев на юго-юго-запад в этом направлении происходит смена древних пород более молодыми.

Разрез девонских отложений отличается значительной полнотой и мощностью (до 1000 *м*). Нижним членом его является красногорская свита, залегающая с резким стратиграфическим несогласием на кембро-силурийских метаморфизованных породах, распространенных к востоку от месторождения[1]. В составе свиты, достигающей 250 *м* мощности, красноцветные аргиллиты, глинистые песчаники и конгломераты. В песчаниках и конгломератах значительное количество изверженного материала, и некоторые их разности можно отнести к туффитам. Среди перечисленных выше пород встречаются прослойки известняков с проблематичными органическими остатками. Формирование красногорской свиты происходило в условиях аридного климата вблизи высоко приподнятой суши. Возраст ее условно нижнедевонский по положению в общем разрезе палеозоя северо-восточной окраины Кузнецкого бассейна.

К эйфельскому ярусу среднего девона условно относится дмитриевско-перебойская сланценосная толща мощностью более 100 *м*. Она сложена зеленовато-серыми и желтоватыми аргиллитами, песчаниками и конгломератами. Среди этих пород залегает пачка битуминозных известняков и горючих сланцев. Нижняя граница выражена сменой состава пород и окраски. Верхняя граница толщи неясна, так как повсюду, за исключением разрезов по рекам Перебою и Березовке, она перекрывается трансгрессивной серией верхнего девона.

В дмитриевско-перебойской толще среди пород зеленовато-желтой и серой окраски особую фацию представляет темноцветная пачка битуминозных известняков и горючих сланцев с прослойками углистых сланцев и листоватых углей.

Горючие сланцы коричневато-серые мергелистые массивные, при выветривании плитчатые, без каких-либо остатков фауны, по трещинам в них иногда встречается асфальтит.

В разрезах и разведочных выработках по р. Чернушке у юго-восточной границы месторождения (рис. 82) пачка горючих сланцев и битуминозных известняков залегает на базальтах красногорской свиты; мощность ее, судя по скв. 1, достигает 50 *м*. Выше залегают аргиллиты с углистыми прослойками и над ними — конгломераты, поверх которых лежат морские отложения верхнего девона.

В середине сланценосной полосы (р. Трудная, Крутой Лог) конгломератов и углистых аргиллитов в верхней части дмитриевско-перебойской толщи нет, и верхнедевонские породы налегают непосредственно на горючие сланцы. У северной границы месторождения в среднем течении р. Перебоя верхнедевонские отложения залегают на эффузивах, которые по сбросу примыкают к дмитриевско-перебойской толще. Иной характер разреза северо-восточнее, в верховьях руч. Перебоя. В 2,5 *км* от устья на этом ручье обнажаются значительные по мощности слои зеленовато- и желтовато-серых песчаников, конгломератов и аргиллитов с сажистыми прослоями, а затем еще далее на северо-восток — пачка битуминозных известняков и горючих сланцев, ниже которой выступают красноцветные породы красногорской свиты. Взаимоотношение разрезов сланценосных отложений южной и средней частей месторождения (реки Чернушка, Трудная) с перебойскими разрезами недостаточно выяснено.

Следующим стратиграфическим членом разреза является антроповская (эффузивно-туфогенная) свита. Она, вероятно, представляет развитую в северной части района пирогенную фацию дмитриевско-пере-

[1] Стратиграфическое описание дано по А. В. Тыжнову (1938) с приведением номенклатуры к современным унифицированным схемам палеозоя Кузнецкого бассейна.

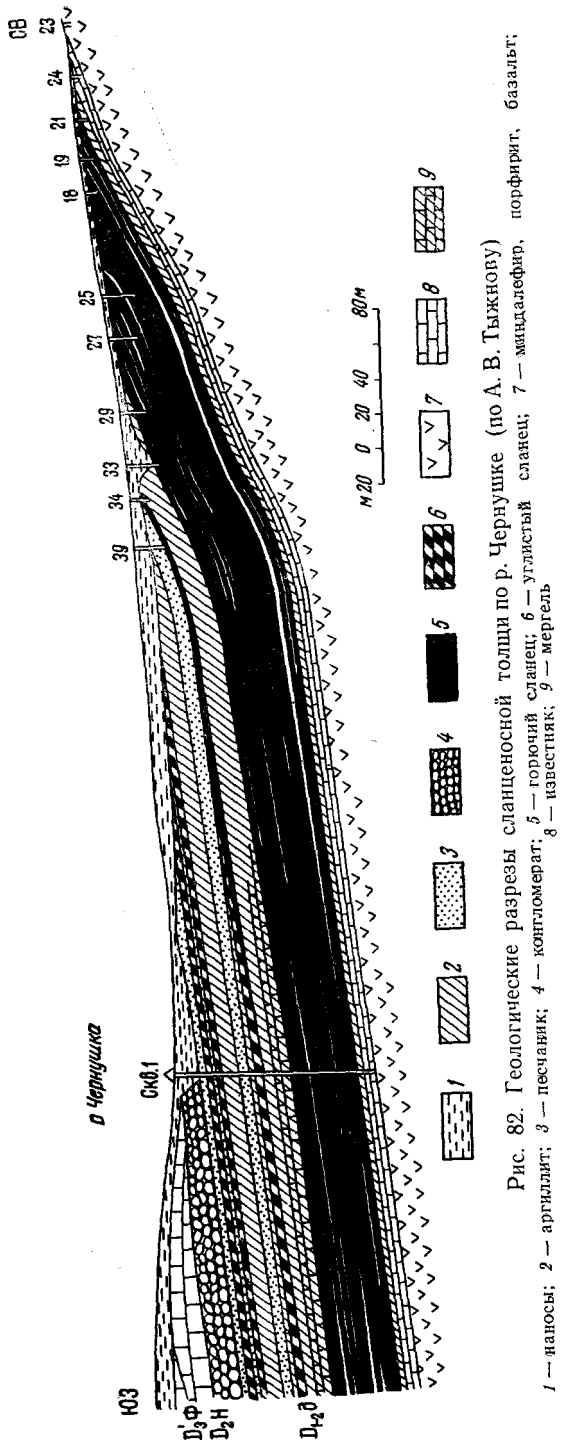


Рис. 82. Геологические разрезы сланценосной толщи по р. Чернушке (по А. В. Тыжнову)
1 — наносы; *2* — аргиллит; *3* — песчаник; *4* — конгломерат; *5* — горючий сланец; *6* — углистый сланец; *7* — миндалефир, порфирит, базальт; *8* — известняк; *9* — мергель

бойской толщи. Антроповская свита сложена не только эффузивными образованиями (плагиоклазовые порфириты, базальты и др.), но также туфами и осадочными породами (аргиллиты, песчаники), мощность толщи значительная, точно не установленная.

К северо-западу от площади месторождения, в районе пос. Барзас, эффузивно-туфогенная толща покрывается отличными от всех предыдущих отложений породами барзасской свиты мощностью до 300 *м*. Это в основном серые и зеленовато-серые, реже красные аргиллиты, песчаники и конгломераты с прослойками и пластами угля, кутикулового липтобиолита (сапромиксита). Данная свита имеет трансгрессивный характер и залегает на эффузивно-туфогенной толще и на древних (кембро-силурийских) сланцах.

В породах барзасской свиты, носящей лагунно-континентальный характер, найдены остатки эстерий *Asmussia membranacea* Pacht., *Pseudestheria pogrebovi* Lutk. и растений — *Aneurophyton* cf. *germanicus* Kraus et Wegt. Возраст отложений живетский.

Далее по разрезу следует яйская свита (нижняя красноцветная толща) мощностью до 100—150 *м*, состоящая из лилово-красных и желтовато-серых аргиллитов, песчаников, иногда известковистых конгломератов, мергелей и известняков с одним пластом брекчиевидного угля (кутикулового липтобиолита). В этой толще встречена морская фауна, которой Л. Н. Краевская приписывает нижнефранский возраст, и флора, по М. Д. Залесскому, также верхнедевонская.

Отложения нижней красноцветной толщи окаймляют на юго-западе сланценосную дмитриевско-перебойскую толщу вдоль всей изученной площади месторождения.

На красноцветных породах, слагающих основание разреза верхнего девона, залегают пожарищевские (фаленовые) слои, состоящие из песчаников, аргиллитов и известняков желтовато- и зеленовато-серых, редко красноватых. Богатая морская фауна этих слоев с характерными представителями брахиопод *Anathyris phalaena* Phill., *Cyrtospirifer achmeta* Nal., а также разнообразными формами ругоз и табулята является типичной франской. Мощность этих слоев изменчива, в районе месторождения она колеблется от 20 до 160 *м*.

Выше располагаются красноцветные отложения сергиевской (средней красноцветной) свиты, представленные пестроокрашенными аргиллитами, глинистыми известняками и конгломератами мощностью около 100 *м*.

Эти отложения носят прибрежно-континентальный характер.

Далее следуют венчающие франский ярус кельбесские (монстровые) слои со своеобразной эндемичной фауной *Anathyris monstrum* Khalf. и *Curtospirifer ussoffi* Khalt. Литологически они выражены прибрежно-морскими образованиями — желтовато-серыми среднезернистыми песчаниками с прослоями плитчатых белых известняков и аргиллитов. Мощность слоев 20—80 *м*.

Отложения фаменского яруса верхнего девона начинаются пещеркинскими (прелонгусовыми) слоями — зеленовато-серыми аргиллитами с прослоями глинистых известняков, богатых мшанками *Lioclema numerosum* Moroz., *Rhombopora hemiseptata* Moroz. и брахиоподами — *Athyris, Cyrthospirifer verneuili* Murch. и др. Верхнефаменские отложения выражены подонинской (верхней) красноцветной свитой, сложенной лилово-красными, зелеными и серыми аргиллитами, песчаниками, конгломератами и прослоями известняков *Cyrthospirifer verneuili* Murch. и пелециподами. Общая мощность отложений фаменского яруса до 300 *м*.

Отложения карбона, развитые главным образом уже на левобережье р. Барзаса (за пределами месторождения), ниже не рассматриваются.

Новейшие рыхлые образования четвертичного возраста представлены современными отложениями (галечники, пески, голубовато-серые и желтовато-серые алевритовые глины). Повсеместно развиты покровные лёссовидные суглинки, мощность которых местами превышает 15 *м*.

Площадь месторождения, принадлежащая северо-восточной окраине Кузнецкого бассейна, в девонское время, а также и в позднейшие фазы складчатости испытала воздействие активных тектонических процессов. Она расположена на юго-западном крыле Невской антиклинали (рис. 83), являющейся основным структурным элементом всего Барзасского района (Тыжнов, 1938).

Эта крупная складка опрокинута на восток в сторону хр. Кузнецкий Алатау, разбита сбросами субмеридионального простирания и осложнена на крыльях более мелкими складками.

В пределах разведочного участка по разрезам шурфов устанавливается падение слоев сланценосной пачки на юго-юго-запад под углом 20—25°.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

На основании данных М. М. Финкельштейна (1932ф) и А. В. Тыжнова (1938) в Барзасском районе устанавливается наличие двух сланценосных полос (см. рис. 81). Первая полоса, известная под названием Дмитриевского месторождения, протягивается на 9 *км* по правобережью р. Барзаса от р. Калиновки до р. Топкой 2-й. Вкрест этой полосы пройдено шесть линий шурфов. Кроме того, были пробурены две скважины

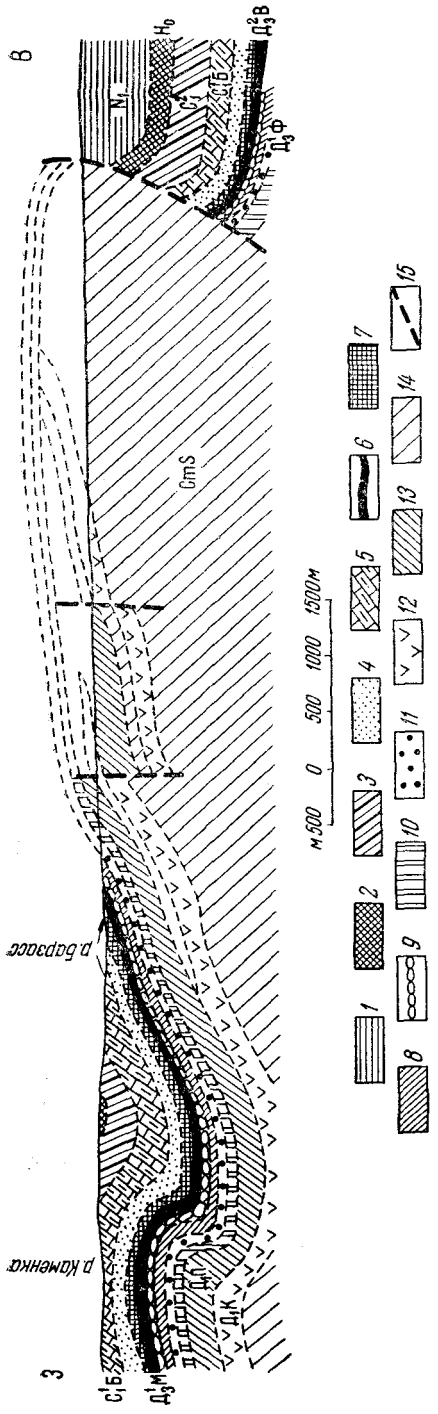


Рис. 83. Геологический разрез по рекам Каменке и Барзассу

(1 и 2) и пройдена штольня. Вторая, значительно большая по площади выхода, сланценосная полоса располагается севернее и восточнее первой и верховьях правых притоков р. Барзаса — рек Трудной, Калиновки, Перебоя.

Эта полоса изучена только по р. Перебою, где сланценосная пачка вскрыта в обнажениях одной скв. 3. В промежуточной зоне между указанными двумя сланценосными участками развиты базальты, долериты и эффузивно-осадочные образования.

По разведочным данным сланценосность в максимальном проявлении установлена в центральной части первой полосы по Мариному логу (разведочная линия X). Здесь горючие сланцы образуют почти сплошной пласт мощностью до 55 *м*. Следует заметить, что, по данным опробования, горючие сланцы этого разреза обладают небольшим выходом смолы. По простиранию на расстоянии 1,25 *км* к северо-западу по р. Трудной мощность сланценосной пачки значительна, но несколько меньше, чем в Маринском логу. Суммарная мощность горючего сланца в выработках по этой линии достигает 40 *м*. Далее к северо-западу наличие горючих сланцев установлено на руч. Крутом и р. Калиновке.

На юго-запад от Мариного лога, в 1 *км* от него, разрез сланценосной пачки получен по Дедовому логу (разведочная линия XI), где суммарная мощность горючих сланцев не менее 20 *м*, но продуктивная пачка расслоена многочисленными «породными» прослоями (рис. 84).

Еще далее на юго-запад, в 1,75 *км* от Мариного лога, в разрезах разведочной линии XIII, у пос. Дмитриевского, по р. Чернушке (рис. 82), суммарная мощность горючих сланцев достигает 38 *м*. Однако данные опробования показывают, что лишь не более 10 *м* из этой мощности можно отнести к сланцам со значительным выходом смолы.

Южнее пос. Дмитриевского (в 3 *км*) последний пункт нахождения горючих сланцев отмечен на р. Топкой; сведений о мощности продуктивной пачки не имеется.

Данные о характере сланценосности второй полосы распространения дмитриевско-перебойской толщи скудные. Имеется лишь один разрез по скв. 3, в котором сланценосная пачка занимает интервал в 80 *км*, где только не более 40 *м* падает на долю горючих сланцев, составляющих более 20 слоев и прослоев.

О макро- и микроскопических особенностях и природе горючих сланцев Дмитриевского месторождения, по данным исследований А. А. Ларищева, известно следующее. Сланцы эти представляют плотную пелитовую породу серовато-бурого и коричнево-серого цвета, во влажном состоянии темно-бурую. Минеральная часть горючих сланцев, составляющая в среднем около 70%, известково-доломито-глинисто-кремнистая.

В тонких пластинах сланец легко загорается от пламени спички и горит с обычным битумным запахом. Это свидетельствует о хорошей горючести органической составной части сланцев с учетом высокой зольности даже самых лучших их разностей. Отдельные образцы сланца слабо вскипают от действия 2%-ного раствора соляной кислоты.

Под микроскопом обнаруживается, что главной составной частью сланцев являются минеральные включения различной природы и происхождения. Очень большая, как правило, алеврито-пелитовая измельченность минеральных примесей не позволяет производить их изучение при обычных малых и даже средних увеличениях оптики микроскопа, но при масляной

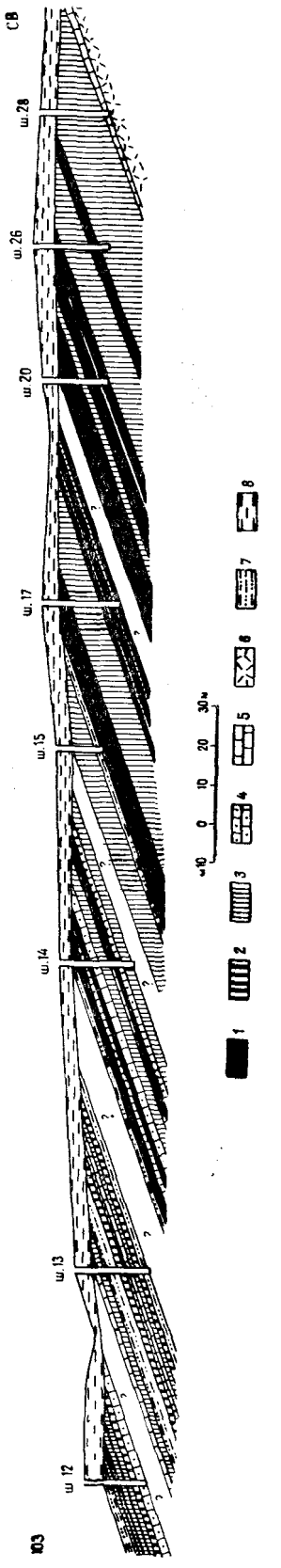


Рис. 84. Разрез по шурфам Дедова лога (азимут стенки шурфа 34—210°)

иммерсии и увеличениях до 900—1300 возможности минералогических исследований и определений значительно увеличиваются.

Минеральная доля сланцев состоит из угловатых или ограненных, преимущественно ромбических, кристаллов кальцита и реже доломита, мелких агрегативных скоплений этих же минералов и неокатанных или только слегка округленных зерен кварца и полевых шпатов размером от 0,003—0,005 и до 0,05 *мм*. Некоторые из этих кристаллов иногда достигают более крупных размеров — 0,07—0,1 *мм*. Подавляющая масса угловатых или слабо окатанных обломков принадлежит кварцу.

Значительно реже встречается кислый полевой шпат типа альбита и микроклина. Зерна полевого шпата отличаются относительной свежестью; легкое помутнение связано не только с процессом каолинизации, но происходит также в результате кальцитизации. Кальцит и реже доломит образуют также мелкокристаллические агрегаты вокруг зерен полевого шпата, но нередко встречаются, как говорилось выше, в виде рассеянных отдельных кристаллов типичной для этих карбонатов формы и с хорошей спайностью.

Правильная кристаллическая огранка карбонатов проявилась вследствие кристаллизации одновременно с накоплением органического и минерального осадка в процессе раннего диагенезиса в придонной зоне водоема при участии и жизнедеятельности некоторых типов бактерий и водорослей (Страхов, 1948). Цементом в этой осадочной алеврито-пелитовой карбонатно-сапроколловой породе является бесструктурное вещество органического происхождения. Такое слизеподобное вещество по аналогии с обычной для современных сапропелей и керогенов органической слизью (Ларищев, 1947) образуется в придонной зоне и иле водоемов в результате ослизнения, перегнивания и полимеризации остатков низших организмов и в первую очередь — микроводорослей и бактерий.

Изредка среди минеральных обломков, кристаллов и хлопьевидных скоплений студнеобразного цемента породы (или лучше сказать осадка) встречаются оболочки мегаспор оранжевого или бурого цвета с хорошо сохранившимися скульптурными элементами экзины в виде бугорков и шипов. Размеры спор изменяются от 120 до 300 μ. Горизонтальные разрезы спор указывают на наличие трехлучевого шва разверзания.

Несколько чаще наблюдаются включения темно-коричневых, иногда бурых обрывков растительных тканей и элементов псилофитовых и псилофитоподобных растений, нередко более или менее уже утративших свое анатомическое строение. Наиболее сохранившиеся из них обнаруживают более или менее отчетливые следы клеточного строения проводящей системы стелы, эндодермы, основной паренхимы или эпидермы псилофитоподобных растений, в случае же плохой сохранности — в виде комковатых включений типа ксило-витрена, ксилена или витрена. Присутствием более стойких элементов стелы высших растений в виде пучков и групп трахеид со спиральными и кольчатыми утолщениями на стенках достаточно убедительно доказывается участие в образовании исходного битуминозного материала сапроколлы сланцев «коагулюма» гуминовых веществ, образовавшегося в первую очередь путем остуднения более нежных, меристемных растительных тканей телемофитов и содержимого их клеток. Довольно многочисленные остатки высших растений, источником которых в керогене сланцев, несомненно, была суша или побережье водоема, слабая окатанность и свежесть терригенных, сингенетических минеральных примесей, значительное содержание

раннедиагенетического кальцита и доломита и прочие признаки свидетельствуют о близости берега водоема к территории донного и придонного накопления керогена сланцев. При полном до сих пор отсутствии несомненных остатков морской фауны в сланцах в противоположность, например, силурийскому кукерситу Прибалтики вышеуказанные наблюдения говорят о прибрежном замкнуто-лагунном характере первичного водоема.

В вертикальных срезах и шлифах, сделанных вкрест сланцеватости, совпадающей в сланцах с некоторыми следами микрослоистости, также обнаруживается первоначальная студнеобразная консистенция. Так, например, наблюдения показывают, что обломки и включения минерального происхождения и уцелевшие от разложения, остуднения и распада остатки высших растений — псилофитов недостаточно плотно упакованы, а чаще как бы взвешены и расположены в самых разнообразных положениях, сильно нарушающих общее впечатление микрослоистости. Это явление легко объясняется упругими свойствами органических студней типа керогена и мелкими размерами, а также и легкостью осаждающихся и образующихся в нем путем кристаллизации и привноса посторонних минеральных и органических частичек и включений. Комковатое хлопьевидное строение и состояние органической части сланцев, особенно хорошо наблюдаемое в горизонтальных шлифах и срезах при больших увеличениях с иммерсией, также свидетельствует о ее слизе- и студнеобразной природе.

Изобилующие местами в этих сланцах несомненные сине-зеленые водоросли представлены пока только двумя видами рода *Gloeocapsites G. Rusanovii* L a r. и *G. rubra* L a r. и родом *Microcystites* sp. настолько хорошей сохранности, что не утратили своей естественной прижизненной окраски.

В ископаемых девонских сланцах Дмитриевского месторождения Кузбасса и в совершенно аналогичных девонских сланцах Учумского месторождения Минусинской котловины были обнаружены глеокапсы довольно разнообразной окраски: темного пурпурно-красного цвета, оранжевые, желтые и бледно-желтые, но зеленые или сине-зеленые до сих пор не отмечались. В связи с этим представляется возможным отнести все эти формы и особенно пурпурные к придонным обитателям раннего девонского водоема и считать, что климатические условия того времени не были чрезмерно жаркими.

Тремя упомянутыми представителями сине-зеленых водорослей не исчерпывается органическое население девонского водоема, материнского для горючих сланцев. Хорошая сохранность в ископаемом состоянии только незначительной части и только придонных форм микроводорослей из всех его обитателей можно объяснить обитанием, хотя бы частично, в слизеподобных керогеновых скоплениях в придонной зоне водоема, быстротой погребения в студень органики при отмирании в более верхних или даже мелководных зонах и горизонтах, а также общеизвестными консервирующими свойствами органических коллоидов, особенно гуминового происхождения, которые нередко обнаруживаются в сланцах в виде довольно крупных включений.

По микроструктуре, микрофлоре и петрографическому составу девонские горючие сланцы Дмитриевского района в Кузбассе, а также и сланцы Учумского района Минусинской котловины более соответствуют сапроколлитам, чем настоящим сапропелитам и их разновидностям.

При больших увеличениях порядка 600—900—1300 с применением иммерсии и других приемов увеличения контрастности микроскопиро-

вания в студнеобразном органическом цементе сапроколлита тех и других горючих сланцев были обнаружены микроскопические сине-зеленые водоросли. Количество последних так велико, что заставляет предполагать в них основное население девонского лагунного водоема, послужившее материнским органическим материалом для керогена — сапроколла сланцев. Достаточно полная сохранность отдельных колоний и экземпляров водорослей позволила произвести детальное изучение и сравнение с ныне живущими представителями цианофиций (Ларищев, 1947, 1948).

КАЧЕСТВО СЛАНЦЕВ

О качестве дмитриевских горючих сланцев можно судить по данным, приведенным в статье Н. А. Орлова (1931) и работе А. В. Тыжнова (1938). Существенным пробелом является отсутствие показателей теплоты сгорания. Достаточно полно представлены данные о выходе смол и продуктов их перегонки. В целом можно считать, что качество описываемых горючих сланцев невысокое, стоящее на грани возможности промышленного использования полезного ископаемого при современной технологии сжигания и химической переработки.

Удельный вес сланцев высокий — 2,17, что и понятно, если принять во внимание значительное содержание в породе золы — 63—79%. Содержание минеральной массы в сланцах еще выше, так как карбонатная часть в них играет большую роль. Следовательно, к содержанию золы необходимо добавлять углекислоту, чтобы иметь правильное представление о соотношении минеральной и органической массы в горючих сланцах. К сожалению, определение содержания минеральной CO_2 не производилось. Сланцы рассматриваемого месторождения отличаются значительной плотностью и содержат мало влаги — 1,5—2,5%. Обращает внимание незначительное содержание в них серы — менее 0,2%.

Результаты сухой перегонки сланцев по Фишеру по восьми пробам из шурфов приводятся в табл. 179.

Таблица 179

Подсмольная вода, %	Смола, %	Вода, %	Полукокс, %	Газ и потери, %
1,25—10,5	0,75—6,75	1,0—5,0	86,25—93,25	0,75—6,75

Самый высокий выход смолы из сланцев — 10—12% — был получен при введении в реторту перегретого водяного пара.

Смола подвижная, бурого цвета с нефтяным запахом. Удельный вес ее 0,863. Элементарный состав: C 85,55%; H 11,87%; O 0,59%; N 0,16%. Содержание фенолов и кислот 0,6%, оснований 3,38%. При перегонке смолы получены фракции (табл. 180).

Таблица 180

Фракции	До 150°	150—230°	230—300°	Выше 300°	Остаток
Выход, % .	4,43	16,77	18,08	51,62	9,58
Уд вес . .	0,73	0,78	0,84	0,88	—

Производились опыты бергинизации смолы, давшие положительные результаты.

Для характеристики минеральной части могут служить результаты одного анализа золы: CaO 30,69%; MgO 11,96%; K_2O 0,13%; Na_2O 0,83%; $Al_2O_3+Fe_2O_3+TiO_2$ 11,90%; SiO_2 4,23% и SO_4 0,09%.

По предварительному заключению Новосибирской краевой промышленной лаборатории, зола дмитриевских сланцев может быть использована для производства роман-цемента, зольного кирпича и других строительных материалов, особенно в случае добавки некоторых компонентов, например извести.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Условия разработки Дмитриевского месторождения благоприятные. При пологом падении слоев и большой высоте правобережья р. Барзаса значительные запасы горючих сланцев могут быть отработаны карьерами и штольнями.

ЗАПАСЫ

По подсчетам, произведенным в 1930—1931 гг. М. М. Финкельштейном, запасы горючих сланцев в пределах первой сланценосной полосы для открытых и штольневых работ составляют по категории A_2 20,3 млн. *т*, по категории В 13,8 млн. *т* и по категории С 7,6 млн. *т*. В зоне от уровня поймы и до глубины 100 *м* они достигают 90 млн. *т*.

Эти цифры запасов сохранены во всесоюзном балансе на 1 января 1964 г.

Последний подсчет запасов, произведенный в 1955 г. А. М. Мысиной и И. З. Щербининым, дал следующие результаты (табл. 181).

Таблица 181

Общие геологические запасы горючих сланцев Дмитриевского месторождения (в млн. т)

По степени достоверности			По зонам глубин		Всего запасов
действительные	вероятные	возможные	0—300 *м*	300—600 *м*	
238	262	—	238	262	500
112	143	798	112	143	1053
350	405	798	350	405	1553

ПРОМЫШЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Дмитриевское месторождение горючих сланцев не эксплуатировалось и не изучено в такой степени, чтобы можно было дать его полную геолого-экономическую оценку. Необходимо продолжить разведку и химико-технологическое изучение сланцев для выделения разностей кондиционного (по общесоюзным стандартам) качества, а также для уточнения запасов. Целесообразно поисками осветить всю площадь второй полосы распространения горючих сланцев, не изученной во время работ 1930—1931 гг.

ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЕ

По данным В. А. Орестова (1937), А. В. Русанова (1939) и А. А. Ларищева (1947), горючие сланцы среднедевонского возраста широко развиты в пределах Минусинской котловины — в районе железнодорожного разъезда и оз. Учум, пристани Новоселово на Енисее, у ст. Шира и оз. Пыркан и по р. Уйбату на склоне горы Хухорь (рис. 85). Исследователи утверждают, что встреченные в перечислен-

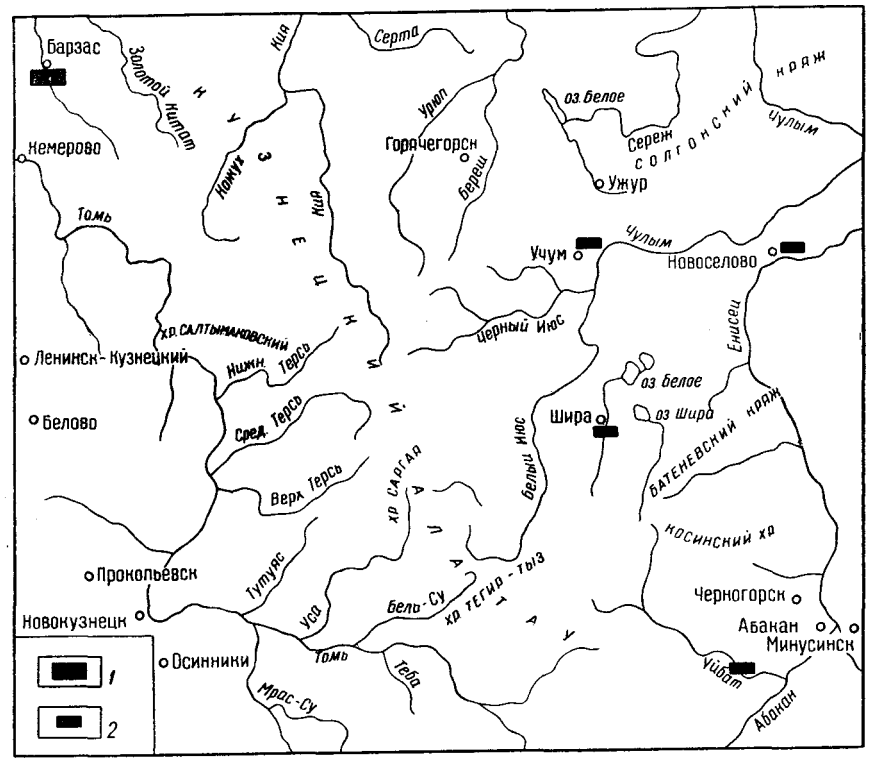


Рис. 85. Схема расположения месторождений и проявлений горючих сланцев Кузнецкого бассейна и Минусинской котловины

1 — месторождения; *2* — проявления

ных пунктах сланцы внешне не отличаются от сланцев Барзасского района.

В 1936 г. В. А. Орестовым и А. А. Лисицыным выходы горючих сланцев по р. Уйбату были прослежены на расстоянии 6 *км*. Сланцы приурочены к илеморовскому горизонту живетского яруса среднего девона, залегающему ниже слоев с *Euryspirifer chechiel* (бейский горизонт живетского яруса).

Вмещающая толща мощностью до 100 *м* и более сложена разнообразными терригенными породами, среди которых, кроме горючих сланцев, встречены также водорослевые известняки. Находящаяся в илеморовском горизонте фауна имеет лагунный облик: филлоподы, гигантостраки, лингулы, рыбы, усоногие рачки (Иванова, Бельская, Чудинова, 1964).

Вследствие того, что при изучении выходов горючих сланцев по р. Уйбату был пройден один неглубокий шурф, строение и мощность

всей сланценосной пачки остались невыясненными. Из разреза по упомянутому шурфу видно, что горючие сланцы чередуются с известняками и песчаниками. Максимальная мощность обнаруженных прослоев горючего сланца 1,10 *м*, минимальная — 0,25 *м*.

Горючие сланцы в свежем изломе серые с желтовато-коричневым оттенком. Они загораются от пламени спички и хорошо горят, оставляя золу, легко растирающуюся пальцами.

По одному образцу был определен выход очень легкой смолы — 9,6%.

А. В. Русановым сланцы, аналогичные вышеописанным, были встречены в районе Учума, где обнаружены три пласта мощностью 0,35, 0,80 и 0,40 *м*.

Приведенные отрывочные сведения позволяют все же сделать заключение о перспективности дальнейшего геологического и химико-технологического изучения горючих сланцев Минусинской котловины.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

В пределах Иркутской области горючие сланцы известны в Тулунском районе, вблизи ст. Ангара Восточно-Сибирской ж. д., а также на площади Черемховского, Хахарейского и некоторых других угольных месторождений. Подавляющая часть сланцев находится на территории Иркутского угленосного бассейна и приурочена к угленосным отложениям юрской системы (рис. 86).

Описываемая территория расположена в пределах южной части Средне-Сибирского плоскогорья и ограничена примыкающими к нему горными обрамлениями Восточного Саяна и Приморского хребта. Максимальные отметки водораздельных частей на Средне-Сибирском плоскогорье не более 500 *м*. Сложно построенное горное обрамление Восточного Саяна обладает наивысшими (3000—3200 *м*) абсолютными отметками в его осевой части. В сторону Средне-Сибирского плоскогорья Восточные Саяны несколькими уступами понижаются до 1500 *м*. Резким уступом в рельефе характеризуется также и сочленение плоскогорья с Приморским хребтом в Прибайкалье.

Изучением структурных особенностей этой территории и характера терригенных отложений, выполняющих угленосный бассейн, занимались В. А. Борисов, Н. М. Винниченко, Л. Н. Гутова, Ю. П. Деев, Ю. А. Жемчужников, Б. А. Иванов, М. К. Коровин, А. А. Криштофович, И. В. Лебедев, Г. Г. Мартинсон, М. М. Одинцов, Ф. Ф. Оттен, В. А. Панаев, В. Д. Принада, Н. В. Суханова, А. С. Стругов, П. П. Тимофеев, О. Р. Шутов, М. М. Тетяев, Ю. И. Шейнманн и др.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении южной части Иркутской области участвуют древние магматические и метаморфические комплексы, слагающие фундамент Иркутского угленосного бассейна и его горное обрамление на юго-западе, юге и юго-востоке. По возрасту породы фундамента и горного обрамления относятся к докембрию и палеозою.

В ряде районов Л. А. Гутовой (1963) в качестве обособленного горизонта выделена кора выветривания, залегающая на породах фундамента. Она представлена кремнисто-каолиновой и песчано-кремнистой брекчией, белой, оранжевой, красной и голубой глиной. Мощность коры выветривания от 20 до 40 *м*. Отложения коры выветривания сохранились во впадинах рельефа, вне зоны деятельности поверхностных вод и речных потоков.

Комплекс юрских угленосных отложений со структурным несогласием залегает на дислоцированных и размытых породах фундамента и коры выветривания.

Осадочные образования в пределах бассейна обладают неодинаковым составом. Преобладающими породами разреза в юго-восточной части бассейна, по данным Б. А. Иванова (1947) и М. М. Одинцова (1954), являются песчаники и конгломераты. Центральную часть бас-

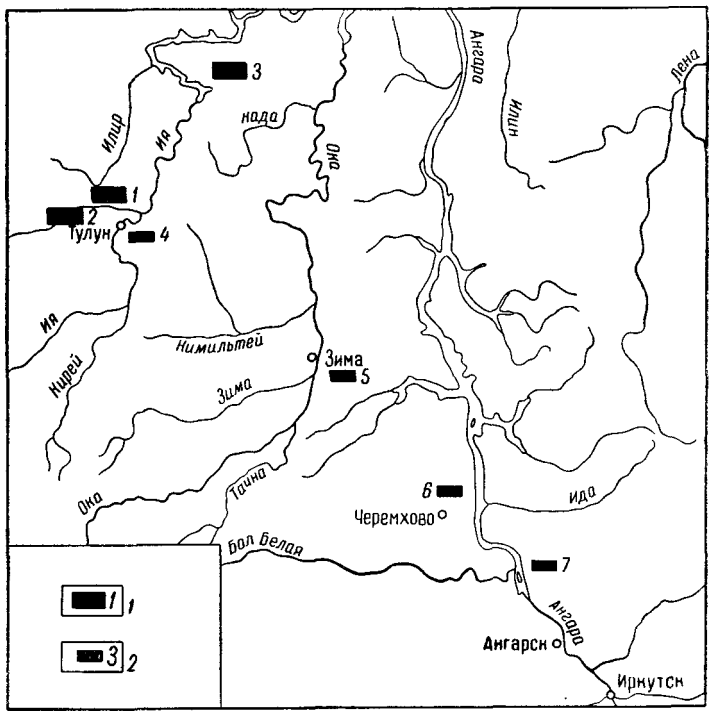


Рис. 86. Схема расположения месторождений и проявлений сапропелитов и горючих сланцев Иркутской области

1 — месторождения; *2* — проявления (*1* — Алюйское, *2* — Будаговское, *3* — Хахарейское, *4* — Азейское, *5* — Тыреть-Зилинское, *6* — Черемховское, *7* — Зорино-Быковское)

сейна слагают преимущественно песчано-глинистые породы с горизонтом каолиновых глин в нижней части разреза. Особенность разреза северо-западной части бассейна — незначительная мощность мезозойских песчано-глинистых осадков и наличие в них прослоев сапропелитов и сапропелитовых (горючих) сланцев, обладающих здесь более широким распространением.

Первые попытки расчленения угленосного мезозоя в пределах бассейна были предприняты М. К. Коровиным (1922). Им выделены верхняя (300 *м*) безугольная (непромышленная), средняя (170 *м*) угленосная и нижняя безугольная (30 *м*) свиты, нижне-среднеюрского возраста.

Позднее Ю. П. Деевым (1957) угленосные отложения бассейна были расчленены снизу вверх на заларинскую свиту (J_1) мощностью от 30 до 150 *м*, черемховскую свиту (J_{1-2}) мощностью от 50—80 до 300 *м* и присаянскую свиту (J_2) мощностью от 50 до 250 *м*. Общая мощность угленосного комплекса 700—750 *м* с максимальными ее величинами вблизи горных обрамлений и минимальными объемами разреза у платформы.

С накоплением новых геологических материалов стало возможным внести некоторые дополнения и по вопросу возрастного соотношения свит в разрезе.

Алевролиты и углистые аргиллиты заларинской свиты, залегающие над конгломератами в пади Нижней и р. Бол. Речке, а также песчаники и конгломераты, подстилающие палеонтологически охарактеризованные угленосные отложения черемховской свиты по р. Зиме, содержат определенный комплекс спор и пыльцы. Л. Н. Гутовой (1963) в их составе установлены: *Lycopodium marginatum* К.-М., *Selaginella* sp., *Osmunda jurassica* К.-М., *Leiotriletes* (*Coniopteris, Hausmannia, Leiotriletes*), *Chepleupia, Camptotriletes cerebriformis* Naum.; голосеменные растения представлены пыльцой *Bennetites, Ginkgo, Araucaria, Podocarpus, Picea.* Характерно значительное количество спор группы *Leiotriletes* и пыльцы *Bennetites.* Перечисленный комплекс сопоставим с некоторыми спорово-пыльцевыми комплексами лейаса Вилюйской депрессии. Возраст отложений заларинской свиты, по мнению Т. Н. Спижарского, Г. Г. Мартинсона и Л. Н. Гутовой, лейасовый.

Спорово-пыльцевой комплекс отложений черемховской свиты характеризуется равным содержанием спор *Cheiropleuria, Lycopodium, Osmundaceae, Leiotriletes* (*Coniopteris*+*Leiotriletes*) в количестве 10—30% от суммы всех спор и от 0 до 4% спор *Camptotriletes cerebriformis* Naum. и *Chomotriletes anagrammensis* К.-М. Пыльцевой комплекс представлен 10—20% *Bennettitales,* 6—15% *Ginkgoales* и 0,3—0,7% крупными зернами — *Podocarpus, Protopicea pergrandis* (Bolch.) Sach.

В породах средней части свиты начинает преобладать пыльца *Pinacea*, а в верхней угленосной пачке снижается содержание спор *Cheiropleuria* и *Lycopodium* и пыльцы *Bennettitales* и возрастает количество спор *Leiotriletes* (*Coniopteris*) и пыльцы *Ginkgoales*, что сближает этот комплекс с комплексом вышележащей присаянской свиты и придает ему переходный характер.

Остатки ископаемой флоры представлены: *Hausmarnia crenata* (Nath.) Richter, *Clathropteris* sp., *Neocalamites* sp., *Equisetites asiaticus* Pryn., *Ginkgo sibirica* Hr., *G. lepida* Hr., *G. digitata* Hr., *Feildenia ensiformis* (Hr.) Nath., *Sphenobaiera* sp., *Czekanowskia* (Hr.) Florin, *Prodozamites lancrolatus* Lind. et Hutt, *Pityospermum* sp., *Cycadocarpidium* sp., *Leptostrobus laxiflora* Pryn. Указанные остатки, по мнению В. А. Вахрамеева (1957) и Д. И. Ермолаева (1958), характеризуют возраст вмещающих их пород черемховской свиты лейасовым.

Остатки насекомых, по определению А. В. Мартынова и Е. Э. Беккер-Мигдасовой, представлены: *Pseudocossus zemcuznicovi* Mart., *Paleocossus jurassicus* Opp., *Phragmatoccides damesi* Opp., *Plachutella ivanovi* В.-М., *P. sibirica* В.-М., *Jjacossus suchanovi* В.-М. Они указывают на нижнеюрский возраст черемховской свиты.

Пресноводные моллюски обнаружены во всех трех свитах; их определением занимался Г. Г. Мартинсон (1960). Из филлопод нижнего безугольного горизонта Каракцайского угольного месторождения определены Н. И. Новожиловым *Laxomicroglypta sinkiangensis* (Chi), *Liocstheria* sp., *Pseudograpta andrewwi* (Jones), *Esterites* aff. *tunghuensis* Kob. et Huz., *Pseudestheria forbesi* (Jones), *P. discoidalis* Novoj., *P. turfanensis* Novoj., *Estheriina sidorovi* Novoj.

В нижней части продуктивного горизонта (низы черемховской свиты) присутствуют *Ferganoconcha* sp., а в основании верхнего непродуктивного горизонта (присаянская свита) установлены *Limnocyrena sibirica* (Ramm.), *L. ovalis* (Ramm.), *Leptesthes* sp., *Lioplyx karan-*

zaica sp. nov., *Valvata* cf. *turgensis* Mart. Отмеченный комплекс моллюсков, по мнению Г. Г. Мартинсона (1961), напоминает фауну из инырской свиты р. Вилюя, которая подстилается достаточно фаунистически охарактеризованными морскими отложениями сытагинской свиты с возрастным интервалом от оксфорда до нижневолжского яруса.

Принимая во внимание определенные М. И. Мандельштамом из верхнего горизонта Каранцайского угольного месторождения остракоды *Darwinula* sp., *Timiriasevia* ex gr. *crustiformis* Mandelst. и *Lejiana* sp., характеризующие отложения верхнеюрско-нижнемелового возраста, можно полагать возраст нижнего безугольного горизонта среднеюрским, среднего продуктивного горизонта — верхнеюрским (возможно, также верхи средней юры). Верхний горизонт соответствует по времени от титона до валанжина.

П. П. Тимофеевым (1963) предложена новая четырехчленная схема расчленения угленосного мезозоя, основанная на выделении в разрезе полных ритмов осадконакопления. В восходящем разрезе им выделены: черемховская I подформация (J_2^1), черемховская II подформация (J_2^2), прииркутская подформация (J_2^3) и иркутско-присаянская подформация (самые низы) (J_3^1), соответствующие по объему нормальным стратиграфическим свитам разреза. Черемховской свите П. П. Тимофеева соответствуют осадки заларинской и нижней угленосной части черемховской свиты Ю. П. Деева. Прииркутская свита включает верхнюю безугольную и угленосную часть черемховской и низы присаянской свиты. Иркутско-присаянской свите отвечают отложения верхней безугольной части присаянской свиты.

Формационным анализом состава угленосных отложений Иркутского бассейна устанавливается наличие верхнеюрских осадков в иркутско-присаянской свите и тем самым подтверждаются более ранние предположения Г. Г. Мартинсона.

Однако, по мнению Л. Н. Гутовой, Д. И. Ермолаева и Н. Н. Виниченко, возраст присаянской свиты все же среднеюрский. В связи с тем, что для пород этой свиты характерна сфеноэпидотовая ассоциация минералов, отмечается тенденция к преобладанию спор папоротников над пыльцой голосеменных растений с резко возросшим содержанием спор *Coniopteris, Leiotriletes gleicheniaeformis* Bolch. Отмечается значительное количественное снижение (до 4%) пыльцы голосеменных растений *Benneattitales* и возрастание до 20—30% содержания *Ginkgoales*. Флора представлена: *Coniopteris maakiana* (Hr.) Pryn., *C. clavipes* (Pryn.), *C. burejensis* (Zal.) Sew., *C. ircutensis* (Hr.) Pryn., *Raphaelia diamensis* Pryn., *R., tapkensis* Pryn., *Phlebopteris* cf. *polypodioides* Brongn., *Clathropteris* sp. Известны из этих отложений также моллюски: *Ferganoconcha anodontoides, Ferganoconcha subcentralis, Ferganoconcha sibirica* и *Ferganoconcha Curta.*

Не вполне доказанным остается вопрос о наличии в разрезе угленосных отложений осадков верхнеюрского отдела. Впрочем, в данном случае и сам автор формационного анализа не претендует на категоричность своих заключений о верхнеюрском возрасте верхних горизонтов разреза. Осадки иркутско-присаянской подформации являются, по-видимому, относительно более молодыми по возрасту и представляют собой начало нового ритма в осадконакоплении.

Нам кажется более вероятным считать возраст верхней части присаянской свиты верхнеюрским. Достоверные отложения нижнего мела в разрезах угленосной толщи неизвестны. Имеются предположения о наличии нижнемеловых отложений в отдельных пунктах крайней северо-восточной части бассейна. Но и малообоснованно, хотя бы в силу общей истории геологического развития Восточно-Сибирского региона,

отрицание в Иркутском бассейне осадков верхней юры. Очевидно, это объясняется тем, что площади распространения верхнеюрских отложений небольшие и залегают они в виде отдельных пятен.

ТЕКТОНИКА

Угленосные отложения выполняют обширный Ангаро-Чулымский краевой прогиб и широкой полосой протягиваются вдоль юго-западной окраины Сибирской платформы. Присаянский прогиб и расположенный в его пределах Иркутский угленосный бассейн являются частью крупного Канско-Иркутского (Одинцов, 1963; Семериков, 1962) прогиба, контактирующего по зоне глубинного разлома с областью поднятия, выраженного в современном рельефе массивом Восточного Саяна.

Иркутский угленосный бассейн занимает юго-восточную часть этого прогиба и характеризуется асимметричным профилем с максимальным прогибанием его в зоне сопряжения с областью поднятия у Восточных Саян и минимальным — в платформенной части.

Строение Иркутского бассейна неоднородно. В пределах его расположены Ока-Удинская, Бельско-Окинская и Прииркутская впадины, разобщенные Тулунской, Кирейской, Черемхово-Хортагнинской и Хорат-Ользойской (Заангарской) возвышенностями доюрского рельефа с пониженными мощностями в них угленосного комплекса.

Отложения заларинской свиты, выполняющие впадины доюрского рельефа, обладают крайне изменчивой мощностью и составом пород. Самым обширным распространением пользуются осадки черемховской свиты. Верхние горизонты угленосного комплекса, входящие в состав присаянской, по Ю. П. Дееву, или присаяно-иркутской свиты П. П. Тимофеева, преимущественно распространены в центральной и западной частях бассейна. Угленосные отложения собраны в серию складок платформенного типа с пологими наклонами крыльев. Углы падения пород от 12 до 30°. Интенсивность складчатости увеличивается в сторону Саянского массива и ослабевает к платформе. Простирание осей складок северо-западное в центральной и западной частях бассейна и северо-восточное в Прибайкалье.

Угленосные отложения внутри бассейна нарушены серией дизъюнктивов разных направлений и амплитуды смещения по ним. Эти нарушения вызваны подвижками отдельных блоков фундамента и соответствующим проявлением этих подвижек в юрском покрове. Интенсивность тектонических движений в послеюрское время была значительной.

Работами последних лет установлено значительное поднятие области Удино-Бирюсинского водораздела и обусловленное этим поднятием разъединение единого поля осадко- и угленакопления в пределах Канско-Иркутского прогиба.

Формирование Канско-Иркутского прогиба — депрессии, по мнению М. М. Одинцова, было связано с общей перестройкой структуры Сибирской платформы, вызванной яньшаньским диастрофизмом, охватившим восточную и южную части платформы.

ФАЦИАЛЬНЫЙ СОСТАВ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Юрская угленосная формация представлена весьма сложным полифациальным комплексом чередующихся в разрезе бассейновых, аллювиальных, пролювиальных и болотных отложений.

Накопление угленосных осадков, по данным Ю. П. Деева (1957), происходило в условиях предгорной аллювиальной равнины, вытянутой вдоль Байкальского (Приморского) и Восточно-Саянского горных

хребтов, в трех структурно-фациальных зонах седиментации. Платформенная зона в северной части бассейна, промежуточная зона и зона внутрисводовых впадин последовательно сменяют друг друга от платформы в сторону Восточных Саян.

По составу пород угленосного комплекса в них выделяются следующие группы осадков.

Отложения заларинской свиты в основном представлены конгломератами с хорошо окатанной галькой метаморфических пород у Восточного Саяна и эффузивов в юго-восточной части бассейна. Выполняющий материал конгломератов песчаный, цемент карбонатный, железокарбонатный и кремнистый. Мощность конгломератов от 6—7 *м* на участке широтного течения р. Иды до 100—110 *м* в районе г. Иркутска. Окатанность гальки конгломератов, сортировка материала, степень уплощенности и изометричности и распределение на площади свидетельствуют о принадлежности этих отложений, по Н. Н. Виниченко и др. (1963), к фации горного руслового аллювия.

Крайне незначительные в конгломератах прослои и линзы песчаников представлены грубо- и крупнозернистыми разностями с плохой сортировкой материала.

В составе черемховской свиты подавляющим распространением пользуются песчаники полимиктового, аркозового и реже кварцевого состава, среднезернистые и мелкозернистые с глинистым составом цемента, косой слоистостью и обугленными растительными остатками. Вверх по разрезу в песчаниках появляются прослои алевролитов, аргиллитов и углей. Алевролиты, аргиллиты и тонкозернистые разности песчаников представлены плотными слоистыми и массивными, иногда плойчатыми породами, в большинстве своем содержащими значительные включения темного растительного детрита. Аргиллиты часто сопутствуют угольным пластам, слагая их почву.

Осадки черемховской свиты соответствуют аллювиальным русловым и озерно-пойменным фациальным комплексам с развитием в отдельные периоды мощного торфонакопления, связанного с пойменными осадками. В накоплении пород черемховской свиты происходит некоторая дифференциация. В юго-восточной части Иркутского бассейна увеличивается относительное содержание грубообломочного материала, а к северо-западу возрастает роль алевролитов. Верхние части свиты накоплялись в условиях преобладания аллювиальных фаций с сокращением роли поймы.

Осадки присаянской свиты состоят из песчаников главным образом полимиктового состава с прослоями и линзами гравелитов и конгломератов. Менее распространены в свите алевролиты и аргиллиты с тонкими прослоями углей. В накоплении пород свиты существенное значение приобретают фации равнинного руслового аллювия без поймы.

По литогенетическим типам пород П. П. Тимофеевым (1963) выделяются три группы циклов осадконакопления. Первая группа циклов представлена континентальными осадками, во вторую группу входят континентально-бассейновые осадки и третью группу составляют отложения бассейнов. Комплексы циклов образуют макроциклы. В восстающем разрезе последовательно сменяют друг друга: 1) аллювиально-озерно-болотный слабо угленосный, 2) аллювиально-озерно-прибрежно-бассейновый угленосный, 3) аллювиально-озерно-бассейновый слабо угленосный и 4) аллювиально-прибрежно-бассейновый карбонатно-угленосный макроритмы.

Осадки первого макроритма развиты неповсеместно. В юго-восточной части прогиба они соответствуют низам черемховской свиты.

Отложения следующего макроритма распространены более широко. Нижняя часть его сложена грубообломочными породами, верхняя состоит из чередования осадков угленосных озерно-болотных и угленосных аллювиально-озерно-болотных циклов, с увеличением в сторону Байкала роли последних. С этим макроритмом связано образование угольного пласта «Мощного» в Иркутском бассейне (рис. 87).

Не менее широко распространены осадки и третьего макроритма, представленные в основном более тонкими по гранулометрическому составу породами с менее мощными и распространенными угольными пластами.

Отложения последнего макроритма входят в состав иркутско-присаянской свиты и, очевидно, интересны в отношении сланценосности. Они выполняют наиболее глубокие депрессии Иркутского бассейна и представлены осадками прибрежно-мелководных фаций, существовавших в переходное средне-верхнеюрское время реликтовых водоемов юго-восточной части Чулымо-Ангарского прогиба.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Продуктивная толща, содержащая горючие сланцы, входит в состав угленосного комплекса. Пласты и прослои сланцев обычно расположены вблизи пластов углей или в виде прослоев залегают внутри угольных пластов. На территории Иркутского угленосного бассейна известно свыше десяти сланцепроявлений (см. рис. 86). Вместе с тем геологическому изучению и геологоразведочным работам подвергались только Алюйское, Будаговское, Быково-Зоринское и Черемховское месторождения, по которым подсчитывались запасы и которые были перечислены в сводке по балансовым запасам горючих сланцев СССР за 1958 г. Однако в сводке по балансам за 1959 г. в списках на балансе было оставлено только одно Алюйское месторождение. Запасы по остальным месторождениям с баланса списаны и в дальнейшем числится лишь одно Алюйское месторождение.

В пределах Иркутской области мы сталкиваемся со специфическим регионом сланцепроявления, где распространены богхедовые и сапропелевые разности углей, а также сильно зольные углистые сланцеватые породы с сапропелевой по составу органической массой.

По существующей в настоящее время классификации горючих сланцев перечисленные выше разности сапропелевых углей к типичным горючим сланцам отнесены быть не могут. Но это скорее недостаток существующей классифи-

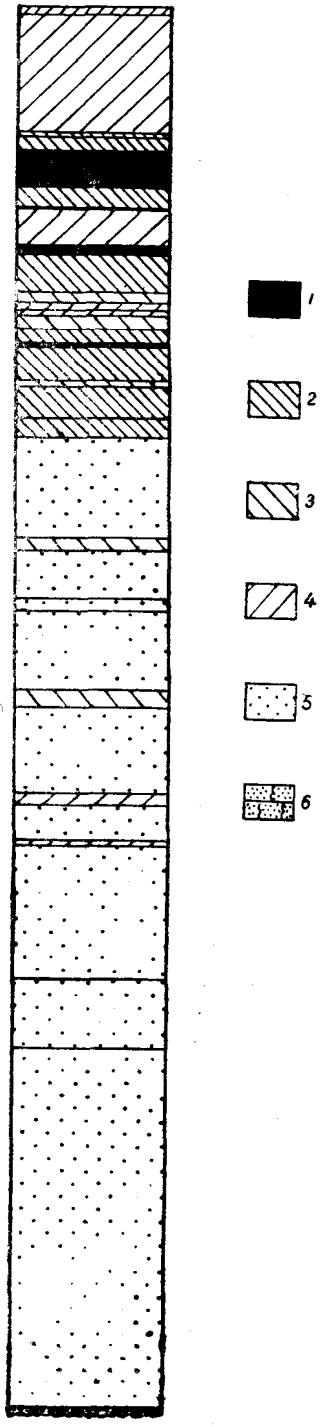


Рис. 87. Нормальный разрез угленосной толщи (по Ю. А. Жемчужникову)

1 — уголь; *2* — углистая глина; *3* — глина коричневая; *4* — глина светлая; *5* — песок; *6* — песчаник

кации сланцев. По элементарному составу и особенно высокому выходу из них смолы, а также по высокой теплоте сгорания они могут быть отнесены к горючим сланцам, при этом довольно высокого качества.

Угленосный комплекс содержит несколько горизонтов, в которых горючие сланцы слагают продуктивную пачку часто перемежающихся алеврито-аргиллитовых и углистых пород с прослоями и пластами углей и горючих сланцев. Мощность продуктивных пачек от 15 до 20 *м*; мощность прослоев и пластов горючих сланцев в пачках обычно небольшая (0,10—0,60 *м*), реже мощность их достигает 1,0—1,5 *м*. Строение мощных пластов сложное. Горючие сланцы углистые и сапропелевые представлены плотной темно-серой, почти черной с буроватым оттенком твердой породой с примесью значительного количества песчано-глинистого материала. Присутствуют сланцы и сапропелевые разности углей массивные и тонкослоистые. Сапропелиты легко режутся ножом и образуют упругую стружку. Мощность пластов и прослоев сланцев обычно небольшая. Строение мощных пластов сложное.

АЛЮЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено западнее Братского тракта, в 21 *км* на север от г. Тулуна.

Месторождение расположено в слабо расчлененной водораздельной части рек Курзана и Илира. С этого водораздела берет свое начало приток Илира р. Алюй. Абсолютные отметки 550—560 *м*, а превышение водораздельных частей над долинами достигает 30—60 *м*. Склоны долин полого сменяются заболоченными низинами залесенных падей, обладающими запасами хорошего строевого леса.

Разветвленная сеть грунтовых дорог создает нормальные условия транспортировки на большей части территории Иркутской области. В районе развита угледобывающая промышленность, и в последнее время усиливается разработка горючих сланцев. Развито здесь и сельское хозяйство.

Описываемая территория характеризуется суровым климатом с продолжительной морозной зимой и коротким умеренно теплым летом. Большая часть Иркутского бассейна находится в области распространения устойчивой мерзлоты.

Месторождение открыто Т. Б. Багрецовой в 1944 г.; в изучении месторождения участвовал Г. Я. Житомиров, а в 1945 г. на нем были поставлены предварительные геологоразведочные работы, которыми руководил Ю. П. Деев. В результате проведения этих работ были выяснены условия залегания горючих сланцев, их химико-технологическая характеристика и подсчитаны общие запасы горючих сланцев по категории C_1.

Описание горючих сланцев месторождения приводится в основном по материалам Ю. П. Деева.

Район месторождения содержит породы нижнего силура и докембрия, слагающих фундамент, на которых с размывом залегают юрские, угленосные и сланценосные отложения. На отдельных участках угленосные отложения подстилаются траппами.

Угленосный комплекс по составу аналогичен вышеописанным. Общая мощность угленосных отложений на площади месторождения 130 *м*. Ю. П. Деевым весь комплекс расчленен на нижнюю безугольную и верхнюю угленосную подсвиты.

Горизонт горючих сланцев приурочен к средней части угленосного комплекса и служит границей, разделяющей нижнюю и верхнюю подсвиты.

Сланценосная продуктивная часть свиты в восстающем разрезе представлена на участке скв. М-8, расположенной в центральной части месторождения, следующими породами:

1.	Песчаник серый, слабый (почва), с глубины 84,5 *м*.	
2.	Песчаник мелкозернистый, битуминизированный	1,60 *м*
3.	Аргиллит темно-коричневый, плотный	1,50 „
4.	Сланец гумусово-сапропелитовый, плотный	1,60 „
5.	Аргиллит темно-серый, плотный	3,80 „
6.	Сланец глинисто-сапропелитовый, плитчатый	0,15 „
7.	Песчаник тонкозернистый серый, плотный	4,45 „
8.	Сапропелит плитчатый, темно-коричневый, сильно глинистый	0,60 „
9.	Аргиллит темно-серый, плотный	0,05 „
10.	Сапропелит темно-коричневый, плотный	0,25 „
11.	Песчаник мелкозернистый	0,07 „
12.	Сапропелит темно-коричневый, плитчатый	0,10 „
13.	Аргиллит темно-серый, плотный	0,05 „
14.	Сапропелит тонкоплитчатый, темно-коричневый	0,30 „
15.	Аргиллит твердый, очень плотный	0,10 „
16.	Сапропелит плитчатый, темно-коричневый	0,10 „
17.	Алевролит темно-серый (кровля пачки), с глубины 69,55 *м*.	

Общая мощность продуктивной пачки составляет 14,95 *м*, в том числе на сапропелиты и горючие сланцы приходится 3,38 *м*.

Представление о соотношении общих мощностей сланценосных пород и горючих сланцев можно получить по другим скважинам из табл. 182.

Таблица 182

Соотношения мощностей сланценосных пород и горючих сланцев

№ скважины	Общая мощность продуктивного горизонта, *м*	Мощность пласта горючих сланцев, *м*	Строение пласта	Количество слоев	Мощность пачек горючих сланцев, *м*	Мощность породных прослоев, *м*	Местонахождение скважины
Р-40	20,1	3,30	Сложное	—	3,10	0,20	На юго-запад от скв. 8
Р-9	—	3,05	То же	—	2,18	—	
М-2	—	3,35	„	—	2,85	—	Центральная часть месторождения
М-6	—	3,30	—	—	—	—	В северо-восточной части месторождения
М-3	—	1,00	Простое	2*	—	—	Восточная часть месторождения

* В суммарную мощность горючего сланца входят слои сапропелитового глинистого, черного сланца и сапропелита плитчатого, черно-коричневого.

В пределах северной части месторождения буровой скважиной Р-63 вскрыт сланценосный горизонт (снизу вверх):

1.	Песчаник (почва), глубина залегания 30 *м*	0,80 *м*
2.	Глина углистая, с мелкими линзочками угля	0,90 „
3.	Уголь гумусовый, матовый	1,45 „
4.	Глина углистая, черная	0,57 „
5.	Песчаник мелкозернистый (кровля), глубина залегания 28,45 *м*.	

В северном направлении горючие сланцы фациально замещаются углистыми аргиллитами. Мощность продуктивного сланценосного гори-

зонта и пласта горючих сланцев уменьшается в направлении от центра депрессии к ее краевым частям.

Сланценосные отложения вместе с угленосными выполняют доюрскую впадину в рельефе северной части бассейна. По мере заполнения впадины породами нижней подсвиты площадь осадконакопления увеличивается. Сланценосные отложения периферических частей месторождения залегают непосредственно на силурийских породах фундамента. Сланценосные и угленосные осадки верхней части разреза обладают меньшими углами наклона слоев по сравнению со слоями нижней подугленосной подсвиты.

Каустобиолиты Алюйского месторождения Ю. П. Деевым генетически разделены на: 1) чисто сапропелевые разности, 2) сапропелево-гумусовые и 3) гумусовые образования. Гумусовые образования представлены пластами и линзовидными залежами угля в верхней части макроритма, на 4—15 *м* выше продуктивного сланценосного горизонта.

Ограниченным распространением на месторождении пользуются чистые сапропелиты. Прослой сапропелитов мощностью 0,20 *м* обнаружен только на участке скв. 4. Наиболее распространены здесь сапропелевые горючие сланцы.

Макроскопически горючие сланцы представлены светло-коричневой, коричневой и темно-коричневой с черноватым оттенком и с различной, в основном несовершенной, сланцеватостью породой, обладающей значительной вязкостью и упругостью. Сланцы хорошо режутся ножом и образуют при этом стружку. В зависимости от зольности стружка получается хрупкая или упругая.

Под микроскопом сланцы прозрачны с окраской в желто-оранжевых или буровато-желтых тонах основной массы. Последняя состоит из уплотненного скопления сплюснутых, иногда вытянутых очень мелких комочков от бледно-желтой до бурой окраски с высокой степенью ослизнения вещества. В небольших количествах присутствует гумусовый материал, представленный мелкими комочками бурых коллоидальных сгустков, обтекаемых флюидальной основной массой сапропелитового вещества породы. Форменные элементы наблюдаются в виде единичных обрывков растительных тканей. В составе минеральной части горючих сланцев присутствует глина, которая, по мнению Ю. П. Деева, придает основной массе сланцев коричневатую окраску и тонкозернистую текстуру. Более крупные по размеру минеральные включения состоят из слабо окатанных и угловатых зерен кварца.

Результаты химических анализов[1] и химико-технологических исследований горючих сланцев приведены в табл. 183.

Из анализов видно, что сланцы малосернистые и удовлетворяют требованиям по содержанию в них золы. Качество их по выходу смолы хорошее. По существу они представляют собой минерально-органический осадок прибрежной части водоема с застойными условиями среды.

Запасы горючих сланцев подсчитывались в расчете на общую массу при средней мощности пласта 1,81 *м* и среднем выходе смолы 12,15%. Общие запасы сланцев на 1 января 1964 г. по категориям $A+B+C_1$ составляют 90 457 тыс. *т*. Забалансовые запасы составляют 10 205 тыс. *т*. Кроме того, были подсчитаны запасы выборочной части горючих сланцев пласта при средней мощности 1,30 *м* и среднем выходе смолы 15,80%, составляющие 46 652 тыс. *т*.

[1] Результаты некоторых анализов гумусовых углей приводятся для сопоставления с горючими сланцами.

Таблица 183

Состав горючих сланцев месторождения (по 140 пробам), %

Показатели	Горючий сланец	Сапропелит преобл. содер.	Уголь (бурый)
Влага лабораторная (W)	4,00	60,0—70,0	—
Зола на сухое вещество (A^c)	39,79—72,00	29,99	17,00—22,00
Летучие на горючую массу (V^r)	81,00	—	41,49—64,74
Сера общая на сухое вещество ($S^c_{общ}$)	1,00	—	1,00
Углерод на органическое вещество (C^r)	63,91—68,57	—	70,74—72,23
Смола:			
а) на суммарный пласт	3,14—25,00	39,62	—
б) на выборную богатую часть пласта	13,00—25,00	—	—
в) средневзвешенная на суммарный пласт	12,15	—	—
г) средневзвешенная на богатую часть пласта	15,80	—	—

Экономика и условия разработки горючих сланцев благоприятные.

Алюйское месторождение имеет промышленное значение и подлежит практическому освоению.

БУДАГОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено вблизи одноименной станции Восточно-Сибирской железной дороги, на территории Курзанского сельского совета Тулунского района.

Территория месторождения находится в северо-западной части Иркутского бассейна и примыкает к восточной части Шебартинского месторождения угля. Площадь месторождения обладает сравнительно ровной поверхностью рельефа, на отдельных участках расчлененной логами. В пределах IV, Аверьяновского, участка разница в отметках положительных и отрицательных форм рельефа достигает 65 *м*.

Горючие сланцы на месторождении известны с 1940 г. Они подвергались геологическому изучению и геологоразведочным работам с 1941 по 1947 г. (Восточно-Сибирское геологическое управление). С 1946 по 1948 г. в пределах месторождения проводились работы трестом «Востсибуглеразведка» под руководством Г. Я. Житомирова.

Описание горючих сланцев месторождения производится по материалам А. С. Стругова и других исследователей.

Общее геологическое строение и разрез юрских угленосных отложений близки к Алюйскому месторождению. Породы угленосного комплекса состоят из песчаников, алевролитов, аргиллитов, угля и углистых и сапропелевых сланцев. Среди углистых сланцев залегают два пласта угля (рис. 88). Нижний пласт угля представлен гумусовыми и гумусово-сапропелитовыми разностями, включающими тонкие (максимально 0,5 *м* мощности) прослои сапропелита. В отдельных местах сапропелит замещает большую часть угольного пласта. На 2—5 *м* выше залегает второй пласт угля, представляющий по содержанию в нем прослоев сапропелита значительно больший интерес. Нижнюю часть этого пласта

составляют сапропелиты, описанные под наименованием «Верхнего» пласта. Мощность «Верхнего» пласта сапропелитов от 0,45 до 2,61 *м*.

В пределах месторождения выделены четыре обособленных участка распространения сланценосных пород. I участок расположен между р. Арахон и железной дорогой, II — южнее р. Арахон, III — севернее линии железной дороги и IV, Аверьяновский, примыкает с юго-запада ко II участку (в 3,5 *км* южнее ст. Будагово).

На площади I участка (2,8 *км*^{2}) прослежены I нижний и II верхний пласты горючих сланцев. Практический интерес представляет здесь

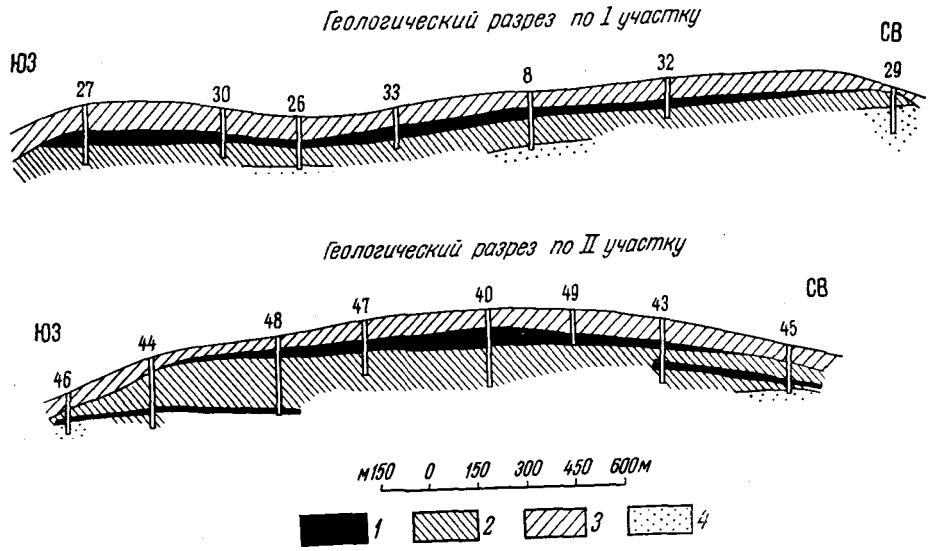


Рис. 88. Геологический разрез сланценосной залежи
1 — уголь; *2* — глина под пластом; *3* — глина над пластом; *4* — пески

нижний пласт, характеризующийся сложным строением и состоящий из четырех пачек. Максимальным распространением пользуются сапропелиты двух верхних пачек, суммарная мощность которых 0,20—2,70 *м*.

Сапропелит третьей пачки тонкослоистый и отличается от первых двух только крепостью. Мощность этой пачки изменяется от 0,25 до 2,95 *м*. Сапропелит нижней пачки характеризуется повышенной зольностью (глинистостью) и ограниченным распространением на площади. Суммарная мощность сапропелита в первых трех пачках от 0,22 до 2,82 *м* при средней ее величине 0,92 *м*. Глубина залегания I нижнего пласта от 0 до 47,7 *м*.

II верхний пласт также имеет сложное строение и представлен в основном горючими сланцами с тонкими прослоями и линзами гумусового угля, сапропелита и битуминозного аргиллита. На долю гумусового угля приходится 1,35 *м* всей мощности пласта, изменяющейся от 0,40 до 6,85 *м* и в среднем близкой к 2,50 *м*. Пачка гумусового угля очень не выдержана и в ряде выработок полностью отсутствует. Ее можно встретить (по А. С. Стругову) в кровле, а иногда и в почве сапропелитов. Речь в данном случае, вероятно, идет о нескольких линзовидных прослоях или пластах гумусового угля, располагающихся в различных частях разреза. Сапропелиты представлены отдельными линзами мощностью от 0,30 до 1,10 *м*.

Те же два пласта, сложенных гумусовыми углями, сапропелитами и горючими сланцами, установлены на II, III и IV, или Аверьяновском,

участках месторождения. Данные о мощностях пластов и их строении приведены в табл. 184.

Таблица 184

Характеристика пластов горючих сланцев по участкам

Наименование участка	Наименование пластов	Строение пластов	Мощности, *м*				Средняя мощность пласта, *м*	Глубина залегания, *м*
			пласта	пачек гумусового угля	пачек сапропелита	пачек горючих сланцев		
I	I нижний	Сложное	0,42—4,62	0,20—1,80	0,40—5,65	0,20—1,00	0,92	0—47,70
	II верхний	„	0,40—6,85	1,35	0,30—1,10	4,40	2,50	—
II	I нижний	Сложное	0,50—5,10	—	—	—	0,90	—
	II верхний	„	0,40—6,85	—	—	—	2,38	—
III	I нижний	Сложное	—	0,07—2,00	0,35—3,30	—		2,20—47,00
	II верхний	„	—	0,10—3,03	—	0,25—2,50	0,71*	—
IV (Аверьяновский)	I нижний	Сложное		0,25—0,95**	0,15—3,60 (строение простое)			
	II верхний	„	см.—5,00 и более					

* Средняя мощность пласта горючих сланцев.

** Мощность гумусовой угольной массы на отдельных местах (скв. 75) достигает 7,40 *м*.

Отдельные слои и линзы гумусовых углей лишь сопровождают сложно построенные пласты сапропелитов и горючих сланцев. Основная масса горючих ископаемых на месторождении представлена сапропелевыми и сапропелево-гумусовыми или сапропелево-глинистыми сланцеватыми породами. И те и другие ближе стоят к горючим сланцам. Последние имеют устойчивое залегание на отдельных участках и по всему месторождению в целом. Слои пород сложены в синклинальную складку с очень пологим падением, близким к горизонтальному залеганию. Простирание синклинали почти меридиональное. Некоторое отличие в геологическом строении IV, Аверьяновского, участка от других заключается в наличии в разрезе юрской толщи всех четырех горизонтов Шебартинского угленосного района.

По текстуре сапропелиты подразделяются на массивные крепкие, тонкослоистые крепкие и тонкослоистые слабые разности. Это черно-бурые плотные различной хрупкости породы. При резании ножом они дают упругую стружку. В тонких пластинках сапропелиты легко зажигаются от спички и горят с выделением запаха жженой резины. Сапропелиты I пласта аналогичны сапропелитам II пласта.

Горючие сланцы внешне представлены довольно крепкой черной с буроватым оттенком породой с массивной или слоистой текстурой.

При высыхании они распадаются по поверхностям наслоения на тонкие плойки. Иногда горючие сланцы содержат тонкие линзочки гумусового угля и значительное количество по поверхностному наслоению обугленного растительного детрита. Часто на плоскостях наслоения присутствует и слюдка.

Под микроскопом горючие сланцы состоят (по данным Е. С. Корженевской) из сапропелево-глинистой основной массы, в которую погружены водоросли типа Pila, минеральные частицы и мелкие обрывки растительных тканей. Минеральные частицы представлены мелкими хорошо окатанными обломками кварца.

Данные по химическому анализу и разгонке смол приведены в табл. 185.

Таблица 185

Химический состав сапропелитов и горючих сланцев (в %)

Показатели	Сапропелиты		Горючий сланец	Примечание
	массивный и тонкослоистый крепкий	тонкослоистый слабый		
Зольность (A^c)	24,68—53,37 / 37,18	36,90—51,22 / 39,00	Около 60 (редко до 80)	
Углерод ($C^г$)	72,74—74,12			
Водород ($H^г$)	7,99—8,65			
Выход первичной смолы	10,94—38,84 / 26,44 (средний выход смолы на III участке около 29%)	13,10—23,61 / 20,81	4,50—11,50 (редко более 10)	Горючие сланцы III участка дают средний выход смолы 6,90
Выход бензина (фракция до 180°)	около 10,00			Бензин светлый, прозрачный, почти бесцветный, при хранении на воздухе буреет и дает темный смолистый осадок
Выход керосина (легкого, моторного)	до 38,00			

Примечание. В знаменателе приведены средние величины.

Результаты анализов показывают довольно высокое содержание в сапропелитах водорода и значительный выход первичной смолы, а также большой выход бензина и керосина. Разности глинистых сапропелитов или горючих сланцев характеризуются более низким выходом смолы по сравнению с сапропелитами. Данные табл. 185 указывают также на существующую обратную зависимость между зольностью и выходом смолы в сапропелитах. Данные анализов свидетельствуют о том, что сапропелиты и горючие сланцы являются безусловно ценным сырьем для химической переработки.

Разведочные работы позволили оконтурить на I, II и III участках площади распространения горючих сланцев и провести по ним подсчет запасов. В пределах I участка площадь распространения сланцев 2,19 *км*². На этой площади подсчитаны запасы в 3863 тыс. *т* сланцев, в том числе пригодных для открытых работ 1801 тыс. *т*. Соответственно этому разведанная площадь с горючими сланцами по II участку составляет 5,31 *км*². Запасы сланцев на ней определены в 5638 тыс. *т* с 3304 тыс. *т*, пригодными для открытых работ. Разведанная площадь на III участке 5 *км*². Запасы на этой площади составляют 7228 тыс. *т*, из которых 1044 тыс. *т* для открытой разработки. На IV (Аверьяновском) участке запасы горючих сланцев не подсчитывались. Площадь участка 20 *км*². Средние мощности сапропелита 0,90 *м*; горючего сланца около 2 *м*. Учитывая среднюю плотность запасов на 1 *км*² трех разведанных участков, можно оценить запасы горючих сланцев здесь в 35—40 млн. *т*. Общие запасы по месторождению, по-видимому, составляют не менее 50—60 млн. *т* сырья для химической промышленности Востока страны.

Горючие сланцы месторождения обладают высоким качеством и имеют практическое значение по использованию их для химической переработки.

Условия разработки горючих сланцев на месторождении несложные. Приток грунтовых и подземных вод в выработке будет незначительным.

ХАХАРЕЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в 110 *км* северо-восточнее г. Тулуна и в 3 *км* на юго-восток от с. Хахарей, в крайней северо-западной части Иркутского бассейна, и приурочено к сравнительно небольшому «пятну» юрских отложений, которые со структурным несогласием залегают непосредственно на дислоцированных и размытых породах фундамента, представленных песчаниками нижнего силура.

Месторождение разведывалось с 1919 по 1923 г. под руководством Б. Н. Наследова. При вторичной разведке Ю. А. Жемчужниковым и К. Д. Егоровым изучались богхеды и горючие сланцы месторождения. Описание горючих сланцев дается по материалам Ю. А. Жемчужникова, К. Д. Егорова (1928) и В. А. Блохина (1928).

Горючие сланцы приурочены к верхней части юрского угленосного комплекса, обладающего в пределах месторождения мощностью около 54 *м*.

Угленосные отложения в восстающем (снизу вверх) разрезе представлены, по Ю. А. Жемчужникову и К. Д. Егорову, следующими породами:

1.	Песчаник известковистый, плотный	0,05 *м*
2.	Песок крупнозернистый	14,31 „
3.	Песок серый, гравелитовый	2.83 „
4.	Песок желтый и светло-серый	5,27 „
5.	Глина желтая	0,19 „
6.	Песок серый, мелкозернистый	1,38 „
7	Глина песчаниковая и слюдистая, светло-серая	0,36 „
8.	Песок глинистый, светло-серый	3,49 „
9.	Глина песчанистая, светло-коричневая	0,68 „
10.	Песок глинистый, серый	3,13 „
11.	Песок охристо-желтый	0,49 „
12.	Песок серый	1,87 „
13.	Глина светло-коричневая	0,80 „
14.	Песок мелкозернистый, серый	4,0 „
15.	Глина углистая	0,68 „
16.	Глина углистая, с серым прослойком	1,34 „
17.	Глина темно-коричневая	0,19 „
18.	Глина углистая	1,40 „
19.	Сланец углистый (III пласт)	0,19 „
20.	Глина углистая, плотная	0,49 „
21.	Глина темная, с ржавым прослойком	0,64 „
22.	Глина грязно-серая, с сажистыми примазками	0,23 „
23.	Глина грязно-серая	0,32 „

24.	Глина темно-коричневая, с пропластками белой глины	0,36 *м*
25.	Глина углистая	1,53 „
26.	Уголь (II пласт)	0,38 „
27.	Глина темно-серая, плотная	1,42 „
28.	Уголь бурый, слабо блестящий или матовый с раковистым изломом	0,12 „
29.	Глина углистая, темно-коричневая, в верхней части с охристым налетом	0,80 „
30.	Битуминозный сланец, тонкая плита	0,70 „
31.	Уголь бурый, блестящий, сильно перебитый	0,10 „
32.	Богхед сланцеватый	0,33 „
33.	Уголь бурый, слабо блестящий, сильно перебитый	0,10 „
34.	Богхед слоистый	0,18 „
35.	Уголь перетертый, «толстая плита»	0,01 „
36.	Богхед плотный	0,10 „
37	Глина бурая, сажистая	0,46 „
38.	Глина темно-коричневая, углистая	0,16 „
39.	Глина желтая	4,70 „
40.	Растительный слой	0,30 „
	Всего	55,78 *м*

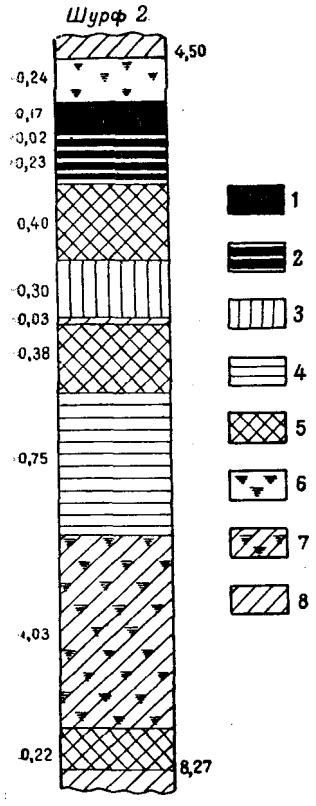


Рис. 89. Строение пласта «Родникового» (по Ю. А. Жемчужникову)

1 — богхед плотный; *2* — богхед слоистый; *3* — богхед сланцеватый; *4* — горючий сланец; *5* — уголь бурый, плотный; *6* — уголь сажистый; *7* — углистая глина; *8* — глина

Весь разрез Ю. А. Жемчужниковым разделен на нижнюю свиту (J^A) мощностью 12,2 *м* и верхнюю свиту (J^B) мощностью 38,5 *м*, отвечающие в современном понимании заларинской и части черемховской свиты общей стратиграфической схемы Иркутского бассейна.

Продуктивная сланценосная толща содержит три пласта гумусовых и сапропелевых углей с прослоями и пластами горючих сланцев. Мощность продуктивной толщи 12—15 *м*.

Наиболее интересен пласт I, или «Родниковый», сложного строения, состоящий из нескольких пачек (рис. 89).

Данные по составу пачек «Родникового» пласта приведены в табл. 186.

Характер пачек богхедов и горючих сланцев по площади месторождения довольно выдержанный. Сохраняют они в основном и постоянство мощности. Глубина залегания пласта «Родникового» от 0,90 до 8,50 *м*.

Из описания видно, что основной—I пласт — обладает тем же строением, что и на Будаговском и Алюйском месторождениях, расположенных в более южной части Иркутского бассейна.

Анализы богхедов и горючих сланцев приведены в табл. 187.

Данные анализов показывают на высокое содержание в богхеде летучих веществ. Для плотного богхеда оно составляет 88,8%, для слоистого 81,5%, для сланцеватого богхеда 77,4% и, наконец, для горючих сланцев 62,5%. Это свидетельствует о том, что в данном случае здесь имеются чисто сапропелитовые образования высокой степени битуминизации, что вполне согласуется и с высоким выходом из этих пачек смолы (48, 35,

Таблица 186

Строение пласта «Родникового» и состав слагающих его пачек (по шурфу № 2)

№ пачек	Мощность, *м*	Наименование породы	Цвет породы	Текстура	Основная масса (породы)	Удельный вес	Примечание
1	0,24	Уголь сажистый	Черный	Массивная толстоплитчатая	Однородная зернистого строения, состоящая из более светлых и темных ослизненных комочков с небольшими обрывками растительных тканей и минеральных включений неформенных и непрозрачных глинистых минералов (Н более 9%)	1,09	При резании ножом дает светло-коричневую стружку и белый порошок
2	0,17	Богхед плотный „толстая плита"	Черно-бурый		Аналогичная пачке 2	1,23	Легко зажигается от спички и горит коптящим пламенем с запахом жженой резины
3	0,23	Богхед	Черно-бурый	Слоистая	Раствор КОН не окрашивает		
4	0,40	Уголь матовый, сажистый, бурый	Черно-бурый	Сланцеватая с пластинками до 1 *мм*	Основная масса оранжевая, гомогенная структура, переходная разность к горючим сланцам, отличающаяся от горючих сланцев только меньшей зольностью (при большом увеличении аналогичная пачке 2)	1,67	Легко загорается, сходен с горючим сланцем Черемховского месторождения
5	0,30	Богхед					
6	0,38	Уголь бурый, сажистый в верхней части пачки	Черно-бурый		Смолисто-блестящая. Черта бурая, окрашивает раствор КОН в бурый цвет	1,40	С выходом фенолов до 4%

Продолжение табл. 186

№ пачек	Мощность, м	Наименование породы	Цвет породы	Текстура	Основная масса (породы)	Удельный вес	Примечание
7	0,75	Горючий (богхедовый) сланец „тонкая плита"	Бурый	Листоватая, рассланивающаяся на плитки до 2 *мм*	Основная масса аналогична пачке 5, с несколько большим количеством глинистых частиц и обломков кварца (Н=6,2%)	1,70	Режется ножом, стружка светло-бурая, глинистая
8—9	1,03	Глина битуминозная	Бурый				
10	0,22	Уголь бурый	Черный	Плотная неслоистая	Матовая, окрашивает раствор КОН в бурый цвет	1,50	С увеличивающейся зольностью вниз по разрезу

Таблица 187

Химическая характеристика богхедов и горючих сланцев (в %) пласта 1

Качественные показатели	Общий по пачкам 2—7	По пачкам 1	2	3	4	5	6	7
Технический анализ								
Влага	8,26	2,34	6,72	5,70	8,16	6,68	4,37	7,55
Летучее вещество	44,26	80,58	58,60	51,16	36,04	18,12	13,63	34,30
Нелетучий углерод	18,52	10,16	13,28	15,04	17,92	12,16	6,20	17,55
Зола	28,96	6,92	21,40	28,10	43,88	63,04	75,80	40,60
Сера	0,48	0,41	0,44	0,38	0,82	—	—	0,66
Кокс	47,78	17,08	34,68	43,14	61,80	75,20	82,00	58,15
Элементарный анализ								
C	42,00	65,40	54,82	48,70	33,20	—	—	36,01
H	3,65	8,42	6,26	5,65	2,98	—	—	2,89
N	0,91			0,78	0,81	—	—	
O+N	16,58	16,81	10,80	11,10	11,78	—	—	12,95
Зола	29,51	7,03	21,40	28,85	42,88	—	—	40,60
H_2O	8,26	2,34	6,72	5,70	8,16	—	—	7,55
Состав органической массы								
C	67,50	72,16	76,27	74,55	69,22			69,45
H	5,86	9,29	8,71	8,63	6,21			5,58
O+N	26,64	18,55	15,02	16,96	24,57			24,97
$\frac{O+N}{H}$	4,55	1,99	1,72	1,96	3,95			4,47
Сухая перегонка в реторте Фишера (без песка)								
Деготь	13,45	48,13	34,80	27,20	10,28			13,20
Полукокс	56,80	23,91	39,20	46,90	69,30			65,65
Вся вода	17,55	12,37	14,20	15,70	14,28			13,20
Вода разлож.	9,20	10,03	7,48	10,00	6,12			5,65
Газ	12,20	15,59	11,80	10,20	6,14			7,95
Анализ дегтя								
Характер дегтя	Полугустой темно-бурый			Мазеобр. темно-бурый	Мазеобр. темно-бурый			
Удельный вес	0,8450			0,8350	0,8545			
Отгон с паром	17,90			87,40	23,10			
Легкое масло	14,10			22,40	15,00			
Фенолов	2,10			8,80	2,40			
Оснований	1,30			1,20	0,70			
Выход фракций до 150°	1,60			4,00	3,10			
150—200°	9,10			8,40	8,80			
Тяжелое масло	85,0			77,60	85,00			
Выход фракций до 150°	23,50			14,60	20,30			
150—200°	23,50			18,70	18,20			
200—250°	24,80			20,10	23,20			
250—300°	10,70			18,70	15,20			
Выше 300°	3,30			4,80	6,50			
Парафин в дегте	13,00			16,40	15,80			
Твердый парафин во фракции выше 200°	10,80			11,50				
Температура плавления парафина	54,5° С			53° С				

Таблица 188

Пачки	Выход продуктов дробной перегонки дегтя, %			
	легкий бензин (фракция до 150°)	тяжелый бензин (фракция до 120—200°)	керосин	парафин
Пачка 5	4,00	8,40	14,60	16,40
Пачка 7	3,70	8,80	20,30	15,80

27 и 10%) в шурфе № 2, при среднем выходе в 22 и 13,5% на всю массу пачек 2—7.

Соотношение продуктов дробной перегонки дегтя для пачек 5 и 7 приведено в табл. 188.

№ точек по схеме	Проявления и их местоположение	Состав пород продуктивной толщи	Возраст	Количество и мощность пластов, *м*	Характер горючих сланцев
4	Азейское, район ст. Азей Вост.-Сиб. ж. д.	Песчано-глинистая угленосная толща	J_2	Два угольных пласта с прослоями сапропелита и горючих сланцев	Сапропелиты, сапропелито-глинистые сланцы
5	Тыреть-Зименская площадь, между станциями Тыреть и Зима Вост.-Сиб. ж. д.	Песчано-глинистая угленосная толща, содержащая богхеды в пределах месторождений: Кулгунайского, Никольского, Безносовского, Эста-Булаковского, Петровского	J_2 (J_3?)	Прослои в угольных пластах	Сапропелиты и горючие сланцы
6	Черемховская площадь, вдоль линии Вост.-Сиб. ж. д., между долинами рек Ноты на западе и Белой на востоке	Песчано-глинистая угленосная толща мощностью 50 –70 *м*. Залегание пологоволнистое	J_2	Один пласт „зумпфовый" (нижняя часть сложного пласта угля „Главного") Мощность „Главного" пласта 6—9 *м*	Сапропелевый, сапропелево-гумусовый и сапропелево-глинистый („чертова кожа")
7	Зоринско-Быковское у д. Еловки, на Заангарском тракте, в 65—70 *км* от г. Иркутска и в 12—15 *км* от пристани Усть-Балей на р. Ангаре	Песчано-глинистая угленосная толща с почти горизонтальным залеганием слоев. Максимальный угол наклона слоев 5°	J_2	Один пласт угля сложного строения, состоящий из пачек сапропелевого и гумусового угля с прослоями глинистых пород Мощность пачки сапропелито- богхеда 0,30—0,70 *м*	Сапропелито-гумусовое вещество представлено крепкой массивной, хрупкой, гагатообразной породой

Данные табл. 188 свидетельствуют о тождестве состава битуминозного вещества во всех четырех сапропелитовых разностях. Высокое качество сапропелитов и горючих сланцев пачек 2, 3, 5 и 7 пласта подтверждается выходом из дегтя парафина, составляющего в среднем на массу пачек 2, 3, 5 и 7 около 14%.

Площадь распространения угленосных отложений порядка 50—55 *км*². Самые скромные подсчеты запасов сапропелитов и горючих сланцев по месторождению при суммарной мощности пласта в 1 *м* и удельном весе 1,3 определяются в 35—40 млн. *т* ценного сырья для химической переработки.

Кроме вышеописанных месторождений, в пределах Иркутской области расположен ряд участков, по которым имеются сведения о наличии в них сапропелитов и горючих сланцев. Они не очень детальные и порой ограничиваются только сообщениями о наличии сланцев. Подоб-

Таблица 189

Состав горючих сланцев							Примечание
W^P	A^C	V	$S^C_{общ}$	H	Первичная смола	Полукокс	
6,0—9,0	21,4—29,2	63,6—76,7	0,45—0,82	7,3—9,4	23,4—38,8	—	—
					20,00—25,40 27,30 21,70 29,0 26,50		
				До 1,50	До 6,6	Более 20,0 (миним. 14,5)		Площадь распространения углей и запасы, в том числе горючих сланцев большие
3,10—4,40	19,32—20,44	37,28—45,36	0,50—0,54			23,03—29,00 максим. 42,40 (на лабор. пробу)	35,00—46,30	

ные сведения имеются по сланцепроявлениям в пределах Черемховского, Зоринско-Быковского и Азейского угольных месторождений. Характеристика этих сланцепроявлений приводится в табл. 189. Гумусово-сапропелитовые разности среди пластов углей и в соседстве с ними отмечаются также на Конторском и Колбысовском месторождениях Тайшетского района крайней западной части Иркутской области. Известны они в Кулунгуйском, Олонковском, Бархатовском и многих других месторождениях центральной и юго-восточной частей Иркутского бассейна.

Надо сказать, что в большей части перечисленных участков горючие сланцы изучению не подвергались и сведения о них самые предварительные. Мощности пластов горючих сланцев обычно небольшие, залегают они, очевидно, в виде незначительных по протяженности линз, и на обнаружение здесь крупных месторождений надежд мало. Но учитывая крайне обширное распространение последних в пределах территории не только Иркутской области, но и ряда смежных с ней угленосных бассейнов, можно предполагать о региональном их распространении и возможности выявления пригодных для практического использования, хотя небольших по масштабу, но близко расположенных площадей, разработка которых окажется рентабельной.

Ближайшими задачами в области выявления горючих сланцев для химической переработки являются: 1) постановка более планомерных и специализированных литолого-фациальных и геохимических исследований сапропелитов и горючих сланцев и вмещающих их толщ; 2) разработка новой классификационной основы горючих сланцев, в которой понятия о горючих сланцах в качестве сырья для химии будет расширено, что в свою очередь позволит учесть в балансе запасов и некоторые переходные к ним разности сапропелитов, богхедов и других органических образований; 3) проведение новой переоценки запасов горючих сланцев, одного из важнейших резервов химического и энергетического сырья восточных районов страны.

Горючие сланцы в Забайкалье широко распространены и наряду с многочисленными другими полезными ископаемыми представляют определенный промышленный интерес.

В настоящее время известно шесть месторождений и свыше 10 точек с проявлениями горючих сланцев, приуроченных к определенным стратиграфическим горизонтам мезозойского континентального комплекса. Распространение горючих сланцев показано на рис. 90.

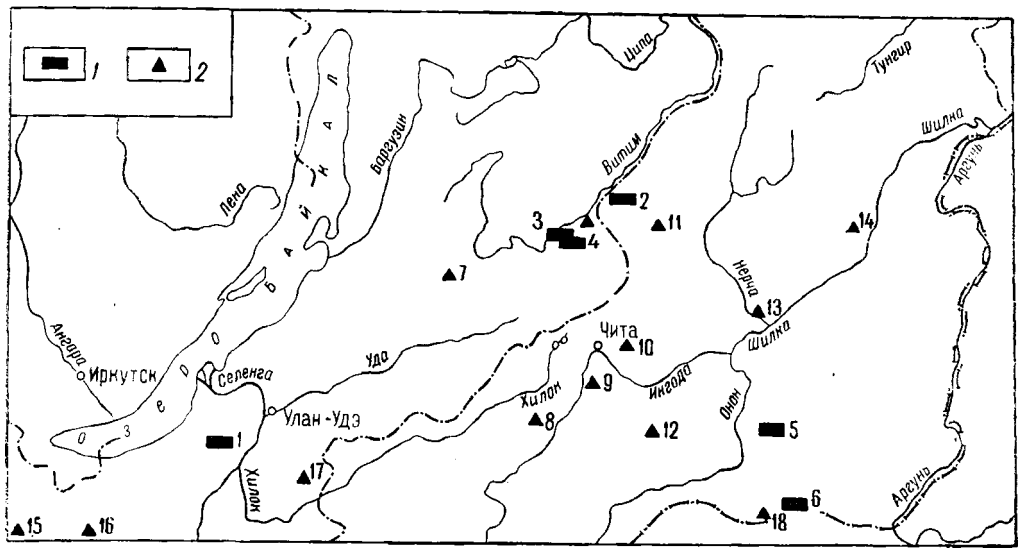


Рис. 90. Схема распространения горючих сланцев Забайкалья

1 — месторождения горючих сланцев: *1* — Гусиноозерское, *2* — Юмурченское, *3* — Романовское, *4* — Джидотойское, *5* — Тургинское, *6* — Харанорское; *2* — проявления горючих сланцев с возможными перспективными площадями: *7* — Зазинское, *8* — Чунгурское, *9* — Оленгуйское, *10* — Тукулайское, *11* — Верхне-Каренгское, *12* — Сюхуртайское, *13* — Нерчинское, *14* — Усть-Карское.

Районы возможного нахождения горючих сланцев: *15* — Джидинский, *16* — Баингольский, *17* — Тугнуйский, *18* — Тарбагатайский

Территория Забайкалья ограничена с запада оз. Байкал, на востоке — линией, проходящей по меридиану 123° в. д., на севере — параллелью 57° с. ш. и на юге — государственной границей с КНР и МНР.

Территория Забайкалья, составляющая 780 тыс. *км*^{2}, простирается с запада на восток более чем на 1000 *км*. На ней располагаются Бурятская АССР и Читинская область РСФСР с административными центрами в городах Улан-Удэ и Чита.

Рассматриваемая территория пересекается в широтном направлении Забайкальской железной дорогой. От главной Сибирской магистрали к северу и югу отходят железнодорожные ветки на г. Забай-

кальск, на шахты Букачачиского угольного месторождения, на Сретенск и Кяхту. Все районы Южного и Центрального Забайкалья связаны автомобильными дорогами с главными административными центрами. Совершенно отсутствуют железные и редко имеются автогужевые дороги в северной части Забайкалья; здесь основными средствами сообщения между населенными пунктами служат водный, воздушный и олений виды транспорта.

Крупные города и населенные пункты сосредоточены главным образом в сравнительно узких полосах, прилегающих к транспортным путям и крупным речным долинам. Население состоит из бурят и русских. Плотность населения в заселенных частях Забайкалья от 5 до 10 человек на 1 *км*^{2}. На всю остальную огромную площадь Забайкалья в среднем приходится не более 1 человека на 1 *км*^{2}.

Население в городах занято главным образом в промышленности. Основное занятие населения в южных степных районах — скотоводство. В менее обжитых северных районах, кроме того, развиты промысловая охота и рыболовство. Сельское хозяйство имеет подчиненное значение. В последние годы в некоторых районах получило развитие промысловое звероводство.

В пределах Забайкалья развиты горнодобывающая и в небольшом объеме металлургическая, стекольная, металлообрабатывающая, лесная и машиностроительная отрасли промышленности. Завершение строительства сети запланированных новых электростанций позволит расширить горнодобывающую и металлургическую промышленность, а на базе имеющихся здесь ресурсов горючих сланцев и многочисленных других полезных ископаемых создать химическую промышленность.

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Изучению геологического строения Забайкалья посвящено много работ. Основными из них являются работы В. А. Обручева, Е. В. Павловского, Н. А. Флоренсова, С. А. Музылева, В. Н. Верещагина, Ю. К. Дзевановского, Л. И. Салопа, А. Д. Щеглова, Г. П. Падалки, С. В. Обручева, А. Н. Криштофовича, В. Д. Принада, Г. Г. Мартинсона, М. С. Нагибиной, В. И. Лучицкого, Б. А. Иванова и др.

Горючие сланцы Забайкалья богаты остатками пресноводной фауны и потому обратили на себя внимание исследователей еще в прошлом веке. Благодаря способности расслаиваться на тонкие листоподобные пластины их описывали под наименованием «бумажных» сланцев.

Первый указал на наличие сланценосных континентальных отложений в Забайкалье в середине XIX в. акад. А. Ф. Миддендорф, отнесший их к третичным осадкам. Последующие находки ископаемых растительных остатков позволили датировать возраст континентальных отложений, вмещающих горючие сланцы, верхней юрой. Завершение палеонтологической обработки коллекций А. Ф. Миддендорфа из района р. Витима и А. П. Герасимова из района р. Турги привело к заключению о верхнеюрско-нижнемеловом возрасте сланценосной толщи (Эгтер, 1910).

В 30-х годах нашего столетия в Забайкалье проводилась геологическая съемка; в этот период в разработке общей стратиграфии континентальных отложений принимали участие С. А. Музылев, В. Н. Верещагин, Ю. К. Дзевановский, К. Г. Войновский-Кригер, Н. И. Толстихин, Ю. М. Шейнман, Е. Н. Щукина, С. Г. Саркисян, Д. С. Соколов, Е. А. Пресняков, Б. А. Иванов, Г. Г. Мартинсон, Н. А. Флоренсов,

Н. Ф. Карпов, Ч. М. Колесников, В. И. Конивец, Ю. П. Писцов, С. С. Красинец и многие другие.

В результате сборов и обработки новых геологических материалов оказалось возможным произвести расчленение мезозойских континентальных отложений на ряд литологических комплексов с одновременным появлением схемы Б. А. Иванова (1949).

Впервые предположение о разновозрастности мезозойских континентальных осадков было высказано М. С. Нагибиной (1946, 1951). Монографическое описание пресноводной фауны подтвердило это соображение и позволило Г. Г. Мартинсону (1955, 1960 и 1961) в континентальном мезозое выделить отложения средней юры, верхней юры, а также нижней, средней и верхней частей нижнего мела. Им была предложена четырехчленная схема континентального мезозоя (букачачинская, улангангинская, тургино-витимская и даинская свиты).

В дальнейшем внимание исследователей было обращено на сборы остатков пресноводной фауны и флоры из отдельных впадин Забайкалья с точной привязкой местонахождения ископаемых остатков в разрезах.

Сопоставление разрезов отдельных впадин Забайкалья позволило Ч. М. Колесникову (1960, 1964) составить следующую сводную стратиграфическую схему континентальных мезозойских отложений региона (снизу вверх):

1) калганский горизонт (J_1) — до 1500 *м*;
2) тугнуйский горизонт (J_2) — от 200 до 600 *м*;
3) тургинский горизонт (J_3) — от 300 до 1200 *м*:
   а) нижнетургинский подгоризонт — от 250 до 600 *м*,
   б) верхнетургинский подгоризонт — от 300 до 600 *м*;
4) холбольджинский горизонт (Cr_1^{v-apt}) — от 450 до 1300 *м*:
   а) нижнехолбольджинский подгоризонт — от 400 до 800 *м*,
   б) верхнехолбольджинский подгоризонт — от 300 до 500 *м*.

Мощность разреза верхнемезозойских осадков по различным впадинам от 1050 до 3000 *м*.

Схема стратиграфического расчленения Ч. М. Колесникова при обсуждении на Межведомственном стратиграфическом совещании в 1961 г. в г. Чите была принята без изменения для Тугнуйской, Букачачинской, Ингодинской и Дабангорхонской депрессий, а также для группы Витимских впадин. Стратиграфические схемы Гусиноозерской, Приаргунской, Шилкинской и Ундино-Даинской впадин вызвали споры и в них геологами Бурятского и Читинского геологических управлений были внесены некоторые поправки.

В. М. Скобло (1961) отрицает возможность выделения в отложениях Гусиноозерской впадины среднеюрских осадков и считает начало разреза забайкальской серии с верхней юры. Вопрос этот остается нерешенным и зависит от результатов уточнения структурных особенностей правобережной и левобережной частей Гусиноозерской впадины.

Некоторые уточнения в стратиграфическую схему Ч. М. Колесникова вносят Ю. П. Писцов (1961) и С. С. Красинец (1963), касающиеся объема верхней части схемы по ряду впадин Восточного Забайкалья.

ОРОГИДРОГРАФИЯ

Территория Забайкалья высоко поднята над уровнем моря и характеризуется сильно расчлененным среднегорным ландшафтом. Система горных хребтов и разделяющие их долины ориентированы в северо-восточном направлении.

Важнейший орографический элемент — Становой хребет — представляет основную гидрографическую и климатическую линию раздела. Область, расположенная северо-западнее Станового хребта, подвержена влиянию охлажденных воздушных потоков с севера. Территория, расположенная юго-восточнее Станового хребта, отличается более мягким и теплым климатом. Наибольшие абсолютные отметки Станового хребта от 2000 до 2500 *м*.

Высоты других хребтов с удалением от Станового хребта понижаются. Относительные превышения горных массивов над дном речных долин 200—300 *м*. В отдельных случаях разница в отметках долин и разделяющих их хребтов достигает 700—800 *м*. Особенно характерной для рельефа Забайкалья чертой является асимметрия склонов Станового и ряда других хребтов. Северо-западные их склоны более пологие, противоположные обрывистые. В юго-восточной части региона рельеф сглаживается, здесь преобладают лесостепной и степной ландшафты.

Главная речная сеть в северной и центральной частях приурочена к межгорным долинам. Реки здесь полноводные и обладают значительной скоростью потока. Реки Ингода, Шилка, Онон и Аргунь входят в бассейн р. Амура, а реки Витим, Олекма и Чара принадлежат бассейну р. Лены, водные потоки Западного Забайкалья относятся к бассейну Енисея.

Большая часть рек обладает стоком в пределы северных арктических морей, а меньшая — несет свои воды в Тихий океан. Судоходными среди более мелких рек являются главным образом нижние части их течений. В ряде крупных речных долин сохранились остатки древних озер с соленой и реже с пресной водой (Сосновое озеро, Беклемешевские, Кенон и др.).

Климат описываемой территории резко континентальный. Зима холодная, лето очень теплое. Резкая смена температур происходит даже в течение суток. Особенности климата обусловлены господствующими здесь ветрами. В зимнее время преобладают холодные сухие ветры в направлении с северо-запада на восток, в сторону Тихого океана, в летнее время — теплые, влажные ветры, дующие с Тихого океана в западном направлении.

СТРАТИГРАФИЯ

В строении Забайкалья принимают участие древние архейские, протерозойские и палеозойские кристаллические, эффузивные и метаморфические комплексы, слагающие фундамент, а также молодые мезозойские, вулканогенные образования и осадочные породы покрова.

В северной части региона широко развиты более древние — архейские, протерозойские и нижнепалеозойские, эффузивные и метаморфические комплексы, представленные гнейсами, гранитоидами, мраморами, песчаниками, кристаллическими сланцами и сильно измененными породами эффузивов. В центральной части преимущественно распространены относительно более молодые гранитоидные, эффузивные и песчано-сланцевые породы палеозоя. Южная часть района сложена главным образом верхнепалеозойскими гранитоидами, эффузивами и осадочными отложениями, представленными известняками и песчано-сланцевыми толщами. Более подробные сведения о составе пород фундамента и его строении приведены в работах В. А. Обручева (1938), В. Н. Верещагина (1937), И. В. Лучицкого (1940, 1946), Е. В. Павловского (1948), Е. В. Павловского и Н. А. Флоренсова (1951), Г. П. Падалки (1958, 1960), Ю. П. Деньгина (1960), Л. И. Салопа (1958) и др.

Мезозойские отложения залегают с угловым несогласием на размытом складчатом фундаменте. На севере они залегают на комплексе древних допалеозойских и нижнепалеозойских образований. В направлении к югу мезозойские осадки подстилаются более молодыми отложениями. Самые древние в разрезе мезозойских отложений Забайкалья — верхнетриасовые осадочно-вулканогенные образования, распространенные в западной части региона и вдоль южной окраины Агинского массива (Амонтов, 1960). Западнее, в верхней части разреза вулканогенно-осадочной серии мезозоя появляются вулканогенные образования нижней и средней юры, а в пределах Восточного Забайкалья — верхней юры. Мощность вулканогенно-осадочной серии мезозоя от нескольких сотен до 2000—3000 *м*.

Осадочные породы юрской системы (нижнего и среднего отделов) представлены морскими и прибрежно-морскими отложениями, состоящими из конгломератов, песчаников, алевролитов и аргиллитов без каких-либо признаков наличия в них туфогенного материала. Они заполняют в Восточном Забайкалье остаточные впадины эпипалеозойской платформы. Возраст этих осадков многочисленными остатками фауны определяется как нижне- и среднеюрский. Мощность их в разных районах от 1250 до 4500 *м*. Установлены фациальные переходы морских осадков в одновозрастные прибрежно-морские и континентальные, впервые выделенные в Забайкалье в 1927 г. С. А. Музылевым под названием алгачинской юры. При переходе от морских отложений к прибрежно-морским континентальным меняется состав пород.

В прибрежно-морских и континентальных осадках резко возрастает роль грубообломочного материала. Появляются вначале прослои, затем мощные пласты конгломератов.

Непосредственных контактов морских и прибрежно-морских осадков с угленосными и сланценосными толщами не наблюдалось. Более полные сведения о составе и строении морских и прибрежно-морских осадков можно получить в работах Ю. К. Дзевановского и М. В. Кисляковой (1944).

Континентальные, в том числе угленосные и сланценосные отложения, представлены всеми тремя отделами юры и нижним мелом.

В основании континентальной толщи залегают отложения калганского горизонта нижней юры.

Выше по разрезу следуют среднеюрские угленосные отложения тугнуйского горизонта, на которых залегают верхнеюрские отложения тургинского горизонта. На верхнеюрском комплексе согласно лежат нижнемеловые осадки холбольджинского горизонта на западе и соответствующей по возрасту кутинской свиты на востоке.

Самыми молодыми геологическими образованиями являются рыхлые песчано-галечные и песчано-глинистые четвертичные отложения. Они сплошным плащеобразным покровом покрывают все дочетвертичные породы. Среди этих образований широко распространены осадки пролювиальных и аллювиальных фаций.

Континентальные (в том числе угленосные и сланценосные) отложения мезозоя представлены плотными и крепкими метаморфизованными породами песчано-алевритового и алеврито-аргиллитового состава. Грубообломочные разности и конгломераты в общем разрезе занимают подчиненное положение.

Отложения калганского горизонта мощностью до 1500 *м* выражены конгломератами и песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов. По данным В. Н. Козеренко, А. Ф. Мушникова и др., эти отложения содержат остатки пелеципод *Ferganoconcha, Uschamiella* и гастропод *Bithynia*, которые характерны для лейаса.

На размытой поверхности пород калганского горизонта и на более древних образованиях с угловым несогласием лежат отложения тугнуйского горизонта. Этот горизонт включает конгломераты пролювиальных и аллювиально-русловых фаций, песчаники руслового и пойменного аллювия, алевролиты и аргиллиты озерно-болотных фаций и угли — отложения торфяных болот. Алевролиты и аргиллиты содержат остатки пелеципод *Pseudocardinia, Tutuella, Sibireconcha, Ferganoconcha* и гастропод — *Bithynia*. Эти формы указывают на возраст отложений от аалена до бата. Мощность осадков тугнуйского горизонта в разных впадинах колеблется от 200 до 600 *м*.

Тургинский горизонт согласно перекрывают отложения тугнуйского горизонта. Состоят они из аргиллитов, реже алевролитов, песчаников, конгломератов и горючих сланцев. В этой части разреза преобладают озерные, болотные и пойменные фации; подчиненное положение занимает фация руслового аллювия.

В нижней части горизонта обнаружены пелециподы *Arguniella, Unio, Lamproscapha, Limnocyrena* и гастроподы *Bithynia*. В верхней части разреза найдены пелециподы *Limnocyrena, Arguniella, Lamproscapha, Unio* и гастроподы *Viviparus, Bithynia* и *Physa*. Комплекс фауны нижней части горизонта характеризует отложения келловея, оксфорда и кимериджа; комплекс фауны верхней половины разреза отвечает титону. Мощность осадков тургинского горизонта от 300 до 1200 *м*.

Разрез мезозойских континентальных отложений завершают осадки холбольджинского горизонта. На востоке им соответствуют отложения кутинской свиты. Породы этого горизонта с размывом залегают на осадках нижележащего тургинского горизонта, иногда на породах древнего складчатого фундамента. В разрезе холбольджинского горизонта распространены конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты и угли. В ряде впадин присутствуют горючие сланцы. В составе горизонта выделены нижний и верхний подгоризонты.

Породы нижнего подгоризонта содержат остатки пелеципод *Limnocyrena* и *Unio* и гастропод *Probaicalia, Galba*. В породах верхнего подгоризонта обнаружены *Limnocyrena, Unio, Galba, Gyraulus, Valvata, Hydrobia*. Эта фауна характеризует возраст отложений нижнего подгоризонта в пределах валанжина — баррема и верхнего баррема — апта. В песчаниках обнажений береговой части Гусиного озера содержатся остатки костей динозавров.

На верхнемезозойский возраст отложений указывают также и остатки листовой флоры — *Onychiopsis elongata* Geyl., *Ginkgo terypora* Pryn., *G. intergriscula* Heer.; пыльцевой комплекс: *Lygodium macrotuberculatum* K. M., *Selaginella vitilis* Sed., *Polypodiaceae, Mohria, Aneimia, Angeospermae*.

С отложениями нижнего подгоризонта связаны горючие сланцы и угли, а с верхним подгоризонтом — основные промышленные пласты угля. Мощность отложений холбольджинского горизонта 450—1300 *м*.

ВУЛКАНИЗМ

Вулканические породы в общем разрезе мезозоя распределены неравномерно и приурочены главным образом к нижнему триасу, верхней юре и нижнему мелу. По данным Г. Л. Падалки, Н. В. Шталь и А. Д. Щеглова (Геологическая карта Забайкалья 1958 г.), часть вулканических пород Восточного Забайкалья относится к нерасчлененным образованиям верхнего мела — палеогена.

Вулканические породы триаса располагаются полосами, вытянутыми в северо-восточном, а местами в северо-западном направлении.

Такое расположение их обусловлено общим структурным планом района и положением разломов, ограничивающих тектонические впадины. Сложный осадочно-вулканогенный комплекс нижнего триаса под названием джидино-хилокской серии общей мощностью до 1200 *м* распространен в пределах западной части региона. Породы его представлены мелафирами, порфирами, диабазами и их туфами, туфопесчаниками и алевролитами, выделенными в петропавловскую свиту, подстилающую угленосные отложения в верхней части р. Джиды (Падалка, Красный, Забокрицкий, 1958). На аналогичных вулканогенных образованиях угленосные отложения залегают в Баингольской, Тугнуйской, Кижингинской, Хилокской (по р. Хилкисону), Торейской, Чикойской и Удинской впадинах.

В западной части преобладают кислые эффузивы и их туфы. Излившиеся разности здесь имеют подчиненное значение.

Восточнее ст. Карымская распространены осадочно-вулканогенные образования верхней юры. Они состоят из базальтов, андезито-базальтов, фельзитов, липаритов и их туфов, дацитов и подчиненных им конгломератов. Верхнеюрские осадочно-вулканогенные образования приурочены к долинам речных систем Ингоды, Турги, Борзи, Оленгуя и Урюмкана. Небольшие поля осадочно-вулканогенных пород наблюдаются на огромной площади, включающей бассейны рек Шилки, верхней части Нерчи, Олекмы, Тунгира, Нюкжи, Калара и Чары. Более крупные поля вулканогенных пород наблюдаются по р. Газимуру, в Приаргунье, по р. Урулюнгую и севернее г. Забайкальска.

Вулканогенные породы нижнего мела представлены андезито-базальтами, кварцевыми порфирами и липаритами, залегающими среди конгломератов, песчаников и алевролито-аргиллитовых пород. Небольшие выходы их имеются в районе Шерловой горы, Васильевского хутора, по р. Урулюнгую, в районе г. Нерчинска и вблизи устья р. Куэнги, по рекам Шилке, Борзе и Аргуни. Небольшой массив вулканогенных пород отмечается по р. Джиде, состоящий из диабазов, долеритов и анальцимовых габбро-диабазов.

В восточных районах Забайкалья вулканогенные образования включают обширную гамму излившихся гипабиссальных пород, в основном представленных порфирами, кварцевыми порфирами, гранитами и гранодиоритами, распространенными главным образом в нижнемезозойской части разреза. Характерно, что и гипабиссальные магматические образования приурочены к линейным зонам, совпадающим с пространственным размещением мезозойских впадин.

Кайнозойский вулканизм в Забайкалье явился слабым отражением мощного проявления неовулканизма Восточной Азии и заключался в излиянии основных базальтовых лав по разломам. Залегают они в виде пластов и различной величины покровов.

Третичные и более молодые покровы базальтов распространены в нескольких стратиграфических горизонтах, особенно в западной части региона. В составе покровов присутствуют базальты и туфогенные породы.

В Южно-Байкальской и Баргузинской впадинах базальты и пирокластические породы в разрезе неогена отсутствуют. Излияние базальтовых лав и накопление базальтовых туфов происходило в миоценовое (Обручев, 1950), в позднеплиоценовое, плейстоценовое и раннеголоценовое время. Самые юные кайнозойские проявления вулканизма — мощные лавовые потоки, распространенные в наиболее углубленных частях Джидинской впадины. Эти потоки С. В. Обручевым отнесены к послеледниковому времени.

Из краткого обзора видно, что среди вулканических пород Забайкалья присутствуют кислые, средние и основные разности. Максимально насыщены эффузивами нижние части разрезов. Снизу вверх по разрезу количество вулканогенного материала уменьшается и в верхней части гусиноозерской серии (по А. Ф. Флоренсову) или забайкальской серии (по Ч. М. Колесникову) преобладают нормальные осадочные отложения. Эффузивные породы в верхних частях разреза если и встречаются, то занимают подчиненное положение.

ТЕКТОНИКА

В структурном отношении Забайкалье делится на области байкальской, каледонской, герцинской и мезозойской складчатости.

Наиболее древние области байкальской и каледонской складчатости охватывают западную и северо-западную части Забайкалья. В пределах Зачикойской горной страны и Даурского массива располагается область герцинской складчатости, а территория Восточного Забайкалья отвечает области проявления мезозойской складчатости. Область герцинского и прилегающие к ней части каледонского складчатых сооружений являются восточным продолжением обширной Центрально-Азиатской складчатой области, называемой в литературе Монголо-Охотским складчатым поясом. Территория проявления мезозойской складчатости Забайкалья тяготеет к области Тихоокеанского пояса.

Области древней байкальской, каледонской и герцинской складчатости, сложенные сильно дислоцированными архейскими, протерозойскими и палеозойскими кристаллическими и осадочными комплексами, составляют нижний структурный этаж, или фундамент, региона. Более молодые слабо дислоцированные геологические образования мезозоя покрывают на отдельных участках породы фундамента и являются верхним структурным этажом.

Породы нижнего структурного этажа сильно дислоцированы и нарушены серией расколов меридионального и северо-восточного направлений. Основные структурные элементы в домезозойских породах обладают меридиональным направлением с некоторым отклонением в северо-западных и северо-восточных румбах.

К мезозойскому времени области байкалид и каледонид были уже консолидированы и на все последующие тектонические напряжения реагировали возобновлением подвижек по древним разломам и возникновением ряда новых расколов, разобщивших субстрат на ряд блоков (Нагибина, 1951).

Область герцинской складчатости к этому времени еще сохранила свою подвижность и являлась эпигерцинской платформой.

Восточное Забайкалье переживало заключительную стадию развития мезозойской геосинклинали. В остаточных впадинах восточных окраинных частей территории происходило накопление триасовых, нижне- и среднеюрских морских осадков. Одновременно шло образование межгорных троговых впадин и накопление в них мезозойских континентальных, в том числе угленосных, отложений. Континентальные отложения характеризуются спокойным залеганием и лишь вблизи тектонических нарушений углы наклона слоев достигают 20° и реже 35—40°.

Байкальское нагорье, в пределах которого складкообразование закончилось к концу нижнего кембрия, представлено довольно сложным сочетанием различных геоморфологических районов. Центральная часть Байкальского нагорья является самой высокой по рельефу областью,

отнесенной В. А. Обручевым к Становому поднятию (Становой хребет в современном геоморфологическом понимании). С запада и северо-запада к Становому поднятию примыкает Приленская возвышенность. Понижение Станового поднятия в восточном и юго-восточном направлениях происходит несколькими уступами. Границами между уступами служат разломы, в силу чего уступы обладают некоторыми геологическими особенностями.

В поперечном профиле Становой хребет имеет вид пологого свода, названного Е. В. Павловским областью сводового поднятия.

Основные разломы, разделяющие разнородные структурно-фациальные зоны, являются древними по времени образованиями, обладают глубоким заложением и весьма длительным прерывистым периодом их активности. Дифференцированные движения блоков вдоль разломов, возобновившиеся в начале мезозоя, привели к поднятию одних и опусканию соседних с ними других блоков земной коры. Это обусловило заложение Гусиноозерской, Тугнуйской, Чикое-Ингодинской, Хилокской, Хараноро-Тургинской, Чарской и Каларской впадин и накопление в них континентальных, в том числе угленосных и сланценосных, отложений.

С зонами глубинных разломов связана активная интрузивная и эффузивная деятельность. К ним же приурочены и основные металлогенические пояса с полиметаллическим и редкометальным оруденением (Пейве, 1956; Андреев, Ициксон, Красный, Матвеенко, 1964; Шейнман, 1958).

Продолжающееся поднятие Станового свода привело к расширению сводового поднятия, к соответствующему смещению к востоку и юго-востоку от Станового хребта участков заложения новых впадин и к накоплению в них более поздних мезозойских осадков. Зависимость состава разреза мезозойских отложений от расширения сводового поднятия отчетливо подчеркивается различным строением разреза во впадинах по районам. В депрессиях западной части Забайкалья в разрезе континентальных мезозойских отложений присутствуют осадки верхнего триаса, средней юры, верхней юры и нижнего мела. Во впадинах Центрального Забайкалья имеются отложения средней юры, верхней юры и нижнего мела. Во впадинах Восточного Забайкалья развиты осадки верхнеюрского и нижнемелового возраста. Впадины, расположенные восточнее и южнее, завершают разрез мезозоя третичными осадками.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В пределах Забайкалья, кроме углей и горючих сланцев, известны месторождения золота, железных руд, многочисленные месторождения цветных и редких металлов, плавикового шпата, графита, асбеста, нефрита, слюды, известняков, солей, различных строительных материалов и минеральные источники. Возможно обнаружение месторождений нефти и газа.

СЛАНЦЕНОСНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Сланценосные отложения верхнемезозойского континентального комплекса находятся либо в виде самостоятельных толщ, либо залегают среди угленосных отложений и тогда бывают тесно связаны с пластами углей. Мощности этих отложений в различных впадинах изменяются от 15—20 до 100 *м*. Располагаются они на небольших и разрозненных полях. Площади распространения сланценосных отложений обычно небольшие, иногда измеряются десятками квадратных километров.

Стратиграфическое положение горючих сланцев определяется интервалом от верхней юры до базальных слоев нижнего мела (верхи тургинского и низы холбольджинского горизонтов). Сланценосные отложения и особенно пласты горючих сланцев, как правило, содержат обильные ископаемые остатки и отпечатки растений, ракообразных, рыб и насекомых[1]. Значительное количество остатков фауны и флоры позволяет достаточно обоснованно устанавливать возрастную принадлежность сланценосных отложений.

Исследователи уделяли сравнительно мало внимания горючим сланцам, и потому такие важные вопросы, как расчленение их на свиты и пачки на основе детальных литологических и фациальных признаков, а также качественной оценки горючих сланцев, для многих пунктов сланцепроявления остаются до настоящего времени невыясненными. Из многих точек сланцепроявления только на Юмурченском, Гусиноозерском, Романовском и Джидотойском месторождениях в разное время проводились предварительные поисково-разведочные работы с подсчетом запасов на некоторых из них. Поисково-разведочные работы попутно с проведением геологической съемки производились также и на Харанорском месторождении. По остальным точкам сланцепроявления имеются только отрывочные сведения, указывающие на наличие данного полезного ископаемого и в редких случаях содержащие ориентировочную качественную характеристику сланценосных отложений и горючих сланцев.

Горючие сланцы в виде пластов и небольших отдельных линз залегают среди песчаников, чаще алевролитов или аргиллитов. Иногда пласты горючих сланцев составляют кровлю или почву угольных пластов и реже они являются прослоями в самих углях. Мощность пластов горючих сланцев изменяется от 0,40 до 5—10 *м*. В отдельных случаях мощность их достигает 15—20 *м*. Строение мощных пластов обычно сложное — переслаивание горючих сланцев с алевролитами и аргиллитами.

Внешне горючие сланцы представляют собой серую, темно-серую и коричневато-бурую с зеленоватым оттенком плотную, тонкоплитчатую породу. Толщина плиток измеряется десятыми долями миллиметра. Вследствие расщепляемости горючих сланцев, особенно при высыхании, на тонкие подобные листу бумаги плитки они получили в литературе название «бумажных», «книжных» или при наличии в них ископаемых остатков рыб «рыбных» сланцев. Органическая часть горючих сланцев представлена остатками мельчайших зеленовато-синих планктонных водорослей и незначительным количеством мелкого растительного детрита. Глинистая составляющая сланцев каолинитовая. Обломочная примесь состоит из мельчайших зерен кварца, полевых шпатов, чешуек слюд, хлорита и серицита. По наслоению часто имеются также серо-белые пленки, корочки и примазки кальцита и железистых карбонатов. Некоторые горючие сланцы сходны с барзасскими битуминозными сланцами Кузнецкого бассейна. В тонких пластинах сланец легко загорается от спички и горит длинным слегка коптящим пламенем с характерным серно-битуминозным запахом, напоминающим запах жженой резины.

Накопление горючих сланцев происходило в крупных водоемах с характерным их биоценозом. В мезозойских сланценосных и угленосных отложениях присутствуют остатки пелеципод, филлопод, остракод, мелких пресноводных и более крупных ганоидных рыб, костей динозавров, а также отпечатки насекомых и многочисленных растительных остатков. Это позволяет уяснить обстановку их накопления. В период образования мезозойских отложений в Забайкалье и смежных с ним территориях Иркутского амфитеатра, Южной Якутии и Монгольской Народной Республики существовали многочисленные озерные системы. В озерах обитали представители отмеченной выше фауны. В прибрежной части развивалась растительность и существовали различные насекомые. В береговых участках обитали представители динозавров.

[1] Более подробный список остатков фауны и флоры будет приведен ниже при описании месторождений горючих сланцев.

Характер распространения мезозойских осадков свидетельствует о тесной связи озер, в которых отлагались сланцы, с обширными озерными водоемами, существовавшими в южной сопредельной части Китая и МНР. Одна из таких озерных систем, по мнению Г. Г. Мартинсона, протягивалась из Северо-Западной Монголии через Гусино-Удинскую грабенообразную тектоническую впадину в район современных Еравнинских озер и к верховьям Витима. Следующая озерная система шла через Тугнуйскую, Тарбагатайскую, Тадинскую и Кижинсинскую впадины также к Витиму. Через Урулюнгуйскую, Борзинскую и Харанора-Тургинскую впадины восточная озерная система распространялась в направлении современных рек Ингоды, Куэнги и Шилки. Перечисленные крупные озерные бассейны по речным долинам и сравнительно небольшим озерам соединялись реками между собой. Через обширные монгольские и китайские озерные водоемы они, видимо, были связаны с водами Тихого океана. По мнению Г. Г. Мартинсона, озера были пресноводными. В. П. Плотников считает, что мезозойские озера Забайкалья были солоноватоводные, близкие к лагунам.

Горючие сланцы Забайкалья содержат остатки зеленовато-синих водорослей, растительного детрита наземного происхождения, а также пелеципод, гастропод, насекомых и рыб. Исходя из этого, можно считать, что накопление органического материала происходило в мелководных прибрежных частях верхнеюрских озер. Поля подводных водорослевых зарослей служили местом скопления моллюсков и других микроорганизмов. Эти места привлекали к себе и рыб. Естественное отмирание организмов обусловило их накопление и последующее (в анаэробных условиях) глубокое изменение. При этом утратились индивидуальные черты тканей растительных и животных организмов и произошло превращение их в коллоидальную массу сапропеля, исходного материала горючих сланцев.

Сланцы некоторых месторождений Забайкалья, очевидно, тесно связаны с пластами углей и залегают либо в почве или кровле последних, либо образуют в них так называемые породные прослои. Такое соотношение в разрезе горючих сланцев и углей свидетельствует о нарушении общего режима сланценакопления, вызванном тектоническими и климатическими условиями. В верхнеюрское время происходит усиление тектонической деятельности в Восточной Азии, в том числе и в пределах Забайкалья. Умеренно теплый и влажный климат, господствовавший в нижне- и среднеюрское время на Востоке Азии с широко развитым гумидным типом осадконакопления, к концу периода претерпевает существенные изменения (Синицын, 1961, 1962; Конивец, 1962). В верхнеюрское время климат, продолжая быть умеренно теплым, становится более сухим. Засушливые периоды обусловливали периодическое обмеление водных бассейнов, превращение прибрежных частей водоемов в болота и накопление в них гумусового материала, послужившего для образования пластов угля.

Это способствовало образованию угольных пластов и тесно связанных с ними пластов горючих сланцев Гусиноозерского, Джидинского, Тарбагатайского и других угольных месторождений Забайкалья.

ГУСИНООЗЕРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в Бурятской АССР, в 75 *км* юго-западнее г. Улан-Удэ и соединено с главной магистралью железнодорожной веткой широкой колеи. Горючие сланцы находятся на Центральном участке Гусиноозерского угольного месторождения. Среди континентальных мезозойских отложений они были установлены в 1929 г. в обнажениях вдоль юго-восточной прибрежной части Гусиного озера, между оврагами Большой Хаян, Малый Хаян, Ара-Ганга и Хултук-Джалга. В 1942 г. на месторождении В. М. Дугановым была проведена поисковая разведка.

Гусиноозерская впадина с крупным озером является составной частью большой Гусиноозерско-Удинской депрессии, вытянутой в северо-восточном направлении. Депрессия обрамляется в бортовых частях

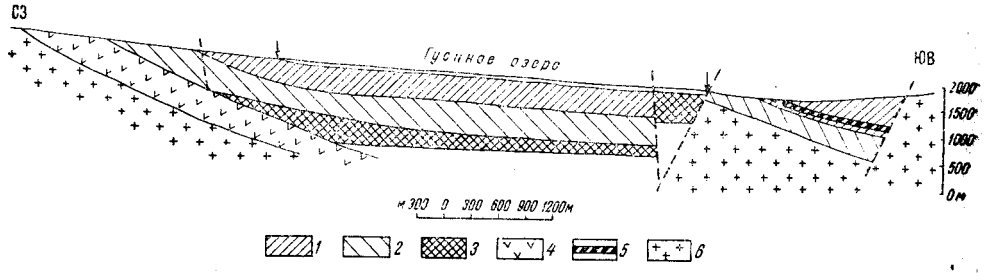


Рис. 91. Схематический геологический разрез Гусиноозерской впадины

1 — отложения холбольджинской свиты; *2* — отложения тургино-витимской (улан-гангинской) свиты; *3* — отложения таширской свиты; *4* — вулканогенные образования; *5* — горючие сланцы; *6* — граниты

Малханским и Хамбинским горными хребтами, сложенными домезозойскими кристаллическими и метаморфическими породами.

В самой впадине, на размытой поверхности сильно дислоцированных пород фундамента несогласно с ними залегают континентальные угленосные отложения верхнего мезозоя. Описанию их посвящены работы В. А. Обручева, А. Е. Потамошнева, Н. А. Флоренсова, Г. Г. Мартинсона, Н. Ф. Карпова, Ц. О. Очирова, Е. П. Бутовой и других исследователей.

В наиболее полной последней сводке по стратиграфии континентальных отложений Гусиноозерской впадины Ч. М. Колесникова (1964) в разрезе снизу вверх выделены:

1) вулканогенно-осадочные образования — порфириты, андезиты, ортофиры и их туфы, конгломераты. Мощность их до 4000 *м*. Возраст — триас — юра;

угленосные отложения:

2) таширская свита (J_2) мощностью 300—450 *м* разделяется на: а) конгломерато-базальную и угленосную толщи, б) улан-гангинская свита (J_3) мощностью 820 *м* делится на: нижнеулан-гангинскую и верхнеулан-гангинскую подсвиты; в) холбольджинская свита (Cr_1) мощностью 1250 *м* разделяется на нижнехолбольджинскую и верхнехолбольджинскую подсвиты.

Суммарная мощность осадков мезозоя в Гусиноозерской впадине около 2500 *м*.

Слои пород угленосного комплекса изогнуты в крупную синклинальную складку с более крутым юго-восточным крылом.

Контакт угленосных отложений с породами обрамления тектонический по разлому, ограничивающему Гусиноозерскую впадину на юго-востоке. Общая синклинальная структура впадины осложнена вторичными изгибами слоев, с образованием ряда мелких антиклиналей и синклиналей, а также разрывными нарушениями различных направлений и амплитуды (рис. 91).

Горючие сланцы приурочены к нижней части разреза угленосной нижнехолбольджинской подсвиты, которая на площади Гусиноозерской впадины широко распространена.

Разрез нижнехолбольджинской подсвиты начинается фангломератами и конгломератами, сцементированными известковистым песчаным материалом.

На конгломератах залегает пачка переслаивания алевролитов, аргиллитов, горючих сланцев и бурых углей (рис. 92).

В горючих сланцах оврага Малый Хаян обнаружена фауна, состоящая, по определению Г. Г. Мартинсона, из рыб — *Lycoptera middendorfii* Müll., *Lycoptera fragilis* Huss., насекомых — *Ephemeropsis trisetalis* Eichw. и гастропод — *Bithynia* sp.

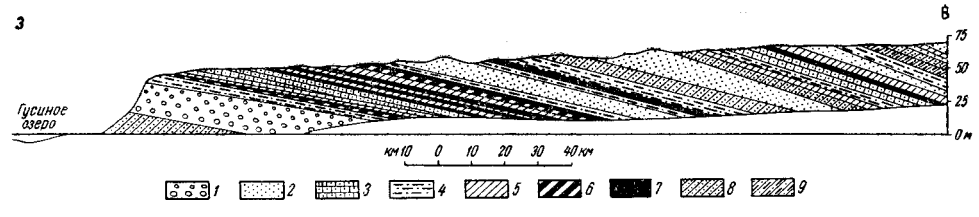


Рис. 92. Геологический разрез угленосной (сланценосной) толщи восточной прибрежной части Гусиного озера

1 — конгломераты и крупнозернистые песчаники; *2* — среднезернистые и мелкозернистые песчаники; *3* — алевритовые песчаники; *4* — алевролиты; *5* — аргиллит; *6* — углистый аргиллит; *7* — уголь; *8* — переслаивание алевролита, алевритового песчаника и песчаника; *9* — переслаивание алевролита и аргиллита

Алевролиты, залегающие на 2—3 *м* выше пачки горючих сланцев, заключают, по определению Н. И. Новожилова, остатки филлопод — *Opsipolygrapta jecholensis* (Kab. et Kus.), *Opsipolygrapta Chii* (Kab. et Kus.).

Сланцы из оврага Ара-Ганга содержат, по определениям Г. Г. Мартинсона и Ч. М. Колесникова, фауну моллюсков: *Limnocyrena pusilla* (Reis.), *L. sibirica* (Ramm.), *L. selegenensis* (Grab.), *Probaicalia vitimensis* Mart., *Gyraulus* aff. *laevis* (Ald.) Mart., *Valvata turgensis* Comb. Mart. и др.

Перечисленный комплекс пресноводной фауны характерен для верхов верхней юры и нижней части нижнего мела.

В обнажении оврага Малый Хаян пласт горючих сланцев, по данным Е. П. Бутовой, залегает в кровле самого нижнего угольного пласта нижнехолбольджинской подсвиты. Переход от угля к горючему сланцу постепенный. Мощность пласта горючего сланца 0,70 *м* (рис. 93). Кровлей горючих сланцев служит мергель с характерной структурой.

Простирание пород в обнажении северо-северо-западное с падением слоев на восток-юго-восток 100° под углом 25°. Пласт горючего сланца прослеживается по простиранию на расстоянии свыше 1 *км*.

В обнажении между оврагами Ара-Ганга и Улан-Ганга пласт горючего сланца, по данным Н. А. Флоренсова (1937), имеет около 2 *м* мощности.

Горючий сланец залегает на грубозернистых песчаниках и конгломерато-брекчиях. В кровле горючего сланца находится угольный пласт. Слои в обнажении падают на юго-восток под углом 12—15°.

Для выяснения характера строения пластов горючих сланцев и выдержанности их на площади В. М. Дугановым было пройдено несколько шурфов, данные по которым заимствованы у Н. Ф. Карпова (1956).

Наклонным шурфом У-1 в овраге Ара-Ганга сверху вниз вскрыты:

1. Аргиллит слоистый	0,10 *м*
2. Сидерит	0,04 „
3. Сланец сапропелевый, листоватый	0,18 „
4. Аргиллит углисто-глинистый	0,06 „
5. Сланец сапропелево-листоватый	0,22 „
6. Уголь бурый, сланцеватый	0,31 „
7. Уголь бурый, с раковистым изломом, с редкими включениями углисто-железистого алевролита	2,40 „
8. Алевролит углистый	0,06 „
9. Конгломерат глыбово-валунный	10.0 „

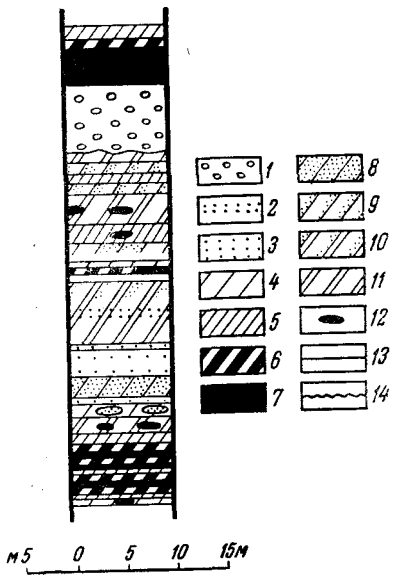


Рис. 93. Нормальный разрез нижней части холбольджинской свиты с положением в нем горючих сланцев (овраг Малый Хаян, восточный берег Гусиного озера. По Е. П. Бутовой)

1 — конгломераты; *2* — крупнозернистые песчаники; *3* — мелкозернистые песчаники; *4* — алевролиты; *5* — аргиллиты; *6* — горючие битуминозные сланцы; *7* — уголь; *8* — алевритовые песчаники; *9* — переслаивание алевролитов и песчаников; *10* — переслаивание аргиллитов, алевролитов и песчаников; *11* — переслаивание алевролитов и аргиллитов; *12* — включение обломков угля; *13* — контакты слоев ровные; *14* — контакты слоев неровные со следами размыва

Наклонным шурфом У-8 в 120 *м* северо-восточнее оврага Малый Хаян вскрыт пласт горючего сланца следующего строения:

1. Аргиллит	0.20 *м*
2. Переслаивание тонких прослойков сапропелевого сланца (около 40%) и алунитизированного аргиллита	2,25 „
3. Аргиллит алунитизированный	0,20 „
4. Сланец сапропелевый листоватый	0,30 „
5. Уголь бурый	0,70 „
6. Конгломерат глыбовый	3.0 „

Наконец, в обнажении в 120 *м* от оврага Большой Хаян пласт горючего сланца имеет следующее строение:

1. Аргиллит алунитизированный (80%) с тонкими прослоями сапропелитового сланца (20%)	0,55 *м*
2. Сланец сапропелитовый (60%) с тонкими прослоями алунитизированного аргиллита (40%)	0,50 „
3. Переслаивание, аналогичное слою 1	0,40 „
4. Переслаивание, аналогичное слою 2	0,65 „
5. Переслаивание, аналогичное слою 1	0,50 „
6. Переслаивание, аналогичное слою 2	
7. Конгломерат глыбовый	более 10.0 „

Мощность пласта горючих сланцев в овраге Большой Хаян достигает 0,12 *м*.

Таким образом, пласты горючих сланцев на месторождении невыдержанные и маломощные. Строение пластов сложное.

Макроскопически горючие сланцы представляют собой тонколистоватую темно-серую или зеленовато-серую плотную породу.

Под микроскопом в проходящем свете горючие сланцы состоят из светло-бурой основной органической массы, в которой при скрещенных николях выделяются тонковолокнистые и тонкочешуйчатые агрегаты глинистых и слюдистых минералов и хлорита. Иногда в бурой основной массе сланцев присутствуют остатки тонкого растительного детрита. Послойное расположение детрита в породе очевидно и обусловливает тонкослоистую их текстуру. Глинистая часть горючих сланцев представлена монтмориллонитом.

Технический анализ сухого горючего сланца показал содержание в нем: золы 18,74%; влаги 7,72%; серы общей 6,14%, в том числе серы органической 3,37%. При сухой перегонке получено: дегтя на горючую массу 24,4%, полукокса 52,40%, влаги 15,50%, воды пирогенной 7,78%; газ и потери составляют 14,15%. Содержание органического вещества в сланце 40%. Количество битума, извлеченного хлороформом, около 2%, гуминовых кислот около 6%.

Горючие сланцы в Гусиноозерской впадине залегают в виде небольших залежей, занимающих определенное стратиграфическое положение в разрезе нижней части холбольджинской свиты.

Поисково-разведочные работы на сланцы, выполненные попутно с разведкой угольного месторождения, не обеспечили получение материалов для окончательной оценки месторождения. Промышленная перспектива месторождения не ясна.

Горючие сланцы обладают изменчивой мощностью — от 0,12 до 2 *м*. Но так как они прослеживаются по обнажениям вдоль восточного берега озера на значительном протяжении, можно предполагать наличие на площади Гусиноозерского угольного месторождения значительных их запасов.

Для выяснения перспективности месторождения на нем следует поставить поисково-разведочные работы специально на горючие сланцы. Только после выяснения количества присутствующих пластов горючих сланцев, их морфологических особенностей, характера залегания и площади, на которой они распространены, а также уточнения качественной характеристики полезного ископаемого, можно будет сделать обоснованное заключение о промышленном значении месторождения.

Проведение указанных работ облегчается благоприятным сочетанием географических и экономических условий благодаря расположению залежей горючих сланцев в пределах разрабатываемого в настоящее время Гусиноозерского месторождения углей.

ЮМУРЧЕНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в Тунгокоченском районе, в 170 *км* к северо-востоку от г. Читы, вблизи с. Юмурчен, в долине одноименного притока р. Витима.

Континентальные мезозойские отложения, содержащие горючие сланцы на Витимском плоскогорье, известны во многих местах: в долинах рек Зазы и Холоя, притоков р. Витима. Сланценосные отложения присутствуют также в долине р. Байсы и других участках. Сланценосные отложения изучались К. С. Андриановым, А. И. Смирновым, А. А. Арсеньевым, Г. Г. Мартинсоном, Ч. М. Колесниковым и др.

Они несогласно налегают на размытую поверхность дислоцированных палеозойских и более древних метаморфических и кристаллических пород и на отдельных участках на нижнемезозойских эффузивах.

Континентальный мезозойский комплекс К. С. Андриановым и А. И. Смирновым (1942) расчленен снизу вверх на:

1. Базальные слои	50 *м*
2. Байсинские слои	65 „
3. Сепхендинские слои	100 „
4. Песчаниково-аргиллитовые слои	200 „
5. Песчаниковые слои	60 „

Значительно позднее Ч. М. Колесниковым (1964) предложено расчленение указанного комплекса на четыре свиты, отвечающие стратиграфическим подразделениям. Снизу вверх им выделены:

1. Романовская свита	110 *м*
2. Байсинская свита	120 „
3. Сепхендинская свита	200 „
4. Турхульская свита	600 „

Общая мощность сводного разреза около 1000 *м*.

Отложения романовской свиты начинаются фангломератами. Они распространены на участках р. Бол. Амалата и в нижней части р. Сели. Видимая мощность их около 40—50 *м*. Выше по разрезу фангломераты сменяются брекчиевидными конгломератами. Мощность пачки конгломератов около 20 *м*. В цементе конгломератов присутствуют ископаемые остатки *Podozamites minor* Heer, *P. lanceolatus* L. et H., *Hydrobia* sp. (Иванов, 1949).

Над конгломератами залегают крупнозернистые полимиктовые, мергелистые песчаники. Мощность песчаников 8 *м*. В песчаниках обнажения по р. Байсе присутствуют, по определениям Е. С. Раммельмейер, Г. Г. Мартинсона и Ч. М. Колесникова: *Limnocyrena wangshihensis* (Grab.), *L. kweichowensis* (Grab.), *L. wiljuica* (Mart.), *Galba obrutschewi* (Reis), *G. pseudopalustris* Mart., *Probaicalia gerassimowi* (Reis), *Viviparus robustus* Mart. и др.

На песчаниках залегает пачка переслаивания гравелитов косослоистых песчаников и конгломератов с остатками пресноводных моллюсков. Мощность пачки 10 *м*.

Пачку переслаивания перекрывают известняки и слоистые мергели мощностью 2—3 *м*. Известняки содержат остатки: *Limnocyrena wangshihensis* (Grab.), *L. pusilla* (Reis), *L. wiljuica* Mart., *L. selenginensis* Mart., *Galba obrutschewi* (Reis), *G. percioides* Mart., *Physa vitimensis* Ramm. и др.

На известняках лежат аргиллиты мощностью 4—6 *м* с остатками пресноводных моллюсков — *Valvata turgensis* Mart., *Galba obrutschewi* (Reis).

Выше аргиллитов следуют алевролиты, переслаивающиеся с крупнозернистыми песчаниками и мелкогалечными конгломератами мощностью до 10 *м*.

Завершают разрез романовской свиты мелкогалечные конгломераты мощностью порядка 10 *м*.

Перечисленный выше комплекс пресноводной фауны характерен для отложений позднего титона и раннего неокома.

Отложения байсинской свиты согласно залегают на подстилающих породах романовской свиты. К байсинской свите приурочены горючие сланцы (рис. 94).

Самые нижние слои свиты состоят из известковистых песчаников, переслаивающихся с аргиллитами. Мощность их 7 *м*.

Далее по разрезу следуют алевролиты, массивные в основании и тонкоплитчатые белые в кровле мощностью 20 *м*.

В алевролитах обнаружены остатки насекомых: *Ephemeropsis orientalis* Eichw., *E. trisetalis* Reis. На алевролитах залегает пачка переслаивающихся аргиллитов, алевролитов и известковистых песчаников мощностью 27 *м*. На них залегают мелкогалечные конгломераты мощностью порядка 5 *м*. Еще выше находятся алевролиты с прослоями грубозернистых песчаников мощностью до 3 *м*. Они содержат: *Limnocyrena wangschihensis* (Grab.), *L. kweichowensis* (Grab.), *Valvata transbaicalensis* Mart., *Probaicalia gerassimovi* (Reis.), *P. vitimensis* Mart., *Limnocyrena middedorfi* Müll. Далее следует пласт горючих сланцев с прослоями средне- и мелкозернистых песчаников. Мощность пласта от 6 до 9 *м*. Сланцы содержат, по определению Е. С. Раммельмейер, Г. Г. Мартинсона и Ч. М. Колесникова, остатки пелеципод *Probaicalia gerassimovi* (Reis), *Viviparus andraeae* (Ramm.), *Lioplax reissi* (Ramm.), *L. parva* (Ramm.), *Valvata turgensis* Mart. и др.; остракод *Licopteracypris eggeri* Mand., *Cyprideae prinadae* Mand., *C. faveolata* Mand. (определения М. М. Мандельштамма); филлипод *Brachygrapta kutsangkonensis* (Kob. et Kus), *Br. nenkiangensis* (Chi), *Liograpta huzitae* (Kob. et Kus) и др. (определения Н. И. Новожилова и В. С. Заспеловой).

Горючие сланцы вверх по разрезу сменяются более толстоплитчатыми и менее битуминозными глинистыми сланцами, содержащими слои мергелей мощностью до 4—5 *м*. Глинистые слабо битуминозные сланцы ниже устья р. Конды перекрываются 20-метровой толщей базальтов, возраст которых, по мнению А. А. Арсеньева, вероятно, уже кайнозойский.

По комплексу содержащихся остатков фауны отложения байсинской свиты относятся к низам неокома.

Отложения сепхендинской свиты залегают на подстилающих осадках без видимого углового несогласия. Распространены они на участке р. Юмурчена и в Зазинской впадине. Мощность осадков свиты порядка 200 *м*.

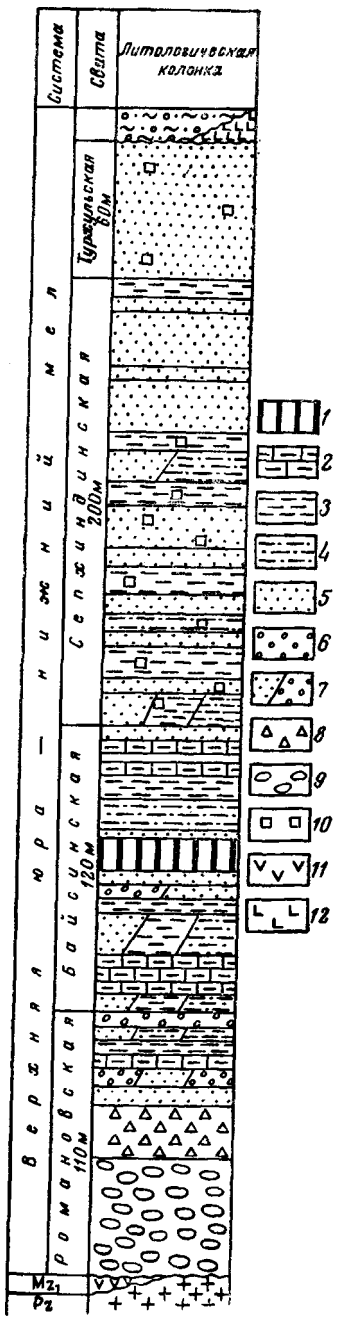


Рис. 94. Сводный стратиграфический разрез континентального мезозоя Витимского плоскогорья (по Ч. М. Колесникову)

1 — горючие (битуминозные, бумажные) сланцы; *2* — карбонатные породы — известняки и мергели; *3* — аргиллиты; *4* — переслаивание аргиллитов и алевролитов; *5* — переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов; *6* — песчаники; *7* — мелко- и среднегалечные конгломераты; *8* — переслаивание песчаников и конгломератов; *9* — гравелиты; *10* — крупногалечные конгломераты и *фангломераты*; *11* — конкреции сидерита; *12* — мезозойские эффузивы; *13* — кристаллические и метаморфические породы палеозоя

Осадки свиты представлены переслаиванием серых, розоватых и бурых разной плотности песчаников, черных сланцеватых и массивных аргиллитов с гравелитами и прослоями и линзами конгломератов. Среди песчаников присутствуют многочисленные прослои с конкрециями сидеритов.

Из этих отложений Г. Г. Мартинсоном определены *Probaicalia vitimensis* Mart., *Galba pseudopalustris* Mart. и Н. И. Новожиловым — *Bairdestheria paucilineata* (Kob. et Kus.), *B. middendorfi* (Jones), *Brachygrapta kutsangkonensis* (Kob. et Kus.), *Cyclograpta tunghuensis* (Kob. et Kus.), *Liograpta huzitai* (Kob. et Kus.), *L. lata* (Kob. et Kus.); среди остатков насекомых О. М. Мартыновой определены *Ephemeropsis orientalis* Eichw., *E. trisetalis* Eich.

Филлоподы, по мнению Н. И. Новожилова, указывают на нижнемеловой возраст осадков, что согласуется со списком форм моллюсков и спорово-пыльцевыми комплексами.

Отложения самой верхней в разрезе турхульской свиты, достигающие в верховьях р. Зазы мощности 650 *м*, залегают на размытой поверхности подстилающих пород сепхендинской свиты. Представлены они мелко- и среднезернистыми песчаниками и гравелитами с редкими прослоями аргиллитов. Менее распространены в этой части разреза сидеритовые конкреции. Остатки фауны и флоры в данной свите отсутствуют. Возраст отложений турхульской свиты условно нижнемеловой.

СЛАНЦЕНОСНОСТЬ

Горючие сланцы месторождения приурочены к средней части разреза байсинской свиты. Почвой пласта горючих сланцев служат алевролитовые песчаники с небольшими прослоями алевролитов. В кровле залегают мелкозернистые песчаники. Мощность пласта сланцев от 2,5 до 10 *м*, в среднем около 5 *м*. Сланценосная толща залегает в виде синклинальной складки с наклоном слоев в крыльях от 5 до 25°.

Макроскопически горючие сланцы представляют собой тонкоплитчатую плотную породу черно-бурого цвета. Сланцы способны расслаиваться на очень тонкие, хрупкие, подобные писчей бумаге пластины, поэтому они носят название «бумажных». Тонкие пластины легко загораются от пламени спички и горят красноватым коптящим пламенем с запахом жженой резины.

Горючие сланцы содержат многочисленные остатки мельчайших сине-зеленых водорослей и других органических веществ. В минеральной части тяжелой фракции сланцев содержится до 98% пирита (Саркисян, 1958). Данные технического анализа горючего сланца следующие: влажность от 3,40 до 5,28%; зольность от 63,85 до 65,58%; сера от 0,48 до 1,5%; выход летучих от 25,49 до 34,60%; средняя теплота сгорания (на абсолютно сухое вещество) 3050 *ккал/кг*.

Элементарный анализ сланцев показал содержание в них: углерода 55,22%; водорода 7,15%; кислорода+азота 37,63%.

Результаты перегонки горючих сланцев по Фишеру показали: выход дегтя от 8,57 до 9,00%; выход полукокса от 78,28 до 79,71%; воды пирогенетического разложения от 8,26 до 6,42%; газа от 4,90 до 4,87%.

Удельный вес горючего сланца 1,67—1,87.

Данные эти свидетельствуют об удовлетворительном качестве горючих сланцев Юмурченского месторождения.

Общие геологические запасы сланца по категории C_2 (данные предварительных разведочных работ) по состоянию на 1 января 1954 г. составляют 28 млн. *т*.

Месторождение горючих сланцев слишком удалено от промышленных центров и транспортных магистралей. Это затрудняет практическое использование в ближайшее время горючих сланцев Юмурченского месторождения и прилегающих к нему других участков.

После осуществления строительства гидроэлектростанций на р. Витиме возникает возможность использования горючих сланцев Юмурченского месторождения на базе дешевой электроэнергии для получения из них вторичных химических продуктов.

РОМАНОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено на правом берегу р. Витима, вблизи устья р. Холоя, в 2 *км* ниже пос. Романовки.

Горючие сланцы здесь впервые были описаны А. А. Арсеньевым (1938).

В 1943 г. на месторождении проводились предварительные поисково-разведочные работы (А. С. Шумилов и Л. И. Краев).

Месторождение представляет собой впадину, выполненную континентальными мезозойскими, в том числе сланценосными, отложениями. Борта впадины сложены древними кристаллическими породами.

На месторождении развиты главным образом отложения романовской и байсинской свит.

Романовскую свиту слагают песчано-конгломератовые породы, с несогласием залегающие на размытой поверхности сильно дислоцированных древних кристаллических и метаморфических комплексов. Мощность слагающих свиту пород порядка 110—120 *м*.

Нижние слои романовской свиты сложены грубообломочными породами, частично фангломератами. Последние представлены слабо окатанными угловатыми крупными обломками и глыбами гранитов и гнейсов, сцементированных известковистым песчаником. Состав вышеуказанных брекчий и конгломератов тот же.

Верхние слои свиты слагаются крупнозернистыми полимиктовыми песчаниками, содержащими *Limnocyrena wangshihensis* (Grab.), *L. kweichowensis* (Grab.), *L. wiljuica* Mart., *L. shantungensis* (Garb.), *Probaicalia gerassimowi* (Reis), *Lioplax reissi* Ramm., *Valvata turgensis* Mart., *Viviparus robustus* Mart., *Physa vitimensis* R. и др.

Этот комплекс фауны аналогичен таковому в отложениях романовской свиты Юмурченского месторождения и соответствует позднему титону и раннему неокому.

Продуктивные отложения байсинской свиты характеризуются мощностью от 60 до 120 *м*. Более мощные осадки приурочены к северным участкам месторождения.

В обнажении обрывистого берега р. Витима устанавливается следующая последовательность пород (снизу вверх):

1. Песчаники известковистые, выходящие у самого уреза воды, мощностью 0,5 *м*.
2. Конгломераты среднегалечные с галькой различных кристаллических пород. Цемент конгломератов слабый, состоящий из слабо ожелезненных известковистых песчаников. Мощность конгломератов 4 *м*. Граница между песчаниками и конгломератами неровная, с ясно выраженным размывом песчаников.
3. Пачка тонкого переслаивания темно-серых и более светлых алевролитов мощностью 0,25 *м*.
4. Песчаник грубозернистый, светло-серый в основании и более мелкозернистый, темно-серый, слегка ожелезненный у кровли. Мощность песчаника 10,35 *м*. Мелкозернистые разности песчаника содержат обугленные растительные остатки, иногда хорошо сохранившиеся отпечатки листьев. Переход к следующему слою постепенный.

5. Алевролиты с прослоями темно-серых аргиллитов и менее распространенных мелкозернистых песчаников мощностью 2,85 *м*.
6. Горючие сланцы мощностью 9 *м*.
7. Горючие (битуминозные) сланцы, переслаивающиеся с мергелями, мощностью 5 *м*.

Выше склон задернован. В северной части района наблюдается наращивание разреза пачкой серых мелкозернистых песчаников, переслаивающихся с серыми и темно-серыми алевролитами, аргиллитами и мергелями мощностью порядка 50 *м*. Выше этой пачки залегают базальты.

Горючие сланцы содержат многочисленные остатки рыб, пресноводных моллюсков, гастропод и филлопод, аналогичных вышеописанным из других месторождений.

Общее простирание пород в пределах месторождения СВ 40—60°, падение на юго-восток под углом 21—22°.

Сланценосная толща, по-видимому, образует здесь синклинальную складку, обнаженную на крыле в обрывистом берегу р. Витима.

Мощность сланценосной толщи, по данным предварительных разведочных работ на месторождении, 14—16 *м*. В составе сланценосной толщи содержатся два пласта горючих сланцев — «Нижний» и «Верхний». «Нижний» пласт мощностью 1 *м* обладает простым строением и представлен одной пачкой горючих сланцев. «Верхний» пласт мощностью от 1,5 до 13,5 *м* имеет сложное строение благодаря наличию в сланцах прослоев песчаников и аргиллитов мощностью от 0,6 до 1,4 *м*.

В обнажении вдоль берега Витима сланценосная толща прослежена на 265 *м* по простиранию и на 200 *м* по падению.

Горючие сланцы Романовского месторождения темно-серые с зеленоватым оттенком, плотные, но при высыхании обладают способностью расслаиваться на очень тонкие пластинки.

Главной составной частью органической массы горючих сланцев являются многочисленные остатки сине-зеленых водорослей и другой органики. Из включений в горючих сланцах присутствуют тонкие (1—2 *см*) линзовидные прослои мелко- и среднезернистых известковистых песчаников и тонкозернистых агрегатов и корочек кальцита. Реже вблизи почвы и кровли сланцы содержат мелкие обугленные растительные остатки.

Кластический материал в горючих сланцах присутствует в незначительном количестве. Состоит он из мельчайших (<0,01 *мм*) зерен кварца и полевых шпатов и сосредоточен главным образом по плоскостям наслоения породы.

Горючие сланцы легко зажигаются от спички и горят длинным коптящим пламенем.

Результаты технического и элементарного анализа горючих сланцев по одной пробе приведены в табл. 190.

Таблица 190

Состав горючих сланцев Романовского месторождения

Расчет по виду топлива	Технический анализ, %				Элементарный анализ, %			
	Влага (W)	Зола (A)	Летучие (V)	$Q^б$, *ккал/кг*	Сера (S)	Водород (H)	Углерод (C)	Кислород+азот (O+N)
На рабочее топливо	5,36	57,27	38,01	2976	1,39	3,40	27,01	16,40
На сухое топливо	—	—	40,16	3144	1,45	3,59	28,53	—
На горючую массу	—	—	78,88	7964	2,74	9,19	72,28	—

Двадцать три пробы горючих сланцев были подвергнуты сухой перегонке. При этом получен выход: смолы 3,2—29,6%, подсмольной воды 6,5—19,9%, газа и потерь 2,3—11,2%, летучих 14,0—43,37%, швель-кокса 52,63—86,00%. Удельный вес смолы от 0,867 до 0,929, в среднем 0,905.

Фракционная разгонка смолы дала выход бензина (при температуре нагрева до 180°) от 13 до 26,7%, лигроина (180—230°) от 10 до 17,2%, керосина (230—300°) от 16 до 38%, тяжелые продукты (выше 300°) и потери от 18,1 до 61%.

Средние данные анализов показывают, что сланцы содержат золы не более 60%, водорода в органической массе около 9%. Они характеризуются повышенным (в среднем 14,2%) выходом смолы, а в последней — значительным количеством бензиновой фракции и светлых жидких продуктов. Недостаток горючих сланцев Романовского месторождения — сравнительно высокая (1,2—2,0%) сернистость.

Общие запасы горючих сланцев, по предварительно разведанной площади месторождения, составляют по категории A_2 168 тыс. *т*, по категории B 83 тыс. *т*, по категории C_1 25 тыс. *т*. Итого по категориям A_2+B+C_1 286 тыс. *т*.

Запасы по всем категориям, по данным выполненных ранее предварительных поисково-разведочных работ, небольшие, и месторождение на данной стадии его изученности имеет местное значение. Площадь распространения горючих сланцев оконтурена разведкой не вся, и вряд ли можно считать оценку месторождения окончательной.

Исключительно благоприятные экономико-географические условия месторождения могут выдвинуть его в разряд перспективных, особенно если учесть наличие по соседству с ним Джидотойского месторождения.

Для полной оценки всей сланценосной площади района месторождения следует рекомендовать произвести на нем более детальные поисковые и геологоразведочные работы.

ДЖИДОТОЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Джидотойское месторождение расположено в 19 *км* юго-восточнее с. Романовки Еравнинского района Читинской области. Оно приурочено к той же впадине бассейна р. Витима, в которой находится и Романовское месторождение. Месторождение изучено предварительно поисково-разведочными работами.

По данным Н. Ф. Карпова, сланценосная толща состоит из песчаниково-алевритовых и аргиллитовых пород, заключающих пласты горючих сланцев. Вскрытая мощность сланценосной толщи от 8 до 20 *м*.

Породы сланценосной толщи падают на юго-запад под углом наклона слоев к горизонту 15—20°. Площадь распространения сланценосных отложений порядка 70 *км*^{2}.

Горючие сланцы представлены двумя разностями — тонкоплитчатой и тонколистоватой («бумажные» сланцы).

Единственный анализ горючего сланца показал содержание в нем влаги (в воздушно-сухом веществе) 5%, золы (на абсолютно сухое вещество) 81%, летучих (на органическую массу) 75%. Выход смолы в тонкоплитчатых разностях сланца 8%, а в тонколистоватых разностях 12%. Удельный вес смолы 0,773. Запасы горючих сланцев на месторождении оценены в 210 млн. *т*.

Данные анализов горючих сланцев указывают на хорошее их качество. Запасы месторождения значительные.

Для выявления количества пластов горючих сланцев, их строения и выдержанности на площади следует рекомендовать проведение до-

полнительных на месторождении геологоразведочных и исследовательских работ. Проведение указанных работ необходимо также и для получения более полных данных по минералогической и химико-технологической характеристике горючих сланцев как на самом месторождении, так и в прилегающих к нему участках.

ТУРГИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Тургинское (Быркинское) месторождение горючих сланцев расположено в северной части Хараноро-Тургинской депрессии, близ ст. Бырки Забайкальской ж. д. и находится в районе слияния рек Турги и Бырки. Оно находится в пределах Оловянинского района южной части Читинской области.

Хараноро-Тургинская депрессия вытянута почти в меридиональном направлении вдоль восточного борта Агинской глыбы на протяжении более 120 *км*.

Горючие (рыбные) сланцы Тургинского месторождения известны благодаря хорошо сохранившимся в них ископаемым остаткам рыб еще *со времени упоминания о них акад.* Миддендорфа. Впервые они были детально описаны С. А. Музылевым (1932). Более поздние исследования Б. А. Иванова, А. А. Олейникова, В. Ф. Королева, Ю. П. Писцова, Ч. М. Колесникова, В. И. Конивец и др. пополнили сборы ископаемых остатков флоры и фауны в самих сланцах и вмещающих их отложениях и уточнили общую стратиграфическую схему района.

В 1930 г. С. А. Музылевым на месторождении производились рекогносцировочные поисково-разведочные работы, благодаря которым были выяснены условия залегания и получена предварительная химико-технологическая характеристика горючих сланцев.

Район месторождения представляет собой степную слабо всхолмленную равнину, почти сплошь покрытую рыхлыми четвертичными отложениями. Возвышенные участки сложены древними метаморфическими породами.

Территорию самого месторождения пересекает р. Турга и ее приток Бырка. Все реки мелководные и несудоходные. Для данной местности характерны постоянные и нередко сильные ветры; в зимнее время преобладают юго-восточные, а летом северо-западные. Зимние несут с собой ясную, сухую и холодную погоду, летние, дующие с Тихого океана на материк, обусловливают обильное выпадение дождей, значительную облачность и относительно высокую влажность.

Климат района резко континентальный с большими колебаниями температур как по сезонам, так и в течение суток.

Месторождение находится недалеко от железной дороги и имеет благоприятные экономические предпосылки для постановки на нем геологоразведочных работ и последующего промышленного его освоения.

Хараноро-Тургинская депрессия делится поперечным перегибом на северную часть, занятую Тургинской впадиной, и южную, занятую Харанорской впадиной.

В геологическом строении района принимают участие породы осадочного, интрузивного и эффузивного комплексов палеозойского и нижнемезозойского возраста. Эти образования слагают ложе и бортовое обрамление депрессии. Континентальные отложения верхнего мезозоя выполняют центральную часть депрессии и залегают на размытой поверхности древних сильно дислоцированных пород фундамента.

Общая схема расчленения мезозойских континентальных отложений дается с учетом материалов Б. А. Иванова, В. Ф. Королева и др. В разрезе выделяются (снизу вверх):

1. Сланцы и песчаники с многочисленными остатками морской фауны, характерной для отложений средней юры.
2. Кукульбейская эффузивно-туфовая свита (песчаники, алевролиты, аргиллиты и туфы) несогласно залегает на морских осадках, мощность 250 *м*. Возраст — верхняя юра.
3. Тургинская свита представлена аргиллитами, алевролитами, песчаниками и горючими сланцами, залегающими со стратиграфическим несогласием на подстилающих породах. Мощность осадков свиты 430—525 *м*. Ч. М. Колесниковым в свите дополнительно выделены нижнетургинская и верхнетургинская подсвиты.

Венчается разрез четвертичными супесями, суглинками и галечниками. Мощность покровных пород от 2 до 25 *м*.

Сланценосная продуктивная часть тургинской свиты, по С. А. Музылеву, достигает мощности 100 *м*. Горючие сланцы приурочены к верхней части разреза свиты и прослежены в пределах южного, или собственно Тургинского, и северного Хонхорнорского участков впадины. В них обнаружены: *Unio subrostratus* Mart., *U. werestschagini* Ch. Kol., *Lamproscapha lacustris* Mart., *Arguniella curta* Ch. Kol., *A. andensis* Ch. Kol. и др. Глинистые сланцы верхней части разреза содержат остатки *Lamproscapha tugrigensis* Mart., *L. murtoica* Mart., *Unio transbaicalensis* Mart., *Limnocyrena wangshihensis* (Grab.), *L. estheriaeformis* Mart., *Arginiella quadrata* (Mart.), *Viviparus robustus* Mart., *V. fisistomus* Ping Chi, *Bithynia leachioides* Mart., *L. ioplaxreisis* Ramm., *Rhysa vitimensis* Mart., *Valvata* (*Tropidina*) *orbiculata* Ch. Kol., *Probaica lia vitimensis* var. *carinata* Mart. и др.

Из этих отложений Н. И. Новожиловым и В. С. Заспеловой определены остатки филлопод: *Bairdestheria middendorfii* (Jones), *B. chekiangensis* Nov., *B. turgaica* Nov. et Kap., *Euestheria* var. *subelongata* Kob., *Liograpta subquadrata* (Sew.) и др. Еще ранее, при проведении здесь С. А. Музылевым поисково-разведочных работ, в сланцах были обнаружены остатки фауны: *Licoptera middendorfii* Müll., *L. sinensis* Wood., *Stichopteris Woodwardi* Reis., *Ichtyolites (Chondrosterum) nudus* Reis., *Icht. (Grossepterygiorum) asiaticus* Reis., *Phryganidarium* gen. sp., *Bairdestheria middendorfii* (Jones), *Confe vites sibiricus* Reis., *Ephemeropsis orientalis* Eichw и флоры — *Czekanowwkia* sp., *Sphenobaiera longefolia* (Pomel.) Flor., *Tricholepidium coranatum* Reis.

Породы верхней части тургинской свиты содержат, кроме того, остатки насекомых — *Ephemeropsis trisetalis* (Eichw.), остракод — *Licoptera cypris eggeri* Mand., *L. takanagai saito* и др. Песчаники завершающей части свиты содержат остатки *Limnocyrena wiljuica* Mart., *L. altiformis* (Grab.) и *Lioplax* sp.

Перечисленный комплекс ископаемых остатков характерен для отрезка времени от позднего мальма до раннего неокома.

Сланценосная толща образует пологую синклинальную складку с более крутым падением слоев на юго-восточном крыле и меньшим углом наклона в северо-западном крыле. Складка эта осложнена более мелкими вторичными изгибами.

Отмечаются также и разрывные нарушения. В западной части месторождения сланценосные породы по тектоническому контакту примыкают к древним метаморфическим образованиям фундамента. К востоку они погружаются под наносы долины р. Турги.

Пласт горючего сланца мощностью около 20 *м* характеризуется сложным строением и включает многочисленные тонкие прослои песча-

ника и алевролита. Макроскопически горючие сланцы такие же, как и на ранее описанном Романовском месторождении.

Технический анализ нескольких образцов горючего сланца, взятых из шурфов, приведен в табл. 191.

Таблица 191

Результаты технического анализа горючего сланца Тургинского месторождения (по данным С. А. Музылева, 1932)

Место взятия образца	Наименование породы	$W^{л}$, %	A^{c}, %	V^{c}, %	Безз. кокс, %	Вид пламени	Цвет золы
Шурф 17	Плотный сланец	10,86	91,57	6,50	1,92	Короткое, светлое, слабо коптящее	Светло-бурый
Шурф 20	Бумажный сланец	7,26	92,02	5,80	2,20	Короткое, светлое, слабо коптящее	Светло-желтый
Шурф 20	То же	7,56	91,56	6,70	1,70	Среднее, длинное, коптящее	Бледно-красный

Горючие сланцы Тургинского месторождения, как видно из анализов, низкого качества. Возможно, это заключение и недостаточно обосновано. Фактического материала по минералогическому и химическому составу горючих сланцев месторождения очень мало. Отсутствуют данные об их технологических свойствах. Желательно проведение дополнительных исследований тургинских сланцев для получения окончательной оценки их промышленного значения.

ХАРАНОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Месторождение расположено в южной части Хараноро-Тургинской депрессии, в Борзинском районе Читинской области, в 20 *км* южнее ст. Харанор Забайкальской ж. д.

Горючие сланцы здесь были обнаружены в начале XX в. М. М. Бронниковым при проведении в этом районе поисковых работ для обеспечения строящейся железной дороги топливом. Подробнее они были описаны С. А. Музылевым (1932).

Южная часть Хараноро-Тургинской депрессии относится к безлесной степной пологохолмистой полосе Восточного Забайкалья.

В районе месторождения проточные воды отсутствуют. Имеющиеся здесь в небольшом количестве озера бессточные и солоноватые. Немногочисленное население (русские и частично буряты) занято в горнодобывающей промышленности и сельском хозяйстве. Развито скотоводство.

Мезозойские континентальные отложения на месторождении несогласно залегают на размытой поверхности дислоцированных метаморфических сланцев пермского возраста и палеозойских гранитах.

Они представлены эффузивными образованиями триаса, юрскими песчано-глинистыми морскими отложениями и несогласно на них лежащими отложениями угленосной толщи верхнеюрско-нижнемелового возраста. Молодыми геологическими образованиями являются рыхлые песчано-глинистые и галечниковые породы четвертичного покрова, мощность которого изменяется от 5 до 15—20 *м*.

Континентальные угленосные, в том числе сланценосные, отложения включают песчаники, алевролиты и аргиллиты с пластами, прослоями и линзами конгломератов, углей и горючих сланцев.

Этот район изучали С. А. Музылев (1932), Б. А. Иванов (1949), С. Г. Саркисян (1958), Н. Ф. Карпов, В. И. Конивец (1958), А. Н. Олейников (1964), Ч. М. Колесников (1964), Ю. П. Писцов (1961), С. С. Красинец (1963) и др.

Первая стратиграфическая схема расчленения континентального угленосного комплекса Хараноро-Тургинской депрессии была предложена С. А. Музылевым. В этой схеме выделены вулканогенная толща верхней юры и залегающая выше песчано-сланцевая свита нижнего мела.

В более полной современной схеме Ч. М. Колесникова континентальные угленосные отложения Хараноро-Тургинской депрессии расчленены на следующие снизу вверх свиты:

1. Кукульбейская эффузивно-туфогенная свита мощностью 250 *м*.
2. Тургинская песчано-сланцевая свита мощностью от 430 до 525 *м*.
3. Харанорская угленосная свита мощностью 470 *м*.

В районе месторождения горючих сланцев развиты отложения кукульбейской и тургинской свит.

Кукульбейская свита сложена песчаниками, конгломератами, кремнистыми сланцами, туфобрекчиями желтого, белого и фиолетового цвета, массивными и плитчатыми порфиритами, порфирами и базальтами. Отложения кукульбейской свиты верхнеюрского возраста. Они заключают редкие остатки фауны и флоры. Возрастное положение отложений кукульбейской свиты установлено по соотношению с фаунистически лучше охарактеризованными подстилающими и перекрывающими породами.

Отложения тургинской свиты согласно залегают на породах кукульбейской свиты и наиболее широко распространены в депрессии. Свиту слагают песчано-конгломератовая, песчано-сланцевая, конгломерато-песчаная и верхняя песчано-алевритовая толщи. К последней толще приурочены пласты горючих сланцев.

Породы тургинской свиты богаты остатками фауны и флоры. Особенно много их в алевролитах, аргиллитах и горючих сланцах. Комплекс фауны такой же, как и в соседнем Тургинском месторождении. Особо следует отметить присутствие здесь костей динозавров.

Среди остатков флоры определены: *Czekanowskia rigida* Heer, *Podozamites lanceolatus* L. et H., *P. minor* Heer., *Coniopteris burejensis* Sew., *Equisetites naktengensis* Tateiwa и др.

Тургинская свита включает осадки пролювиальных, аллювиальных, пойменных и озерно-болотных фаций. Накопление осадков нижней части свиты происходило в условиях широкой речной долины и обильного бокового выноса грубообломочного терригенного материала. Периодически действующие потоки приносили с горных склонов грубообломочный материал, сгружавшийся главным образом в краевых

частях депрессии и образовавший конгломерато-песчаные осадки пролювиальных фаций.

Понижение области эрозии в дальнейшем вызвало заболачивание долины и образование в ней многочисленных озерных водоемов. В это время интенсивные водные потоки выносили более мелкий обломочный материал, послуживший для накопления в озерах тонких алевритоаргиллитовых пород верхней половины свиты.

Водоемы постепенно зарастали, обретая застойный характер. В прибрежной их части происходило накопление торфов, часть которых впоследствии образовала угольные пласты. В более удаленных от берега и глубоких частях водоема в анаэробных условиях шло накопление битуминизированных и обогащенных органическим веществом илов, превращенных затем в пласты горючих сланцев.

Сланценосная толща, вскрытая при проведении поисково-разведочных работ не на всю мощность (на 30 *м*), представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами с двумя («Нижним» и «Верхним») пластами горючих сланцев. Мощность пластов горючих сланцев колеблется от 5 до 10 *м* (Музылев и Андриашев, 1932). Почвой нижнего пласта горючих сланцев служат песчаники с примесью туфогенного материала. Кровля выражена алевролитами. В почве и кровле второго — «Верхнего» пласта горючих сланцев залегают тонкозернистые песчаники. В песчаниках кровли отмечены мелкие обугленные растительные остатки.

Слои продуктивной толщи слагают западное крыло опрокинутой антиклинальной складки, простирающейся почти в меридиональном

Таблица 192

Состав горючих сланцев Харанорского месторождения (в %)

Место взятия образца	Глубина взятия образца, *м*	Наименование породы	Технический анализ				Сера	Сухая перегонка		
			$W^л$	A^c	V^c	безз. кокс		смола	газ	остаток
Шурф 5	2,0	Сильно перемятый сланец	6,20	70,88	24,30	4,80	0,35	9,00	13,60	77,40
»	3,0	Листоватый сланец	9,14	72,28	19,70	8,00	0,41	10,20	7,50	82,30
»	5,1	Плотный сланец	5,34	77,78	16,50	5,80	—	—	—	—
Шурф	3,5	Сланец плотный, с раковистым изломом	5,56	84,21	13,40	2,40	—	—	—	—
В среднем			6,56	76,29	18,50	4,75	0,38	9,60	10,55	79,85

Состав горючего сланца

Воздушно-сухой сланец (удельный вес 1,87 при t=15°)					
$W^л$	A^c	V^c	CO_2	Битумы, извлеченные бензином	Битумы, извлеченные бензином и спиртом
2,73	76,39	—	0,034	0,72	1,51

направлении. В зоне выхода горючих сланцев под наносы слои падают на юго-запад под углом 30—35°. Значительный наклон слоев продуктивной толщи, вероятно, объясняется расположением западного крыла складки вблизи тектонического нарушения.

Установлено обычно резкое повышение углов наклона слоев угленосных отложений вблизи разломов и относительно быстрое их выполаживание с удалением от нарушений (Конивец, 1958, 1963). Возможно, и в данном случае по мере удаления от зоны нарушения падение пластов горючих сланцев будет более пологим.

На участке выхода пластов горючих сланцев под наносы мощность четвертичного покрова достигает 7 *м*. Выходы горючих сланцев (под наносами) прослежены на протяжении 1,5 *км*. Строение пластов горючих сланцев сложное. Породные прослои представлены углистыми сланцами.

Горючие сланцы в основном листоватые, темно-серого цвета, хрупкие с растительными и животными остатками. Они легко зажигаются и горят коптящим пламенем.

Качественная характеристика горючих сланцев, по данным С. А. Музылева и Н. М. Андриашева (1932), приведена в табл. 192.

Одновременно была подвергнута исследованию валовая проба горючих сланцев. Результаты анализов приведены в табл. 193.

Из приведенных данных видно, что горючие сланцы Харанорского месторождения обладают значительным выходом (10—11%) смолы и высоким содержанием продуктов легких фракций, суммарное содержание которых достигает 80%. Они сопоставимы по качеству с горючими сланцами Кендырлыкского месторождения Восточного Казахстана.

Харанорское месторождение, как и вышеописанные месторождения, в настоящее время изучено очень мало.

Общие запасы горючих сланцев на месторождении, вероятно, значительные. Чтобы судить о перспективности Харанорского сланцевого месторождения, необходимо провести на нем комплекс геологоразведочных и исследовательских работ.

Горючие сланцы в Забайкалье, как указывалось ранее, пользуются значительным распространением. Сведения о них неравноценные. По наличию материалов о горючих сланцах последние при описании были разбиты на несколько групп. Часть площадей распространения горючих сланцев была описана в качестве самостоятельных месторождений. Большая часть выходов горючих сланцев, сведения о которых ограничены указанием на наличие сланцев и весьма краткой характеристикой сланценосной толщи, помещены во вторую группу так называемых проявлений. Сюда входят Зазинский, Чунгурукский, Оленгуйский, Тукулайский, Верхне-Каренгский, Сюхуртайский, Нерчинский и Усть-Карский районы. На рис. 90 и в табл. 194 они показаны под номерами 7—14.

Таблица 193

по валовой пробе (в %)

Сухая перегонка				Выход по фракциям (6% от навески смолы и 0,32% сланца)				
смолы	газа	полукокса	воды	0—180°	180—230°	230—300°	выше 300°	остаток
6,43	3,15	85,64	4,78	39,83	25,16	16,13	Не получено	18,58

Таблица 194

Список возможных перспективных площадей и отдельных проявлений горючих сланцев в Забайкалье

№ точек на схеме	Название площадей и проявлений и их местоположение	Состав пород продуктивной толщи	Возраст	Количество и мощность пластов, *м*	Характер горючих сланцев	Состав горючих сланцев, %													Примечание
						W	A	V^c	S^c	кокса	дегтя	влаги	воды пирогенной	полукокса	газа	битума	смолы	горючих веществ	
7	Зазинское, вблизи улуса Турхул по р. Зазе, в правобережной части р. Витима	Снизу вверх: 1. Песчаники и конгломераты 2. Песчаники 3. Глины. 4. Горючие сланцы 5. Глинистые сланцы. Угол падения 8—10°	Cr_1	Мощность сланценосной свиты 100 *м*	Легко зажигаются от спички и горят с запахом жженой резины	5,30	81,26	13,24	0,31	86,76	7,28	6,66	1,36	77,19	8,86	—	—	—	
						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	Чунгурукское, в 18 *км* юго-западнее с. Улеты, в левобережной части долины р. Ингоды	Песчаниково-сланцевые породы	Cr_1	Пласт горючего сланца мощностью 10—12 *м*	Легко зажигается и горит с запахом битума	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	Оленгуйское, в 12 *км* юго-западнее пос. Елизаветино, в правобережной части р. Оленгуя	Песчаниково-сланцевые породы	Cr_1	Неизвестно	Темно-и буровато-серые тонкоплитчатые, жирные на ощупь, хорошо горят. При горении трескаются и распадаются на тонкие пластинки	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
						4,34	77,88	71,15*	0,42								3,04		
10	Тукулайское, в 7,5 *км* севернее пос. Новотроицкое, в нижней части долины р. Тукулая		J_3—Cr_1	Неизвестно	Тонкоплитчатые, хрупкие	3,98	79,10	77,34*	0,66	89,61	3,67		5,93						
11	Верхне-Каренгское, севернее г. Читы, в верхней части долины р. Каренги		J_3—Cr_1	Неизвестно	Тонколистоватые, коричневатой окраски, плотные						16,0								
12	Сюхуртайское, в 25 *км* юго-западнее с. Агинское в пади Сюхуртай	Переслаивание песчаниково-глинистых пород	J_3—Cr_1	Неизвестно														8,0—10,0	
13	Нерчинское, восточнее и западнее г. Нерчинска, на правом склоне долины р. Нерчи и левом склоне р. Шилки	Мощная песчаниково-сланцевая толща 25—30 *м*. Залегают в виде синклинальной складки с наклоном слоев в бортах не более 20—25°		Неизвестно	Коричневатого цвета, битуминозные, тонкоплитчатые														

Продолжение табл. 194

№ точек на схеме	Название площадей и проявлений и их местоположение	Состав пород продуктивной толщи	Возраст	Количество и мощность пластов, *м*	Характер горючих сланцев	Состав горючих сланцев, %														Примечание
						W	A	V^c	S^c	кокса	дегтя	влаги	воды пирогенной	полукокса	газа	битума	смолы	горючих веществ		
14	Усть-Карское, в 6 *км* юго-западнее с. Усть-Карска на левом берегу р. Шилки (у горы Полосатик)	Снизу вверх: 1. Глинистые сланцы с прослоями битуминозных сланцев мощностью 20 *м*. 2. Песчано-глинистые сланцы с линзами конгломератов мощностью 40 *м* 3. Глинистые и кремнистые сланцы 4. Андезиты и базальты (покров). Площадь распространения битумных сланцев несколько десятков квадратных километров		Неизвестно												0,44				По мнению Е. Скворцовой, данная толща параллелизуется со сланценосной толщей Харанорского месторождения
15	Джидинское, в верхней части долины р. Джиды, на площади Джидинского угольного месторождения	Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов с пластами и прослоями угля и горючего сланца		Неизвестно																
16	Баингольское, в 1,5 *км* восточнее с. Баингола, в левобережной части р. Мылы	Конгломерато-песчаная толща с пластами аргиллитов, угля и горючего сланца		Два пласта горючих сланцев суммарной мощностью 7 *м* с 6-метровой пачкой между ними аргиллитов																
17	Тугнуйское, в верхней части долины р. Тугнуя, на площади одноименного угольного месторождения	Песчаники, алевролиты, аргиллиты с углями и прослоями битуминозных сланцев		Неизвестно	Темно-серые, тонкоплитчатые, плотные битуминозные породы															
18	Былыринское, на правом склоне долины р. Былыри Кыринского района	Пачка переслаивания песчано-сланцевых пород с пластами горючего сланца		Неизвестно	Черно-бурые, тонколистоватые породы с большим количеством волокнистых органических остатков, при горении образуют длинное коптящее пламя															

* Летучие даны в расчете на органическую массу.

Следующая группа (номера 15—18) охватывают сланцепроявление, тесно связанное с угленосными отложениями Джидинского, Баингольского, Тугнуйского и Былыринского районов. Сведения о сланценосности этих районов ограничиваются единичными упоминаниями о наличии среди угленосных отложений пластов и прослоев горючих сланцев. Группа этих районов отнесена к районам возможного нахождения в них горючих сланцев.

В литературе имеются также упоминания о наличии горючих сланцев в Ципиканском, Кондинском, Амалатском, Верхне-Урюмском, Зиловском, Алеуро-Утанском, Ундургейском и Оловянинском районах. Никаких указаний на характер сланценосной толщи и качественную характеристику горючих сланцев не имеется, и сведения эти подлежат последующей проверке.

ОЛЕНЕКСКИЙ БАССЕЙН ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

ОБЩИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Обширная область распространения горючих сланцев, прилегающая к р. Оленеку, в геологическом отношении представляет единое целое. В пределах ее сланценосная толща характеризуется однообразием условий формирования и потому она вполне обоснованно может быть выделена под названием Оленекского сланценосного бассейна.

Общая площадь бассейна, ограниченная с севера, востока и запада выходами на поверхность сланценосной толщи, а с юга — 67° с. ш., составляет не менее 130—135 тыс. *км*^{2}. Характеристика сланценосной толщи, приводимая ниже, основывается только на данных изучения поверхностных выходов, располагающихся в основном по западной и северной окраинам бассейна (рис. 95). Однако исключительная выдержанность состава и строения этой толщи по простиранию дает основание считать, что и в пределах центральной закрытой части бассейна она существенно не изменится. Также, по-видимому, ее характер без больших изменений сохранится и за пределами рассматриваемой площади к северу, востоку и югу, где эта толща залегает уже на значительных глубинах.

В административном отношении Оленекский сланцевый бассейн располагается на территории Якутской АССР.

ОРОГИДРОГРАФИЯ

Рассматриваемая территория сланцевого бассейна располагается в пределах северо-восточной части Средне-Сибирского плато, характеризующегося значительной выровненностью рельефа.

Абсолютные высоты территории обычно не превышают 300—340 *м*. В направлении на восток и север происходит общее понижение абсолютных отметок, и лишь только в бассейне нижнего течения Оленека наблюдается повышение абсолютных отметок до 450—490 *м*. На этом участке широко развиты пластовые и секущие интрузии изверженных пород, что определяет особенности рельефа и сложную моделировку поверхностей: образование острых гребней, столообразных возвышенностей и т. д.

Водораздельные пространства представляют собой плоскую, часто заболоченную поверхность, долины мелких притоков совершенно не врезаны, коренные выходы здесь, как правило, отсутствуют.

Общий плоский характер поверхности обычно нарушается вблизи долин крупных рек, глубина эрозионного вреза которых достигает 200 и даже 250 *м*. Особенно типична в этом отношении территория в низовьях Оленека.

Рассматриваемая территория дренируется интенсивно развитой речной сетью, составляющей значительную часть бассейна р. Оленека. Восточная и западная окраины сланцевого бассейна принадлежат речным системам Лены и Анабара.

Своеобразие гидрографической сети — сложное переплетение рек — обусловлено их древним заложением и неоднократной переориентировкой. Это касается как мелких, так и самых крупных рек.

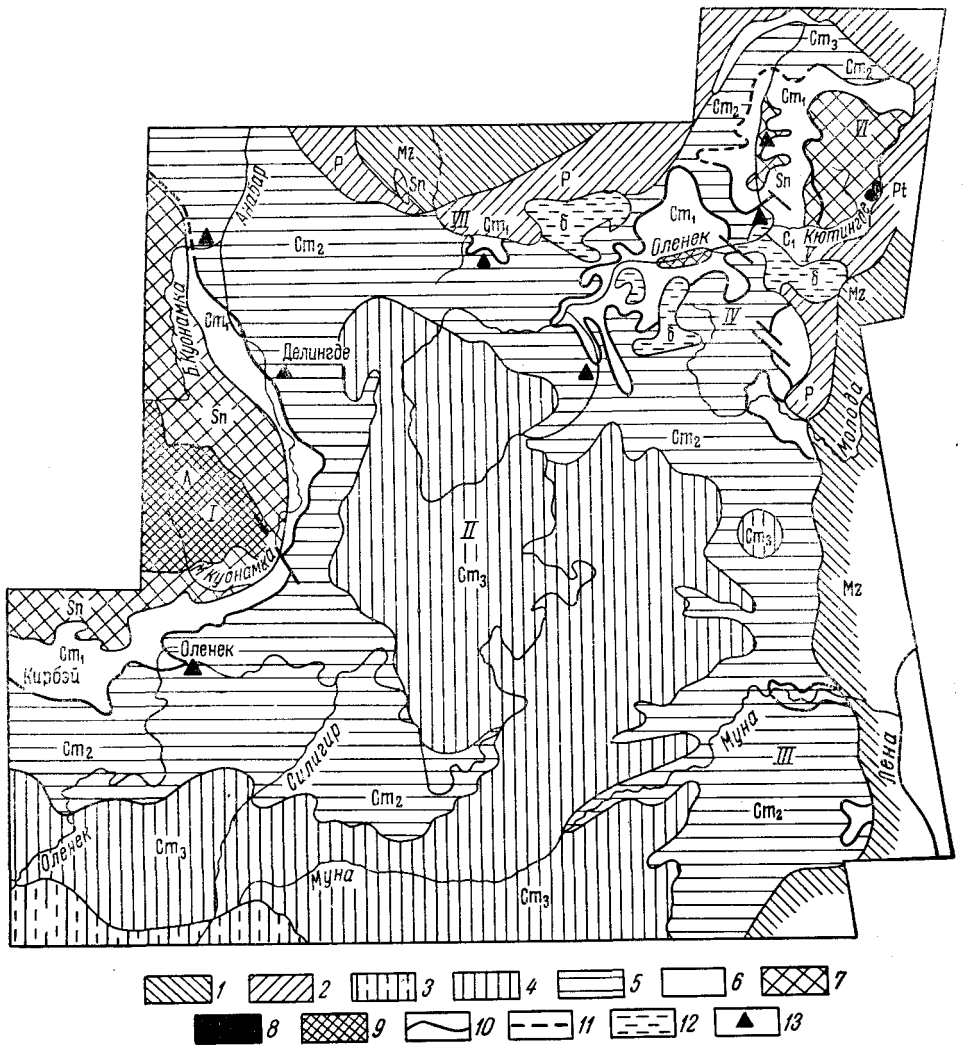


Рис. 95. Схематическая структурно-геологическая карта Оленекского сланцевого бассейна

1 — мезозой; *2* — пермь; *3* — карбон; *4—6* — кембрий: *4* — верхний отдел, *5* — средний отдел, *6* — нижний отдел; *7* — верхний протерозой; *8* — протерозой нерасчлененный; *9* — архей; *10* — выходы на поверхность всей сланценосной толщи; *11* — выходы на поверхность верхней части сланценосной толщи; *12* — долериты; *13* — месторасположение разрезов: I — Анабарское поднятие, II — Суханский прогиб, III — Мунское поднятие, IV — Даалдынское поднятие, V — Кютингдинский прогиб, VI — Оленекское поднятие, VII — Уджинское поднятие

Протяженность наиболее крупной реки — Оленека — примерно 1300 *км*. На всем протяжении она имеет незначительный уклон, обычно не более 0,1—0,15 *м/км*. Течение реки спокойное, без порогов. Средняя скорость течения в малую воду 4—5 *км/час*.

Климат рассматриваемой территории суровый, резко континентальный. Наибольшие амплитуды колебания температур наблюдаются

в центральной и южной частях рассматриваемой территории (пос. Оленек, м/с Сухана), удаленных от морей.

Короткий безморозный период обусловливает малую глубину оттаивания грунтов. Под ненарушенным моховым покровом лед залегает на глубине 10—15 *см*. Песчано-галечниковые отложения, особенно на склонах южной экспозиции, оттаивают на глубину до 1,5—2 *м*. Ниже слоя сезонной мерзлоты залегают сцементированным льдом породы. Мощность этих пород, судя по данным бурения на смежных к северу площадях, достигает 300—350 *м*.

Осадки в течение года выпадают неравномерно. Зимой количество осадков незначительное, наибольшее в июле и августе.

Вскрытие рек происходит в различное время. Верховья рек, расположенные в относительно низких широтах, вскрываются обычно на 6—8 дней раньше, чем на севере. Ледоход начинается в последних числах мая, ледостав — в конце сентября — начале октября.

Большая часть рассматриваемой области лежит в зоне тайги, и лишь самый север ее относится к лесотундре. В распределении древесной растительности намечается вертикальная зональность. Начиная примерно с 200—250 *м* наблюдается редколесье, деревья приобретают угнетенный вид.

Подавляющая часть древесной растительности представлена даурской лиственницей. Самые крупные экземпляры ее иногда достигают высоты 20 *м* при диаметре ствола до 50 *см*. Как правило, деревья имеют высоту 10—12 *м* и 20—25 *см* в поперечнике. По долинам рек, особенно в южной части области, часто встречаются ель, ольха, очень редко — тополь.

Местные лесные ресурсы могут обеспечить строительство примитивных хозяйственных построек, а горные выработки — крепежным материалом шахты.

Несмотря на наличие сравнительно больших водных артерий, связь с соседними областями весьма затруднительна. Это объясняется, с одной стороны, краткостью навигационного периода в приустьевых частях Анабара и Оленека, открывающихся для входа судов только в августе — сентябре, с другой — ограничением плавания по рекам с низким меженным уровнем вод и краткостью периода отсутствия льда (3 месяца). В связи с незначительным количеством осадков и относительно высокой температурой лета уровень крупных рек довольно быстро падает после половодья и они становятся труднопроходимыми из-за большого числа перекатов. В отдельные годы они почти непроходимы даже для небольших плоскодонных судов. Таким образом, доставка грузов во внутренние районы по рекам возможна только в два этапа, в течение двух лет.

В настоящее время значительная часть перевозок осуществляется воздушным транспортом.

Сообщение между отдельными районами летом возможно по рекам Анабару и Оленеку на моторных лодках. В летние месяцы используется вьючный олений транспорт; зимой перевозки идут на нартах. Кроме того, возможны перевозки на самолетах. Естественными посадочными площадками летом служат речные косы, зимой можно организовать прием самолетов на лыжах на реки и озера.

Территория Анабаро-Ленского междуречья относится к числу наименее населенных. На площади примерно в 150 тыс. *км²* имеется всего лишь три поселка — Оленек, Джелинда и Кирбей — и две метеорологические станции, расположенные в среднем течении р. Оленека. Остальная территория лишь периодически посещается охотниками и

оленеводами в период перегона колхозных стад в тундру на летние пастбища и обратно.

Основное население — якуты и эвенки. Занимаются они оленеводством, охотой на пушных зверей и рыбной ловлей.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

Северо-Восток Сибирской платформы, в пределах которого находится Оленекский сланцевый бассейн, относится к числу малоизученных областей Крайнего Севера. Значительная удаленность от путей сообщения, суровый климат и исключительная малонаселенность задержали изучение этой обширной и весьма интересной в геологическом отношении территории.

Немногочисленные маршрутные исследования второй половины XIX и начала XX вв., проведенные по главным речным артериям рассматриваемой территории, носили в основном географический характер. И только лишь начиная с 40-х годов нашего столетия в результате маршрутных, а затем и площадных исследований были получены материалы, характеризующие особенности геологического строения местности.

Планомерное изучение северо-востока Сибирской платформы началось с 1947 г. в связи с постановкой площадных геологосъемочных работ масштаба 1 : 1 000 000 и специальных тематических исследований, производившихся главным образом Научно-исследовательским институтом геологии Арктики (НИИГА) и трестом «Арктикразведка» Главсевморпути. В этот период были получены первые материалы, характеризующие геологические особенности сланценосных толщ.

В самые последние годы в основном в процессе производства тематических и отчасти геологосъемочных работ собран систематический материал по ряду участков, позволяющий дать качественную оценку горючим сланцам. Часть этих материалов послужила основой при подсчете запасов горючих сланцев, выполненных в 1957 г. в НИИГА И. М. Мигаем и К. К. Демокидовым.

В основу дальнейшего изложения положены материалы, собранные сотрудниками НИИГА В. Я. Кабаньковым, Н. П. Лазаренко, Б. И. Рыбаковым, В. Е. Савицким, Р. Ф. Соболевской и И. А. Соловьевым.

СТРАТИГРАФИЯ

Обширная территория Оленекского сланцевого бассейна сложена главным образом породами верхнепротерозойского и кембрийского возраста. Другие отложения развиты локально, встречаются главным образом в периферических частях бассейна и существенной роли в его строении не играют.

Приводимая ниже схема стратиграфического расчленения в основном совпадает с унифицированной схемой, выработанной для Сибирской платформы. Исключение представляют отложения амгинского и верхнекембрийского возраста, стратификация которых разработана в НИИГА (Демокидов, Кабаньков и др., 1959) в последние годы и отличается большой детальностью.

В соответствии с вышеуказанной унифицированной схемой кембрийская система расчленена до яруса; подстилающие их породы выделены в самостоятельный верхнепротерозойский комплекс.

Верхнепротерозойские отложения, наблюдаемые в сводовых частях древних платформенных структур, повсеместно с резким угловым несогласием залегают на размытой поверхности либо архейских (Анабарское поднятие), либо протерозойских (Оленекское поднятие) образований. Важно отметить, что в пределах Оленекского поднятия они залегают на слабо метаморфизованных отложениях (филлитах, слабо метаморфизованных песчаниках), сопоставляемых, исходя из общегеологических данных, с верхнепротерозойским комплексом пород других областей. Таким образом, возраст рассматриваемых отложений послепротерозойский.

На основании петрографических особенностей верхнепротерозойский комплекс расчленяется на две серии. Нижняя из них имеет непостоянный состав. Так, в пределах Анабарского поднятия она сложена преимущественно кварцевыми песчаниками с интенсивно развитым регенерационным цементом (мукунская свита); в других районах она представлена переслаивающимися терригенными образованиями, хемогенными и органогенными (водорослевыми) карбонатными породами, объединяемыми в солоолийскую свиту (Оленекское поднятие).

Мощность нижней серии не остается постоянной даже в пределах одной структуры и изменяется от 40—50 до 320 *м*.

Верхняя серия характеризуется довольно выдержанным как по простиранию, так и по разрезу составом пород. Сложена она преимущественно доломитами хемогенной и органогенной (водорослевой) природы (билляхская свита Анабарского поднятия, маастахская, хаттыспытская и туркутская свиты Оленекского поднятия). Терригенные образования носят подчиненный характер и встречаются главным образом в нижней части серии.

Мощность отложений, относящихся ко второй серии, изменяется от 250 *м* на западе до 400 *м* на северо-востоке рассматриваемой территории.

Верхнепротерозойские отложения Уджинского поднятия изучены еще очень слабо. Имеющиеся материалы не позволяют ясно наметить стратификацию этих отложений. Судя по полученным в 1958 г. данным, здесь присутствует большинство пород, характерных для Оленекского поднятия.

Органические остатки в верхнепротерозойских отложениях встречаются сравнительно редко. Представлены они главным образом водорослями, не имеющими пока руководящего стратиграфического значения, и спорами. На основании анализа последних делаются попытки сопоставить верхнепротерозойские отложения рассматриваемой области с соответствующими отложениями смежных районов Сибирской платформы и других регионов.

Кембрийские отложения весьма широко распространены в пределах Анабаро-Ленского междуречья. Представлены они почти исключительно карбонатными породами с большей или меньшей примесью терригенного материала. По всему разрезу этих отложений встречаются разнообразные органические остатки, среди которых преобладают трилобиты, имеющие руководящее стратиграфическое значение. На основании органических остатков в отложениях кембрийской системы выделяются все три отдела, а последние подразделяются на ярусы и зоны.

В пределах рассматриваемой территории присутствуют оба яруса *нижнего кембрия* — алданский и ленский. Отложения алданского яруса, залегающие со стратиграфическим несогласием на синии, имеют невыдержанный по простиранию и вертикальному разрезу состав. По литологическим особенностям отложения этого возраста подразделяются на свиты, число которых для определенных районов зависит от положения их в структурно-фациальной зоне. Но почти на всей рассматри-

ваемой территории среди данных отложений можно выделить терригенную и хемогенную части.

Нижняя часть алданского яруса, сложенная песчаниками, алевролитами и глинами с редкими органическими остатками на большей площади бассейна, отличается непостоянной (10—140 *м*) мощностью, закономерно увеличивающейся с запада на восток. Лишь только на южной периклинали Анабарского поднятия этот четко выраженный горизонт терригенных пород отсутствует. Здесь отложения верхнего протерозоя и кембрия связаны постепенным переходом.

Вышележащая карбонатная часть разреза алданского яруса на всей рассматриваемой территории, исключая северо-восточный и северо-западный районы, сложена пестроцветными известняками, мощность которых изменяется незначительно и обычно не превышает 170—180 *м*. Пестроцветные известняки содержат органические остатки по всему разрезу. В нижней части алданского яруса встречаются немногочисленные брахиоподы, гастроподы, гиолиты. Примерно в верхней четверти, в 50—60 *м* от кровли, появляются первые трилобиты родов *Pagetiellus, Judomia, Triangulaspis*, а затем *Hebediscus, Bonnia* и др.

Несколько иной характер строения имеет алданский ярус в пределах Оленекского поднятия и, по-видимому, на северо-востоке Анабарского поднятия, где отчетливо намечается двучленное строение карбонатной его части, имеющей здесь мощность около 200 *м*. Нижняя ее половина сложена пестроцветными известняками, а верхняя — светло-серыми доломитизированными известняками. Это петрографическое различие по сравнению с рассмотренными выше районами сказалось и на стратиграфическом распределении фауны в отложениях, слагающих Оленекское поднятие.

Отложения ленского яруса, представленные в основном двумя резко отличными литологическими типами пород, имеют незначительную и непостоянную мощность, что является следствием различий структурно-фациальных условий, сказавшихся в значительной мере на литологических особенностях и составе, а также на стратиграфическом распределении фауны. В связи с этим выделяются два основных типа разрезов отложений на различных участках сланцевого бассейна.

Первый тип разреза сложен горючими сланцами, содержащими довольно многочисленные маломощные (5—10 *см*) прослои известково-глинисто-кремнистых и известково-глинистых пород, обогащенных органическим материалом. Мощность 7—10 *м*.

Второй тип разреза характерен для периферических частей бассейна. Здесь горючие сланцы замещаются сначала глинистыми известняками, а затем в самых краевых частях — и доломитизированными известняками. Мощность ленского яруса, сложенного известняками, изменяется в более широких пределах — от 5—6 до 35 *м*.

Вышеприведенные основные типы разрезов связаны между собой отложениями, заключающими переходные черты.

На участках, характеризующихся первым типом разреза, граница с подстилающими отложениями алданского яруса обычно совпадает с подошвой горючих сланцев. В других районах, где отложения обоих ярусов имеют сходный состав, граница устанавливается только по фауне и главным образом — по массовому появлению протоленид.

На данном этапе изучения в пределах ленского яруса пока еще не представляется возможным, несмотря на исключительное богатство органическими остатками (представленными главным образом трилобитами семейства Protolenidae), выделить самостоятельные фаунистические горизонты, хотя здесь присутствуют формы, характерные для различных горизонтов юго-востока Сибирской платформы.

Среднекембрийские отложения подразделяются на два яруса: амгинский и майский.

Отложения амгинского яруса более выдержаны по петрографическому составу по сравнению с нижележащими. На большей части территории бассейна они представлены переслаиванием горючих сланцев и известково-глинистых и известково-кремнистых пород, обогащенных органическим материалом (разрез первого типа). Лишь только в периферических частях бассейна, главным образом на северо-востоке и северо-западе его, значительная часть указанных пород, слагающих разрез амгинского яруса, замещается глинистыми известняками и чистыми разностями известняков (разрез второго типа).

Мощность амгинского яруса изменяется сравнительно мало: для разрезов первого типа характерно повышенное ее значение — 30—35 *м*, а для известняков второго типа разреза — пониженное, не более 20 *м*.

Отложения амгинского яруса отличаются поразительной стратиграфической устойчивостью отдельных слоев наряду с наличием своеобразных фациальных переходов и насыщенностью разнообразными органическими остатками.

Разрезы первого типа по литологическим особенностям могут быть подразделены на ряд пачек, прослеживающихся повсеместно. В других районах, где отложения этого возраста представлены известняками (второй тип разреза), обычно устанавливаются только два самых верхних литологических подразделения.

Важно отметить, что разрезы, промежуточные между двумя крайними типами, характеризуются наиболее сложным строением. Нижняя часть их сложена известняками, верхняя — переслаиванием горючих сланцев, кремнисто-глинистых, известково-глинистых пород.

В числе наиболее интересных литогенетических типов амгинского яруса следует отметить пачку плотных зеленовато-серых и серых с коричневатым оттенком известняков мощностью 1,4—1,7 *м*. Эта пачка, выделяемая под названием куонамского горизонта (рис. 96), как и две вышележащие, представляет наглядный пример постоянства режима бассейна в определенные промежутки времени амгинского века на колоссальной площади. Прослеживаются указанные пачки на расстоянии многих сотен километров.

Самая верхняя пачка амгинского яруса сложена зеленовато-серыми глинистыми известняками. Она развита на всей территории бассейна. Мощность ее изменяется от 5 *м* на крайнем северо-востоке до 13,5 *м* в центральных частях бассейна.

Фаунистические комплексы амгинского яруса структурно-фациальной области первого типа изучены сравнительно хорошо. На основании изучения фауны трилобитов выделяются три зоны (снизу вверх): 1) *Oryctocephalidae,* 2) *Triplagnostus gibbua* и *Pseudonomocarina aojiformis*, 3) *Eodiscus punctatus — Peronopsis bifurcatus.*

Первая зона соответствует по своему объему зоне *Oryctocephalus — Schistocephalus* унифицированной шкалы кембрия Сибири. Две другие зоны соответствуют верхней зоне амгинского яруса (зона *Paradoxides hicksi, Tomagnostus fissus*) унифицированной шкалы кембрия Сибири.

В структурно-фациальных областях второго типа расчленить амгинский ярус в связи со сравнительно слабой степенью изученности разрезов пока еще не представляется возможным. На основании полученных данных можно говорить о возможном выделении второй зоны (зона *Triplagnostus*), характеризующейся массовым развитием агностид одного и того же родового и видового состава и встречающихся совместно с ними парадоксидид.

Несколько особняком стоят отложения переходных участков между различными фациальными областями и, в частности, р. Анабар, вблизи устья р. Мал. Куонамки, где только нижняя часть разреза амгинского яруса замещена известняками. Здесь наблюдаются две верхние фаунистические зоны и присутствуют фаунистические аналоги верхней части зоны *Oryctocephalidae*. Отсутствие фауны, характерной для нижней части зоны *Oryctocephalidae*, объясняется различием в режиме бассейна в начале амгинского века в вышеуказанном районе по сравнению с другими частями этого же бассейна, что сказалось на составе фаунистических комплексов.

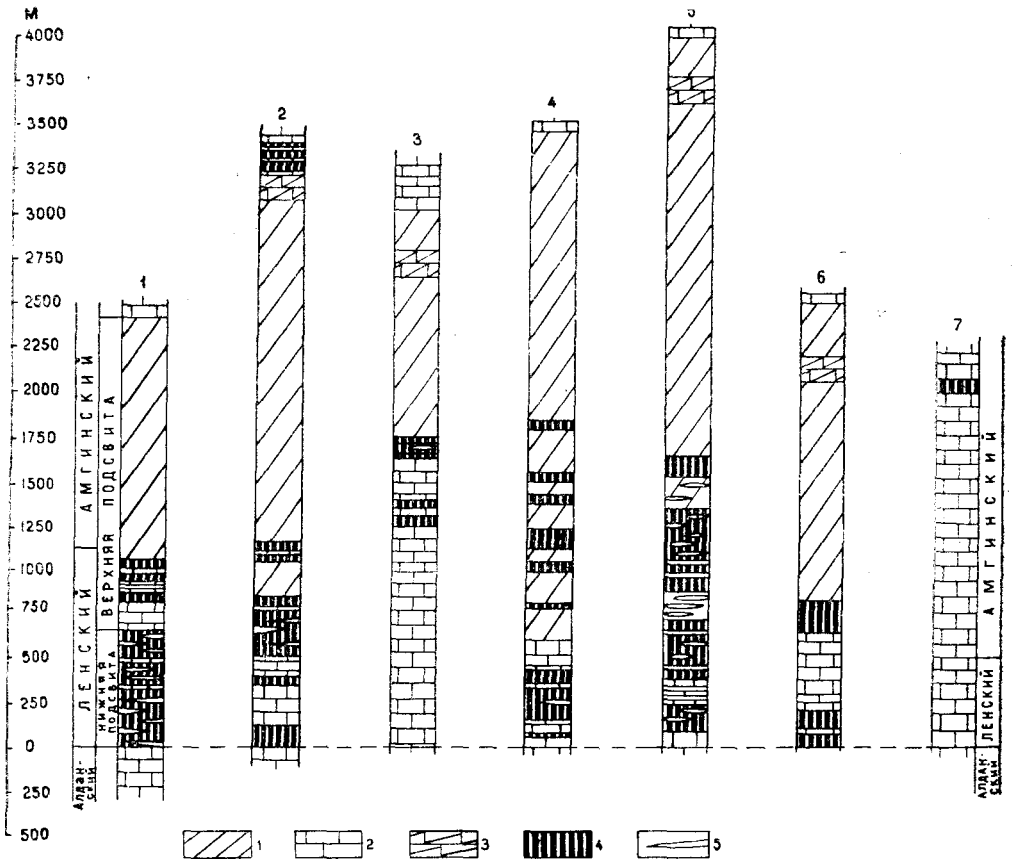


Рис. 96. Схема сопоставления разрезов куонамской свиты

1 — переслаивание маломощных прослоев кремнисто-глинистых, известково-глинистых пород, горючих сланцев; *2* — известняки; *3* — известняки куонамского горизонта; *4* — горючие сланцы; *5* — прослои кремнисто-глинистых и кремнистых пород

Отложения майского яруса характеризуются значительной изменчивостью состава как по площади, так и по разрезу. Особенно резкие изменения наблюдаются в верхней половине яруса в зеленоцветных породах, что выражается в последовательном замещении глинистых и алевритистых известняков и алевролитов, слагающих южную часть сланцевого бассейна, в направлении на северо-запад, север и северо-восток сначала чистыми разностями известняков, а затем и доломитами. Второй закономерностью является замещение карбонатными породами все более и более древних горизонтов в том же направлении

с северо-запада на северо-восток. В связи с этим выделяются два основных типа разрезов.

В разрезах первого типа по литологическим особенностям выделяются две толщи: нижняя — пестроокрашенная и верхняя — зеленоцветная. Граница между ними не имеет определенного стратиграфического положения.

Пестроцветная толща сложена глинистыми известняками, состав которых, в общем, остается постоянным. Мощность толщи изменяется от 140 *м* в среднем течении р. Оленека до 40 *м* (р. Бол. Куонамка) в верховьях р. Уджи вследствие частичного замещения пестроцветных известняков светлоокрашенными разностями.

Зеленоцветная толща, не выдержанная по составу, сложена терригенными и хемогенными породами, образующими закономерное переслаивание.

Мощность этой толщи изменяется в широких пределах. Наименьшее значение ее (35—40 *м*) в районах р. Оленека между устьями рек Биректы и Некекита, на западном же борту Суханского прогиба (в центральной части бассейна) она равна 200—250 *м*.

В периферических частях бассейна (северная и северо-восточная части) майские отложения имеют однообразный петрографический состав. Представлены они здесь светлоокрашенными (серыми и светло-серыми) известняками и доломитами.

Отложения майского яруса в разрезах первого типа содержат разнообразный комплекс фауны, на основании которого они подразделяются в соответствии с унифицированной схемой на подъярусы и зоны.

Нижний (чайский) подъярус сложен пестроокрашенными известняками с немногочисленными в нижней части и сравнительно многочисленными в верхней части остатками фауны: *Corynexochus perforatus* L e r m., *Dorypyge olenekensis* L a z. (msc.), *Dasometopus breviceps* (A n g.) и др. Граница с подстилающими отложениями амгинского яруса совпадает с подошвой пестроцветной пачки.

Верхний (анабарский) подъярус включает верхнюю часть пестроцветной пачки и всю зеленоцветную или слагается только зеленоцветными породами. Граница его с подстилающими отложениями нижнего подъяруса проводится по подошве слоев, содержащих многочисленные *Centropleura oriens* L e r m. и разнообразные представители семейства Anomocaridae.

На основании фаунистических остатков отложения нижнего подъяруса подразделяются на две зоны. Более древняя из них характеризуется массовым развитием трилобитов родов *Anomocarioides, Anomocarina, Phalacroma* и др. Верхняя зона, венчающая разрез среднего кембрия, отличается массовым развитием агностид, среди которых ведущее значение принадлежит роду *Lejopyge*.

Разрезы второго типа изучены слабо, что объясняется бедностью их органическими остатками, а также исключительным однообразием состава пород.

Полученные к настоящему времени данные свидетельствуют о присутствии среди рассматриваемых отложений аналогов двух вышеуказанных фаунистических зон верхнего подъяруса.

Верхнекембрийская эпоха характеризуется дальнейшей дифференциацией колебательных движений, приведших к частичной изоляции отдельных участков бассейна с образованием специфических режимов, ограниченных определенными структурными зонами. В связи с этим выделяются три основных типа разрезов.

Первый тип разреза характерен для отложений, выполняющих Суханский и Кютюнгдинский прогибы, что соответствует примерно центральной и северо-восточной частям Оленекского сланцевого бассейна. Литологически эти отложения близки к отложениям среднего отдела, с которыми они связаны постепенным переходом.

Граница между отделами литологически не выражена и проводится на основании фаунистических данных, в частности по массовому появлению *Agnostus pisiformis, Homagnostus fecundus* Pokr. и исчезновению массовых представителей рода *Lejopuge.*

Многочисленный и разнообразный комплекс фауны рассматриваемых отложений позволяет расчленить их на два горизонта, соответствующих по возрасту нижней половине (возможно, и двум нижним третям) верхнего кембрия Северной Америки.

Нижний из них, соответствующий по объему дресбачскому ярусу, отличается массовым развитием агностид родов *Baltagnostus, Homagnostus fecundus* Pokr. (in coll.), *Agnostus, Hypagnostus, Clavagnostus, Pseudagnostus*, а также неагностидовых трилобитов *Coosia, Drepanura, Brackwelderia, Acrocephalites, Buttsia* и рядом новых родов.

Мощность этого горизонта изменяется в значительных пределах — от 100—180 *м* на восточном крыле Суханского прогиба до 400 *м* на западном.

Верхний горизонт сопоставляется с франконским ярусом. Для отложений этого горизонта, особенно нижней его части, характерны массовые *Hoglyptagnostus reticulatus* (Ang.), несколько видов рода *Pseudagnostus*, часто встречаются по всему разрезу формы родов *Olenaspella, Parabolina, Peltura,* сравнительно редко *Irvingella.*

Мощность (видимая) верхнего горизонта на западном крыле Суханского прогиба 280 *м*, на восточном крыле и Кютюнгдинском прогибе 120—140 *м*.

Верхнекембрийские отложения, слагающие самую южную часть бассейна, представлены доломитами и известняками, в большей части пестроокрашенными, содержащими значительную примесь терригенного материала и большое количество прослоев конгломератов.

Следует только отметить, что объем верхнего отдела южной части бассейна, по-видимому, более полный по сравнению с другими районами, так как здесь наблюдается последовательный переход в фаунистически охарактеризованные отложения нижнего ордовика.

Разрез третьего типа наблюдается на самом северо-востоке бассейна (Оленекское поднятие). Здесь отложения верхнего отдела кембрия сложены светлоокрашенными известняками и доломитами, содержащими ничтожную примесь терригенного материала. Мощность их 200—250 *м*.

Образования послекембрийского возраста существенной роли в геологическом строении рассматриваемой территории не играют. Площадное развитие их ограниченное, мощности незначительные. Так, в бассейне р. Кютюнгды, правого притока р. Оленека, и на правобережье р. Оленека, напротив устья вышеназванного притока развиты нижнекаменноугольные (верхнетурнейские) отложения, сложенные конгломератами, алевролитами, глинами с гипсами и известняками с фауной брахиопод, пелеципод. Мощность 120 *м*.

С севера и северо-востока сланцевый бассейн окаймляется полосой пермских отложений, сложенных преимущественно песчаниками. В верхней части разреза существенное значение имеют алевролиты и глины. Далее к северу и востоку развиты мезозойские отложения, представленные нижнетриасовыми, юрскими и меловыми отложениями.

На севере центральной части бассейна в виде небольших изолированных выходов наблюдаются меловые отложения, выраженные песками. Мощность их не более 5—7 *м*.

Четвертичные отложения развиты чрезвычайно широко. Они тонким почти сплошным плащом покрывают все дочетвертичные образования. Мощность рассматриваемых отложений подвержена значительным колебаниям. Наименьшее значение мощности наблюдается на водоразделах, где она обычно равна 2—3 *м*, наибольшее — в древних долинах (палео-Лена и др.) — 45—50 *м*.

ИЗВЕРЖЕННЫЕ ПОРОДЫ

Большая часть изверженных пород локализуется в пределах полосы северо-западного направления, протягивающейся вдоль северной границы рассматриваемого бассейна. Большей частью изверженные породы относятся к интрузивным разностям базальтов и долеритов. Достоверно установленные эффузивные разности встречаются очень редко.

Интрузивные разности пород слагают пластовые залежи, дайки и очень редко штокообразные тела. Большинство даек северо-западного простирания.

По всей территории сланцевого бассейна наблюдаются многочисленные кимберлитовые тела, имеющие в плане различные очертания и размеры, достигающие 150—200 *м* в поперечнике. Дайки кимберлитов, а также длинные оси линзообразных кимберлитовых тел северо-восточного и северо-западного простирания.

ТЕКТОНИКА

Территория Оленекского сланцевого бассейна в крупном структурном плане отвечает восточному крылу Анабарской антеклизы. В пределах этого крыла выделяется ряд структур более мелкого порядка: Анабарское, Уджинское, Даалдынское, Мунское поднятия, Суханский и Кютюнгдинский прогибы. Все перечисленные структуры являются чисто платформенными образованиями и характеризуются чертами, свойственными для подобного типа структур.

Анабарское сводовое поднятие, входящее в рассматриваемую область восточной и юго-восточной частями периклинали, отчетливо рисуется по смене древних пород более молодыми. Углы погружения слоев в различных частях структуры различные. Наивысшие значения их отмечены в непосредственной близости от свода поднятия, где они достигают 3—4° и более, в восточном и южном направлениях они выполаживаются до 10—20°. Значительное увеличение углов падения пород в присводовой части, а также на некоторых других участках связано с интенсивным проявлением дизъюнктивных движений и, возможно, объясняется более крупным первичным наклоном слоев, облекающих фундамент.

Центральная часть сланцевого бассейна соответствует Суханскому прогибу. Судя по характеру подошвы выполняющих его верхнекембрийских отложений, прогиб имеет сложные строение и очертания. Он резко асимметричен: западное крыло более пологое по сравнению с восточным. Прогиб осложняет система впадин северо-восточного простирания, разделенных валообразными поднятиями.

Углы падения крыльев самого Суханского прогиба, а также упомянутых впадин измеряются обычно десятками минут.

Мунское поднятие представляет собой большую куполовидную структуру с пологопадающими крыльями, углы наклона которых измеряются минутами. В своде поднятия выходят отложения амгинского яруса, представленные горючими сланцами, известково-кремнистыми и другими породами.

Северо-восточный выступ платформы соответствует трем структурным единицам — Даалдынскому и Оленекскому поднятию и Кютюнгдинскому прогибу.

Даалдынское поднятие — крупная структура, длинная ось которой ориентирована в северо-западном направлении, осложненная многочисленными мелкими складками брахиантиклинального типа.

Параллельно Даалдынскому поднятию располагается Кютюнгдинский прогиб, выполненный верхнекембрийскими и каменноугольными породами. Изучен он очень слабо. Имеющиеся данные позволяют говорить об асимметричности его строения и заметной роли дизъюнктивных нарушений.

Следующая положительная структура, соответствующая самому краю северо-восточного выступа платформы, представляет собой сводовое поднятие. Эта структура, известная в литературе под названием Оленекского поднятия, изучена по сравнению со всеми вышеперечисленными структурами довольно хорошо.

В пределах Оленекского поднятия выделяются две генерации структур. Древняя (допермская) структура в пределах рассматриваемой территории представлена только западной ее половиной. Восточная часть этой структуры перекрыта пермскими отложениями. В своде древней Оленекской структуры наблюдаются дислоцированные протерозойские породы, прорванные гранитоидами.

Структура более поздней генерации, судя по подошве пермских отложений, характеризуется северо-восточным простиранием, свод ее смещен по сравнению с древним на северо-запад и располагается в бассейне верхнего течения р. Хорбугуонки.

Оленекское поднятие ранней генерации четко рисуется по смене древних пород более молодыми. Углы падения крыльев довольно значительные, нередко достигают 3—5°, а вблизи свода и более. Структура поздней генерации, судя по подошве пермских и более молодых отложений, отличается незначительными углами наклона.

Последняя крупная структура, называемая Уджинской, располагается на севере центральной части бассейна. Данных о ее строении еще очень мало. Известно только, что она имеет простирание, близкое к меридиональному, в своде ее выходят синийские значительно дислоцированные отложения.

Кроме перечисленных выше крупных структур, наблюдается серия мелких складок платформенного типа. Пространственное распределение их стоит в тесной связи с особенностями строения крупных структур. Так, в центральной части бассейна складки наблюдаются сравнительно редко и отличаются небольшими размерами (размах крыльев до 12—15 *м*) и очень малой (3—5 *м*) амплитудой подъема слоев. В периферической части сланцевого бассейна, по окраине платформы, мелкие структуры, осложняющие вышеуказанные поднятия, встречаются чаще, размеры их обычно больше.

Весьма широко распространены дизъюнктивные нарушения, характер проявления которых носит определенную закономерность. Во-первых, что очень важно отметить, наиболее интенсивное проявление дизъюнктивов наблюдается в периферических частях рассматриваемой области. Амплитуды перемещений по разломам в этих районах значительные, нередко достигают сотен метров. Особенно характерны в этом

отношении юго-восточный выступ Анабарского массива (Рожков, 1936) и краевые части платформы (Уджинское, Оленекское и Даалдынское поднятия, Кютюнгдинский прогиб).

В пределах центральной части поля сланцевого бассейна дизъюнктивные нарушения также имеют широкое распространение. Однако перемещений блоков вдоль нарушений, как правило, не наблюдается. В тех случаях, когда они встречаются, амплитуда их небольшая, не превышающая нескольких метров.

В пределах всей Лено-Анабарской области отмечается два основных направления разломов: северо-западное и северо-восточное. Преобладает система нарушений северо-западного направления, что связано, по-видимому, с ориентировкой древних структур фундамента.

История формирования всех перечисленных структур длительная и сложная. Время заложения большинства из них точно не установлено. Вполне возможно, что начало заложения части из них относится к докембрийскому времени (Анабарское и Оленекское поднятия). Совершенно достоверно устанавливается, например, что в раннекембрийское время Оленекское поднятие существовало как положительная структура. Об этом свидетельствует характер распределения фаций и мощностей от свода к периферии структуры. К этому же периоду и к этому же участку приурочено проявление вулканической деятельности, выразившейся в образовании туфобрекчий. Участок, соответствующий Анабарскому поднятию, также в раннекембрийское время испытывал подъем, что определяло в известной степени режим осадконакопления в окружающих районах.

В дальнейшем на протяжении нижнекембрийской эпохи и особенно в амгинский век на всей рассматриваемой территории режим становился все более и более стабильным. Ни одна из перечисленных структур в своем развитии не оказала влияния на ход осадконакопления в этот период. Конец амгинского века был поворотным моментом, когда снова началась заметная дифференциация колебательных движений, приведшая к образованию Суханского прогиба и, вероятно, Даалдынского поднятия. Характерная особенность этого типа развития — ярко выраженный пульсирующий ход колебательных движений, нашедший свое отражение в ритмичности строения средне- и верхнекембрийских отложений.

В конце франского века в пределах большей части рассматриваемой территории снова устанавливаются стабильные условия.

Дальнейший ход геологической истории сланцевого бассейна из-за почти полного отсутствия фактических данных не совсем ясен. Одно лишь несомненно — в этот длительный промежуток времени каких-либо существенных изменений, отрицательно сказавшихся на перспективах сланценосности бассейна, не произошло. Наиболее бурная эпоха проявления разрывных движений в конце палеозоя — начале мезозоя сказалась лишь на периферических частях бассейна.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СЛАНЦЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Сланценосная толща нижне- и среднекембрийского возраста, как уже отмечалось ранее, характеризуется чрезвычайно широким площадным распространением в пределах северо-востока Сибирской платформы. Эта толща, имеющая специфические литологические особенности, выделяется в свиту, называемую куонамской. По характеру распределения и количественному соотношению горючих сланцев и крем-

нисто-глинистых, известково-кремнистых и известково-глинистых пород эта свита подразделяется на нижнюю и верхнюю подсвиты (см. рис. 96).

Нижняя подсвита, содержащая многочисленные и нередко мощные пласты горючих сланцев, составляющие в сумме иногда около одной трети разреза, в большинстве изученных районов принадлежит ленскому и низам амгинского ярусов. В районе пос. Оленек эта подсвита имеет ленский возраст, в бассейне р. Куонамки — амгинский, причем располагается не в самых низах разреза.

Верхняя подсвита сложена переслаивающимися маломощными (2—20 *см*) слоями и пачками кремнисто-глинистых, известково-глинистых пород и горючих сланцев. Во всех исследованных разрезах, кроме одного (район пос. Оленек), верхняя подсвита составляет большую часть амгинского яруса.

Приводимые ниже данные о характере строения сланценосной свиты получены в результате описания естественных обнажений по берегам рек. Несмотря на малое число изученных разрезов, распределенных к тому же неравномерно по площади, исключительная выдержанность состава куонамской свиты (см. рис. 96) дает основание считать, что в пределах всего бассейна строение сланценосной толщи не испытывает существенных изменений.

Породы куонамской сланценосной свиты состоят из ряда компонентов, среди которых выделяются кальцит, глинистый и кремнистый материал и органическое вещество. Кроме того, почти постоянно в большем или меньшем количестве присутствуют гидроокислы железа, сульфиды железа и терригенный материал. К горючим сланцам относятся породы, содержащие около 20—25% и более органического вещества и обладающие сланцеватой отдельностью.

Макроскопически горючие сланцы представляют собой темно-коричневую, серовато-коричневую, иногда черную очень тонкослоистую породу, легко расщепляющуюся на тончайшие пластинки. На поверхностях наслоений их нередко наблюдаются корочки вторичного гипса.

В сухом виде листоватые разности сланцев загораются от спички и горят сильно коптящим пламенем с резким запахом жженой резины.

Как показывает изучение горючих сланцев под микроскопом, они состоят в главной своей массе из алеврито-глинистого материала, постоянно содержат органическое вещество и незначительную примесь кремнезема, кальцита, гидроокислов железа. В некоторых случаях количество кальцита повышается до 20%.

Диагностика и определение количественного содержания каждого из упомянутых компонентов весьма затруднительны из-за сложного их распределения в породе. Можно лишь только сказать, что обломочная часть состоит в основном из угловатых зерен кварца и редко подчиненного количества листочков слюд. Кремнистый материал в большинстве своем очень слабо раскристаллизован. Однако на отдельных участках он раскристаллизован до кварца и тогда трудно отличим от терригенных зерен.

Глинистая фракция (<0,001 *мм*), как показывают специальные исследования, состоит из слабо двупреломляющих удлиненных чешуек гидрослюд.

Органический материал, представляющий собой коричневато-желтую, красновато-коричневую массу, образует отдельные скопления в виде неправильных линзочек или в виде участков клиновидной формы. Эти образования в большинстве своем располагаются ориентированно в виде линейно вытянутых полос, подчеркивая слоистость.

Известково-глинистые, кремнисто-глинистые породы содержат все вышеперечисленные составные части, нередко располагающиеся в виде ориентированных полос, что и определяет их обычное слоистое строение.

Кремнистые породы в преобладающей части состоят из слабо раскристаллизованной (скрытокристаллической) кремнисто-глинистой массы, заключающей волокнистые и со сферолитовой структурой разности халцедона, и постоянно содержат примесь органического материала, придающего ей темный цвет.

Вследствие того, что детально изученные разрезы сланценосной толщи располагаются друг от друга на значительном удалении, в настоящее время не представляется возможным увязать между собой отдельные пласты горючих сланцев. Поэтому ниже приводится описание каждого из изученных разрезов.

В пределах Оленекского сланцевого бассейна детально изучено несколько разрезов.

Первый располагается в районе пос. Оленек. Здесь в береговых обрывах р. Оленека наблюдаются выходы сланценосной толщи в полном ее объеме. Как показали исследования В. Я. Кабанькова и Р. Ф. Соболевской, проведенные в 1955 г., заслуживающие внимания отложения нижней подсвиты мощностью 8,5 *м* целиком принадлежат ленскому ярусу. Эта подсвита состоит из нескольких пластов горючих сланцев мощностью от 0,1 до 2 *м*, разделенных прослоями известняков и известково-глинистых пород. Наибольший интерес представляет самый нижний пласт горючих сланцев мощностью около 2 *м*. Строение этого пласта сложное: он содержит несколько маломощных (3—5 *см*) прослоев кремней, главным образом в нижней части, и стяжения темно-серых известняков в верхней части.

Два анализа штуфных проб, взятых из нижней половины пласта (табл. 195, обр. 1 и 7-а), свидетельствуют о довольно высокой теплотворной способности горючих сланцев. Качество сланцев верхней половины пласта из-за отсутствия анализов неизвестно. Судя по тому, что вверх по разрезу пластов обычно увеличивается содержание золы, следует ожидать ухудшения качества.

Таблица 195

Качественная характеристика горючих сланцев

№ пробы	W^a, %	A^c, %	CO_2^c, %	$S^c_{общ.}$, %	$Q^c_б$, *ккал/кг*	Удельный вес
7-а	2,7	70,5	0,8	0,8	1880	2,1
1	4,1	69,0	0,8	0,9	1665	—
$7а_1$	2,2	77,4	3,8	0,9	1253	—
3	1,2	67,4	13,0	1,7	1615	—
28а	2,7	65,3	0,3	1,4	2386	—
28-о	1,8	65,3	3,7	1,7	2473	—
29-н	1,4	64,5	13,0	1,7	1915	—
29-о	1,2	61,2	18,3	1,6	1745	—
59	1,3	65,5	16,4	1,6	1397	—
81-I	1,8	69,8	7,3	1,6	1608	—
81-III	1,4	62,3	23,7	1,7	1001	—
82-I	2,5	74,1	5,0	2,4	1622	2,2
83-I	2,3	79,5	0,5	0,9	1201	—

Верхняя и большая часть нижней подсвиты сравнительно высоко насыщены прослоями кремней и известняков; горючие сланцы характеризуются повышенным содержанием золы (см. табл. 195, обр. 3 и $7а_1$).

Породы верхней подсвиты, относящиеся по возрасту к амгинскому ярусу, содержат многочисленные маломощные (2—10 *см*) прослои горючих сланцев. Их качество вследствие значительного содержания золы и карбоната (кальцита) сильно изменяется.

Второй детальный разрез сланценосной толщи составлен В. Е. Савицким в 1956 г. по р. Мал. Куонамке. В этом районе сланценосные отложения нижней подсвиты принадлежат двум ярусам — ленскому и самым низам амгинского.

Нижняя подсвита, относящаяся к ленскому ярусу, характеризующаяся здесь мощностью 5 *м*, содержит два пласта горючих сланцев. Нижний из них имеет 1,2 *м* и верхний 0,3 *м* мощности. Строение пластов простое, состоят они почти исключительно из листоватых горючих сланцев, имеющих наивысшую по сравнению с другими районами теплотворную способность (см. табл. 195, обр. 28°).

Элементарный состав сланцев (в % на органическое вещество) и качественная характеристика их приведены в табл. 196.

Таблица 196

№ образца	C	H	N	O	S	Смола	Полукокс	Вода	Газ+потери	$V^{c'}$
85	78,87	8,55	1,79	3,9	6,9	6,3	83,6	4,75	5,3	76,77
1	73,02	8,12	18,86			6,9	87,7	1,1	4,3	68,71
2	73,92	8,53	17,55			7,4	85,8	0,9	5,9	67,45
33	70,47	10,09	7,64	11,8	—	1,8	96,9	0,5	0,8	—
29	74,94	8,49	1,57	15,00	—	2,2	96,3	0,4	0,1	—

Амгинская часть нижней подсвиты мощностью 6 *м* содержит многочисленные пласты горючих сланцев. Мощность их изменяется в широких пределах, при наивысшей до 0,5 *м*. В этой части разреза заслуживают интереса три пласта по 0,5 *м*, два из которых располагаются в нижней части и один — в верхней части подсвиты. Анализ штуфных проб из двух нижних пластов показывает сравнительно высокую калорийность горючих сланцев при значительном содержании карбонатов (см. табл. 195, обр. 29^{н} и 29^{о}).

Верхняя подсвита куонамской свиты сложена главным образом маломощными (2—10 *см*) пластами горючих сланцев, заключенных среди известково-глинистых, известково-кремнистых и кремнистых пород, обогащенных органическим материалом. Лишь только в самой верхней части разреза верхней подсвиты наблюдаются пласты горючих сланцев (15—20 *см*), обладающие удовлетворительной теплотворной способностью (см. табл. 195, обр. 59).

По-видимому, из этой части разреза (самых верхов верхней подсвиты) взяты образцы сланцев (см. табл. 195 и 196), по результатам анализа которых они впервые были отнесены к категории горючих (4). Вероятно, из этой же части разреза взяты образцы Г. Э. Фришенфельдом (см. табл. 196, 197, обр. 1, 2).

По р. Бол. Куонамке (Кабаньков, 1956) нижняя подсвита слагает лишь только незначительную часть амгинского яруса. При этом мощность ее в два раза меньше по сравнению с рассмотренными разрезами и не превосходит 5 *м* (см. рис. 2). Здесь наблюдаются три пласта горючих сланцев, из которых два нижних мощностью 0,4 и 0,3 *м* имеют простое строение, а третий мощностью 1,5 *м* содержит несколько маломощных (2—5 *см*) кремнистых прослоев.

Таблица 197

Качественная характеристика горючих сланцев (в %)

№ образца	W^{a}	$A^{c}+CO_2^{c}$	$S^{c}_{общ.}$
1	1,09	76,25	1,65
2	1,12	75,97	1,70

Данные анализа для первого снизу пласта приведены в табл. 195 (обр. 81-I). Качество третьего, верхнего, пласта невысокое, теплотворная способность горючих сланцев из этого пласта низкая (обр. 81-III). Следует отметить, что горючие сланцы данного района вообще характеризуются повышенным содержанием золы и карбоната и имеют худшее качество по сравнению с другими районами.

В бассейне р. Уджи (данные Б. И. Рыбакова, И. А. Соловьева и И. И. Грушевского) нижняя подсвита характеризуется мощностью около 15 *м* (см. рис. 96) и состоит из нескольких пачек сложного строения. Первая снизу, соответствующая по объему ленскому ярусу, заключает несколько пластов горючих сланцев, разделенных прослоями зеленовато-серых известняков мощностью 0,1—0,2 *м*. Пласты горючих сланцев различной мощности, изменяющейся в пределах 0,15—1,9 *м*. Самые мощные пласты (0,8 и 1,9 *м*) располагаются в средней части пачки. К сожалению, они не опробовались и потому качественная характеристика горючих сланцев осталась неизвестной. Судя по широкому развитию тонколистоватых разностей, обычно характеризующихся сравнительно высокой калорийностью, можно предполагать, что качество их будет не ниже, чем в районе пос. Оленек или на р. Мал. Куонамке.

Вторая пачка нижней подсвиты мощностью около 5,5 *м* содержит пять пластов горючих сланцев.

Первые два снизу пласта мощностью 0,3 и 1 *м*, разделенные зеленовато-серым известняком (0,8 *м*), характеризуются высокой зольностью и низкой калорийностью (см. табл. 198, обр. 401Б, 401Г).

Таблица 198

Качественная характеристика горючих сланцев (в %)

№ пробы	W^{a}	A^{c}	CO_2^{c}	$S^{c}_{общ.}$	$Q^{c}_{б}$	Смола	Вода	Полукокс	Газ+потери	Смола на горячую массу	V^{r}
401Б	1,4	76,3	9,6	0,73	1052	5,0	0,7	92,3	2,0	35,3	59,4
401Г	1,5	77,4	8,0	0,97	1142	5,0	0,5	91,8	2,7	34,1	79,6
401Е	1,5	71,6	6,2	0,39	1883	7,2	1,6	87,6	3,6	32,1	75,7
401Е	1,7	71,7	5,3	2,18	1878	7,4	1,7	86,4	4,5	32,2	73,8
401И	1,7	72,3	6,8	1,29	1666	7,1	1,2	88,1	3,6	33,8	76,9
401И	1,3	70,6	9,0	—	1665	6,7	1,5	87,9	3,9	32,7	76,4

Два верхних пласта мощностью 0,5 *м* каждый разделены зеленовато-серыми известняками мощностью 0,6 *м*. Анализ штуфной пробы из нижнего пласта показывает высокую теплотворную способность горючих сланцев, несмотря на сравнительно низкое содержание органического вещества (см. табл. 195, обр. 401Е). Валовые пробы из этих пластов также обладают сравнительно высокой (около 1900 *ккал/кг*) теплотворной способностью.

Верхняя подсвита, как и в вышерассмотренных районах, характеризуется низким содержанием и незначительной мощностью пластов горючих сланцев. Однако качество некоторых из этих пластов удовлетворительное. Так, например, пробы, взятые из нижней части разреза верхней подсвиты, где отдельные пласты горючих сланцев нередко достигают 0,1—0,2 *м*, имеют теплотворную способность 1666 и 1665 *ккал/кг* (см. табл. 195, обр. 401а и $401п_1$).

Пятый детальный разрез интересующей нас толщи изучен на р. Оленеке в среднем ее течении, в 45 *км* выше устья р. Некекита. В этом районе, по данным В. Я. Кабанькова и Р. Ф. Соболевской, нижняя подсвита представляет собой единую пачку мощностью около 16 *м*, нижняя часть которой принадлежит ленскому и верхняя амгинскому ярусам (см. рис. 2).

По всему разрезу этой подсвиты наблюдаются многочисленные маломощные прослои кремнистых, кремнисто-глинистых пород (2—10 *см*) и известняков (5—20 *см*), а также сравнительно мощные (до 0,5—1 *м*) прослои известково-глинистых пород.

Горючие сланцы рассматриваемого участка характеризуются низким качеством. Как показывают технические анализы трех штуфных проб, взятых из нижней и средней частей разреза сланценосной пачки, горючие сланцы характеризуются высокой зольностью и низкой теплотворной способностью, не превышающей 800 *кал*. Некоторый интерес представляет пласт мощностью 1,5 *м*, располагающийся в нижней части разреза подсвиты и содержащий незначительное количество кремнистых прослоев. Теплотворная способность горючих сланцев из этого пласта достигает 1200 *ккал/кг* (обр. 83-I).

Большая часть отложений верхней подсвиты (около 24 *м*) сложена переслаивающимися маломощными слоями горючих сланцев (5—10 *см*), кремнистых пород (1—5 *см*), известково-кремнистых и известково-глинистых пород (2—20 *см*). Некоторые слои горючих сланцев главным образом в основании разреза характеризуются сравнительно высокой (до 1600 *ккал/кг*) теплотворной способностью. Большая же часть их имеет низкую калорийность (см. табл. 195, обр. 82-II, 82-III).

В низовьях р. Оленека (нижняя часть периклинали Оленекского поднятия), по данным Н. П. Лазаренко, проводившей здесь исследования в 1958 г., мощность куонамской свиты уменьшается до 25 *м*. При этом мощность нижней подсвиты, представляющей практический интерес, уменьшается до 7,5 *м*.

Характер строения рассматриваемой подсвиты (см. рис. 96), несмотря на изменение мощности, остается прежним. В основании ее выделяется 2-метровый пласт горючих сланцев. В верхней части подсвиты также наблюдается пласт горючих сланцев. Мощность его 1,7 *м*.

Верхняя подсвита имеет строение, аналогичное вышерассмотренным подсвитам в других районах сланцевого бассейна.

Специальных анализов горючих сланцев из указанного разреза не производилось. Однако некоторые косвенные данные, в частности наличие тонкоплитчатых и листоватых разностей, особенно последних, обычно содержащих повышенное количество органического вещества, позволяют считать их не менее качественными, чем в смежных к западу и юго-западу районах.

Несколько ниже по течению р. Оленека от вышерассмотренного участка, в пределах западной части периклинали Оленекского поднятия, сланценосная толща почти нацело замещается известняками. Сохраняются лишь только два пласта горючих сланцев общей мощностью около 2,5 *м*, располагающихся в верхней части амгинского яруса. Один анализ из штуфной пробы этих горючих сланцев показал содержание органического вещества в количестве 15,64% (Гусев, 1950), что несколько ниже обычного содержания для образцов с высокой теплотворной способностью.

Для юго-восточной части территории бассейна детальные описания разрезов сланценосной толщи отсутствуют. Судя по материалам В. А. Первунинского, проводившего исследования в 1950 г. в бассейне нижнего течения р. Муны, в сводовой части Мунского поднятия выходит только верхняя подсвита куонамской свиты. При этом она даже в деталях повторяет строение одновозрастных отложений ранее рассмотренных районов и содержит аналогичный комплекс фауны. Подобная близость в строении верхней части куонамской свиты, а также значительная выдержанность по простиранию нижней подсвиты дают основание полагать, что и в юго-восточной части бассейна характер сланценосности остается прежним.

Полученные за последние годы новые данные о строении сланценосной толщи и качестве горючих сланцев дают возможность внести некоторые коррективы в произведенный ранее подсчет запасов. И. М. Мигай, К. К. Демокидов, выполнившие в 1956 г. подсчет запасов горючих сланцев (Запасы углей и горючих сланцев СССР, 1958), принимали суммарную мощность пласта, равную 1,5 *м*. При этом вводился коэффициент, равный 0,3, исходя из того, что в числе 17 анализов, имеющихся к тому времени, только 7 представляли собой горючие сланцы. При этих условиях подсчета общие запасы по группе возможных достигают 111 млрд. *т*, при этом до глубины 300 *м* 30,4 млрд. *т* и на глубинах 300—600 *м* 81,3 млрд. *т*.

Из числа 17 вновь выполненных анализов 11 вполне отвечают условиям подсчета. Следовательно, необходимо выводить поправочный коэффициент, равный 0,6, что повышает общие запасы только при этих условиях не менее чем в два раза.

Необходимо внести коррективы и в определение средней мощности принятого к подсчету слоя горючих сланцев, увеличив его не менее чем на $^1/_3$. Таким образом, возможные запасы горючих сланцев могут быть увеличены до 300 млрд. *т*. Горючие сланцы в пределах всего бассейна располагаются на глубинах не свыше 600 *м*. Однако полученные за последние годы новые данные позволяют внести некоторые исправления в распределение сланцев по зонам глубин. Так, например, в центральной (мульда Суханского прогиба) и южной частях бассейна глубина залегания их достигает 1200—1400 *м*. Эта площадь занимает не менее 500 тыс. $км^2$. Площадь подсчета для глубин от 300 до 600 *м* составляет около 40 тыс. $км^2$ на глубину до 300 *м* — 30—32 тыс. $км^2$. Она примыкает непосредственно к выходам на поверхность сланценосной толщи и непрерывной полосой протягивается по западной, северной и восточной периферии рассматриваемого бассейна. Наибольшая ширина этой полосы на севере и востоке бассейна, наименьшая — на западе, где породы довольно круто погружаются на восток.

В заключение характеристики горючих сланцев нижне-среднекембрийского возраста необходимо отметить еще одну чрезвычайно важную их особенность. Как показывают спектральные и химические анализы, горючие сланцы содержат повышенные концентрации некоторых редких элементов, что само по себе ставит их в разряд заслуживающих самого пристального внимания. При этом устанавливается, что наивысшее содержание редких элементов приурочено к породам, наиболее обогащенным органическим материалом. Таким образом, можно полагать, что эти элементы связаны с органической частью породы и, следовательно, их распространение будет повсеместным в пределах рассматриваемого сланценосного бассейна.

Кроме горючих сланцев нижне-среднекембрийского возраста, в отложениях верхнего кембрия наблюдаются маломощные (до 10—15 *см*) пласты известково-глинистых пород, в различной степени обогащенных органическим материалом. Некоторые из них содержат до 30% органического вещества и обладают высокой теплотворной способностью. Так, образец 3848-б содержит: W^a 1,4%; A^a 68,7%; $S^a_{общ}$ 1,1%; CO_2^c 4,4%; $Q_б^a$ 2239 *ккал/кг*.

Практического интереса горючие сланцы верхнекембрийского возраста не представляют из-за небольшой мощности пластов, а также незначительности общих запасов.

УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ СЛАНЦЕНОСНОЙ ТОЛЩИ

Вопросы о месте сланценосных отложений среди других фаций, а также о связи условий накопления горючих сланцев с геотектоническим режимом рассматривались в работах Н. М. Страхова (1934), С. С. Баукова и др. (1956) на примере сланцевых бассейнов различного возраста. Некоторые особенности образования нижне-среднекембрийских сланценосных отложений северо-востока Сибирской платформы рассматривались в работе К. К. Демокидова, В. Я. Кабанькова и др. (1959). По мнению этих исследователей, горючие сланцы — образования типично морские, накапливавшиеся в условиях нормальной солености в период наибольшей стабилизации колебательных движений.

Охарактеризованные выше среднекембрийские сланценосные отложения в северной и отчасти западной частях Оленекского сланцевого бассейна замещаются известняками, доломитизированными известняками с ничтожной примесью терригенного материала, что наряду с некоторыми другими фактами дает основание считать их образованиями внутренних частей бассейна. Следовательно, сланценосная толща, содержащая повышенное по сравнению с известняками количество терригенной примеси, закономерно убывающей в направлении на север (в сторону замещения ее известняками), накапливалась, по-видимому, в периферической части бассейна. Однако широкое площадное распространение сланценосной толщи в целом, выдержанность отдельных составляющих ее пачек и даже слоев, богатство и разнообразие фауны свидетельствуют о значительной удаленности береговой линии. В том случае, если бы береговая линия располагалась вблизи, то, несомненно, имелись бы многочисленные следы такой близости в текстурах пород и фауне. Однако тщательная сортировка терригенного материала, входящего составной частью в горючие сланцы, тонкая горизонтальная слоистость (часто микрослоистость) свидетельствуют о стабильности водного бассейна и относительной его глубоководности, т. е. об условиях, могущих существовать в областях, удаленных от береговой линии.

Первые признаки стабилизации режима бассейна наблюдаются начиная с раннеалданского этапа, пришедшего на смену этапу дифференцированных движений, наиболее отчетливо проявившихся на границе синийского и нижнекембрийского времени и вызвавших незначительный перерыв в осадконакоплении в некоторых районах и повсеместное образование терригенных пород. В это же время в пределах всей северо-восточной части платформы происходит смена условий, благоприятствующих доломитообразованию, условиями, способствующими выпадению известкового осадка.

В начале ленского века на большей части рассматриваемой территории снова происходит смена режима и возникают однообразные на

громадной площади условия, способствующие накоплению исходного для горючих сланцев материала.

Ленский и особенно амгинский века характеризуются наиболее устойчивыми условиями, достигшими полной нивелировки в пределах всего сланцевого бассейна в самом конце амгинского времени. Этот период совпадает с наибольшей стабилизацией колебательных движений на всей северо-западной части Сибирской платформы.

Интересно отметить, что периоду полной стабилизации условий осадконакопления и колебательных движений соответствует резкое изменение режима бассейна. В конце амгинского века на всей территории сланцевого бассейна накапливаются исключительно известковые осадки без заметной примеси органического вещества.

Начало майского века снова характеризуется заметным проявлением дифференциации колебательных движений, резко возрастающей примерно с середины майского века, что сказывается в значительном изменении литологических особенностей пород как по разрезу, так и по площади.

Наименее ясен вопрос об источнике органического материала. Судя по тому, что рассматриваемые горючие сланцы, как правило, содержат незначительное количество остатков макрофауны, основной источник органического вещества невозможно связывать с известными нам организмами. Каких-либо других признаков органической жизни в то время не отмечено.

Таким образом, остается предполагать, что источником органического вещества являлся фито- и зоопланктон, интенсивно развивающийся в бассейне и не оставивший после отмирания прямых следов.

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

ОМОЛОНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

В пределах Северо-Востока СССР горючие сланцы известны только на территории Омолонского массива Колымской платформы. Они установлены в разрезах нижнего и среднего отделов триасовой системы.

Отложения триаса широко распространены на площади Омолонского массива. Вместе с пермскими и юрскими осадками они выполняют различные по размерам впадины и представлены мелководными, большей частью известково-глинистыми породами, образовавшимися в эпиконтинентальном морском бассейне.

Для разреза нижнего триаса характерно переслаивание темных глинистых известняков с темно-серыми или черными, часто тонколистоватыми глинистыми сланцами. Общая мощность этих отложений на большей части Омолонского массива не превышает 100 *м*. В истоках рек Ирбычан и Хивач (юго-восточная часть Омолонского массива) мощность нижнетриасовых отложений всего 20 *м*. Они сложены здесь светло- или темно-серыми известняками с прослоями глинистых и известково-глинистых сланцев. Наиболее типичны для разреза нижнетриасовых отложений светло-серые известняки. Переслаивание таких известняков с серыми горючими (битуминозными) сланцами было установлено в обнажении по р. Лев. Кедон.

В разрезе среднего триаса преобладают серые и темно-серые, иногда тонколистоватые глинистые и песчано-глинистые сланцы, содержащие обильные известково-глинистые конкреции и линзы. Мощность отложений среднего триаса не превышает 140 *м*, а в бассейне р. Русской (Омолонской), по данным И. В. Полуботко, мощность среднетриасовых глинистых сланцев всего 9—10 *м*.

Горючие (битуминозные) сланцы в разрезе среднетриасовых глинистых сланцев и алевролитов установлены также в бассейне р. Лев. Кедон.

В. М. Заводовский, изучавший в 1951 г. триасовые отложения в среднем течении р. Лев. Кедон, приводит следующий разрез (сверху вниз):

1.	Горючие сланцы, сильно разрушенные, с растительным детритом	2,2 *м*
2.	Горючие сланцы, темно-серые	0,4 „
3.	Горючие сланцы серые, содержат фауну пелеципод и включения фиброферрита	1,6 „
4.	Горючие сланцы темно-серые, плотные, содержат фауну и включения фиброферрита	1,5 „
5.	Горючие сланцы буровато-серые	0,5 „
6.	Горючие сланцы темно-серые и черные	1,0 „
7.	Переслаивание буровато-черных и буровато-серых горючих сланцев и пиритизированных глинистых сланцев	1,1 „
8.	Горючие сланцы темно-серые с линзами известняков	0,4 „
9.	Горючие сланцы темно-серые	0,4 „
10.	Горючие сланцы темно-серые с редкими конкрециями с прослойками пиритизированных глинистых сланцев мощностью 0,01 *м*	1,4 „

11.	Горючие сланцы темно-серые с большим количеством конкреций; содержат фауну пелеципод и аммонитов	1,7 *м*
12.	Горючие сланцы темно- и светло-серые с редкими конкрециями; содержат фауну аммонитов и пелеципод	1,4 „
13.	Горючие сланцы темно-серые с прослойками пиритизированных глинистых сланцев	0,6 „
14.	Горючие сланцы серые с фауной пелеципод	0,55 „
15.	Горючие сланцы темно-серые с фауной пелеципод	0,15 „
16.	Горючие сланцы темно-серые с прослойками пиритизированных глинистых сланцев	3,1 „
17.	Тонкое переслаивание пахучих известняков и буровато-серых горючих сланцев	3,1 „
18.	Известняки светло-серые пахучие, переслаивающиеся с единичными тонкими (0,01—0,02 *м*) прослойками горючих сланцев	2,8 „
19.	Переслаивание темно-серых известняков с тонкими (0,02—0,03 *м*) прослойками горючих сланцев	3,3 *м*

Основание разреза не вскрыто. Общая мощность осадков в этом разрезе превышает 24 *м*, в том числе горючие сланцы составляют 15,2 *м*.

В. М. Заводовский отмечает, что макроскопически горючие сланцы — это тонкозернистые плотные породы светло-серого и темно-серого цвета. Иногда они по плоскостям наслоения легко раскалываются на тонкие пластинки; в других случаях сланец с трудом раскалывается на пластинки неправильной формы. В пламени спички тонкие пластинки горючего сланца только тлеют.

Под микроскопом горючий сланец представляет собой породу, которая в одних образцах состоит из коллоидальной желтовато-бурой массы сапропелевого характера, пронизанной органическим студнем. Последний представляет скопления отмершего планктона с ничтожной примесью гумусового вещества. В студенистой массе водорослей хорошей сохранности не наблюдается. Лишь при большом увеличении обнаруживаются сильно разложившиеся желтовато-бурые тела, напоминающие по структуре водоросли. В некоторых местах основная масса обладает более бурым оттенком, связанным, по-видимому, с повышенным содержанием гумусового вещества. В других образцах горючий сланец под микроскопом состоит из тонкозернистой серовато-бурой массы сапропелевого характера. Сероватый оттенок основной массы объясняется, видимо, значительной примесью в ней глинистого материала. Местами наблюдаются более светлые буровато-желтые мелкие пятна, напоминающие по своим очертаниям водоросли, которые еще не успели полностью разложиться и слиться с основной массой.

Химический состав горючих сланцев почти не изучен. Имеющиеся два анализа приведены в табл. 199.

Пробы были отобраны в обнажении из сильно окисленных выветрелых горючих сланцев.

Результаты полукоксования горючих сланцев приведены в табл. 200.

По сравнению со сланцами из известных месторождений горючих сланцев (Эстонского, Гдовского, Кашпирского) горючие сланцы Омо-

Таблица 199

Химическая характеристика горючих сланцев (в %)

В органической массе			Выход дегтя на сухое вещество	Выход дегтя на горючую массу
C	H	N+O		
71,93	9,07	19,00	2,23	14,52
71,44	8,71	20,85	3,96	16,84

Таблица 200

Результаты полукоксования горючих сланцев (в %)

A^c	Содержание битума А (спиртобензол)		Содержание битума, растворимого в бензоле		Выход на сухое вещество				Выход дегтя от горючей массы
	в сухом веществе	в горючей массе	в сухом веществе	в горючей массе	полукокс	деготь	вода разложения	газ+потери	
83,27	0,72	4,46	0,22	1,37	91,66	1,78	4,26	2,30	10,62
78,51	1,07	5,06	0,51	2,42	90,31	2,82	4,57	2,30	13,10
87,76	0,62	3,88	0,19	1,19	94,30	1,52	2,37	1,81	9,36
84,65	1,30	8,47	—	—	92,03	2,23	4,51	1,23	14,52
87,58	0,56	4,51	—	—	93,51	1,48	3,54	1,47	11,90
80,39	1,50	7,75	0,58	3,00	90,33	4,39	1,61	3,67	22,40
76,50	1,30	5,53	—	—	85,72	3,96	2,57	7,75	16,84
82,85	0,88	5,28	0,19	1,39	91,27	2,23	4,48	2,02	13,00
81,15	0,80	4,24	—	—	86,91	3,48	3,43	6,18	18,45

лонского массива отличаются пониженным выходом дегтя, что, возможно, связано с опробованием их в зоне выветривания. По другим качественным показателям они близки к сланцам указанных выше месторождений. Теплота сгорания сланцев не определялась.

Кроме коренных выходов горючих сланцев в среднем течении р. Лев. Кедон, обломки таких же сланцев и сапропелевых углей известны в ряде точек верхнего течения рек Лев. и Прав. Кедон, что свидетельствует о более широком развитии горючих сланцев в пределах Колымской платформы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенный выше материал убедительно показывает, что территория СССР богата разнообразными по составу, генезису и качеству горючими (сапропелитовыми) сланцами.

Нет ни одной системы, начиная от кембрийской и кончая четвертичной, в отложениях которой не встречались бы в нашей стране залежи этого ценного горючего ископаемого. Конечно, по своим запасам горючие сланцы уступают углям, общие ресурсы которых в СССР значительно превышают 8 000 млрд. *т*, не имея равных в мире. Однако еще результаты подсчета 1956 г. показали, что отечественные горючие сланцы, нередко обладающие высоким качеством, представляют объект большого народнохозяйственного значения. Этот вывод приобретает особое значение, если рассматривать его в свете перспективного государственного планирования.

В табл. 201 представлены действительные и вероятные запасы горючих сланцев, учтенные и апробированные по состоянию на 1 января 1964 г. Балансовые запасы достигают 16,6 млрд. *т*, из них более 36,6% падает на долю разведанных запасов (категорий А, В и C_1) и 63,4% — на вероятные запасы (категории C_2).

Забалансовые запасы различных категорий составляют 4,2 млрд. *т*, т. е. их в 4 раза меньше, чем балансовых.

В табл. 202 представлены авторские подсчеты вероятных (C_2) и возможных (C_3) запасов, из которых часть была учтена в сводке 1958 г. Приведенная цифра запасов горючих сланцев категории C_2 относительно невелика, но она существенно дополняет балансовые запасы.

Если обратиться к карте бассейнов и месторождений горючих сланцев, то можно заметить, что некоторые из них (в том числе очень важный, в последние годы интенсивно осваиваемый Прибалтийский бассейн) находятся на западе Европейской части СССР, где нет крупных угольных месторождений. Энергетика Прибалтийских республик, Ленинградской и смежных областей в основном базируется на местных горючих сланцах. Таким образом, характер размещения месторождений горючих сланцев в Европейской части СССР вносит существенную поправку в географию месторождений твердого топлива.

В настоящее время проявляется большая заинтересованность народного хозяйства в развитии сланцевой промышленности для целей энергетики (строительство тепловых электростанций) с попутным производством строительных и других материалов и частично для химической переработки. Наиболее выражена эта тенденция по отношению к прибалтийским сланцам, добычу которых предполагается увеличить в 4—5 раз.

На юге Украины (Болтышское месторождение) намечаются перспективы строительства крупного сланцедобычного предприятия для

Таблица 201

Запасы горючих сланцев СССР (по бассейнам и группам месторождений) на 1 января 1964 г.

Месторождения и группы месторождений	Возраст	Запасы, млн. *т*		
		A+B+C_1	C_2	Забалансовые
Прибалтийский бассейн		4681	7077	2528
Эстонское	O_2	3527	5121	2262
Ленинградское	»	1101	1881	69
Веймарнское	»	7	—	—
Чудово-Бабинское	»	46	75	197
Волжский бассейн	J_3	1362,4	2665,2	677,2
Кашпирское	»	704,2	1420,3	136,8
Мантуровская группа	»	6,2	36,2	5,8
Ульяновская группа	»	48,2	112,4	139,8
Общесыртовская группа	»	497,2	932	45
Озинковская группа	»	72	0,9	158,9
Савельевское	»	30,3	161,2	190,9
Новосеменовское	»	3,7	2,4	—
Казахская ССР		20,3	154	540,7
Кендерлыкское	C_2—P_{1-2}	20,3	154	532
Бай-Хожинское		—	—	8,7
Южно-Таджикский район (Терактау)	Pg	3,9	26,1	—
Кузнецкий бассейн (Барзасское)	»	41,8	90	—
Тимано-Печорский бассейн	J_3	1,5	551,5	450
Айювинское	»		550	450
Ибское	»	1,5		
Лемезинское	D_3	10,6	32	
Байсунское	P_2			7,4
Итого		6068,5	10 594,3	4203,3

обеспечения новых электростанций. Для осуществления этого в настоящее время начаты широкие поисковые работы в обоих районах.

Учитывая большой дефицит в энергетическом твердом топливе не только на Украине, но и в Белоруссии, целесообразно обратить внимание на проявления горючих сланцев в Припятском прогибе и других *частях республики, открытые в самое последнее время и еще совершенно не изученные.*

В отношении волжских сланцев не заметно какого-либо повышения интереса со стороны народнохозяйственных организаций. Намечавшимся одно время проектом освоения месторождения Общего Сырта в настоящее время не занимаются. Только в Кировской группе (Воронье-Волосковское месторождение) ведутся разведочные работы в связи с задачей обеспечения энергетической базой фосфоритовых разработок.

Большого внимания заслуживает очень крупное по запасам Кендерлыкское месторождение в Юго-Восточном Казахстане. Освоение его задерживается из-за трудных транспортных условий и недостаточной проработанности вопроса о потребителе. Исходные данные для геолого-экономической оценки этого месторождения имеются.

Очень мало данных собрано по геологии, качеству и запасам горючих сланцев Закавказья, Забайкалья, Кузнецкой и Минусинской котло-

Таблица 202

Вероятные и возможные запасы горючих сланцев по авторским подсчетам (в млн. т)

Месторождения, группы месторождений и районы	Возраст	По кат. C_2	По кат. C_3
Волжский бассейн	J_3	1926,3	—
Кировская группа	»	353,6	—
Свияжско-Сурская группа	»	80,9	—
Мордовская группа	»	—	—
Орловское м-ние	»	160	—
Тимано-Печорский бассейн	»	1002,8	15500
Яренгский район	»	—	3 200
Нарьян-Марский район	»	—	1 000
Сысольский район	»	2,8	5 500
Ижемский район	»	1000	5 800
Болтышское м-ние	»	1637,4	—
Приуральский район	D	—	5,8
Джварское м-ние Груз. ССР	J_2	—	400
Месторождения Арм. ССР	»	—	123,5
М-ния Северо-Осетинской ССР	»	—	2
М-ния Азербайджанской ССР	»	—	49,3
Тологойское м-ние	C_3—P_{1-2}	—	2,3
Сагандыкское м-ние	»	—	0,04
Южно-Таджикский бассейн	Pg	10,6	2890,1
Иркутский бассейн	Cr_{2-3}	—	70—80
Забайкалье	Cr_1	28	—
Оленекский бассейн	Cm_{1-2}	—	111 000
Итого		3263,2	145 555

вин и др. Во всех этих районах необходимо провести дополнительные поисковые работы.

Известную пользу делу развития проблемы горючих сланцев СССР должны принести начатые ВСЕГЕИ в 1965 г. научные исследования основных бассейнов и месторождений горючих сланцев, проводимые в контакте с производственными геологическими организациями и сланцехимическим институтом (ВНИИТ).

В заключение целесообразно коротко остановиться на перспективах использования их не в настоящее, а в более отдаленное время (через 10—15 лет).

Можно разделить точку зрения, недавно высказанную С. Л. Эпштейном (1963). Она заключается в том, что будущее горючих сланцев следует видеть в рациональном использовании не только энергетического, но и химического их потенциала. Тогда сланцевая промышленность в какой-то мере сможет успешно соревноваться с нефтяной и газовой промышленностью. Сланцехимический синтез, вероятно, в недалеком времени заменит производящееся сейчас нерациональное сжигание горючих сланцев в котельных установках и газогенераторах. Таким образом, будут привлечены новые огромные резервы для развития народного хозяйства, восполняющие расход далеко небезграничного природного источника нефти и газа.

Следует сказать, что этой большой перспективной проблеме использования горючих сланцев уделяется много внимания в капиталистических странах, в особенности в США.

Постоянный рост цен на нефть и рост потребления нефтепродуктов и природного газа наряду с ограниченностью запасов на известных промышленных месторождениях того и другого полезного ископаемого заставляют Горное бюро США разрабатывать методы производства жидкого топлива из горючих сланцев и учитывать потенциальные запасы нефти в сланценосной свите Грин-Ривер штатов Колорадо, Вайоминг и Юта. Эти запасы весьма велики и по одним источникам в 10 раз, а по другим в 30 раз превышают запасы нефти в США.

Делаются подсчеты, что в 1980 г. в США примерно 10% от общей потребности в нефтепродуктах будет удовлетворено за счет переработки горючих сланцев (P. Stockmar, 1964).

Из другого источника (Терехов, 1958) известно, что предполагаемое удовлетворение нужд США в нефтепродуктах в 1970 г. будет происходить из следующих источников: добыча нефти 400 млн. *т*, импорт нефти 80 млн. *т*, искусственное жидкое топливо — 245 млн. *т* и жидкое топливо из горючих сланцев 72 млн. *т*.

ЛИТЕРАТУРА

Аарна А. Я. Об образовании горючих сланцев Эстонского месторождения. В кн. «Генезис твердых горючих ископаемых». М., 1959.

Абрамов В. П. О распространении мезозойских отложений в северной части Печорской депрессии. Сб. техн. инф. Коми совнархоза, 1960.

Абрамов В. П., Дембовская Г. И. Новые сведения о мезозойских отложениях северной части Печорской депрессии. Мат-лы по геологии и полезным ископаемым северо-востока Европейской части СССР. Госгеолтехиздат, 1961.

Абрамов В. П. О современном рельефе поверхности досреднеюрских отложений Печорской синеклизы в связи с поисками нефти и газа. Геология нефти и газа северо-востока Европейской части СССР. Изд-во «Недра», 1964.

Алихова Т. Н. К вопросу о расчленении ордовикской системы. «Советская геология», № 55, 1957.

Алихова Т. Н. Стратиграфия ордовикских отложений Русской платформы. Госгеолтехиздат, 1960.

Амонтов В. А. О верхнетриасовых отложениях южной окраины Агинского палеозойского поля (Восточное Забайкалье). Инф. сб. ВСЕГЕИ, № 25, 1960.

Андреев Б. А., Ициксон М. И., Красный Л. И., Матвеенко В. Т. Некоторые проблемы геологии и глубинного строения северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса. Программа и тезисы докладов на годичной сессии Ученого совета ВСЕГЕИ. Л., 1964.

Андрианов К. С., Смирнов А. И. О фосфорито-сидеритовых породах тургинского горизонта Забайкалья. Докл. АН СССР, т. XXVIII, № 1, 1942.

Арсеньев А. А. Новое месторождение горючих сланцев в Забайкалье. «Советская геология», № 12, 1938.

Асаткин Б. П. Новые данные по стратиграфии нижнего силура Ленинградской области. Изв. Всесоюз. геол.-разв. объед., вып. 81, 1931.

Асаткин Б. П. и Погребнов Н. Ф. Горючие сланцы. Справочник «Полезные ископаемые Ленинградской области», 1932.

Асаткин Б. П. К вопросу изучения тектоники Ленинградской обл. Изв. Ленгидрогеодез. треста, вып. 1, 1934.

Асаткин Б. П. Нижнесилурийские отложения Ленинградской области. Геол. карта южной части Ленингр. обл. Тр. Ленингр. геол. треста, вып. 15, 1937.

Асаткин Б. П. Гдовские дислокации (Ленинградская обл.). Тр. Ленингр. геол. треста, вып. 14, 1938.

Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления, ч. II, м-б 1 : 5 000 000. Госгеолтехиздат, 1961.

Афанасьев Б. Л. Географическое размещение буроугольных месторождений Казахстана. В сб. «Ископаемые угли Казахстана», т. 2, вып. 1. Алма-Ата, 1938.

Афанасьев Т. П. Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. Изд-во АН СССР, 1956.

Бакин Н. А. Отчет о результатах детальной разведки 1931 г. на горючие сланцы Общего Сырта близ Н. Коцебу. Нижне-Волжское краевое издательство, Саратов, 1933.

Бархатова В. П. Геология СССР. Т. II, 1963.

Бауков С. С. Об удельном весе прибалтийских горючих сланцев. Изв. АН ЭССР, т. IV, № 1, 1955.

Бауков С. С. О геолого-промышленной оценке горючих сланцев Прибалтики. Сб. «Сланценосные материалы в строительстве». Тр. II совещ. по расшир. использ. в строит. неорганической части сланца-кукерсита. Изд-во АН ЭССР, 1955.

Бауков С. С. Геотектонические условия сланценакопления. Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, т. 1, 1956.

Бауков С. С. Закономерности вещественного состава горючего сланца Прибалтийского сланцевого бассейна. Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, II, 1958.

Бауков С. С. Горючие сланцы. В кн. «Геология СССР», т. XXVIII (Эстонская ССР). Госгеолтехиздат, 1960.

Бауков С. С. Геолого-экономический обзор. В кн. «Геология СССР», т. XXVIII (Эстонская ССР). Госгеолтехиздат, 1960.

Бауков С. С. Сера горючих сланцев Эстонского месторождения. Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, VI, 1961.

Блом Г. И. Некоторые вопросы стратиграфии юрских и нижнемеловых отложений Волго-Окского междуречья и бассейна рек Камы и Вятки. Уч. зап. Казанского гос. ун-та, т. 115, кн. 16, 1956.

Блохин В. А. Отчет по химическому исследованию хахарейских богхедовых углей и горючих сланцев. Мат-лы по общ. и прикл. геол. Изд. Геол. ком., вып. 101, 1928.

Богачев В. В. Геологический очерк Азербайджана. Мат-лы по районированию Азербайджана, т. I, вып. 1, Баку, 1926.

Богданович К. И. Геологические исследования в Восточном Туркестане, т. 8, 1892.

Бодылевский В. И. Юрская и меловая системы. Геология СССР, т. II, ч. 1, 1963.

Бувалкин А. К. К вопросу о тектонических движениях мезозоя Восточного Казахстана. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 3, 1960.

Бувалкин А. К., Жаймин М. И. Алакульский угленосный район. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 1, 1958.

Варданянц Л. А. Докембрийский кристаллический фундамент Русской платформы. Докл. сов. геологов к XXI сессии Междунар. геол. конгресса, пробл. 9, 1960.

Варсанофьева В. А. Урал, Пай-хой, Тиман и Печорская низменность. В кн. «Геология СССР», т. II, 1963.

Василенко В. К. Геологическая история Зайсанской впадины. Гостоптехиздат. 1961.

Вахрамеев В. А. Стратиграфия мезозойских отложений восточной и южной частей Сибирской платформы. Тр. Межведомств. совещ. по стратигр. Сибири, 1957.

Вебер В. Н. Полезные ископаемые Туркестана. Т. 1 (дополнение). Геолком, 1917.

Вебер В. В. Геологическая карта Кобыстана. Планшет П-3 (Боян-Ата). Тр. Геол.-разв. ин-та. ОНТИ НКТП СССР, 1935.

Верещагин В. Н. Геологические исследования в районе среднего течения р. Хилка. ОНТИ, 1937.

Верховский А. С., Мокринский В. В. Кендерлыкская проблема. «Советская геология». 1939, № 6.

Веселовский В. С. Требование промышленности к качеству минерального сырья, вып. 38. Горючие сланцы. Госгеолиздат, 1947.

Виниченко А. Н., Борисов В. А., Кашик С. А., Панаев В. А. Фациальные условия формирования юрских отложений Иркутского угленосного бассейна. В кн. «Юрские отложения южной и центральной частей Сиб. платформы». Изд-во АН СССР, 1963.

Войнова Е. В. Геологические исследования в Печорском крае в бассейне Бол. Сыни летом 1932 г. Тр. ЦНИГРИ, вып. 69, 1936.

Войновский-Кригер К. Г. Два комплекса палеозоя на западном склоне Полярного Урала. «Советская геология», сб. 6, 1945.

Войновский-Кригер К. Г. Некоторые вопросы структуры Печорского угленосного бассейна. Тр. ИГН АН СССР, вып. 90, угольн. сер., № 2, 1947.

Войновский-Кригер К. Г. О тектонической структуре и основных этапах геотектонического развития Печорского угольного бассейна. Тр. ЛАГУ, вып. VI, 1956.

Вялов О. С., Ладыженский Н. Р., Ткачук Л. Г. Туфовый горизонт в менилитовой серии Восточных Карпат. Докл. АН СССР, т. XXIX, № 1, 1951.

Габинет М. П. К минералогии глинистых пород менилитовой серии Восточных Карпат. Сб. «Исследование и использование глин». Изд. Львовского ун-та, 1958.

Габриэль А. Сведения о поисках золота в Зайсанском крае. Изв. Русск. геогр. об-ва, кн. 8, № 3, 1872.

Габриэлян А. А. Палеоген и неоген Армении. Тр. конфер. по вопросам регион. геол. Закавказья. Изд. АН Арм. ССР, 1952

Газизов М. С. К вопросу о морфологии и происхождении глубинного карста в Прибалтийском сланцевом бассейне. Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, II, 1958.

Газизов М. С. Прибалтийский сланцевый бассейн. В кн. «Опыт водопонижения на месторождениях полезных ископаемых со сложными гидрогеологическими условиями». Изд-во АН СССР, 1963.

Гапеев А. А. Твердые горючие ископаемые. 1949.

Гатальский М. А. Гидрогеология и карст Прибалтийского сланцевого бассейна и роль их в разработке горючих сланцев, 1948.

Гатальский М. А. Микродислокация и трещиноватость пород в районе Прибалтики и их значение в миграции и распределении флюидов. Тр. ВНИГРИ, вып. 131, геол. сб. 4, 1959.

Гейслер А. Н. Новые данные по стратиграфии и тектонике нижнего палеозоя северо-западной части Русской платформы. Мат-лы по геологии Европейской территории СССР, ВСЕГЕИ, 1956.

Гельмерсен Г. П. Отчет по исследованиям, произведенным в 1838 г. на месторождении горючего сланца, открытого в Эстляндской губернии, в окрестностях мызы Фалль, принадлежащей г-ну генерал-адъютанту графу Бенкендорфу, и мызы Толкс барона Врангеля. «Горный журнал», т. II, № 8, 1838.

Гельмерсен Г. П. О месторождении смолистого глинистого сланца и вновь открытом горючем минерале в переходной формации Эстляндской губернии, дополненное некоторыми замечаниями о геологических явлениях новейшего времени. «Горный журнал», т. III, 1838.

Герасимов П. А. Юрские и меловые отложения Русской платформы. Изд-во МГУ, 1962.

Голев Б. Т. Стратиграфия палеогена северного склона Карпат по фауне нуммулитов (автореф. канд. диссерт.). Изд. Львовск. гос. ун-та, 1954.

Горбач Л. П. Ихтиофауны и условия образования отложений менилитовой серии Карпат (автореф. канд. диссерт.). Изд. Львов. гос. ун-та, 1956.

Гринберг И. В. Исследование химической природы и генетические отношения органического вещества карпатских менилитовых сланцев и нефтей. Изд-во АН УССР, 1957.

Гусев А. И. Геология, угленосность и нефтеносность низовьев р. Оленек. Тр. Ин-та геол. Арктики, т. I, 1950.

Гутова Л. Н. К стратиграфии юрских отложений Иркутского угленосного бассейна. В сб. «Юрские отложения южной и центральной частей Сибирской платформы». Тр. Ин-та земной коры, вып. 15. Изд-во АН СССР, 1963.

Дзевановский Ю. К. Мезозойские гранитоиды хребта Станового и их структурное положение. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1944.

Деев Ю. П. Стратиграфический разрез юрских отложений Иркутского угленосного бассейна. Тр. Межведомств. совещ. по стратигр. Сибири, 1957.

Демокидов К. К., Кабаньков В. Я., Лазаренко Н. П., Савицкий В. Е., Соболевская Р. Ф. Стратиграфия синийских и кембрийских отложений северо-востока Сибирской платформы. Тр. Ин-та геол. Арктики, т. 101, 1959.

Деньгин Ю. П. К истории геологического развития Забайкалья. Инф. сб. ВСЕГЕИ, № 2, 1960.

Дилакторский Н. Л., Галибина Е. А. К вопросу о процессах минералообразования, протекающих при нагревании сланцевой зоны и твердении гидратированных продуктов обжига. Сб. «Сланцезольные материалы в строительстве». Тр. 2-го совещ. по расширению использования в строительстве неорганической части сланца-кукерсита. Изд. АН ЭССР, 1955.

Дилакторский Н. Л. К вопросу о строении керогена. Изв. АН ЭССР, т. IX, сер. физ.-мат. и тех. наук, № 2, 1960.

Дилакторский Н. Л., Бауков С. С. и Дилакторская М. М. Опыт применения седиментометрического анализа для выяснения условий сланценакопления. Изв. АН ЭССР, т. IX, сер. физ.-мат. и техн. наук, № 2, 1961.

Добрянский А. Ф. Горючие сланцы СССР. Гостоптехиздат, 1947.

Долгополов К. В. Поволжье. Экономико-географическая характеристика. Географгиз, 1948.

Домрачев С. М. Девон хр. Каратау и прилегающих районов Южного Урала. Тр. ВНИГРИ, нов. сер., вып. 61, 1952.

Ермолаев Д. И. К вопросу о возрасте угленосных отложений Иркутского угленосного бассейна. Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Вост. Сиб. Тр. Иркутск. гос. ун-та, вып. III (XXIV), 1958.

Жемчужников Ю. А., Егоров К. Д. Результаты разведочных работ на богхеды и горючие сланцы в Хахерейском месторождении Тулунского округа за 1927 г. Мат-лы по общей и прикладной геологии. Изд. Геол. ком., вып. 101, 1928.

Жемчужников Ю. А., Гинзбург А. И. Основы петрологии углей. Изд-во АН СССР, 1960.

Жузе Н. Г. Карбонатные толщи среднего и верхнего девона западного склона Среднего Урала и северо-восточного склона Южного Тимана как возможно нефтематеринские породы. Фонды ВНИГРИ, 1963.

Жузе Н. Г. Битуминозность карбонатных отложений среднего и верхнего девона западного склона Среднего Урала и северо-восточного склона Южного Тимана. Тр. ВНИГРИ, вып. 227. Геохим. сб. 9, 1964.

Жутеев С. А. Объяснительная записка к листу М-39 (Уральск) Государственной геологической карты СССР м-ба 1 : 1 000 000. Госгеолтехиздат, 1959.

Зайцев А. М. К петрографии местности около оз. Зайсан, г. Маус-Тау и Саур. Зап. Зап.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва, кн. XXXV, 1906.

Залесский М. Д. О морском сапропелите силурийского возраста, образованном сине-зеленой водорослью. Изв. АН, IV сер., № 1, 1917.

Залесский М. Д. Первый опыт микроскопического исследования нижневолжского горючего сланца. Изв. Сапропелевого комитета, вып. IV, 1928.

Запасы углей и горючих сланцев СССР. Краткая сводка результатов подсчета 1956 г. (под ред. Н. В. Шабарова и А. В. Тыжнова). Госгеолтехиздат, 1958.

Игнатьев. Месторождение каменного угля в окрестностях Зайсанского поста. Зап.-Сиб. отд. *ИРГО,к н. VII, вып. 2, Омск,* 1885.

Иванов Б. А. Краткий очерк истории геологического развития Западного Забайкалья. Очерки по геол. и полезн. ископ. Вост. Сибири. Иркутск, 1947.

Иванов Б. А. Угленосные и другие мезозойские континентальные отложения Забайкалья. Тр. Вост.-Сиб. геол. упр., т. 32, 1949.

Иванов Б. И. К вопросу о происхождении прибалтийских сланцев. В кн. «Химия и технология горючих сланцев и продуктов их переработки». Тр. ВНИИПС, вып. 5, 1956.

Иванова Е. А., Бельская Т. И., Чудинова Н. И. Условия обитания морской фауны силура и девона Кузнецкого, Минусинского и Тувинского бассейнов. Тр. Палеонтолог. ин-та АН СССР, т. CII, 1964.

История нижнемезозойского угленакопления в Казахстане, ч. I, II. Тр. ЛАГУ АН СССР, вып. XII, XIII, 1961.

Каменский Г. Н. О выходах юрских отложений в южной части Общего Сырта. Изв. Геол. ком., т. XVI, № 10, 1927.

Карпинский А. П. Очерки физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды. Зап. Российской АН (прилож. 8), т. X, 1887.

Карпов Н. Ф., Конивец В. И. Геологические предпосылки к прогнозу угленосности Забайкалья. Изд-во АН СССР, 1958.

Карпов Н. Ф., Конивец В. И., Колесников Ч. М., Бутова Е. П. и др. История верхнемезозойского угленакопления на территории Бурятской АССР и юго-восточной части Ленского бассейна. Тр. ЛАГУ, вып. XVIII. Изд-во АН СССР, 1963.

Кассин Н. Г. Горючие сланцы Вятского края. Вестн. Геол. ком., 1925.

Кассин Н. Г. Общая геологическая карта Европейской части СССР. Лист 107. Тр. Геол. ком., нов. сер., вып. 158, 1928.

Каширский В. Г. Термическое разложение пылевидного савельевского сланца в потоке пара. Уч. зап. Саратовского гос. ун-та, т. 75, 1962.

Кахадзе И. Р. Грузия в юрское время. Изд-во АН Груз. ССР, 1947.

Кесаманды Г. Д. Теплотехнические свойства некоторых горючих сланцев Азербайджана. Изв. АН Азерб. ССР, № 8, 1960.

Киррет О. Г., Поликарпов Н. К., Луцковская Н. Л., Вальдек Р. Г., Эйзен Ю. М. О составе и свойствах диктионемового сланца месторождения Маарду. Изв. АН ЭССР, сер. техн. и физ.-мат. наук, № 2, 1957.

Киррет О., Кох Р., Рюндал Л. О химическом составе диктионемового сланца и его керогена (для месторождения Маарду). Изв. АН ЭССР, т. VIII, сер. техн. и физ.-мат. наук, № 4, 1959.

Клевенский П. М. Горючие сланцы Айювы. Мат-лы 1-й геол. конф. Коми АССР, 1944.

Клейман Г. П. Стратиграфия палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений хр. Саур. В сб. «Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Алтая и Казахстана». Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., вып. 33, 1960.

Климов Б. К. Горючие сланцы — источник жидкого моторного топлива. Тр. Ин-та горюч. ископ., т. II, 1948.

Когерман П. Химия эстонских сланцев. Сб. «Химия эстонских сланцев» (пер. под ред. Я. И. Хисина.). ОНТИ, 1934.

Когерман П. К. Кероген сланцев как высокомолекулярное вещество и происхождение сланцев. Тр. I Всесоюзн. совещ. по химии и генезису тверд. горюч. ископ. Изд-во АН СССР, 1953.

Козловская А. Н., Ожегова М. И. Структурно-петрографическая карта докембрия УССР м-ба 1 : 500 000. Киев, 1954.

Колесников Ч. М. Стратиграфия мезозойских континентальных отложений Бурятской АССР. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1960.

Колесников Ч. М. Стратиграфия континентального мезозоя Забайкалья. В кн. «Стратиграфия и палеонтология мезозойских и кайнозойских отложений Восточной Сибири и Дальнего Востока» Тр. Лимнол. ин-та, т. IV, XXIV. Изд-во АН СССР, 1964.

Конивец В. И. К тектонике угленосных отложений Алдано-Олекминского междуречья. Тр. ЛАГУ АН СССР, вып. VIII, 1958.

Коницев В. И. Климатические особенности верхнемезозойского угленакопления. В кн.: «Объясн. зап. к Атласу карт угленакопления на территории СССР», разд. IV, Изд-во АН СССР, 1962.

Коровин М. К. Черемховский угленосный район Изв. Сиб. Геолкома, т. II, вып. 4, 1922.

Кордиков А. А. Минералогическая характеристика диктионемовых сланцев Маардуского месторождения. Изв. АН ЭССР, т. XI, сер. физ.-мат. и техн. наук, № 1, 1962.

Корженевский А. А. Об условиях образования горючих сланцев перисфинктовой зоны в Саратовском Заволжье. Уч. зап. Саратовского ЛГУ, т. XVI, 1955.

Котлуков В. А. и Митгарц Б. В. Структурно-тектонические особенности северной части Прибалтики в пределах листа О-35. ВСЕГЕИ, 1955.

Красинец С. С. О значении двухстворчатых листоногих ракообразных (Conchostraca) для стратиграфии верхнемезозойских пресноводно-континентальных отложений Восточного Забайкалья. Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Читинской обл., вып. 1. Госгеолтехиздат, 1963.

Кротов П. И. Западная часть Вятской губернии. Тр. Геолком., нов. сер., вып. 64, 1912.

Крупенский И. И. Геологическая изученность месторождений верхнеюрских горючих сланцев Коми АССР и задачи дальнейших исследований. Мат-лы совещ. по итогам геол. и геологоразв. работ, проведенных различными организациями на территории Коми АССР за период 1948—1953 гг. Коми Книжное изд-во, 1955.

Кудрявцев Н. А. *К вопросу о тектонике и нефтеносности* Прибалтийской впадины. Научн.-исслед. работы нефтяников. Госгеолиздат, 1944.

Кудрявцев Н. А. О тектонике и возможной нефтеносности северо-западной части Русской платформы. Сб. «Геология и нефтеносность Русской платформы и Эмбы». Гостоптехиздат, 1946.

Кулик Н. А. Предварительный отчет о поездке в Большеземельскую тундру летом 1910 г. Зап. Минералог. об-ва, 2 сер., ч. 51, вып. 1, 1915.

Ладыженский Н. Р. Геология и газонефтеносность советского Предкарпатья. Изд-во АН УССР, 1955.

Лазаренко Е. К., Габинет М. П., Сливко О. П. Мінералогія осадових утворень Прикарпаття. Вид. Львів. ін-ту, 1963.

Ламанский В. В. Древнейшие слои силурийских отложений России. Тр. Геол. ком., вып. 20, 1905.

Ларищев А. А. О природе минусинских и барзасских горючих сланцев девона. Уч. зап. Томск. гос. ун-та, № 11, 1948.

Левыкин В. В. Горючие сланцы Прибалтики. Ленгостоптехиздат, 1947.

Лиепиньш П. П. О трещиноватости подчетвертичных отложений Латвийской ССР. Изв. АН Латв. ССР, 1963.

Луха А. Х. Полезные ископаемые Эстонской ССР. Таллин, 1948.

Лучицкий И. В. О структурах Центрального Забайкалья. «Советская геология», № 1, 1940.

Лучицкий И. В. О структурах Восточного Забайкалья. «Советская геология», № 1, 1946.

Люткевич Е. М. Силур и девон северо-западной части Гдовского уезда Ленинградской губернии. Изв. Геол. ком., т. XLVII, № 5, 1928.

Люткевич Е. М. Общая геологическая карта Европейской части СССР, лист 70, Тотьма, Кадников, Солигалич, Кологрив. Тр. Сев. геол. упр. вып. 1, 1939.

Люткевич Е. М., Пейсик М. И. Северо-запад Русской платформы. Сб. «Очерки по геологии СССР», № 2, 1957.

Мак-Ки Р. Сланцы. Горно-геол.-нефт. изд-во, 1934.

Малахов А. А. Геология Среднего Тимана и Западного Притиманья. Гостоптехиздат, 1940.

Мартинсон Г. Г. О разновозрастности мезозойских и кайнозойских пресноводных моллюсков в Сибири. Изд-во АН СССР, 1955.

Мартинсон Г. Г. *К вопросу о возрасте мезозойских континентальных отложений* юга Сибирской платформы. «Советская геология», 1960, № 8.

Мартинсон Г. Г. Мезозойские и кайнозойские моллюски континентальных *отложений Сибирской платформы, Забайкалья и Монголии.* Тр. Байк. лимнологич. станции, XIX, Вост.-Сиб. отд. АН СССР. Изд-во АН СССР, 1961.

Милашевич К. О. Геологические исследования, проведенные летом 1878 г. в юго-западной части Костромской губернии. Мат-лы геол. России, т. 10, 1881.

Мирчинк М. Ф. Геологические исследования в северной и юго-восточной частях планшета 103 (Кемиш-Даг) Кабристанских пастбищ. Тр. ГРК Азнефти, вып. 1, Баку, 1933.

Михайловский С. Н. Геологические исследования в Центральной Бухаре. Зап. Горн. ин-та, 1914.

Михаелис Е. Следы древних ледниковых явлений на Тарбагатае и Сауре. Изв. РГО, кн. 10, № 3, 1874.

Музылев С. А. Условия залегания рыбных битуминозных сланцев в Восточном Забайкалье (к вопросу о возможности нефтепроявления в Забайкалье). Изв. ВГРО, т. 51, 1932.

Музылев С. А., Андрияшев Н. М. Горючие сланцы *из окрестностей* оз. Харанор 2-й (Восточное Забайкалье). Изв. ВГРО, т. 51, 1932.

Мураховская Е. И. К петрографической характеристике мезозойских углей Казахстана. Сб. научн. тр. Казахск. горнометаллургич. ин-та, № 4, 1956.

Мятлюк Е. В. Стратиграфия флишевых осадков Северных Карпат в свете данных фауны фораминифер. Тр. ВНИГРИ, вып. 51, нов. сер. Микрофауна СССР, сб. IV, Кавказ и Украина, 1951.

Нагибина М. С. К вопросу о тектонике верхнемезозойских впадин в Забайкалье. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1946.

Нагибина М. С. К вопросу о стратиграфии и возрасте континентальных верхнемезозойских отложений Забайкалья. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1946.

Нагибина М. С. Верхнемезозойские континентальные отложения Забайкалья, их состав и условия образования. Тр. ИГН АН СССР, сер. геол., вып. 128, № 49, 1951.

Наливкин Д. В. Учение о фациях, т. I и II. Изд-во АН СССР, 1956.

Наливкин Д. В. Девонская система. Геология СССР, т. II, ч. 1, гл. IV (стратиграфия). Госгеолтехиздат, 1963.

Насонова Н. М. Структурно-текстурные особенности пород промышленного пласта Эстонского месторождения горючих сланцев. Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, т. X, 1962.

Нехорошев В. П. Угольные месторождения Призайсанского района (Ископаемые угли Казахстана, т. 1, вып. 3). Оттиск из журнала «Народное хозяйство Казахстана», 1938, № 1.

Нехорошев В. П. Хребет Саур. Очерки по геологии Сибири, вып. 9. Изд-во АН СССР, 1941.

Никитин С. Н. Юрские образования между Рыбинском, Малогой и Мышкином. Мат-лы по геол. России, т. 10, 1881.

Никитин С. Н. Заметки по вопросу о последовательности пластов волжского яруса московской юры. Зап. Минер. об-ва, сер. 2, ч. 19, 1884.

Никитин С. Н. Географическое распределение юрских осадков в России. «Горный журнал», т. 4, 1886.

Новаковский М. Геологическое исследование по рр. Уралу, Утве и их притокам. «Горный журнал», т. III, № 8, 1888.

Обручев В. А. Геология Сибири. Т. III. Мезозой и кайнозой. Изд-во АН СССР, 1938.

Обручев С. В. Молодые движения и излияния базальтов Саяно-Тувинского нагорья. Землеведение, нов. сер., т. 3, 1950.

Одинцов М. М. Иркутский амфитеатр (геологическая структура и история развития его внутреннего пояса). Тр. Иркутского гос. ун-та, т. 6, сер. геол., вып. 2, 1954.

Одинцов М. М. Общие вопросы геологии юрских отложений южной и центральной частей Сибирской платформы. В кн. «Юрские отложения южной и центральной частей Сибирской платформы». Изд-во АН СССР, 1963.

Олейников А. Н. Юрские меловые филлоподы Восточного Забайкалья и их стратиграфическое значение (авторефер. диссерт. на соиск. уч. степени канд. геол.-мин. наук). ВСЕГЕИ, 1964.

Около-Кулак С. Горючие сланцы. Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925—1926 гг. Изв. Геол. ком., 1927.

Орестов В. А. Находка горючих сланцев в Минусинской котловине. Вест. Зап.-Сиб. геол. упр., № 1, 1937.

Орлов Н. А. О барзасском горючем сланце. «Химия твердого топлива», № 3, 1931.

Павлов А. П. Нижневолжская юра. Зап. Минер. об-ва, сер. 2, т. 19, 1884.

Павлов А. П. Краткий очерк геологического строения местности между Волгой и Свиягой в Симбирской губернии. Изв. Геол. ком., т. V, № 2, 1886.

Павлов А. П. Краткий очерк геологического строения Приалатырского края. Изв. Геол. ком., т. VI, № 8, 1888.

Павловский Е. В. Геологическая история и геологическая структура Байкальской горной области. Тр. ИГН АН СССР, сер. геол., вып. 99, № 31, 1948.

Павловский Е. В., Флоренсов Н. А. Краткий очерк истории геологического развития Восточной Сибири. Тр. Иркутск. гос. ун-та, сер. геол., т. V, вып. 2, 1951.

Падалка Г. П. Геологическая карта Забайкалья, 1958.

Падалка Г. П. Некоторые вопросы тектоники, магматизма и металлогении Забайкалья. Инф. сб. ВСЕГЕИ, вып. 41, 1960.

Паффенгольц К. Н. Геологическая история Западной Грузии в третичное время. Изд-во АН СССР, 1959.

Пейве А. В. Связь осадконакопления, складчатости, магматизма и минеральных месторождений с глубинными разломами. Главнейшие типы глубинных разломов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1956.

Першина А. И. Девонские отложения правобережья Средней Печоры. Тр. Коми фил. АН СССР, № 5. Сыктывкар, 1957.

Першина А. И. Стратиграфия и палеогеография девонских отложений правобережья Средней Печоры и южной части гряды Чернышева. ГИН АН СССР, 1960.

Писцов Ю. П. Стратиграфия верхнемезозойских отложений Восточного Забайкалья. Тезисы докл. Совещ. по разраб. стратиграф. схем Восточного Забайкалья, 1961.

Писцов Ю. П. Юрские и меловые континентальные отложения Восточного Забайкалья. В кн. «Геология СССР», т. XXXVI, ч. 1, 1961.

Погребов Н. Ф. Сообщение о горючих сланцах южного побережья Финского залива. Изв. Геол. ком., т. XXXV, № 6, 1916.

Погребов Н. Ф. Краткий отчет о произведенном в 1916 г. исследовании горючих сланцев кукерского яруса в Эстляндской губернии (отчет Геол. ком., 1916). Изв. Геол. ком., т. XXXVI, 1917.

Погребов Н. Ф. Геологические и разведочные работы в районе распространения горючих сланцев кукерского яруса нижнесилурийской системы в пределах Эстляндской губ. Изв. Геол. ком., т. 37, № 1, 1918.

Погребов Н. Ф. Прибалтийские горючие сланцы. В кн. «Естественные производительные силы России», т. IV, «Полезные ископаемые», вып. 20 (ископаемые угли), 1919.

Погребов Н. Ф. Геологические исследования в районе распространения нижнесилурийских горючих сланцев кукерского яруса. Изв. Геол. ком., т. 38, № 1, 1919.

Погребов Н. Ф. Исследования в районе 26-го листа 10-верстной геологической карты Европейской России. Изв. Геол. ком., т. 43, № 2, 1924.

Погребов Н. Ф. Исследования в районе северо-западной части 26-го листа общей геологической карты Европейской России. Изв. Геол. ком., т. 44, № 2, 1925.

Погребов Н. Ф. Новые данные о месторождениях горючего сланца (кукерсита) в Ленинградской губернии. Вестн. Геол. ком., т. II, № 8—19, 1927.

Погребов Н. Ф. Геологическая съемка в северной части 26-го листа 10-верстной геологической карты. Отчет о состоянии и деятельности Геол. ком. за 1926—1927 гг., 1929.

Погребов Н. Ф. Месторождения горючих сланцев в Ленинградской обл. В сб. «Горючие сланцы и их техническое использование», М.—Л., 1932.

Погребов Н. Ф. Горючие сланцы (южная часть Ленинградской обл.). В справочнике «Полезные ископаемые Ленингр. обл. и Карельской АССР», т. 1, Л.—М., 1933.

Пономарев Т. Н. Геологический очерк Воркутинского угленосного района Северной области. Тр. ЦНИГРИ, вып. 109, 1938.

Попов Н. М. Горючие сланцы. ОНТИ, 1932.

Попов Н. М. Минерально-сырьевая база СССР. ЦНИГРИ, вып. 24, 1936.

Пофирьев В. Б., Гринберг И. В., Ладыженский Н. Р., Галабутская К. А., Линецкий В. Ф., Сваричевский Л. В. Менилитовые сланцы — сырье для промышленности строительных материалов. Изд-во АН УССР, 1956.

Порфірев В. Б., Грінберг И. В., Ладиженський М. Р., Лінецкий В. П., Галабутська К. А., Ткачук Л. Г., Сваричевський Л. В., Рипук М. Б. і Габінет М. П. Менілітові сланці Карпат. Вид. АН УССР, Київ, 1963.

Прасолов Л. И. Материалы для оценки земель Самарской губернии. 1904.

Пустовалов И. Ф. Геологический очерк Кусарской наклонной равнины в Азербайджане. Тр. ЦНИГРИ, вып. 83, 1936.

Раудсепп Х. Т., Фомина А. С., Топан Б. К. и Норман Х. К. Технико-химическая характеристика кукерского сланца западного крыла Эстонского сланцевого бассейна. Тр. Таллинского политехн. ин-та, сер. А, № 57, 1954.

Раудсепп Х. Т. О генезисе эстонского горючего сланца-кукерсита. В кн. «Генезис твердых горючих ископаемых». М., 1959.

Резолюция совещания по унификации стратиграфических схем допалеозоя и палеозоя Восточного Казахстана. Изд-во АН Каз. ССР, 1958.

Ренгартен В. П. Геология СССР, т. X. Закавказье, ч. I (геологическое описание), т. X. М.—Л., 1941.

Рожков Б. Н., Моор Г. Г., Ткаченко Б. В. Материалы по геологии и петрографии Анабарского массива. Тр. Аркт. ин-та, т. 66, 1936.

Розанов А. Н. О зонах подмосковного портланда и вероятном происхождении подмосковных фосфоритов. Мат-лы геол. строения Росс. империи, т. IV, 1912.

Розанов А. Н. О зональной классификации отложений нижневолжского яруса Симбирской губ. Изв. Моск. отд. Геол. ком., т. 1, 1923.

Розанов А. Н. Горючие сланцы Европейской части СССР. Изд. Геол. ком., 1927.

Розенблит С. М. Горючие сланцы как топливо для обжига кирпича в Гофманских печах. М., 1949.

Розенблит С. М. Строительные материалы из сланцевой золы. М., 1939.

Русанов А. В. О месторождении озокерита в Минусинской котловине. Вест. Зап.-Сиб. геол. упр., № 3, 1939.

Рыымусокс А. К. Стратиграфия кукрузеского горизонта (C_{II}) в Эстонской ССР (авторефер. канд. диссерт.). Таллин, 1954.

Рыымусокс А. К. Биостратиграфическое расчленение ордовика Эстонской ССР. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, I, 1956.

Рыымусокс А. К. Strophomenoidea ордовика и силура Эстонии. Род Sowerbyella jones. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, вып. 75, 1959.

Сазонова Н. В. Мезозойские отложения южной части Печорской депрессии. Геология и нефтеносность Тимано-Печорской области. Тр. ВНИГРИ, вып. 133, 1959.

Сазонов Н. Т. Юрские отложения центральных областей Русской платформы. Гостоптехиздат, 1958.

Сазонов Н. Т. Стратиграфия юрских отложений Европейской части СССР в пределах Русской платформы. Госгеолтехиздат, 1962.

Саломон А. П. Геолого-промышленная характеристика горючих сланцев Ленинградского административно-экономического района. Мат-лы по геол. и полез. ископ. Северо-Запада РСФСР, № 2, 1960.

Салоп Л. И. Геологическое строение и полезные ископаемые Байкальской горной области. Сб. «Геол. строение и полез. ископ. Вост. Сибири». Изд-во АН СССР, 1958.

Сапожников В. В. Предварительный отчет об ученой командировке в Саур и Джунгарский Алатау в 1904 г. Изв. Томского ун-та, кн. XXVIII, 1905.

Саркисян С. Г. Мезозойские и третичные отложения Прибайкалья, Забайкалья и Дальнего Востока. Изд-во АН СССР, 1958.

Семериков А. А. Канско-Иркутская угленосная провинция. В кн. «Объяснительная записка к Атласу карт угленакопления на территории СССР». Изд-во АН СССР, 1962.

Синцов И. Ф. Мезозойские образования Общего Сырта и некоторых прилежащих местностей. Тр. Казан. об-ва, т. 1, 1871.

Синицын В. М. История аридной области Центральной Азии в мезо-кайнозое. Докл. на ежегодн. чтениях памяти В. А. Обручева. I—V, 1956—1960 гг. Изд-во АН СССР, 1961.

Синицын В. М. Палеогеография Азии. Изд-во АН СССР, 1962.

Сийрде А. К. Некоторые новые данные о диктионемовом сланце. Tallinna Polütehnilise Institundi Toimetised Secria, nr, 73, 1956.

Скобло В. М. О возрасте и стратиграфическом расчленении гусиноозерской серии. Тезисы докл. на Межведомств. совещ. по разр. стратигр. схем Забайкалья. ВСЕГЕИ, 1961.

Слезнак А. И. Нижьотретинні вулленакупчения на правоберждкі середнього Дніпра. Вид. АН Укр. ССР, Київ, 1946.

Соколов Н. А. Нижнетретичные отложения Южной России. Тр. Геол. ком., т. IX, № 2, 1893.

Соколов Д. Н. Оренбургская юра. «Геология России», т. III, ч. 2, вып. 8, 1921.

Соловьев В. К. Объяснительная записка к геологической карте СССР м-ба 1 : 1 000 000. Лист О-38. Госгеолтехиздат, 1958.

Стадников Г. Л. Ископаемые угли, горючие сланцы, асфальтовые породы, асфальты и нефти. ОНТИ—ККТП СССР, 1935.

Стоянов А. А. Отчет о геологической съемке в Манраке и восточной части Русского Тарбагатая. Изв. Геол. ком., т. 34, 1915.

Страхов Н. М. Горючие сланцы зоны Perisphinctes panderi. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., т. XII, вып. 2, 1934.

Страхов Н. М. Доманиковая фация Южного Урала. Тр. ИГН АН СССР, 1939.

Страхов Н. М. Распределение железа в осадках озерных и морских водоемов и факторы, его контролирующие. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1948.

Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. Изд-во АН СССР, 1960.

Султанов А. Д., Султанов Р. Г. Материалы по горючим сланцам Азербайджана. Изв. АН Азерб. ССР, вып. 1, № 2, 1947.

Терехов С. Л. Опытные работы Горного бюро США в области промышленного использования горючих сланцев. Бюлл. «Ленинградская промышленность», № 3, 1958.

Ткачук Л. Г., Сваричевський Л. В., Рипун М. Б., Габінет М. П. Менілітові сланці Карпат. Вид. АН УРСР, Київ, 1963.

Тимофеев П. П. Палеогеография юрской угленосной формации и история геологического развития Ангаро-Чулымского мезозойского прогиба. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1963.

Туаев Н. П. Серные месторождения Туюнтау и Истымтау. Мат-лы по геол. Ср. Азии, вып. 6. Ташкент, 1936.

Туаев Н. П. Южное продолжение нефтеносного района Хаудаг. Мат-лы по геол. Ср. Азии, вып. 8. Ташкент, 1936.

Туаев Н. П. Геологическое строение юго-восточных склонов хребтов Байсунтау и Сурхантау. Тр. НГИ, вып. 94, Л., 1937.

Тыжнов А. В. Геологический очерк Барзасского района Кузнецкого бассейна. Мат-лы по геол. Зап. Сиб., вып. 3 (45), 1938.

Ульянов А. В. Геологическая история Западной Грузии в третичное время. Тр. Ин-та нефти АН СССР, 1954.

Фокин Л. Ф. О строении и продуктах распада битуминозных горных пород Эстляндии. «Горный журнал», т. II, 1913.

Фомина А. С. К вопросу о происхождении прибалтийских кукерскитовых горючих сланцев. В кн. «Генезис твердых горючих ископаемых». М., 1959.

Фомина А. С. Кукерсит, его химическая природа и происхождение (автореф. диссерт. на соиск. уч. степ. доктора хим. наук). Минск, 1962.

Фирер Г. М., Чернявский Г. В. Стратиграфия и нефтегазоносность мезозойских отложений северо-западной части Тимано-Печорской провинции (район г. Нарьян-Мара). Мат-лы по геол. нефти и газа сев.-вост. Европейской части СССР, вып. 1. Госгеолтехиздат, 1963.

Флоренсов Н. А. Горючие сланцы Забайкалья. Сб. «Минер. ресурсы Вост. Сибири». Тр. Вост.-Сиб. геол. упр., т. 1, 1937.

Фролов-Багреев П. Ф. О месторождении каменного угля на р. Кендерлык. Изв. ИРГО, т. XXIII, 1887.

Хаин В. В., Ахмедбейли Ф. С. Геологическое строение и развитие Кусаро-Дивичинского синклинория. Изд-во АН Азерб. ССР, 1957.

Худяев И. Е. Новые данные по стратиграфии верхнеюрских и неокомских образований в Сысольском районе. Тр. Ленингр. об-ва естествоиспыт., т. VII, вып. 4, 1927.

Чернов А. А. Стратиграфия и тектоника угленосного района р. Адзьвы в Печорском крае по исследованиям 1929 г. Изв. Всесоюз. геол.-разв. ин-та, т. 1, вып. 70, 1932.

Чернов А. А. Производительные силы Коми АССР. Т. I. Изд-во АН СССР, 1953.

Черников К. А. Геологическое строение Павлодарско-Семипалатинского Прииртышья в связи с оценкой перспектив нефтеносности (автореф. канд. диссерт.). Новосибирск, 1957.

Чирвинский В. Н., Сябряй В. Т. Материалы к познанию буроугольных месторождений УССР. Ч. 1. Описание буроугольных месторождений. Укр. науч.-исслед. геол.-разв. ин-т. Киев, 1936.

Чуенко П. П. Геологическая карта Средней Азии (юго-западные отроги Гиссарского хребта, ряд VIII, лист 41). Геология юго-западных отрогов Гиссарского хребта. ТПЭ, вып. XVI, 1934.

Чуринов М. В., Цыпина И. В., Лазарева В. П. Принципы и методика составления общих обзорных карт территории Советского Союза м-бов 1 : 500 000—1 : 2 500 000. «Советская геология», № 11, 1962.

Чуханов З. Ф. Энерготехнологическое использование твердых топлив. Использование твердых топлив, сернистых мазутов и газа. Изд-во «Наука», 1964.

Шатский Н. С. О взаимоотношении Пай-Хоя и Урала. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1948.

Шахова Е. П. Результаты разведочных работ на горючие сланцы в Ленинградской области. В кн. «Тр. совещ. по разв. и компл. использов. гор. сланцев Ленингр. обл. и Эст. ССР». Углетехиздат, 1948.

Шейнманн Ю. М. Области интрузий в пределах рам складчатости и их значение. «Советская геология», № 1, 1958.

Шиндянин П. А. Горючие сланцы Озинок Нижне-Волжского края. «Нижнее Поволжье», № 3, 1933.

Шмидт Ф. Б. Об исследовании силурийской системы Санкт-Петербургской губернии. Тр. Санкт-Петерб. об-ва естествоисп., т. 8, 1877.

Эггер И. Остракоды рыбных сланцев забайкальских отложений. Геол. исслед. и разв. работы по линии Сиб. ж. д., вып. XXIX, 1910.

Эйхвальд Э. О силурийской системе пластов в Эстляндии. СПб, 1840.

Эйхвальд Э. Геогнозия преимущественно в отношении к России. СПб, 1846.

Эпштейн С. Есть ли будущее у горючих сланцев? Бюлл. научн.-техн. информ. «Горючие сланцы», № 4, 1963.

Янишевский М. Э. Очерк геологического строения южной части Ленинградской обл. Справочник. «Полезные ископаемые Ленингр. обл. и Карельской АССР». Изд. Ленингр. геол.-разв. треста, 1933.

Bekker H. The Kuckers Stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia. Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis (Dorpatensis), A, II, I, 1921.

Bekker H. 2 Stratigraphical and Paleontologican Suplements on the Kukruse Stage of Ordovician Rocks of Estonia. Acta et Comm. Univ. Tartuensis (Dorpat.) 7, A. VII, I, 1924.

Güldenstädt J. A. Reisen durch Russland und im Caukasishen Gebirge, herausgegeb. v. Pallas. I. Theil, 1787, II, Theil, 1791 m. Karte. «Güldenstädt, der eine zweibändige Reisebeschreibung durch Russland verfasst hat. berichtet 1725 von brenn-

baren Steinen aus der Jeweschen Gegend». Livländische Jahrbücher d. Landwirtschaft. Dorpat 14. Bd. 1767. S. 169—173. Wohl die älteste Nachricht.

Georgi J. C. Von einer feuerfangenden Erde aus der Revalschen Statthalterschaft. Auswahl ökonomischer Abbendlungen, wekche die freye ökonomische Geselschaft in St. Peterburg in deutscher Sprache erhalten bat. 3. Bd., St. Peterburg in deutscher Sprache erhalten hat. 3. Bd., St. Peterburg, 1791.

Hehn. Die Producte der trockenen Destillation des Brennschiefers aus Kuckers. Baltische Wochenschrift IX 1871.

Hupel A. W. Topographische Nachrichten von Lief und Ehstland. 2. Bd., Riga, 1777.

Kuoffer A. Über die chenische Constitution der baltisch — silurischen Schicten. Archiv. f. Naturkunde Liv., Est., n. Kurlands, I Serie, V. Bd., Dorpat, 1870.

Orviku K. K. Litologie der Tallina Serie Publ. of the Geol. Inst. N 58, Tartu, 1940.

Öpik A. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse — (C_2) Stufe in Eesti. I. Acta et Comm. Univ. Tartuensis (Dorpat) A. VIII 5, T. 1925.

Öpik A. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse — (C_2) Stufe in Eesti. II. Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis (Dorpatensis). A, XII, 3, 1927.

Öpik A. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse — (C_2) Stufe in Eesti. III. Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis (Dorpatensis), A. XIII, II, 1928.

Öpik A. Brachiopoda Protremata der estländischen Kukruse. Stufe. Bubl. of the Geol. Inst. of the Univ. of Tartu. N 28, 1930.

Öpik A. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse — (C_2) Stufe in Eesti. IV. Acta et Comm. Univ. Tartuen. (Doprat.) A. XIX T. 1936.

Öpik A. Porkuni — Tamsolu übruse geoloogiast. Eesti Loodus V. Nr. 2; Tartu Ulik Geol. Inst. Toim. Nr. 53, Tartu, 1937.

Pander C. Beiträge zur Geognosic des Russischen Reiches. St. Petersb. 1830.

Rägo N. Beiträge zur Kenntnis des estlandischen Dictyonemaschiefers. Tartu Ülikooli toimetused. Seeria A. XIII, 1928.

Rouillier Ch. Explication de la coupe geologique des unvirons de Moscou. Bull. Soc. natur. de Moscou, t. 19, N 4, 1845.

Rouillier Ch. et Vosinsky A. Etudes progressives sur la paleontologie des environs de Moscou Bull. Soc. natur. de Moscou, N 2, 1847.

Rouillier Ch. et Vosinsky A. Etudes progressives sur la geologie de Moscou. Bull. Soc. natur. de Moscou, N 2, 1849.

Schamarin A. Chenische Untersuchung der Brandschiefers von Kucker Archiv Naturk, Liv, Ehst- und Kurlands. Ser. I, Bd. 5, Dorpat 1870.

Schmidt Fr. Untersuchungen über die Silurische Formation von Ehstland, Nord — Livland und Oesel. Archiv f. Naturkunde. Liv-, Ehst- u. Kurland, Ser. I, Bd. II, Dorpat, 1858.

Schmidt Fr. Das vermeintliche «Guanolager» zu Kuckers. Baltische Wochenschrift fur Landwirtschaft, Gewerbefleiss u. Handel, VII, N 34—35, 1869.

Schmidt Fr. Kurze Übersicht der ostbaltischen silurischen Formation in Estland, N. Livland, Oesel und im Gouvernement S. Petersburg, in «Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten», Mem. de I Acad. de St. Pet., VII Serie, T. XXX, N 1, 1881.

Teichert C. Der brennbare Sehiefer von Estland. Natur. u. Museum, Heft. 9. Senckenb. Natur. Ges. Frankfurt a. M., 1927.

Trask P. D. Petroleum source beds. The science of Petroleum. W. G. 1938.

Trautschold H. Ueber die Kreide — Ablagerungen im Couvernement Moskau. Bull. Soc. natur. de Moscou. N 4, 1861.

Stockmar P. Oil Shale — Present and Future Mines Mag, 1964, vol. 54, N 9, 15—18.

ПРИЛОЖЕНИЯ

НОРВЕЖСКОЕ МОРЕ
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ
КАРСКОЕ МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ
ЧУКОТСКОЕ МОРЕ
БЕРИНГОВО МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
АРАЛЬСКОЕ МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
ЯПОНСКОЕ МОРЕ
ТИХИЙ ОКЕАН

Мурманск
Таллин
Рига
Вильнюс
Псков
Ленинград
Минск
Львов
Киев
Кишинев
Кировоград
Днепропетровск
Воронеж
Москва
Ярославль
Тула
Горький
Пенза
Казань
Пермь
Ульяновск
Саратов
Куйбышев
Волгоград
Уфа
Свердловск
Оренбург
Уральск
Нарьян-Мар
Ухта
Сыктывкар
Киров
Тбилиси
Ереван
Баку
Гурьев
Ашхабад
Ташкент
Фрунзе
Алма-Ата
Душанбе
Караганда
Омск
Новосибирск
Красноярск
Иркутск
Норильск
Верхоянск
Якутск
Магадан
Чита
Хабаровск
Владивосток

Днепр
Неман
Западная Двина
Припять
Десна
Псел
Дон
Ока
Волга
Сура
Кама
Белая
Печора
Обь
Северная Двина
Онега
Сухона
Вычегда
Юг
Пижма
Уса
Енисей
Хета
Хатанга
Котуй
Пясина
Оленек
Лена
Вилюй
Марха
Алдан
Яна
Индигирка
Колыма
Омолон
Анадырь
Пенжина
Камчатка
Курейка
Нижняя Тунгуска
Подкаменная Тунгуска
Ангара
Чулым
Ишим
Иртыш
Тобол
Иртыш
Вах
Ob
Кеть
Чона
Бирюса
Вилюй
Витим
Олекма
Амгунь
Амур
Зея
Бурея
Шилка
Аргунь
Ингода
Онон
Уссури
Сыр-Дарья
Аму-Дарья
Нарын
Или
Тобол
оз. Балхаш
оз. Сасыкколь
оз. Иссык-Куль
оз. Байкал

I Русская равнина
II Карпаты
III Западно-Сибирская равнина
IV Тиманский кряж
V Северные Увалы
VI Предуральский прогиб
VII Общий Сырт
VIII Среднесибирское плоскогорье
А Татарский свод

1 Месторождения нефти
2 Месторождения газа
3 Месторождения нефти и газа
4 Месторождения газового конденсата
5 Месторождения нефти и газового конденсата

Обзорная карта главнейших бассейнов и месторождений горючих сланцев СССР

1 — месторождения горючих сланцев; *2* — эксплуатируемые месторождения; *3* — сланценосные площади, установленные по данным геологоразведочных работ; *4* — перспективные сланценосные площади, установленные по редким скважинам и другим геологическим данным; *5* — перспективные сланценосные площади, установленные по общим геологическим соображениям

Сланценосные площади

I — Прибалтийский бассейн (O_2); II — Карпатский бассейн (Pg_{2-3}); III — Нарьян-Марская площадь (J_3); IV — Ижемская площадь (J_3); V — Яренгский бассейн (J_3); VI — Сысольская площадь (J_3); VII — Волжский бассейн (J_3); VIII — Оленекский бассейн (Cm_{1-3})

Месторождения горючих сланцев

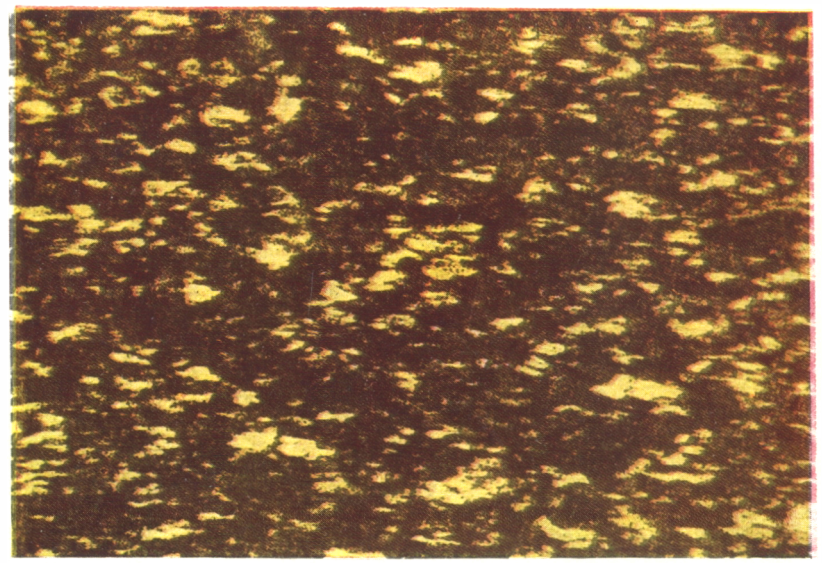
1 — Кохтла-Ярви (O_2); *2* — Сланцевское (O_2); *3* — Тясминское (Болтышское) (Pg_2); *4* — Джарское (J_2); *5* — Рионское (J_3); *6* — Дилижанское (Pg_2); *7* — Котайское (N_1); *8* — Нор-Аревикское (N_2); *9* — Кубинское (N_2); *10* — Диаллинское (N_2); *11* — Дженгичайское (Pg_2); *12* — Ижемское (J_3); *13* — Ибское (J_3); *14* — Синегорское (J_3); *15* — Воронье-Волосковское (J_3); *16* — Усольское (J_3); *17* — Горко-Хухаревское (J_3); *18* — Буинское (J_3); *19* — Ундорское (J_3); *20* — Кашпирское (J_3); *21* — Савельевское (J_3); *22* — Дергуновское (J_3); *23* — Общесыртовское (J_3); *24* — Озинское (J_3); *25* — Ново-Семеновское (J_3); *26* — Туксайское (J_3); *27* — Чернозатонское — (J_3); *28* — Лемезинское (D_3); *29* — Аншинское (D_3); *30* — Зилимское (D_3); *31* — Байхожинское (Pg_2); *32* — Кендерлыкское (C_3—P_{1-2}); *33* — Байсунское (Pg_2); *34* — Раватское (Pg_2); *35* — Гараутское (Pg_2); *36* — Кыз-Имчекское (Pg_2); *37* — м-ния Пархарского р-на (Pg_2); *38* — Карагаша (J_1); *39* — Маркай (J_1); *40* — Дмитровское (D_2); *41* — Алюйское (J_{2-3}); *42* — Будаговское (J_{2-3}); *43* — Хахарейское (J_{2-3}); *44* — Гусиноозерское (J_3—Cr_1); *45* — Романовское (J_3—Cr_1); *46* — Джидотойское (J_3—Cr_1); *47* — Юмурченское (Cr_1); *48* — Тургинское (Cr_1); *49* — Харапорское (Cr_1); *50* — Омолонское (T_{1-2})

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

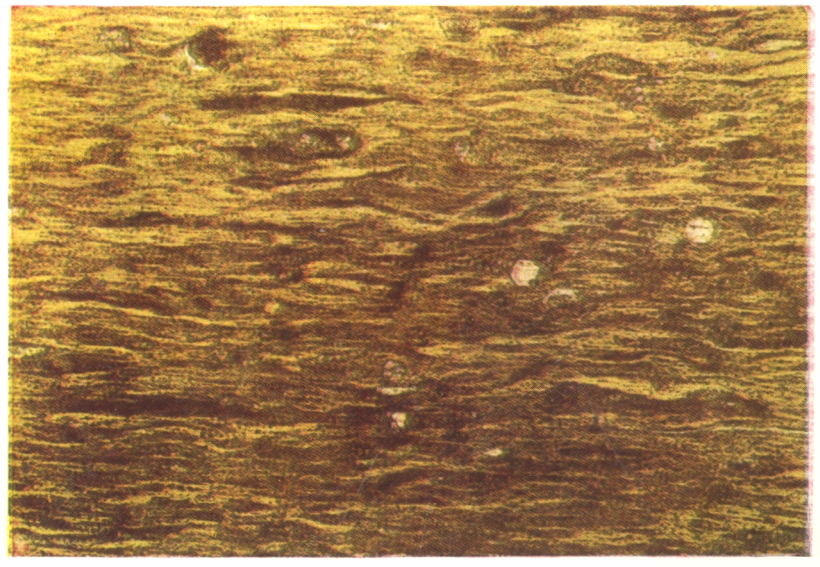
ТАБЛИЦА I

Фото 1. Микроструктура кукерсита. Все поле зрения занимают остатки водорослей (?) — светло-желтого и темно-коричневого цвета. Увел. 80. Эстонское месторождение. Фото В. А. Котлукова.

Фото 2. Микроструктура горючего сланца верхнеюрского возраста. Тонкодисперсное (коллоидное) линзовиднослоистое органическое гумусово-сапропелевое вещество светло-коричневое и коричневое, смешанное с глинистой массой с включениями светлых крупных зерен кластических минералов и с черными линзовидными и округлыми включениями рудных минералов. Ижемское месторождение. Фото В. А. Котлукова.



1

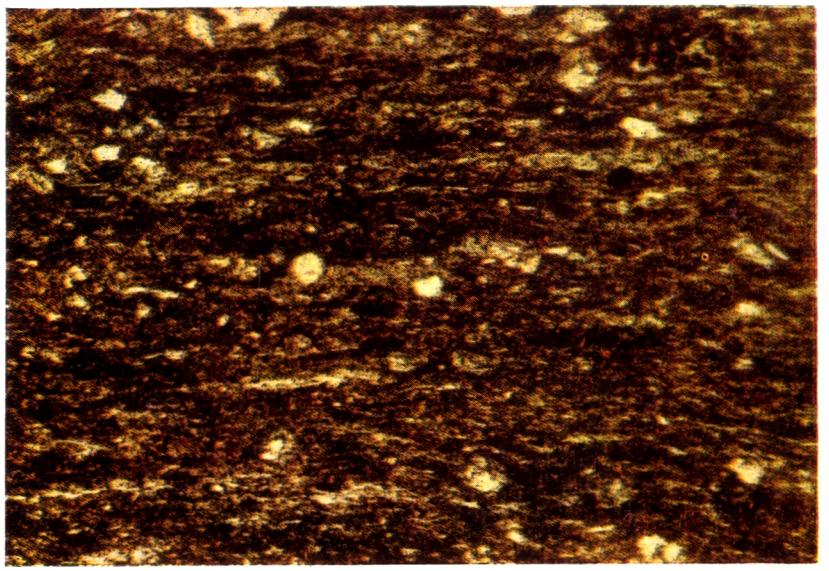


2

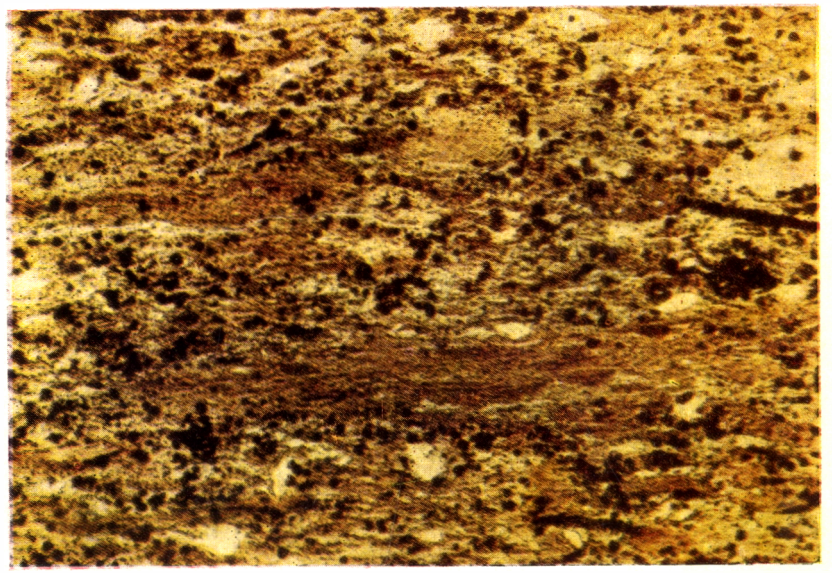
ТАБЛИЦА II

Фото 1. Микроструктура менилитового сланца. Неравномернозернистая глинистая масса (светлая) смешана с желтовато-коричневым гумусово-сапропелевым веществом и с послойно расположенным гумифицированным растительным детритом. Обособленные светлые крупные зерна кластического происхождения. Черные вкрапления внизу, слева — рудный минерал. Увел. 100. Верхне-Синеводское месторождение. Фото И. Э. Вальц.

Фото 2. Микроструктура менилитового сланца. Тонкодисперсная глинистая масса (светлая), местами с примесью органического вещества (коричнево-желтого цвета) с редкими линзочками растительного детрита (коричневые). Видны многочисленные мелкие зерна рудного минерала (почти черные). Увел. 220. Косовский район. Фото И. Э. Вальц.



1

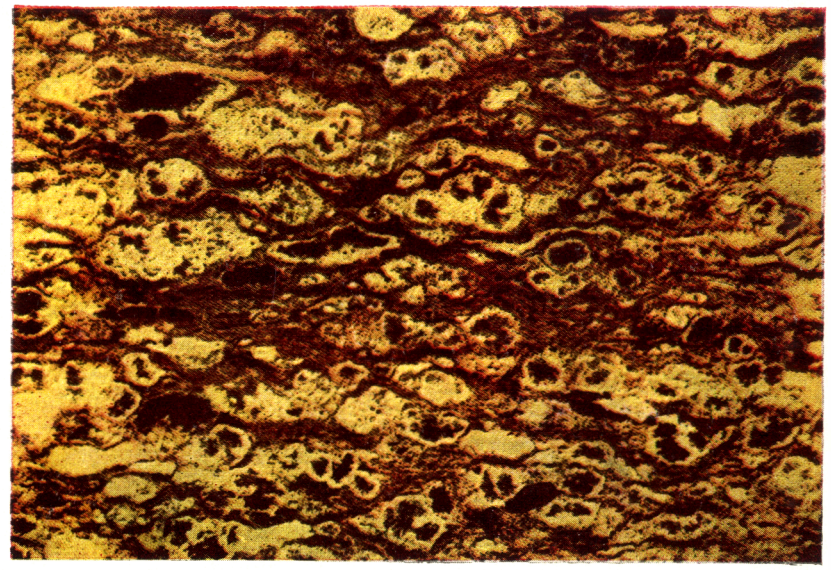


2

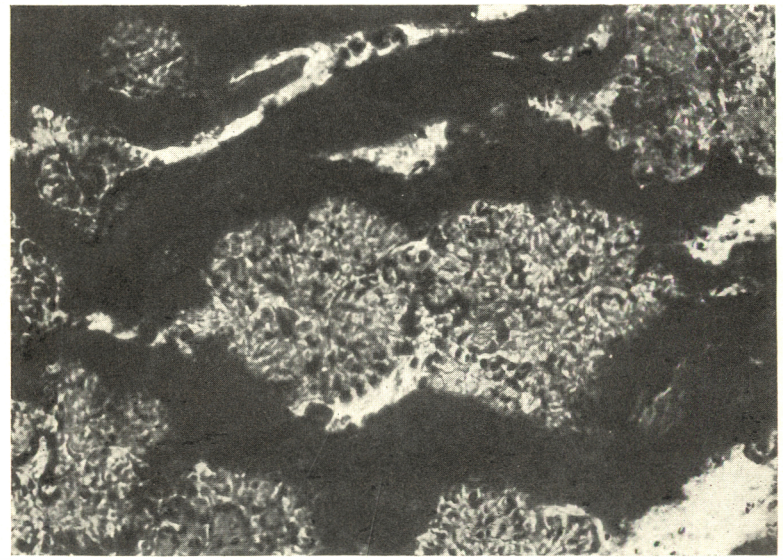
ТАБЛИЦА III

Фото 1. Микроструктура горючего сланца (богхеда) нижнеэоценового возраста. Светло-желтые округлые, расположенные послойно, остатки водорослей с клеточным строением цементируются основной гумусово-сапропелевой коричневой массой, расположенной в виде прожилков и прослоев. Увел. 80. Болтышское месторождение. Фото В. А. Котлукова.

Фото 2. Микроструктура горючего сланца (богхеда) нижнеэоценового возраста. Светло-серые овальные тела — остатки водорослей с клеточным строением. Между ними темная основная масса. Увел. 300. Болтышское месторождение. Фото В. А. Котлукова.



1

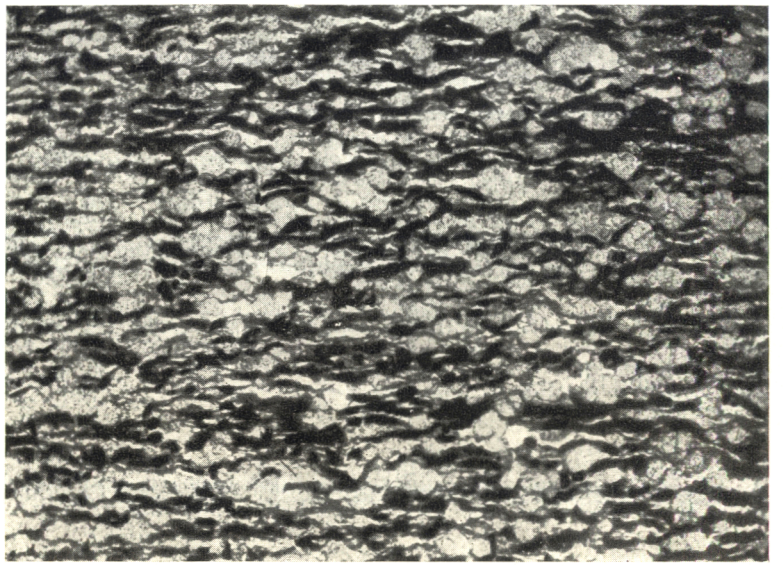


2

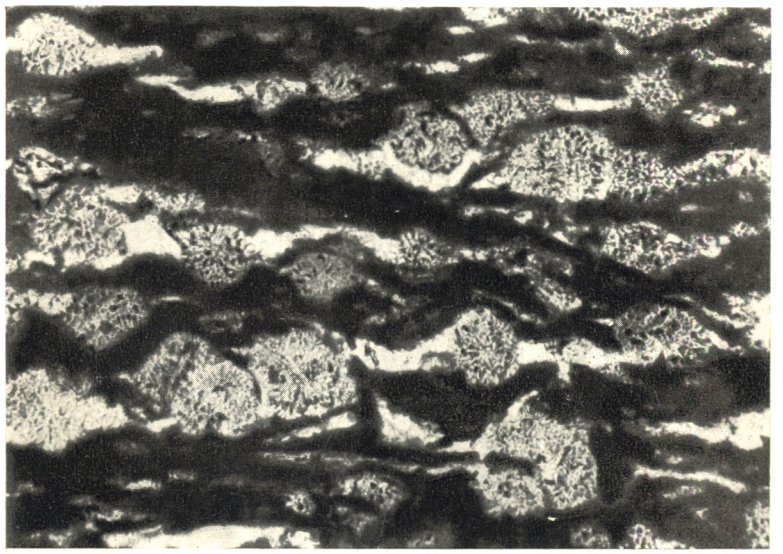
ТАБЛИЦА IV

Фото 1. Микроструктура горючего сланца (богхеда) Болтышского месторождения. Увел. 25.

Фото 2. То же, что и на фото 1. Увел. 100. Фото В. А. Котлукова



1

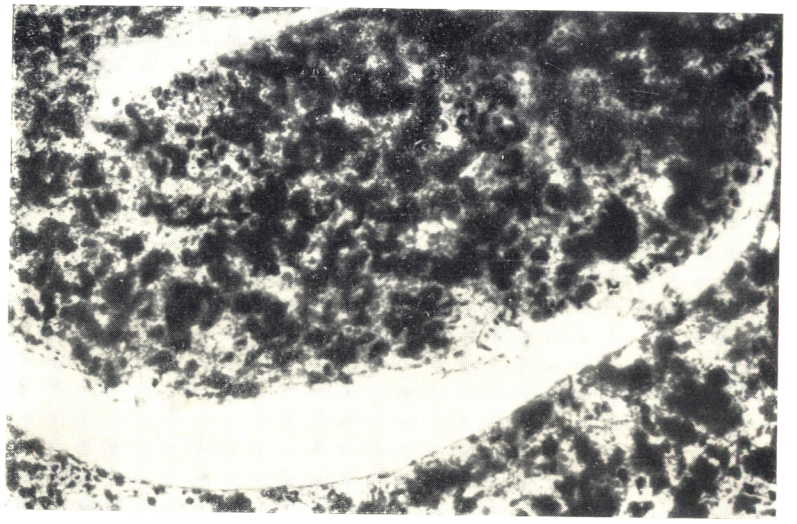


2

ТАБЛИЦА V

Фото 1. Микроструктура кукерсита: темные включения — остатки водорослей, светлое вещество — основная органическая масса желтого цвета и крупный обломок раковины белого цвета. Увел. 75. Ленинградское месторождение. Фото Е. С. Корженевской.

Фото 2. Микроструктура горючего сланца девонского возраста: черное и серое — тонкодисперсное органическое вещество, крупное включение наверху — неопределенное образование (оранжево-желтого цвета в шлифе). Увел. 140. Лемезинское месторождение. Фото Е. С. Корженевской.



1

2

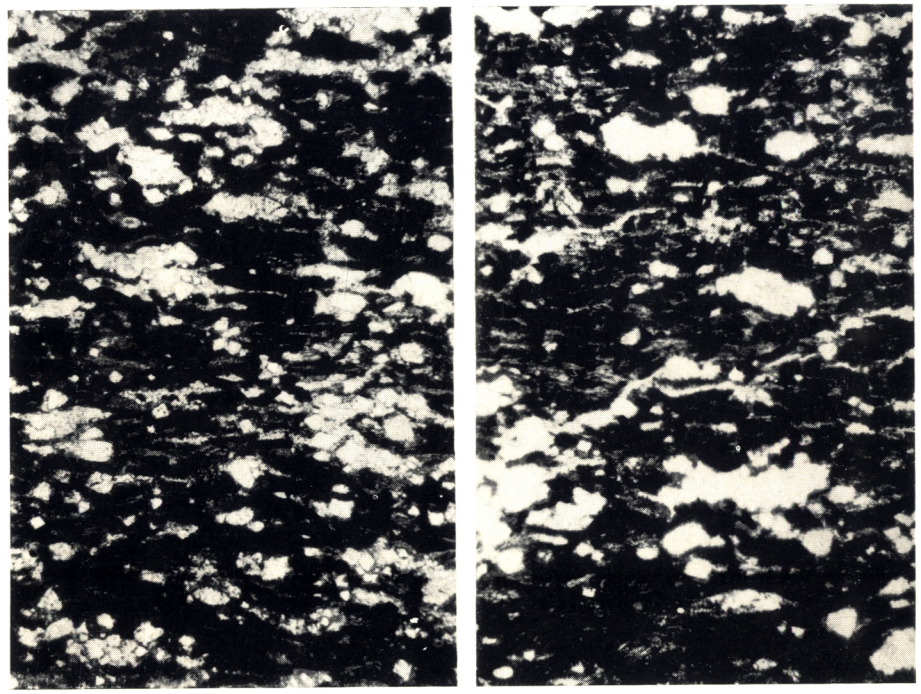
38 Зак. 673

ТАБЛИЦА VI

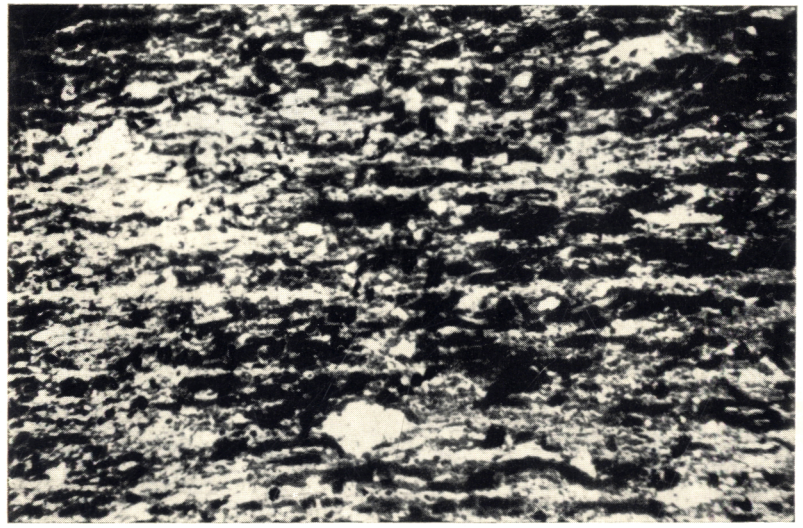
Фото 1. Микроструктура светлой разновидности горючего сланца Кашпирского месторождения: белые угловатые включения, часто ромбической формы — карбонаты, темно-серое вещество — органическая масса (в шлифе желтого цвета). Увел. 76.

Фото 2. Микроструктура светлой разновидности горючего сланца Савельевского месторождения. То же, что и на первом снимке. Фото Е. С. Корженевской.

Фото 3. Водоросль Pila sp. (внизу) в слабоизвестковистом сланце Озинковского месторождения. Хорошо видно слоистое расположение органического и минерального вещества. Увел. 100. Фото Е. С. Тихомировой.



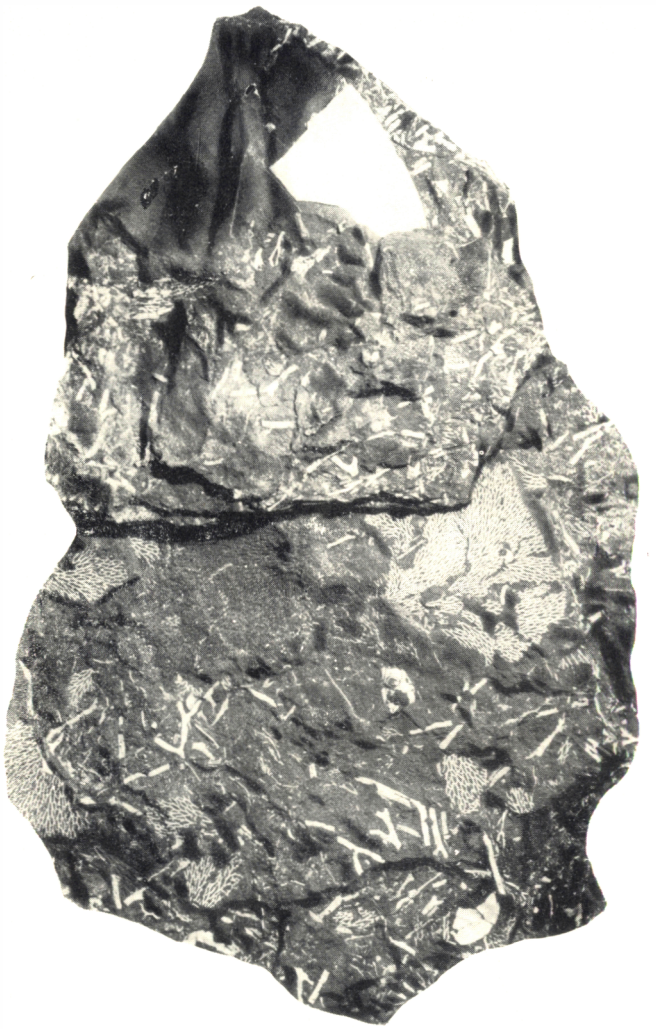
1 2



3

ТАБЛИЦА VII

Фото 1. Внешний вид сланца-кукерсита. Видны многочисленные известковые скелеты мшанок и хвостовые щитки трилобитов (белое). Темное — органическое вещество (буровато-коричневого цвета в натуре). 1/2 нат. вел. Эстонское месторождение. Фото В. А. Котлукова.



1

ТАБЛИЦА VIII

Ходы червей в горючем сланце — кукерсите, заполненные известковистым материалом. Нат. вел. Слой С. Эстонское месторождение. Фото С. С. Баукова.

ТАБЛИЦА IX

Мшанка Chasmatopora furcata (Eichw) в горючем сланце — кукерсите. Слой В. Нат. вел. Эстонское месторождение. Фото А. Эпика.

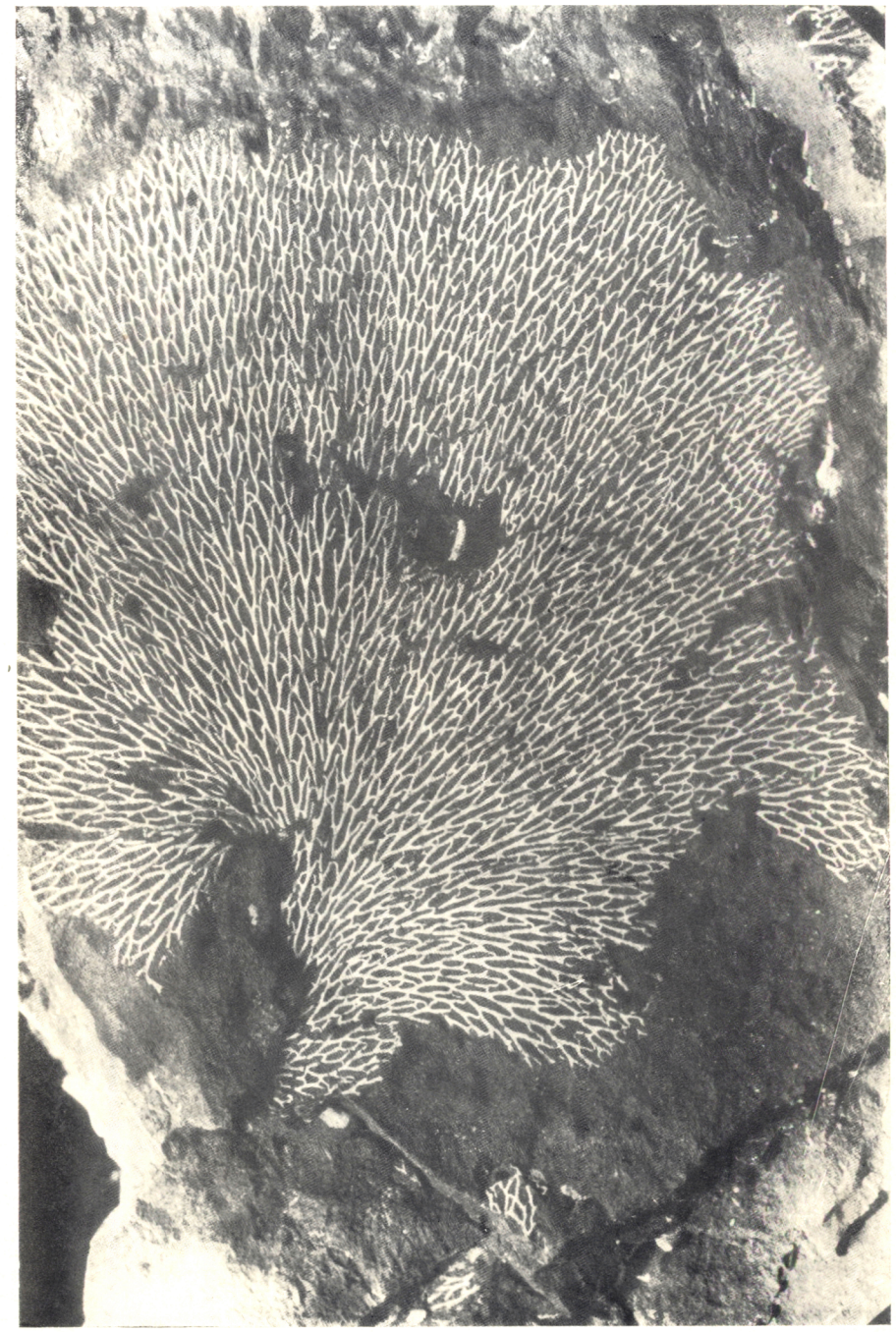
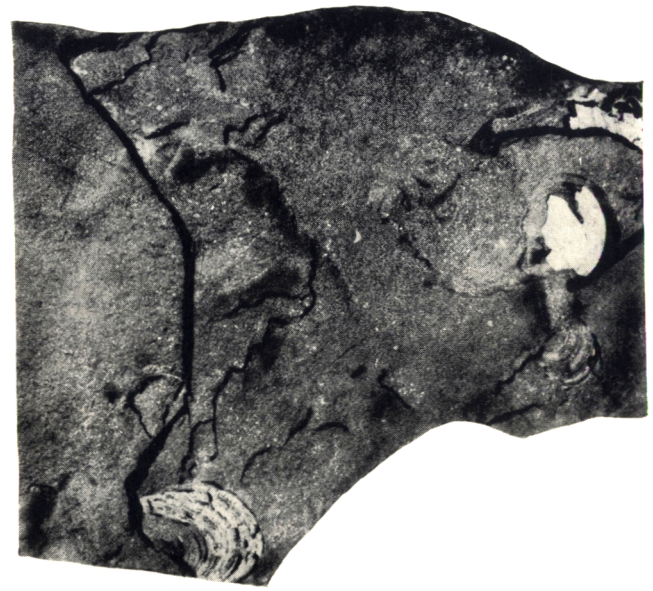


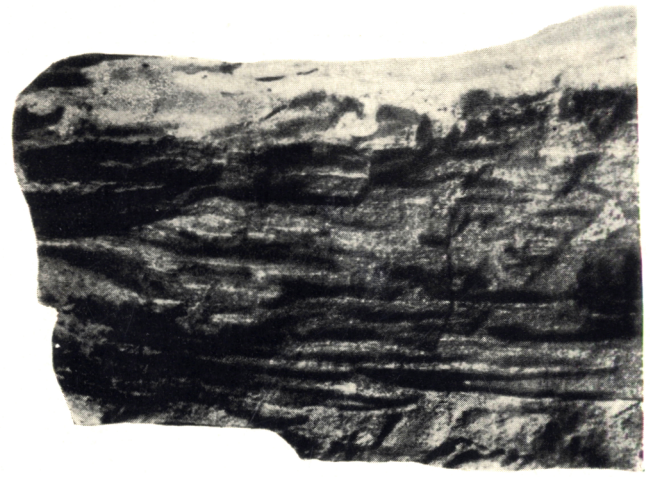
ТАБЛИЦА X

Фото 1. Внешний вид верхнеюрского горючего сланца с остатками Aucella sp. 1/2 нат. вел. Ижемское месторождение, район Айюве. Фото В. А. Котлукова.

Фото 2. Внешний вид светлой разности горючего сланца Кашпирского месторождения. Нат. вел. Фото Е. С. Корженевской.



1



2

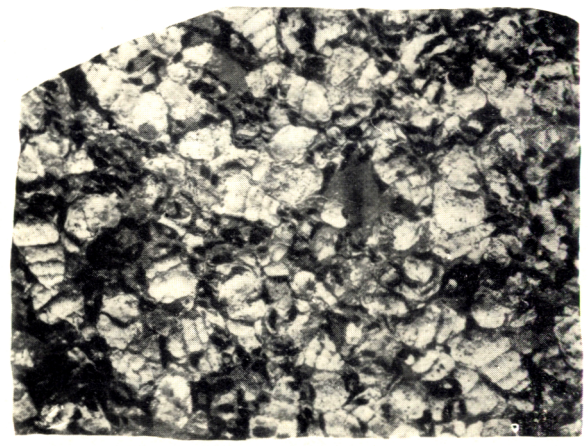
ТАБЛИЦА XI

Фото 1. Внешний вид горючего сланца (богхеда) Болтышского месторождения. Видна массивная однородная текстура сланца и мельчайшие более светлые округлые тельца (водоросли в натуре коричневого цвета, хорошо выделяющиеся на общем темно-сером фоне породы). Нат. вел. Фото В. А. Котлукова.

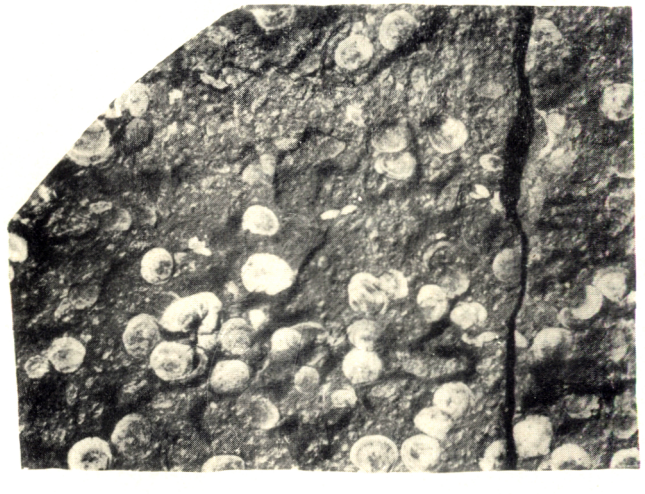
Фото 2. Мелкие гастроподы на поверхности напластования глинистой породы, контактирующей со сланцем. Увел. 2. Фото В. А. Котлукова.

Фото 3. Мелкие пелециподы на поверхности напластования глинистой породы, контактирующей со сланцем. Увел. 2. Фото В. А. Котлукова.

1



2



3

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение. *В. А. Котлуков* 5
Горючие сланцы СССР и общие закономерности размещения их месторождений. *В. А. Котлуков* 7
Основные направления использования горючих сланцев. *И. М. Озеров, В. Ф. Полозов* 12

Часть переая

Прибалтийский бассейн 21
Введение. *В. А. Котлуков* 21
Общие географические сведения. *В. А. Котлуков* 21
Орогидрография. *С. С. Бауков* 23
Краткий исторический обзор. *С. С. Бауков, В. А. Котлуков* 26
Стратиграфия. *В. А. Котлуков* 32
Тектоника. *В. А. Котлуков* 52
Сланценосные отложения. *В. А. Котлуков, С. С. Бауков* 56
Сланценосность отложений среднего ордовика 57
Литология промышленной пачки и условия образования горючих сланцев 64
Качественная характеристика. *В. А. Котлуков* 72
Гидрогеологические условия. *В. А. Котлуков, С. С. Бауков* 77
Горнотехнические условия. *С. С. Бауков* 85
Запасы. *В .А. Котлуков, С. С. Бауков* 88
Другие полезные ископаемые. *В. А. Котлуков* 90
Описание месторождений 91
Эстонское месторождение. *В. А. Котлуков, М. П. Астафьев, С. С. Бауков* 91
Ленинградское (Гдовское) месторождение. *Е. Г. Шахова* 115
Веймарнское месторождение. *Е. Г. Шахова* 139
Чудово-Бабинское месторождение. *Е. Г. Шахова* 142
Общая характеристика диктионемовых сланцев. *С. С. Бауков* 145

Часть вторая

Юрские горючие сланцы Тимано-Печорской области 151
Введение. *В. П. Абрамов* 151
Геологическое строение 151
Описание сланценосных районов 159
Нарьян-Марский сланценосный район. *В. П. Абрамов* 159
Ижемский сланценосный район. *В. В. Богданов* 163
Яренгский сланценосный район. *В. П. Абрамов* 172
Сысольский сланценосный район. *В. П. Абрамов* 177
Волжский бассейн 190
Общие сведения. *Г. В. Явхута* 190
Стратиграфия. *Г. В. Явхута* 193
Тектоника. *Г. В. Явхута* 200
Сланценосные отложения. *В. А. Котлуков, Е. С. Тихомирова* 201
Качественная характеристика горючих сланцев. *Г. В. Явхута* 211
Гидрогеологические и горнотехнические условия. *Г. В. Явхута* . . . 215
Запасы горючих сланцев. *Г. В. Явхута* 217
Районирование Волжского бассейна. *Г. В. Явхута* 217

Стр.

Кировская группа месторождений. *Г. В. Явхута, И. М. Озеров, Ю. Д. Мотин, Р. А. Волхонская* 219
Мантуровская группа месторождений. *Г. В. Явхута* 225
Мордовская группа месторождений *Г. В. Явхута* 231
Подмосковный район. *Г. В. Явхута* 233
Свияжско-Сурская группа месторождений. *Г. В Явхута* 233
Ульяновская группа месторождений. *Г. В. Явхута* 236
Сызранская группа месторождений. *Г. В. Явхута* 248
Общесыртовский сланцевый район. *Г. В. Явхута* 258
Орловско-Пугачевская группа месторождений. *Г. В. Явхута* 271
Озинковская группа месторождений. *Г. В. Явхута* 279
Приуральская группа месторождений. *Г. В. Явхута* 289
Горючие сланцы девонского возраста северо-востока Европейской части СССР. *В. В. Богданов, А. К. Крылова* 302
Горючие сланцы Южного Приуралья. *В. В. Богданов* 317

Часть третья

Горючие сланцы Белорусской ССР. *В. А. Котлуков* 331
Горючие сланцы Украинской ССР 341
Болтышское месторождение. *А. И. Галака, В. А. Котлуков* 341
Менилитовые сланцы Карпат. *В. Б. Порфирьев, И. В. Гринберг, Н. Р. Ладыженский, В. А. Котлуков* 354
Горючие сланцы Грузинской ССР. *В. И. Конивец* 382
Горючие сланцы Армянской ССР. *В. И. Конивец* 389
Горючие сланцы восточной части Азербайджанской ССР. *Ж. Е. Арутюнова, Б. И. Жузе* 399
Проявления горючих сланцев в других областях Кавказа. *В. И. Конивец* 415

Часть четвертая

Месторождения горючих сланцев Казахской ССР. *Л. Ф. Белянкин* 419
Месторождения Средней Азии 456
Горючие сланцы Узбекской ССР. *Н. Л. Николаев, Р. А. Волхонская, Е. В. Глушенкова, С. С. Семенов, И. М. Озеров* и *В. Ф. Полозов* . . 456
Горючие сланцы Южно-Таджикской депрессии. *Н А. Никитина* . . . 465
Горючие сланцы Туркменской ССР. *В. А. Котлуков* 476

Часть пятая

Горючие сланцы Кузнецкого бассейна и Минусинской котловины. *В. А. Котлуков, А. А. Ларищев* 479
Горючие сланцы Иркутской области. *В. И. Конивец* 491
Горючие сланцы Забайкалья. *В. И. Конивец* 513
Оленекский бассейн горючих сланцев. *В. Я. Кабаньков* 545
Горючие сланцы Северо-Востока СССР. *Г. Г. Попов* 566
Заключение. *В. А. Котлуков* 569
Литература 573
Приложения 583

ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ И
ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ СССР

Том II

Горючие сланцы СССР

Ведущий редактор *И. Е. Дмитриева*

Технические редакторы *Е. С. Иерусалимская* и *В. В. Быкова*

Корректоры *М. В. Дроздова* и *Т. В. Чирикова*

Подписано в набор 29/VIII — 1967 г. Формат 70×108¹/₁₆
Подписано к печати 27/IV-1968 г. Бум. № 1 + мелов.
Печ. л. 38 (1,5 п. л. мелован. цветн. прилож.) + 1,5 п л.
Усл. л. 55,3 Уч.-изд. л. 50,2 Зак. № 673/9161-4
Т-07616. Тираж 1500 экз. Цена 3 р. 34 к.
Индекс 3-4-1

Издательство «Недра». Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19
Ленинградская картфабрика ВАГТ