

79922

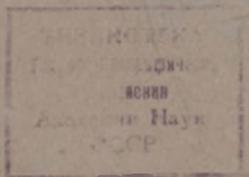
Т Р У Д Ы

ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ВЫПУСК 16. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРИЯ (№ 6)

Н. М. СТРАХОВ

ДОМАНИКОВАЯ ФАЦИЯ ЮЖНОГО УРАЛА



4 АПР 1940

Н. М. СТРАХОВ

ДОМАНИКОВАЯ ФАЦИЯ ЮЖНОГО УРАЛА

ВВЕДЕНИЕ

Среди отложений верхнего девона Урала и Тимана довольно значительным распространением пользуется так называемая доманиковая фация, представленная битуминозными известняками, мергелями, глинистыми и горючими сланцами, кремнями и заключающая очень оригинальную фауну. Выходы доманиковой фации раньше всего были зафиксированы на Южном Тимане в бассейне р. Ухты (р. Доманик), где находки доманика были сделаны еще в самом начале XIX в. и очень хорошо описаны уже Keyserling (1846) и отчасти Мурчисоном (1849). В последующее время аналогичные породы были установлены Чернышовым и другими исследователями на западном склоне Урала, и в настоящее время выходы доманика длинной цепочкой тянутся от Северного Урала (листы 121 и 122) через Средний Урал (Чусовая) в Южный (от хр. Кара-тау до р. Белой).

Вплоть до того момента, как на Урале была открыта нефть, доманиковая фация привлекала к себе не больше внимания, чем любая другая девонская фация. Но с той поры, как нефть стала известна, отношение к доманику резко изменилось, ибо доманик, как фация явно битуминозная, естественно, тотчас же заставил предполагать в нем одну из возможных нефтепроизводящих свит Урала. Особенно возрос этот интерес после того, как А. Д. Архангельским на основании общих теоретических соображений было определено указано (1929) на доманик, как на вероятную нефтепроизводящую свиту Урала.

В сущности с этого времени только и начинаются попытки литологического и стратиграфического изучения доманика. Насколько автору известно, они были сделаны, главным образом, двумя учреждениями, независимо друг от друга и с разными целями. Первым из них был Нефтяной геологоразведочный институт в Москве, вторым — Башкирский геологический трест в г. Уфе. В Нефтяном институте работы проводились в 1931 г. В. Н. Крестовниковым, Г. И. Теодоровичем, А. А. Варовым и Сулиным. Целью их было общее предварительное литологическое и геохимическое изучение доманика Южного Урала и выяснение условий его образования. Башгеолтрест ставил себе более практическую задачу: поиски и разведку месторождений горючих сланцев в доманиковых слоях и выяснение их промышленной пригодности. К большому сожалению, однако, приходится констатировать, что начинание НГРИ было оставлено в самом же начале, почему работа дала лишь самые общие и предварительные результаты, опубликованные в статьях В. Н. Крестовникова и Г. И. Теодоровича (1934), Г. И. Теодоровича (1935) и А. А. Варова (1934), а частично оставшиеся и вовсе без опубликования. Точно так же и Башгеолтрест, убедившись, в результате поисковых работ А. И. Олли, А. П. Блудорова и Т. Н. Гуляевой, в отсутствии практического значения доманиковых горючих сланцев прекратил работу, не опубликовав ни одной

строчки и оставив большой материал в виде груды сырых, необработанных фактов.

Таким образом, первая попытка изучения доманиковых фаций Южного Урала не была планомерно проведена до конца и не дала сколько-нибудь существенных результатов.

Учитывая это обстоятельство, а также и тот большой теоретический интерес, какой представляет доманиковая фация, автор настоящих строк предпринял в 1934 г. новую попытку изучения литологии и генезиса доманика. Вначале работа велась в очень скромной форме (на участке р. Икын — р. Баса) в Московском геологоразведочном институте, а в 1935 и 1936 гг. — в гораздо большем масштабе в ГИН Академии Наук.

Три задачи стояли перед автором при проведении работы. Первая заключалась в том, чтобы дать по возможности полное и точное чисто фактическое описание доманиковой фации как природного тела: ее пространственного распространения, строения, литологических и фаунистических особенностей, соотношения с вмещающими породами, наконец, места ее в ряду других фаций конца среднего и начала верхнего девона. Необходимость этой работы вытекала из того простого обстоятельства, что по всем перечисленным вопросам в литературе имелись лишь очень общие и нередко, как оказалось, неправильные представления. Вторая задача являлась как бы естественным продолжением первой и состояла в том, чтобы, воспользовавшись полученными данными, составить себе представление об обстановке, в которой шло накопление доманиковых пород, и в особенности о конкретных факторах, обусловивших накопление в них органического вещества. Наконец, третья задача заключалась в том, чтобы данными литологического изучения проверить уже высказанное ранее в литературе предположение о возможной роли доманиковой толщи как нефтеобразующей свиты Урала.

Глава I

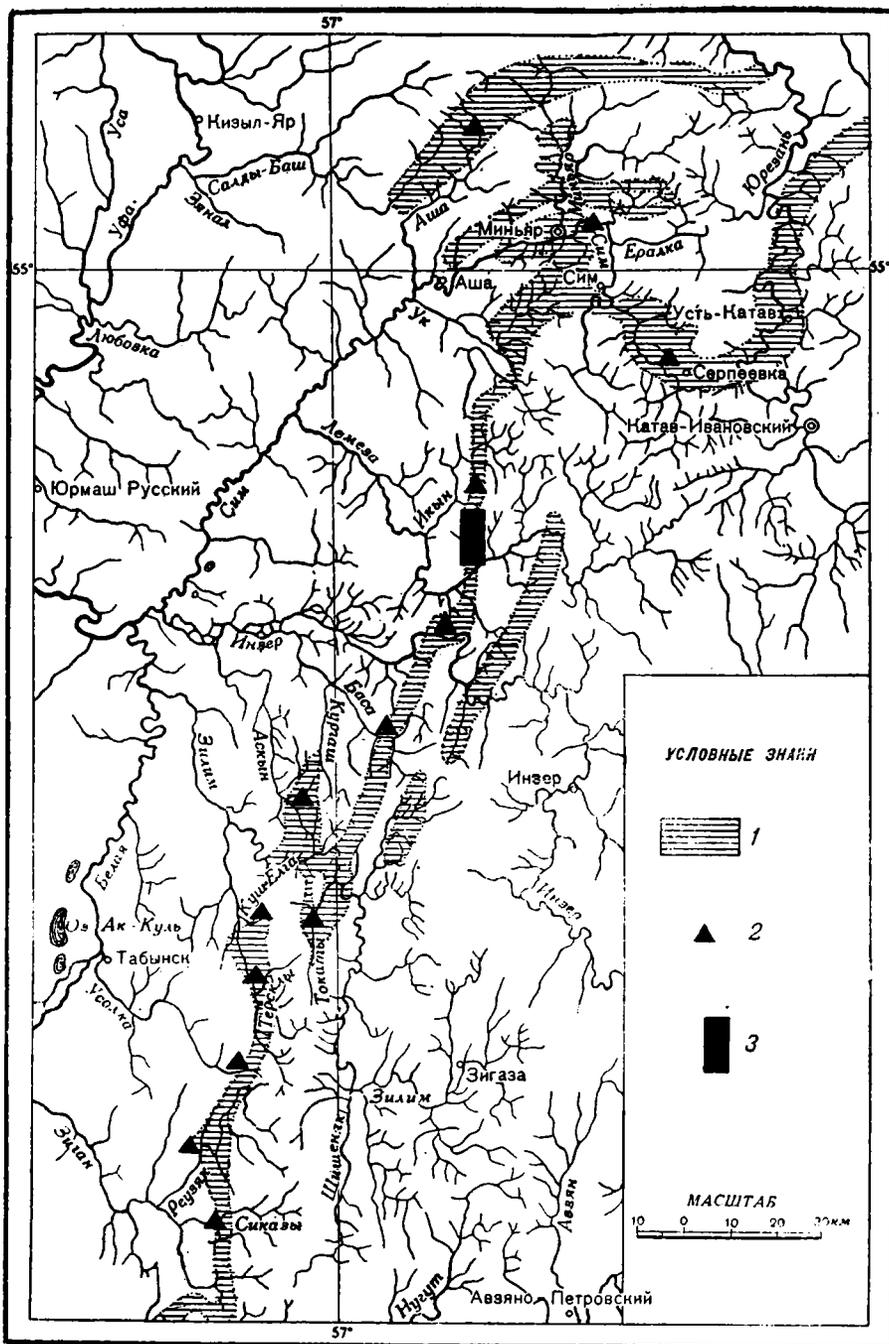
СОСТАВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДОМАНИКОВОЙ ФАЦИИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ (от хр. Кара-тау на севере до р. Зигана на юге)

При изучении литологии доманиковых отложений на Южном Урале, как и при изучении литологии всякого другого горизонта, огромную роль играет выяснение вопроса о том, что представляют собой исследуемые породы с точки зрения их пространственного распространения, каковы их взаимоотношения с вмещающими породами, в частности с породами подошвы и кровли, и, наконец, насколько выдержанным является их литологический состав и мощность в пределах исследуемой территории.

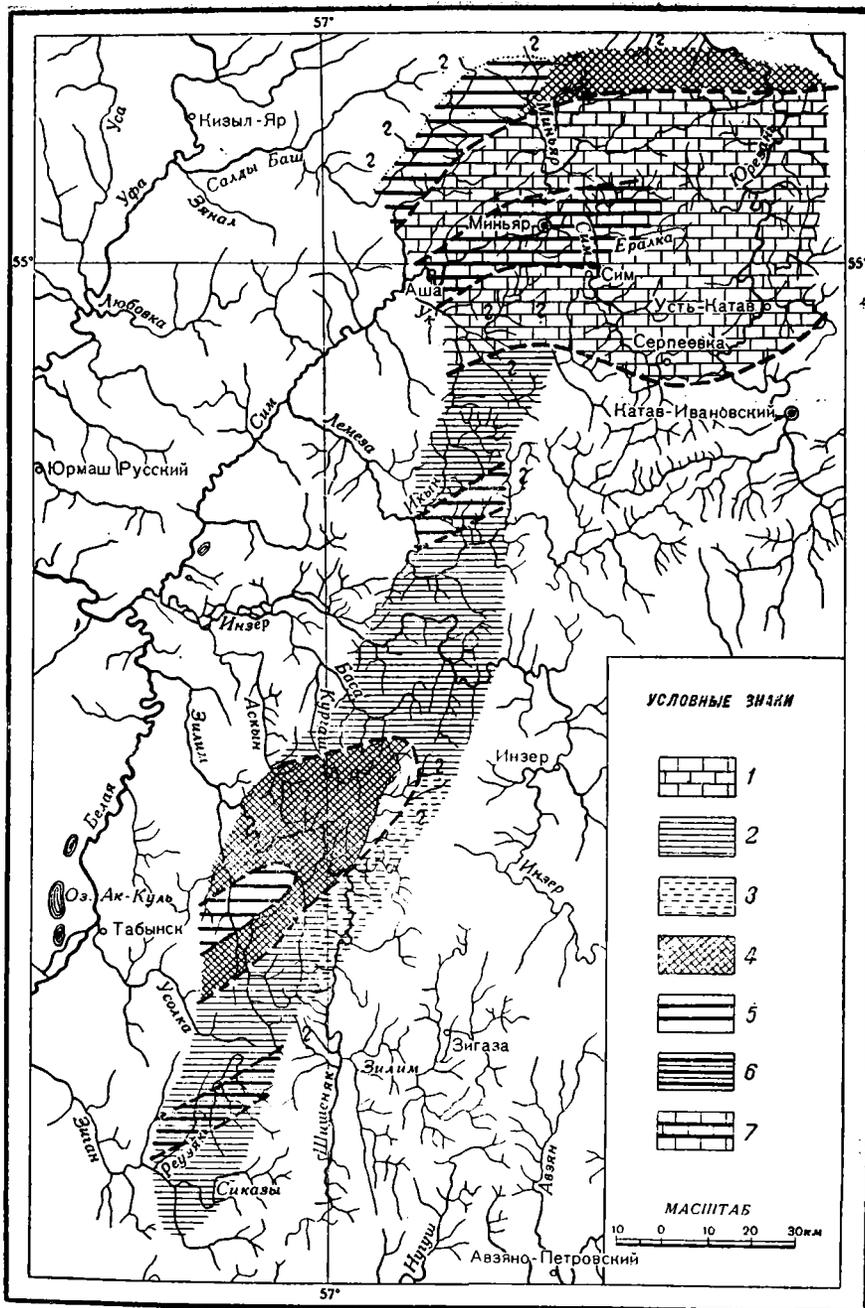
Чтобы разрешить этот вопрос в применении к доманиковым отложениям, необходимо познакомиться предварительно со строением франского яруса на изучаемой территории (фиг. 1).

Благодаря исследованиям Д. В. Наливкина, Б. П. Марковского, В. Н. Крестовникова, Л. Конюшевского, А. А. Краснопольского, П. Н. Крапоткина, Г. И. Теодоровича, Г. В. Вахрушева, П. В. Дмитриева, П. В. Васильева, А. И. Олли, А. П. Блудорова, Т. Н. Гуляевой мы имеем в настоящее время большое количество преимущественно искусственно вскрытых разрезов, которые позволяют дать весьма отчетливую и документальную картину строения франского яруса на всем протяжении от хр. Кара-тау до р. Зигана.

Всю эту площадь целесообразно в наших целях разбить на три участка, значительно различающиеся друг от друга (фиг. 2). Первый участок охватывает собственно хр. Кара-тау, от верхнего течения р. Аши до восточного окончания хребта у р. Юрезани. Второй обнимает широкую и длинную полосу к востоку от хр. Кара-тау, а именно мясниковскую и миньярскую синклинали, районы Новосерпеевки, Усть-Катава, Вязо-



Фиг. 1. Карта распространения девонских отложений в области западного склона Южного Урала. (По карте Урала масштаб 1:1 000 000, опубликованной ГГРУ.)
 1 — выходы пород верхнего девона; 2 — местонахождение разрезов, изображенных на профилях;
 3 — район разведочных работ по р. Ташкентану.



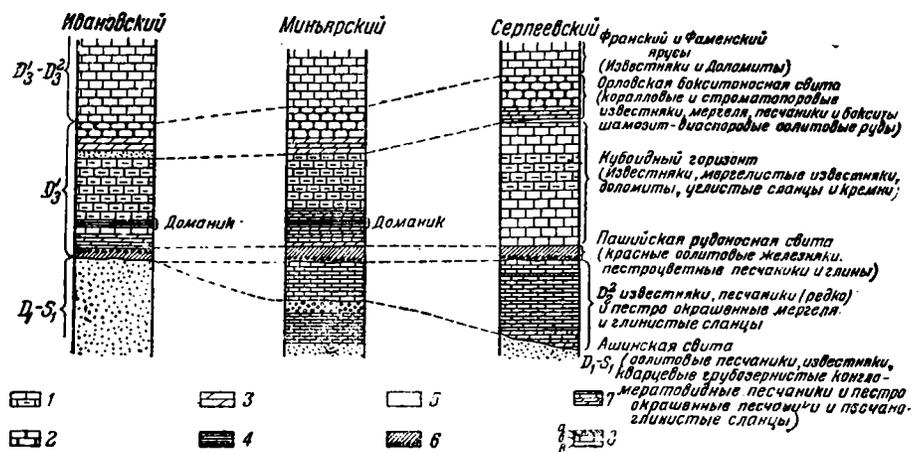
Фиг. 2. Карта распространения доломитовых отложений Южного Урала.

1 — известняки; 2 — «нормальная» фация доломита; 3 — предполагаемое развитие «нормальной» фации; 4 — зона переходная (обогащена глиной); 5 — горючие сланцы пелитового типа, богатые органическим веществом; 6 — те же горючие сланцы, но бедные органическим веществом; 7 — сильно карбонатные горючие сланцы, бедные органическим веществом.

вой и далее на восток к р. Ай. Южная (или, точнее, юго-восточная) граница участка не вполне определена и проходит где-то между р. Икыном и рр. Атя и Тармышаком. Наконец, третий район начинается от р. Икына на севере и тянется до р. Зигана на юге, уходя, вероятно, и еще далее к югу.

1. Район хребта Кара-тау

{ Для характеристики D_3^1 первого района весьма интересен разрез у дер. Ивановки (на р. Аше). Здесь (по данным: В. Н. Крестовникова; Г. П. Романова, 1936; автора настоящей работы) наблюдается следующая картина (фиг. 3).



Фиг. 3. Схема строения верхнедевонских отложений Миньярско-Симского района (по Т. Романову).

1 — известняки $D_3^1 - D_3^2$, доломитизированные и мергелистые, кубоидного горизонта; 2 — коралловые известняки D_3^1 орловской бокситоносной свиты; 3 — известняки и мергеля орловской бокситоносной свиты; 4 — углистые сланцы доломитизированные; 5 — шамозит-диаспоровая оолитовая руда орловской свиты; 6 — пашийская песчано-глинистая рудоносная свита (железная оолитовая руда); 7 — D_3^2 , известняки пестроцветные, мергеля и глинистые сланцы среднего девона; 8 — ашинская ($D_1 - S_1$) свита: оолитовые песчаники (а), немые известняки (б), песчаники и сланцы (в)

Самым нижним членом франского яруса, лежащим непосредственно на кварцевых песчаниках и песчаных глинах ашинской свиты (S_1^1), является пестроцветный горизонт, в основании которого располагаются слоистые, неравномернозернистые кварцевые песчаники с плохо сохранившимися остатками псилофитовой флоры и конкрециями пирита. Мощность песчаников колеблется в пределах от 1 до 5 м, в среднем же 3 м. Далее идут пестрые (темносерые, зеленые, красные, коричневые и белые) глины (1—2 м), заключающие небольшие прослои песчаника и заканчивающиеся пластообразной залежью (0.70—1 м) различно окрашенных мелкооолитовых железных руд от 1 до 0.3 м. В этих рудах была встречена уже фауна брахиопод (*Atrypa reticularis*, *Orthis ivanovi*) и кораллов. Наконец, на самом верш пестроцветного горизонта лежит вновь известковистая глина (0.15—1 м), переполненная фауной брахиопод и кораллов. Общая мощность пестроцветного горизонта, таким образом, колеблется от 2.5 до 9 м.

Над пестроцветным горизонтом располагается карбонатная толща мощностью около 11 м. В ней различается нижняя часть, образованная серыми и зеленовато-серыми известняками с *Atrypa reticularis*, *Rhynchonella cuboides* и пр., мощностью до 10 м, и верхняя, представленная незна-

чительным (до 1 м) прослоем плотного темносерого известняка со *Sp. pachyrhynchus* и гониатитами (*Manticoceros intumescens*).

Далее следует доманиковый горизонт, обладающий сложным составом. Самую нижнюю часть его образует пачка черных горючих сланцев с многочисленными пластообразными конкрециями темносерого и черного известняка и черного же кремня. В горючих сланцах обычно обильная фауна птеропод и местами брахиопод (*Liorhynchus*, *Camarophoria* и пр.). Мощность сланцевой пачки около 5 м. Над горючими сланцами лежит примерно полутораметровый пласт известняка, в нижней части (1.2 м) светлого, перекристаллизованного, в верхней темносерого с гониатитами и птероподами. Наконец, верхнюю часть доманикового горизонта образует темный, буро-коричневый в выветрелом состоянии и черный в свежем перекристаллизованный доломитизированный известняк, неслоистый или же лишь местами неправильно слоистый, обычно немой или же с мелкими раковинными прослоечками, сложенными многочисленнейшими *Lingula sp.* Мощность известняка около 8—10 м, а всего доманикового горизонта около 14—15 м.

Над доманиковым горизонтом располагается вновь карбонатная толща весьма большой мощности, повидимому, значительно большей 100 м. В этой толще снизу вверх последовательно идут: 1) серые перекристаллизованные кавернозные известняки — около 12 м; 2) белые толстослоистые кварцевые песчаники, грубозернистые, местами конгломератовидные, с тонкими прослоями пестро окрашенных глин общей мощностью около 4 м; 3) после задернованного промежутка в 12 м вновь «толща зеленовато-белых сростковидных известняков» — 26 м; 4) желтовато-серые доломитизированные известняки, переполненные амфипорами.

Таким разрез франского яруса у дер. Ивановки.

Восточнее д. Ивановки сколько-нибудь подробные данные о строении франских отложений отсутствуют, и мы вынуждены ограничиться лишь общей характеристикой развитых здесь пород. Т. Н. Гуляева, производившая в 1932 г. от Башгеолтреста поиски доманиковых сланцев как раз в пределах изучаемой полосы (а также и юго-восточнее р. Сима), пишет (1933), что доманиковая фация развита «довольно широкой полосой вдоль южного склона хр. Кара-тау, прорезываясь р. Ашой, верховьями Миньяра, Б. Биянкой, Байдомкой, Иленом и Юрезанью». «Нижняя часть доманиковой толщи представлена тонкослоистыми, кремнистыми известняками, переслаивающимися с тонкими прослоями темнобурых, почти черных тентакулитовых сапропелитовых сланцев, а также черным кремнем и известково-песчанистыми сланцами. Верхнюю часть толщи слагают исключительно темно- и буро-серые битуминозные известняки...» Покрывается и доманиковый горизонт «доломитизированными желтовато-серыми известняками, толстонастоенными, почти немymi в палеонтологическом отношении». Несмотря на видимую общую устойчивость разреза по всей каратауской полосе, все же внутри доманикового горизонта явственно обозначаются и некоторые весьма любопытные фациальные изменения. Оказывается, по наблюдениям Т. Н. Гуляевой, что: «1) толща горючих сланцев прослеживается от западной границы (каратауской полосы — Н. С.) до (верховьев) р. Аши, а также по ее притокам на протяжении 25 км; 2) по мере движения с запада на восток качество сланца ухудшается, сланцевая толща постепенно обогащается карбонатами и уменьшается в своей мощности. Одновременно с обогащением карбонатами наблюдается обогащение глинистым материалом вплоть до полного замещения горючих сланцев известково-глинистыми образованиями» (Гуляева, 1933).

Таким образом, доминикова толща Каратауской полосы: 1) приурочена к самым низам франского яруса; 2) отличается относительно небольшой мощностью в 14—15 м; 3) обнаруживает значительную неустойчивость фациального состава по простиранию, в частности быстро дает выклинивание горючих сланцев на восток.

2. Область к востоку от хр. Кара-тау (мясниковская и миньярская синклинали, Новосерпеевка, Вязовая)

В качестве отправного пункта при ознакомлении с составом имеющихся здесь франских отложений удобно взять разрез D_3^1 у железнодорожного моста на половине расстояния между ст. Миньяр и Симская — ж. д. им. В. В. Куйбышева. Здесь, по неопубликованным данным В. Н. Крестовникова, в отложениях D_3^1 могут быть выделены следующие основные члены (фиг. 3).

1. Песчано-глинистый горизонт общей мощностью около 9—10 м, состоящий из переслаивающихся в такой последовательности (снизу вверх) песчаников и глин:

Плотная серая известковая глина	0.60 м
Рыхлый песчаник	0.50 »
Светлосерый рыхлый песчаник	0.30 »
Светлосерая песчанистая глина	0.25 »
Чередующиеся слои песчаников и глин с растительными остатками из группы <i>Psyllophyta</i>	0.60 »
Светлосерый песок с охристыми прожилками песчаника	0.30 »
Плотный неравномернозернистый с отдельными крупными песчинками песчаник	0.50 »
Чередующиеся слои серых и коричневых глин	2.0 »
Песчаник	3.0 »
Чередующиеся слои плотного известняка и глин	0.60 »

Описанный песчано-глинистый горизонт основания D_3^1 располагается на толще известняков без фауны, общей мощностью около 13 м, внизу темносерых, битуминозных, сверху светлосерых, доломитизированных, которые по аналогии с более восточными разрезами следует считать верхами живецкого яруса.

2. На песчано-глинистом горизонте лежит довольно мощная (36 м) толща темносерых и серых известняков, которая содержит внизу: *Rhynchonella cuboides* S a n d., *Camarophoria (Liorhynchus) megistana* De - H o n., *Rh. meyendorfi* V e r n., *Atrypa reticularis* L., *Atr. cf. desquamata* S o w., *Atr. uralica* N a l., *Atr. sp.*, *Spirifer zickzack* R o e m., *Sp. subcompressatus* T s c h e r n., *Reticularia curvata* S c h l o t h., *Orthoceras* sp., *Crinoidea*, несколько видов пелеципод и кораллов.

3. Над описанной карбонатной толщей располагается доманиковый горизонт общей мощностью около 11 м. Нижняя часть его (7 м) представляет чередование слоев темносерых, почти черных, битуминозных, сланцеватых, плитчатых известняков и тонкоплитчатых мергелей; в известняках содержатся: *Atrypa reticularis* L., *Camarophoria (Liorhynchus) megistana* De - H o n., *Lingula* sp., *Spirifer conoideus* R o e m., *Sp. pachirhynchus* V e r n., *Productus sericeus* B u c h., *Strophomena interstitialis* P h i l., *Spirifer* sp., *Orthis (Schizophoria) striatula* S c h l o t h. В верхней половине доманикового горизонта (4 м) наблюдается чередование слоев известняков, содержащих кораллы, с тонкими прослоями неправильно изгибающихся темносерых, почти черных битуминозных сланцеватых известняков; некоторые участки коралловых известняков как бы пропитаны битумами и окрашены в темный цвет.

4. Выше доманикового горизонта следует огромная толща разнообразных карбонатных пород общей мощностью до 210 м. Последовательность пород в этой толще, по В. Н. Крестовникову, такова:

Ноздреватый кристаллический известняк доломитизированный; в многочисленных пустотках его черное асфальтоподобное вещество	19 »
Тонкослоистые ноздреватые доломитизированные известняки с битуминозным запахом; встречаются отпечатки <i>Spirifer</i> sp.	16.4 »
Осыпь около 40 м. На этом пространстве отчасти в обрывах к реке ниже железнодорожной насыпи, отчасти в неболь-	

ших откосах у железнодорожного полотна обнажаются коричневатые-серые тонкослоистые известняки с кавернами и выделениями кальцита в кавернах

Плитчатые известняки	5	»
Массивные рабитые трещинами доломитизированные известняки	10	»
Очень плотный с раковистым изломом известняк с зелеными глинистыми включениями	0.15	»
Мергель комковатый	0.5	»
Доломитизированные известняки	0.5	»
После перерыва, соответствующего около 43 м мощности, следуют плотные коричневатые-серые доломитизированные известняки, неправильно слоистые, с битуминозным запахом	24	»
Коричневатые-серые доломитизированные известняки с тонкими до 2—3 см прослоечками светлого кремня, повторяющимися через каждые 0.25 м. Прослой известняка переполнены трубками <i>Amphipora</i>	14.5	»
Коричневатый-серый плотный известняк с <i>Amphipora</i>		
Коричневатые-серые известняки с прослоями <i>Amphipora. Spir. katavensis</i> N a 1	39.0	»

Таков разрез D_3^1 по р. Сим. Сравнивая его с разрезом по р. Аше, трудно видеть, что оба имеют много общего. В частности, и в симском разрезе доманиковский горизонт присутствует, хотя представлен породами, значительно разнящимися по петрографическим и фаунистическим признакам.

Обращаясь к распространению доманиковой фации в пределах района, мы находим ряд чрезвычайно интересных указаний. Так, Н. В. Дорофеевым и В. Н. Рябиным высыпки горючих сланцев были встречены по р. Малуюз по южному склону хр. Ажигардака (1932); Г. П. Романов (1936) вскрыл их шурфами уже по северному склону Ажигардака по р. Барде, а В. Н. Крестовников наблюдал несомненно доманиковые породы в полосе D_3^1 вблизи ст. Вавилово ж. д. им. В. В. Куйбышева. Из этих данных явствует, что доманиковая фация в районе ст. Миньяр-Симская не ограничивается областью, непосредственно прилегающей к описанному только-что симскому разрезу, но достоверно протягивается полосой юго-западного простирания до западной границы каратауской системы вообще. Иные данные имеются для более восточного района.

Благодаря недавним (1936), работам Г. П. Романова, Белоусова и партий В. Н. Крестовникова, по восточному району имеется в настоящее время ряд точных послойно описанных разрезов. Для сравнения с симским полезно привести ближайший к нему разрез Новосерпеевки (фиг. 3).

В основании D_3^1 на неровно размытой поверхности живецких известняков располагается «пестроцветная песчано-глинистая толща.. к низам которой приурочены, повидимому, пластообразные залежи мелкооолитовых красных железняков. В песчаниках, залегающих выше оолитовой руды, обнаружены плохо сохранившиеся остатки псилофитоновой флоры. Мощность рудоносной толщи точно не установлена, но во всяком случае она не превышает 7—8 м».

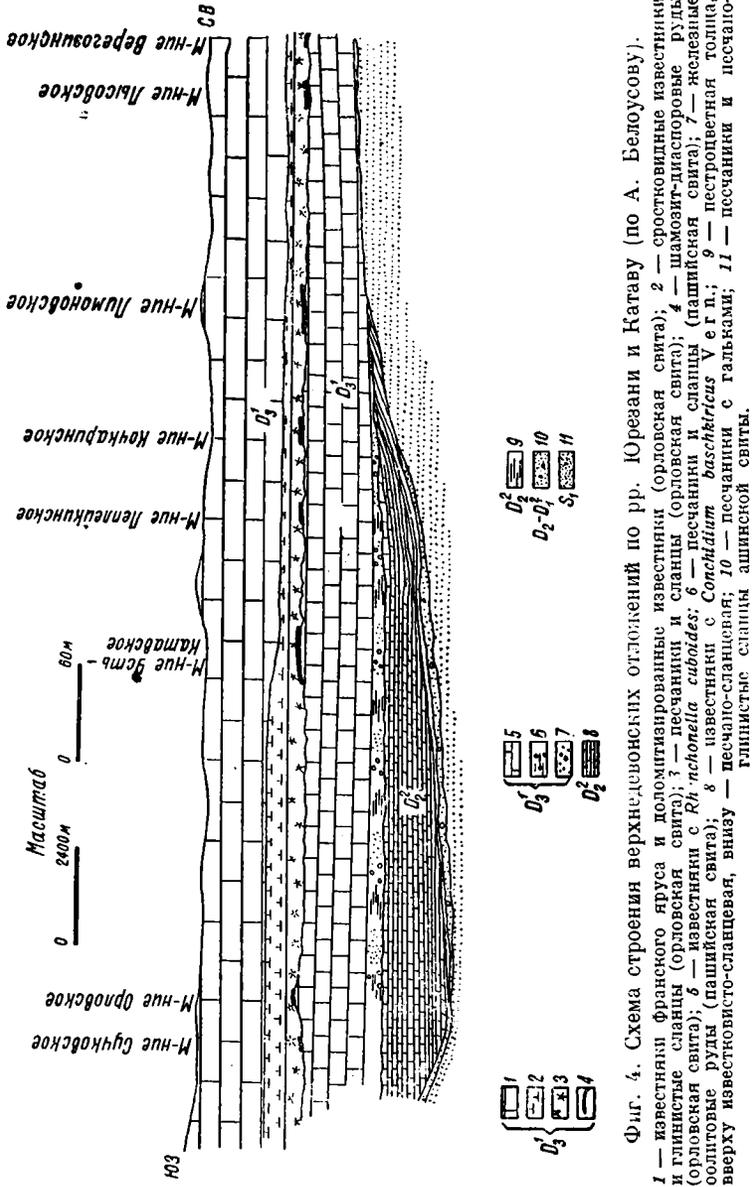
«За пестроцветным горизонтом далее вверх следует толща известняков весьма разнообразных, то светлосерых массивных, то плитчатых, местами немых, местами богатых фауной. В нижних частях известняков встречены *Rh. livonica*, *Rh. cuboides*, *Atrypa desquamata*, *Athyris concentrica*, *Pentamerus galeatus*, *Spir. elegans*, редко *Spirifer* ex. gr. *anossofi* и кораллы. Общая мощность известняковой толщи около 67 м».

Над описанными известняками располагается горизонт бокситовой оолитовой руды около 0.90—1.0 м мощностью.

Затем вновь идет мощная «толща известняков, относящаяся частично к верхам франского, но главным образом к фаменскому ярусу» (Белоусов, неопубликованные материалы).

Из этих данных вытекает с отчетливостью, что в районе с. Новосерпеевки доманиковая толща достоверно отсутствует, замещаясь известняками.

Совершенно аналогичный разрез имеется и еще восточнее: у Усть-Катава, Орловки (фиг. 4), Лаклы и Новой Пристани. Значит, и



Фиг. 4. Схема строения верхнедевонских отложений по рр. Юревани и Катаву (по А. Белоусову).
 1 — известняки французского яруса и доломитизированные известняки (орловская свита); 2 — орловские известняки (орловская свита); 3 — известняки (орловская свита); 4 — известняки (орловская свита); 5 — известняки (орловская свита); 6 — известняки с *Rhynchonella subovalis*; 7 — известняки (орловская свита); 8 — известняки с *Spondylium barchinense* У е г п.; 9 — известняки с гальками; 10 — известняки с гальками; 11 — известняки с гальками.

северо-восточнее Новосерпеевки, вплоть до Айлино, доманиковой фации не существует. Таким образом мы можем констатировать, что на всей обширной площади к юго-востоку и северо-востоку от р. Малуюз (в районе от Новосерпеевки до Айлино и, вероятно, еще далее) доманиковая фация полностью замещается известняковой кораллово-брахиоподовой. К сожалению, из-за отсутствия точных разрезов мы не можем указать с полной достоверностью, где именно, в каких примерно пунктах, происходит это выклинивание доманика и переход его в другую

фацию. Учитывая, однако, что доманиковая фация не упоминается исследователями ни с р. Атя, ни с верхнего течения р. Ук, можно думать, что она не заходит сколько-нибудь восточнее р. Малуюз.

Чрезвычайно интересно знать, что происходит с доманиковой фацией к западу от симской разреза в промежутке между симской и каратауской полосами. Удерживается ли она здесь и таким образом непосредственно переходит в доманик каратауской зоны или же и здесь происходит замещение доманика известняковыми осадками? К сожалению, до сих пор по этой переходной зоне не опубликовано подробных разрезов, хотя здесь и проводились, например Т. Н. Гуляевой, весьма подробные исследования с шурфами и канавами как раз с целью выяснения распространения доманиковых горючих сланцев. Общее заключение по этим работам, однако, все же известно, и оно представляет сейчас для нас величайший интерес.

По данным поисковой партии Т. Н. Гуляевой (1933), вдоль южного склона Воробьиных гор, на всем их протяжении, доманиковые породы отсутствуют, сменяясь «доломитизированными желто-серыми битуминозными известняками». Совершенно то же явление, по устному сообщению П. Н. Кропоткина, наблюдается и в области небольшого антиклинального поднятия, намечающегося в синклинали между хр. Кара-тау и Воробьиными горами и прорезаемого р. Миньяром. Здесь, несмотря на достаточно полный разрез по северному крылу антиклинали, доманиковой толщи не встречено и над ашинской свитой наблюдались лишь серые битуминозные известняки с фауной существенно иного типа, чем обычно в доманиковой фации. Эти указания заставляют признать, что доманиковая фация симской полосы выклинивается не только к юго-востоку, но и к северо-западу, и отделяется от каратауской полосы зоной известняков, по всем признакам аналогичных известнякам Новосерпеевки, Усть-Катава и других мест восточной части района.

Мы можем теперь ответить окончательно на вопрос о том, что представляет собой толща доманиковых отложений, вскрытая по р. Симу у железнодорожного моста и прослеживаемая далее к юго-западу по рр. Берде и Малуюз до ст. Вавилово. Эта толща по своей конфигурации представляет узкую, но длинную линзу, которая по простиранию прослеживается, повидимому, очень далеко, вкrest же простирания очень быстро замещается карбонатными породами. Чрезвычайно характерно, что простирание этой линзы, во-первых, параллельно простиранию каратауской доманиковой полосы, во-вторых, так же как и у каратауской полосы, совпадает в общем с простиранием современных тектонических структур. Отметим также, что по петрографическим и фаунистическим признакам доманик симской полосы значительно отличен от доманика каратауской (или ашинской) зоны.

3. Общая характеристика строения франского яруса в районе от р. Икына до р. Сиказы

Переходя к третьему и самому крупному району развития франских пород от р. Икына на севере до р. Сиказы на юге, необходимо отметить, что для этого района в литературе существуют не только многочисленные чисто фактические данные, но и некоторая общая схема пространственного распространения доманиковой фации и соотношений ее с соседними фациями. Эту схему мы находим в неопубликованной статье В. Н. Крестовникова «Краткий геологический очерк девонских отложений западного склона Урала и Тимана». Опираясь частью на свои собственные наблюдения, частью же на большой литературный материал, В. Н. Крестовников выделяет внутри изучаемой области два участка, характеризующиеся различным строением франского яруса вообще.

В первый участок «входит бассейн рр. Лемезы и Инзера с его притоком р. Басой. Находящиеся здесь франские отложения характеризуются развитием по всему разрезу своеобразной фауны пелеципод, гониатитов и ортоцератитов. Встречающиеся в породах брахиоподы также несут своеобразный характер и представлены родами *Liorhynchus* и *Lingula*. К нижней части разреза приурочены доманиковые отложения, имеющие в этом районе до 15—30 м мощности» (Горяинова и др., 1931). «С другой стороны, здесь почти совершенно отсутствуют известняки с кораллами и брахиоподами» (Крестовников, 1935).

Второй участок «охватывает бассейн р. Аскына, р. Зилима и его притоков рр. Тереклы и Сикашты, Усолки и Реузьяка и отчасти рр. Сиказы и Зигана». В этом районе «приходится выделить подзоны, характеризующиеся, с одной стороны, типичными доманиковыми отложениями, с другой стороны,—одновременными отложениями, представленными в резко отличной от них фации рифовых кораллово-брахиоподовых известняков. Доманиковые отложения в этом районе типично выражены по р. Усолке и р. Реузьяку и отчасти по Мендыму, Терекле и Сикаште. Здесь, на юге района, с востока они охватываются фацией кораллово-брахиоподовых известняков, встреченных по р. Сиказы, ручью Саргаю и Бакай-Чапкану, по Зилиму; в западных участках развития девонских отложений также встречаются кораллово-брахиоподовые известняки, развитые по р. Аскыну».

Из приведенных цитат следует, что на изучаемой нами площади доманиковые отложения, по В. Н. Крестовникову, не имеют сплошного распространения. Располагаясь в северной части этой площади крупным полем, они в ряде мест южной половины, особенно по рр. Аскыну, Зилиму и Сиказы, замещаются мощными кораллово-брахиоподовыми известняками.

Тщательно анализируя фактический материал, положенный в основу охарактеризованной схемы, можно было установить еще до непосредственных наблюдений в поле, что схема эта не может считаться полностью обоснованной и доказанной, так как некоторые части ее не имеют прочной фактической базы. Так, например, В. Н. Крестовников допускает, что по р. Аскыну доманиковые отложения замещаются кораллово-брахиоподовыми известняками. Между тем в разрезе, описанном Г. И. Теодоровичем, на котором он базируется, эти известняки отделены от живетских 15-метровым перерывом в обнажении, который приходится как раз на низы франского яруса и соответствует стратиграфически горизонту доманиковых отложений. Таким образом, замещение доманика по р. Аскыну кораллово-брахиоподовой фацией представляет не факт, а лишь гипотезу. Так как «разрезы на р. Аскыне и на р. Сиказы, — по словам Крестовникова, — сходны между собой», то отсюда вытекало естественно настороженное отношение к допущению замены доманикового горизонта кораллово-брахиоподовым и в этой точке. Словом, анализ фактического материала еще до полевой работы заставлял думать, что основное положение схемы о горизонтальном замещении доманиковой фации кораллово-брахиоподовой, по существу, лишено бесспорных аргументов и что, следовательно, вопрос о действительном строении франского яруса и реальном распространении доманиковых отложений на изучаемой территории Южного Урала должен быть рассмотрен заново.

Естественно, что при таком положении дела основное внимание при полевой работе было уделено, на ряду с изучением доманиковых отложений в уже известных разрезах, именно вопросу о строении франского яруса по рр. Сиказы и Аскыну. Чрезвычайно мощные осыпи не позволили в обоих случаях составить подробный разрез для промежутка от верхов живетских до низов обнаженных франских известняков. Однако в обоих случаях с помощью шурфов все же удалось с полной очевидностью установить, что и на р. Сиказы и на р. Аскыне ниже обнаженных франских известняков имеются совершенно нормальные типичные доманиковые

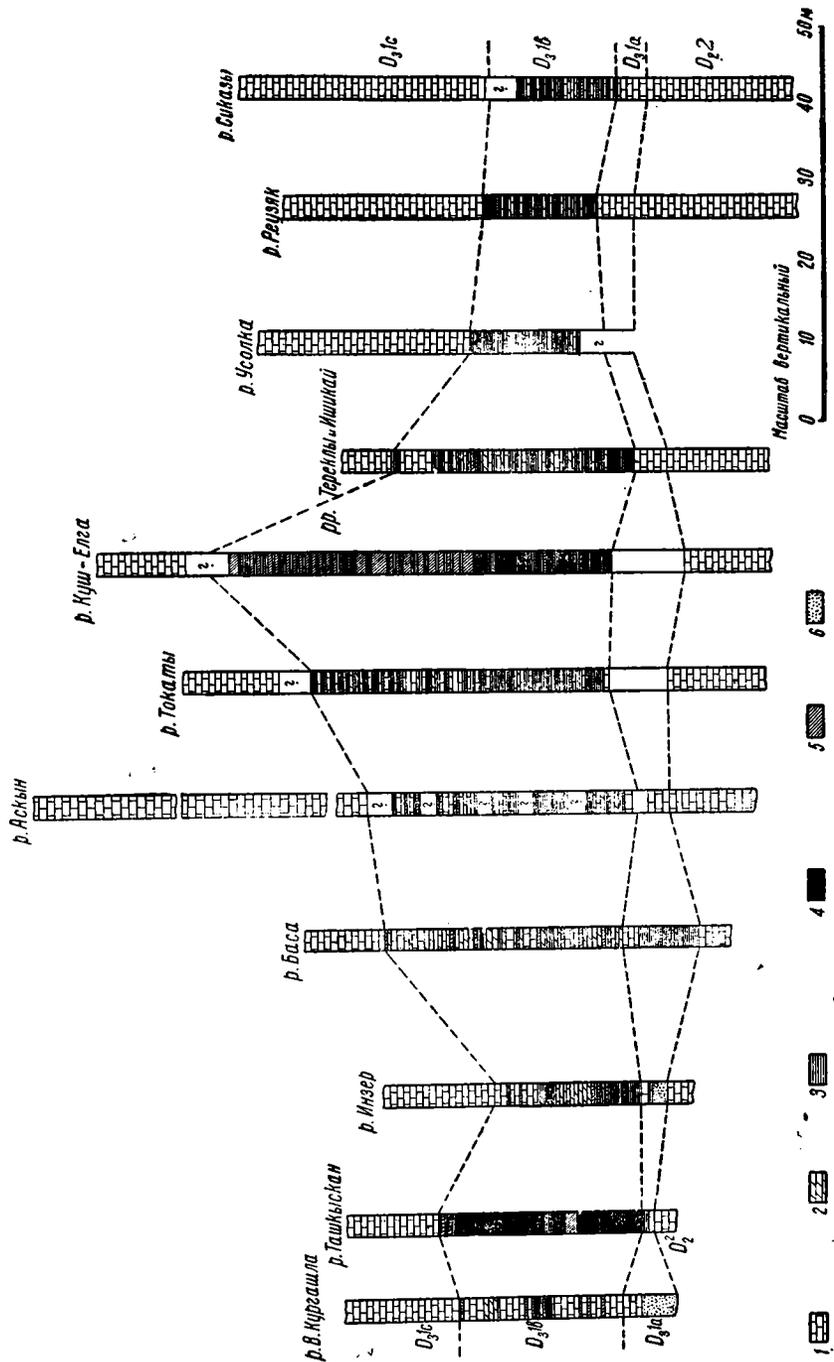
отложения, мощность которых на р. Аскыне больше 25 м, а на р. Сиказы около 12—14 м. К этому следует добавить, что на р. М. Кендерле (приток р. Зилима) в области развития допускаемых Крестовниковым кораллово-брахиоподовых известняков Б. П. Марковским еще в 1934 г. было также констатировано наличие нормальных доманиковых пород. Более старые сведения такого же характера имеются у Конюшевского (1908), который описывает темные известняки с типичным доманиковым биоценозом с р. Сасык-Юрт, на восточном крыле антиклинали, западное крыло которой разрезается р. Аскыном. Наконец, по словам Б. П. Марковского, ему удалось доказать наличие доманиковых отложений и по ручьям Саргаю и Бакай-Чапкану. Таким образом, доманиковые отложения в действительности имеются везде, где допускалось их замещение кораллово-брахиоподовой фацией. А отсюда, естественно, вытекает, что замещения доманиковых отложений кораллово-брахиоподовыми известняками в средней части изучаемого района по рр. Аскыну, Зилиму, Сиказы не происходит и что в действительности доманиковые осадки тянутся непрерывной полосой от крайнего юга нашего района до крайнего севера, т. е. от р. Зигана до хр. Кара-тау, выходя, вероятно, значительно и за эти пределы до р. Белой. Кораллово-брахиоподовые фации здесь не замещают, а перекрывают доманик.

С установлением этого факта строение франского яруса на обследуемой площади приобретает совсем другой вид, чем это допускалось до сих пор. Имея в виду повсеместное распространение доманиковых отложений, занимающих к тому же в разрезе совершенно определенное стратиграфическое положение, мы можем сказать, что для Южного Урала от р. Аскына до р. Белой доманиковые отложения являются не только фацией, но одновременно и определенным стратиграфическим горизонтом, располагающимся в нижней половине франского яруса.

4. Доманиковый горизонт в районе р. Икын — р. Сиказы

На фиг. 5 даны разрезы доманиковой толщи в 11 пунктах, начиная от р. Икына на севере до р. Сиказы на юге. Как видим, и мощности колонок и их конкретный литологический состав на этом протяжении не остаются постоянными, но испытывают совершенно определенные изменения. Так, если мы возьмем разрез по р. Куш-Елге, то окажется, что доманиковый горизонт имеет здесь мощность не менее 55 м (А. П. Блудоров, 1931), причем в нижней части состоит из переслоев глин, горючих сланцев и черных кремней, в верхней же из бурых и коричневатых кремней с тонкими пропластками бурых и зеленоватых глин. Правда, следует оговориться, что ни мне, ни Блудорову, по условиям работы, не удалось вскрыть всего разреза сплошь, и таким образом, вообще говоря, не исключено, что и здесь могут быть отдельные прослои известняков и мергелей. Имея в виду, однако, что во вскрытой части, обнимающей не менее половины разреза, никаких известняков и мергелей не встречено и что ни в высыпках, ни в речном аллювии их также не наблюдалось, мы должны принять, что вероятность наличия известняков очень невелика. Если даже впоследствии они и окажутся, то они будут несомненно играть роль второстепенной детали в общей сумме осадка и не изменят общей характеристики куш-елгинского участка, как области накопления глинисто-кремнистых пород.

К северу от Куш-Елги, в разрезах по рр. Токаты и Аскыну, наступают отчетливые изменения. Характерную особенность доманиковой толщи, вскрываемой этими разрезами, составляет прежде всего заметное уменьшение мощности, которая выражается здесь 40 м (Токаты) и 26 м (Аскын). Вместе с тем изменяется самый характер слагающих пород: глины и кремни отчетливо убывают и замещаются известняками, серыми и черными, и мергелями; горючие сланцы и вообще сильно битуминозные породы из



Фиг. 5. Строение доманикового горизонта западного склона Южного Урала от р. Ук до р. Сиказы.
 1 — известняки; 2 — мергели; 3 — глинистые сланцы; 4 — мержели; 5 — горючие сланцы; 6 — песчаники.

разреза исчезают вовсе. Таким образом, разрез состоит из чередующихся слоев глин, мергелей, известняков и кремней.

Еще далее к северу по рр. Инзеру и Басе располагается уже область «нормального», так сказать, строения доманиковой толщи. Как видно из профиля, доманиковый горизонт состоит здесь, как по рр. Токалы и Аскыну, из переслаивания известняков, мергелей, глин и кремней; однако на Инзере и Басе главную роль играют уже известняки и частью

мергеля, глины же исчезают почти совсем или имеют лишь ничтожное значение. Одновременно происходит дальнейшее уменьшение мощностей, которые здесь измеряются 20—30 м.

На крайнем севере в бассейне р. Икына, точнее по рр. Ташкыскану и В. Кургашле, располагается район, где в составе доманика вновь появляются горючие и глинистые сланцы. Как показали разведки Башгеолтреста 1930—1931 гг., залегание горючего сланца здесь крайне капризно. Горючий сланец был встречен прежде всего на севере участка, по р. В. Кургашле, где он приурочен к средней части разреза и залегает в виде четырех небольших пластов (6—30 см). Южнее, всего в 1.7 км, однако, разведочная линия не встретила сланцев совсем, очевидно, благодаря их полному выклиниванию на юг. Далее к югу на р. Средней Кургашле, в 0.8 км от предыдущего разреза, сланцы в виде ничтожных прослоечков попадают вновь и тотчас выклиниваются опять, так как следующая разведочная линия в 1 км к югу не обнаруживает их совсем. Еще южнее, в бассейне р. Ташкыскана, сланцы появляются снова, причем на этот раз в чрезвычайном развитии слагая больше половины разреза и чередуясь с прослоями песчаников, глин и кремней. Полоса прослеженных выходов горючих сланцев тянется на протяжении 4 км, но затем сланцы чрезвычайно быстро выклиниваются вновь, так как три разведочные линии Олли, заложенные по Мезень-Елге всего в 1—1.5 км от сланцевого поля, вновь не дали никаких признаков сланца. Последний выход имеется по р. Лемезе у устья р. Коса-Елги, где известен один пласт сланца, очевидно также быстро выклинивающийся к югу, так как ни на р. Инзере, ни на р. Басе никаких горючих сланцев не имеется. Приведенные данные заставляют думать, что горючие сланцы внутри доманикового горизонта на северном ташкысканско-кургашлинском участке залегают, вообще говоря, незначительными в меридиональном разрезе, быстро выклинивающимися линзами, причем линзы обычно попадают единицами и лишь в одном пункте (бассейн р. Ташкыскана) почему-то концентрируются во множестве, слагая большую часть разреза.

К югу от куш-елгинского разреза изменения в составе доманиковой фации весьма близки к только-что описанным. Как показывает фиг. 5, разрез по р. Тереклы по мощности (30 м) и по составу (переменяемость глин, мергелей, кремней) близко напоминает разрезы Токаты и Аскына и вместе с ними может быть объединен в тип переходный. Разрезы Усолки—Сиказы совершенно сходны с разрезом Инзера и представляют нормальную фацию доманика. Исключение составляет лишь разрез по р. Реузяку, где обнаруживаются горючие сланцы, приуроченные к нижней части толщи и залегающие пластами мощностью 0.05—0.10—0.15 м. Характерное отличие этого южного сланцевого района от северного (Ташкысканского) составляет то, что здесь горючие сланцы не комбинируются со значительным развитием глин, как на севере, а подчинены нормальному типу доманиковых отложений.

Из изложенного вытекает, что доманиковому горизонту на р. Урале присуща значительная изменчивость и что наш профиль, идущий с севера на юг, пересекает различные седиментационные участки внутри доманиковой фации. В связи с этим крупный интерес приобретает вопрос о том, как выглядят пространственно эти седиментационные участки. Бесформенные ли это пятна, или определенным образом ориентированные полосы и зоны? В таком случае какова их пространственная ориентировка?

Документально обоснованное решение поставленных вопросов требует, очевидно, большого количества разрезов, располагающихся не только меридионально по простиранию складчатости, но и широтно, вкрест последней. К сожалению, в нашем случае это требование не может быть выполнено, так как по тектоническим условиям мы вынуждены ограничиться только узкой меридиональной полосой выходов девона и совер-

шенно не знаем, что представляет собой девон как западнее, в сторону платформы, так и восточнее — ближе к центральным частям уральской геосинклинали. Несмотря на такую недостаточность документального материала, имеются все же некоторые факты, которые позволяют, по нашему мнению, если не решить вопрос полностью, то во всяком случае приблизиться хотя бы к частичному его решению и выдвинуть некоторую рабочую гипотезу, способную дать в дальнейшем правдоподобное истолкование ряду литологических особенностей доманикового горизонта Южного Урала.

Несколько восточнее полосы, охарактеризованной в предыдущем меридиональном профиле, располагается прерывистая цепочка выходов Дз, пересекающих верхнее течение рр. Инзера и Лемезы. Автору не пришлось лично посетить эту область, но, по данным В. Н. Крестовникова, в ней развита доманиковая фация того типа, который мы назвали в предыдущем нормальным, т. е. состоящая, главным образом, из черных известняков, мергелей и кремней. Очень характерно при этом, что у самого южного конца описываемой второй полосы доманика — по р. Зуяку, и левому притоку р. Инзера, породы доманика, по словам В. Н. Крестовникова, даже более известковисты, чем на р. Инзере. Как видно на карте, эти выходы по р. Зуяку оказываются почти прямо к востоку от Аскына и чрезвычайно близко на северо-восток от р. Токаты. Но и по р. Аскыну и по р. Токаты в разрезе доманика много глин, по Зуяку же глины явно сокращаются, и разрез становится известняковым. Отсюда становится чрезвычайно вероятным, что полоса глинистых фаций по Аскыну, Токаты и Куш-Елге не продолжается далеко на восток, но огибается здесь полосой доманика нормального типа. Иными словами, область глинистой фации вторгается в полосу меридионального профиля не с востока, а с запада. Возникающие при этом соотношения между нормальным типом доманиковой фации и типом тереклинским и куш-елгинским могут быть истолкованы так, как показано на фиг. 2. Мы имеем здесь, повидимому, обширный языковидный выступ глинистых фаций, который идет в направлении с юго-запада на северо-восток. Центральная часть этого выступа слагается глинистыми и горючими сланцами и отличается максимальной мощностью. В периферических участках замечается постепенное вытеснение глин известняками.

В аналогичном положении оказывается и область по р. Ташкыскану, ибо непосредственно к востоку от нее идет нормальная фация доманика, а на северо-востоке располагается массив брахиоподово-коралловых известняков. Таким образом, и здесь глинисто-горючесланцевая область вероятнее всего входит в полосу меридионального разреза с запада. Совершенно неопределенным остается лишь положение горючесланцевого участка по р. Реузяку. Данные, которыми мы располагаем по соседним участкам, не дают нам права делать заключения относительно участка по р. Реузяку.

В свете изложенных допущений фациальная изменчивость доманиковой фации может быть приведена к очень простой и рациональной картине, изображенной на фиг. 2. Выражая кратко смысл этой картины, мы можем сказать, что к югу от системы хр. Кара-тау среди поля «нормальной» доманиковой фации, занимающей главную часть площади, располагаются три полосы с уклоняющимся составом. Первая и наиболее крупная полоса лежит в средней части района по рр. Мендыму, Сикашты, Зилиму, Аскыну и характеризуется, так сказать, концентрацией глин и кремней, которые в центральной части полосы, по р. Куш-Елге, достигают максимума своего развития. В центральной части этой зоны большим развитием пользуются битуминозные глины и горючие сланцы; мощность осадка во всей полосе увеличена и возрастает к центру ее. Вторая полоса, несравненно более узкая, лежит в бассейне р. Икына и характеризуется сильным развитием горючих сланцев, залегающих линзообразно и ассоциирующихся

со значительным же развитием глин. Наконец, третья полоса приурочена к р. Реузяку, и отличается наличием пластов горючих сланцев в нижних частях разреза, причем в данном случае горючие сланцы подчинены нормальному типу доманиковой фации; мощность самих пластов ничтожна и обогащенность их органическим веществом также очень невелика.

5. Сопоставление доманиковых слоев в изученных районах

Мы можем теперь подвести итоги изложенным выше наблюдениям и ответить на те общие основные вопросы о составе и условиях залегания доманиковой фации на Южном Урале, какие были поставлены в начале главы.

Как следует из приведенных материалов, на площади от хр. Кара-тау до р. Зигана на юге отчетливо выделяются три обособленные полосы доманиковой фации: каратауская вдоль хр. Кара-тау, миньярско-симская — по обе стороны хр. Ажигардака и южноуральская — от р. Кургашлы до р. Зигана.

Наибольшими размерами отличается южноуральская полоса, которая, кроме того, отличается и сложной фациальной изменчивостью. По общему положению в пространстве эта полоса обнаруживает ясное продолжение на юго-запад в сторону платформы, а с другой стороны, признаки ограниченного протяжения на восток к центрально-уральской зоне. Следующей по размерам является каратауская полоса, также с ясной, хотя и менее отчетливо прослеживаемой (по условиям доступности) фациальной изменчивостью. Совершенно несомненно, что и эта зона уходит на большее или меньшее расстояние в глубь платформы. На последнем месте стоит миньярско-симская полоса, представляющая узкую, но, повидимому, достаточно длинную зону, протягивающуюся параллельно каратауской. Насколько далеко прослеживается эта зона к юго-западу от ст. Вавилово, остается неизвестным.

Сравнивая петрографический состав доманиковой фации в каждой из перечисленных полос, нетрудно заметить, что он не одинаков. Характерную особенность южноуральской полосы составляет прежде всего то, что в составе доманиковой фации крупную роль играют не только известняки, но и мергеля; почти всегда в разрезе имеются и глины, а нередко они становятся весьма существенным членом породы. Иными словами, в доманиковых полосах южной группы участие обломочных частиц в породах значительно. Далее, в доманике южноуральской полосы всегда и неизменно имеются пластообразные кремни, играющие нередко весьма крупную роль в разрезе. Наконец, в доманике южной полосы среди фаунистических остатков отчетливо выделяются птероподы, *Liorhynchus*, *Buchiola*, криноидеи же и мшанки не имеют никакого значения и встречаются единицами и не везде. Доманик каратауской полосы весьма сходен с южноуральским, но отличается явственно большей карбонатностью представленных здесь пород. Доманик же миньярско-симской полосы резко отличен от предыдущих: глин и кремней здесь вовсе нет, стоящие мергеля также, в сущности, отсутствуют, и весь разрез слагается сильно битуминозными известняками. Одновременно с этим среди фаунистических остатков значительную роль приобретают криноидеи, часты мшанки, нередки, особенно в верхней части, кораллы, птероподы же явственно сокращаются в числе. Таким образом южноуральская зона и каратауская, как области развития битуминозных карбонатно-глинисто-кремнистых осадков, отчетливо противопоставляются миньярско-симской, как области аккумуляции битуминозных карбонатных отложений.

Имея в виду, что все три полосы доманиковых отложений разобщены друг от друга участками брахиоподовых известняков, представляется интересным и важным выяснить, действительно ли они строго синхро-

ничны одна другой, или же накопление их приурочивалось к различным моментам франкской эпохи. Чтобы решить этот вопрос, необходимо произвести сравнение между собой тех горизонтов D_3' , которые, как мы видели, во всех трех описанных выше районах отделяют доманиковую толщу от верхней поверхности живетских известняков.

В каратауской зоне ниже доманиковой толщи располагаются известняки с *Rhynch. cuboides* мощностью около 10 м и «пестроцветный горизонт» в 6 м. В миньярско-симской полосе под доманиковой толщей лежат уже 36 м известняков с *Rh. cuboides* и также песчано-глинистый горизонт в 9 м. Наконец, в Южноуральском районе между доманиковой толщей и живетскими известняками располагается «переходный» поддоманиковый горизонт в 8—5 м, на севере представленный, главным образом, песчано-глинистыми породами, на юге же известняками (также с *Rh. cuboides*?). Имея в виду такие колебания мощности подстилающих доманиковую толщу пород, можно было бы думать, что доманиковые толщи в разных местах не синхроничны друг другу; в частности можно было бы допустить, что миньярско-симская доманиковая полоса относится к иному стратиграфическому горизонту сравнительно с каратауской и южноуральской. Ближайшее рассмотрение этого вопроса показывает, что подобного рода гипотеза едва ли справедлива. Дело в том, что разрез Миньярско-Симского района вообще выдается среди других своей сильно увеличенной мощностью. Естественно поэтому, что и мощность поддоманиковой части франского яруса здесь увеличена. Таким образом аргументация от мощности здесь лишена доказательности. Решающие аргументы могла бы дать фауна, но как раз такого рода аргументы пока и отсутствуют. Правда, в разрезе по р. Симу *Rh. cuboides* приводится только из поддоманикового горизонта. Получается, как будто, что доманиковая фация располагается здесь в надкубоидном горизонте. Но, с другой стороны, для соседнего Инзерско-Симского района имеются отчетливые указания Олли (1933) на то, что «*Hyp. cuboides* и *Liorhynchus Pawlovi* встречены только в нижней половине доманика, а *Manticoceras intumescens* и *Tornoceras simplex* только в верхней». Таким образом, часть доманика и здесь относится к надкубоидным слоям и легко может сопоставляться с миньярско-симским доманиковым горизонтом. Иными словами, палеонтологические аргументы против признания синхроничности доманиковой зоны Миньярско-Симского района всем остальным — отсутствуют. С этой стороны имеются скорее указания обратного характера. Мы можем поэтому принять, что все три намеченные выше полосы доманиковой фации на Южном Урале представляют собой синхроничные образования или во всяком случае такие отложения, хронологические различия которых для нас (сейчас) не ощутимы.

Познакомимся теперь несколько ближе с петрографическими, палеонтологическими и химическими особенностями пород доманиковой фации.

Глава II

ИЗВЕСТНЯКИ, МЕРГЕЛЯ И ГЛИНИСТЫЕ СЛАНЦЫ ДОМАНИКОВОЙ ФАЦИИ ЮЖНОГО УРАЛА

1. Серые известняки

Из предыдущей главы следует, что литологический состав доманикового горизонта весьма сложен и включает известняки, мергеля, глинистые сланцы, песчаники, горючие сланцы, наконец, прослой кремней. В настоящей главе мы опишем с возможной детальностью петрографические, палеонтологические и химические особенности лишь первой группы пород этой серии, а именно породы карбонатные и пелитовые, причем начнем с характеристики наиболее распространенного типа их — известняков.

Известняки доманикового горизонта весьма разнообразны по своим признакам. В общем все-таки можно выделить два хорошо различимые типа их, которые можно назвать серыми и черными перекристаллизованными известняками.

Серые, иногда темносерые перекристаллизованные известняки представляют собой плотную неслоистую породу с неправильно бугристым изломом, при ударе резко пахнущую битумом. На фоне мелко- и среднекристаллического кальцита простым глазом, а лучше в лупу, можно заметить нередко многочисленные раковинки птеропод. Донная макрофауна часто отсутствует, либо же представлена единичными раковинами брахиопод. В некоторых случаях, она, наоборот, встречается массами и образует раковинные известняки. Такая разность особенно развита в разрезе р. Тереклы, где слагает почти все прослои серого известняка в средней части разреза и характеризуется огромными скоплениями *Liorhynchus*, *Camatrophoria* и некоторых других форм. Менее часто подобные же разности были найдены на рр. Сиказы, Реузяке, Инзере, накопец, на В. Кургашле. Следует заметить, что вообще когда фауна встречается в разрезе доманикового горизонта в большом количестве, она бывает приурочена в главнейшем именно к описываемым серым известнякам. Характерно при этом, что раковины обычно хорошей сохранности, недавние, что указывает, повидимому, на очень раннюю цементацию осадка и превращение его в плотную породу. При наблюдении в поле неизменно оказывается, что порода раздроблена довольно густой сетью мелких трещин, которые в одних случаях выполнены только асфальтитом, а в других только кальцитом, в третьих и тем и другим вместе, причем кальцит и асфальтит взаимно проникают друг друга.

Своеобразную уклоняющуюся разность описываемого типа представляют серые известняки разреза р. Токаты. В связи с очень резкой дислоцированностью этого района известняки здесь мелко трещиноваты, чрезвычайно крепки и настолько пропитаны битумом, что приобрели сизый цвет и необычайную вонию. Макрофауна в доступных для наблюдения участках здесь встречена не была.

Микроскопическое исследование серых известняков показывает, что подавляющая масса породы слагается CaCO_3 , к которому подмешаны лишь ничтожные количества других минеральных зерен и органического вещества. Микроструктура карбоната в большинстве случаев полно кристаллическая, разнозернистая (таблица чертежей I, 1, 2, см. в конце). Весь карбонат полностью раскристаллизован и образует ясно различимые, отчетливо обособленные кристаллы весьма различного диаметра — от 0.03—0.04 до 0.1—0.2 мм и больше. Распределены кристаллы весьма неравномерно, причем крупные индивидуумы и целые группы их образуют неправильной формы участки или пятна среди остальной более мелкокристаллической массы. Карбонат обычно чистый, светлый, лишь редко местами покрашен в буроватые тона (пятна).

В более редких случаях структура кальцита сгустковая, т. е. он состоит из участков порошкообразных, среди которых располагаются неправильной формы пятна явственно крупно или мелко перекристаллизованного кальцита, причем в отдельных случаях преобладает то один, то другой тип структуры. Участки порошкообразного карбоната обычно серые или буровато-серые (таблица чертежей I, 3 и 4).

Среди кристаллической основы находится масса органических остатков, принадлежащих чаще всего птероподам (*Styliola*, *Tentaculites*). Их поперечные, косые и продольные разрезы насыщают шлиф иногда в таком количестве, что ими только и сложена вся порода. К этим органическим остаткам приурочиваются своеобразные явления перекристаллизации цемента. Так, очень часто и внутри и вне раковины на поперечном или косом разрезе ее видна гомогенная масса, в которой при одном николе нельзя различить зерен, при скрещенных же николях получается

великолепно выраженный крест, который не изменяет своего положения при вращении столика микроскопа. В других не менее частых случаях пространство и внутри и вне раковины заполнено радиально расходящимися крупными лейстами кальцита, отчетливо отделенными друг от друга; получается красивая фигура, напоминающая цветок и также дающая при скрещенных николях темный крест. Далее картина осложняется иногда еще тем, что каждая лейста дает явственную штриховатость (спайность), перпендикулярную большей ее оси. При этом штриховатость одной лейсты прямо продолжается в штриховатость другой, и таким образом образуется округлая или овальных очертаний псевдооолитовая структура. Наконец, встречаются участки совершенно гомогенного карбоната, среди которых не видно остатков раковин птеропод и которые тем не менее при скрещенных николях дают превосходно выраженный крест. Несомненно, что в данном случае в основе также имелась птероподовая раковина, но она в последующее время была разрушена. Так как количество органических остатков часто бывает велико, то естественно, что в шлифе при скрещенных николях поле зрения пестрит многочисленными сферолитовыми крестами на фоне зернистого агрегата.

В раковинных разностях серых известняков птероподы являются обычно единственными остатками организмов. В раковинных и вообще богатых донной фауной разностях в шлифах встречаются многочисленные обломки раковин брахиопод, пелеципод, головоногих, спикули губок, наконец, обломки криноидей.

Органическое вещество встречается в двух формах. Во-первых, оно образует черные и черно-бурые рваные пятна и пленки, то мелкие (до 0.01 мм), то более крупные (до 0.4 мм), причем эти пленки то лежат в одиночку, то скручиваются в бесформенные пятна (таблица чертежей I, 4). Во-вторых, оно приурочивается к трещинам, пересекающим шлиф через все поле зрения извилистой, непрерывно идущей тонкой ветвистой линией. Такие трещины встречаются повсеместно, но особенно часто в шлифах по р. Токаты, где они резко бросаются в глаза. Трещины обычно очень тонки и выполнены битумом. Иногда, впрочем, встречаются среди них и более широкие, внутри выполненные крупными кристаллами CaCO_3 , обычно округленной формы, и в промежутках между этими кристаллами — черным или черно-бурым веществом. Если нахождение органического вещества в виде отдельных чешуек еще может быть рассматриваемо как первичное, то залегание его по трещинам или гнездами и пятнами несомненно вторичное.

Обломочный материал в микроскопических препаратах серых известняков представляет едва уловимый компонент. Обычно его можно заметить лишь при больших увеличениях, и представляет он мельчайшие матовые пылевидные комочки, рассеянные внутри кристаллов. Эти пылинки обычно группируются в сгустки, обуславливающие при малом увеличении более темную окраску отдельных участков шлифа. Определить минералогическую породу пылинок не представляется возможным; мне кажется, что они представляют в большинстве случаев не минеральные индивидуумы, а мельчайшие сгустки коагулированного пелитового материала.

Из первичных минеральных новообразований нужно отметить сернистое железо и фосфатные желвачки. Сернистое железо встречается, как обычно в битуминозных породах, либо в виде мелких идеально округлых зернышек размером 0.02—0.03 мм, либо в виде групп их, либо же в виде пленок. Обычно оно подверглось уже окислению и превратилось в лимонит. Около шариков и пленок наблюдаются поэтому бурые разводы, кроме того, сам шлиф обычно местами покрашен в буроватые тона. Что касается фосфатных желвачков, то они в имеющемся у меня материале не наблюдались, но были констатированы и описаны Г. И. Теодоровичем в разрезе с р. Басы (1935).

Из вторичных новообразований наибольший интерес представляет окремнение.

Последнее захватывает чаще всего раковины птеропод, частью или нацело, но иногда переходит и в окружающую среду в виде неправильно извилистых маленьких пятен, прожилочков (тип импрегнации). Отметим, что хотя и не всегда, но часто участки импрегнации битумом совпадают с участками импрегнации кремнеземом. Во всех без исключения случаях кремнезем представлен в форме халцедона.

С целью получить не только качественную, но и количественную характеристику основных компонентов описываемой породы, был поставлен ряд химических определений. При этом автор руководствовался той же методикой, какая была принята в других его работах по битуминозным породам (Страхов, 1934, 1935). Определение карбонатов велось из 5%-ной солянокислой вытяжки. Органическое вещество учитывалось по углероду, определенному по методу Кноппа. Наконец, за характеристику содержания обломочного материала принимался минеральный нерастворимый остаток, т. е. обычный нерастворимый в 5%-ной соляной кислоте остаток, прокаленный для уничтожения в нем органического вещества. Последняя цифра, несомненно, имеет некоторую условность, так как включает, во-первых, минеральные новообразования, во-вторых, в некоторых случаях также и следы окремнения. Автору приходилось, однако, неоднократно указывать, что первое слагаемое очень невелико (2—3%) и не меняет существенно общего представления о величине обломочной части породы, в особенности когда последняя исчисляется десятками процентов. Что же касается окремнения, то для анализа сознательно подбирались лишь такие образцы, в которых ни макро-, ни микроскопически окремнение не улавливалось или же (в редких случаях, специально отмеченных) было невелико. Таким образом, мы можем принять, что хотя цифра минерального остатка и не дает абсолютно точного содержания обломочного материала в породе, однако она всегда достаточно близка к нему и во всяком случае в массовом материале достаточно правильно отражает его реальные колебания (табл. 1).

Из цифр табл. 1 и фиг. 6¹ видно, что серые известняки представляют собой почти чисто карбонатную породу, лишь с едва заметной примесью обломочного материала. В самом деле, содержание нерастворимого остатка колеблется от 1.08 до 9.12%, составляя в среднем 4.58%. Точно так же чрезвычайно ничтожно и содержание органического вещества, так как количество углерода изменяется от 0.03 до 0.64%, составляя в среднем 0.34%. Наконец, любопытной особенностью серых известняков является то, что за исключением единственного (из 17) образца с р. Реузьяка, они не показывают никаких следов доломитизации.

Для того чтобы составить хотя бы некоторое представление об общем характере терригенной части породы, были поставлены определения SiO_2 и Al_2O_3 в нерастворимом остатке трех образцов (табл. 2).

Из табл. 2 следует, что состав нерастворимого остатка серых известняков изменчив. Если даже оставить в стороне обр. 9 с р. Тереклы, где микроскопически замечено окремнение по органическим остаткам, то и тогда все же изменчивость остается отчетливой. Для сравнения полезно напомнить, что у каолинов отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ близко к 1 : 1. Сравнивая эту цифру с указанными в таблице, легко видеть, что в то время как в одних случаях (р. Аскын) в составе обломочного материала отчетливо преобладают тончайшие раздробленные алюмосиликатные минералы и кварц имеет лишь ничтожное значение, в других (р. Сиказы) — роль последнего значительна.

¹ На этой диаграмме, как и на аналогичных последующих, нанесены цифры не углерода, а органического вещества. Цифра последнего получена путем умножения цифры углерода на 1.5. Все минеральные определения, за исключением заимствованных из литературы, произведены аналитической лабораторией ГИН под руководством Э. С. Залманзон; анализ органического вещества выполнен С. П. Успенским и В. Г. Пуцилло.

Таблица 1

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества	Примечание
			CaCO ₃	MgCO ₃		
			в процентах			
1	р. Аша	2.88	93.61	1.29	0.53	
2	р. Инзер					
3	Обр. 57	1.39	87.61	0.82	0.18	
3	» 56	8.45	92.03	0.28	0.03	
4	р. Баса					
5	Обр. 44	8.46	90.49	0.46	0.20	
5	» 44	—	81.48	1.59	—	
6	р. Аскын					
7	Обр. 1	0.38	97.96	1.11	0.21	
7	» 3	1.45	95.57	1.57	0.38	
8	» 6	1.08	96.32	1.75	0.26	
9	р. Тереклы					
9	Обр. 81	9.42	86.54	1.29	0.54	Слабое окремнение по органическим остаткам
10	р. Тереклы (Вахрушев) .	2.78	95.50	1.21	—	
11	р. Усолка					
11	Обр. 35 из скв. 706, глуб. 165.0 м (Варов и Сулин)	1.47	95.45	1.26	—	
12	Обр. 40 из скв. 706, глуб. 189.8 м (Варов и Сулин)	5.47	89.81	1.98	—	
13	р. Реузяк					
13	Обн. 109, слой 1-а (Варов и Сулин)	4.49	78.43	14.98	0.64	В среднее значение MgCO ₃ не вошли
14	Обн. 109, слой 1 (Варов и Сулин)	5.35	91.59	0.69	0.47	
15	Обн. 188, слой е (Варов и Сулин)	—	89.61	5.83	—	В среднее значение MgCO ₃ не вошли
16	р. Реузяк (Варов и Сулин)	8.03	89.08	0.89	—	
17	р. Сивазы	1.74	94.63	1.46	0.26	
	Среднее	4.58	90.88	1.17	0.34	

Таблица 2

№	Местонахождение образца	Нерастворимый остаток	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂ : Al ₂ O ₃	Примечание
			в процентах			
7	р. Аскын	1.45	0.79	0.51	1.5:1	
9	р. Тереклы	9.42	8.80	0.50	17.6:1	Слабое окремнение по органическим остаткам
10	р. Сивазы	1.74	1.45	0.27	5.4:1	

Что касается органического мира серых известняков, то, как было указано выше, в них обычно содержатся довольно многочисленные остатки фауны. При обработке наших материалов удалось определить следующие формы:

1. Брахиоподы

- Liorhynchus* sp. (мало)
 » *megistana* De-Hon. (много)
 » *lentiformis* Bronn. (редко)
Camarophoria (*Liorhynchus*) *medioplicata* Nal. (редко)
 » » *subreniformis* Schnur. (редко)
Lingula sp. (много)
 » *subparallela* Sand (много).
 » aff. *squamiformis* Phil.
Athyris cora Nal. (редко)

2. Пелециподы

- Buchiola* sp. (много)
 » *retrostriata* Buch. (масса)
 » *snjalkowi* Zam. »
 » *scabrosa clarke* (много)
 » *timanica* Zam. »
Ontaria Tschernyschewi Zam. (единичные экз.)
Paraptix sp.
Pterochoenia sp. *plures*. } (в отдельных точках, но тогда массами)
Posidonia sp.
Lunulicardium sp.

3. Ловоногие

- Tornoceras* sp.
Manticoceras sp. } (много везде)
 » *intumescens* }
Parodiceras sp. (редко)
Orthoceras sp. (очень много повсеместно)

4. Птероподы

- Styliola*, *Tentaculites* (повсеместно массами)

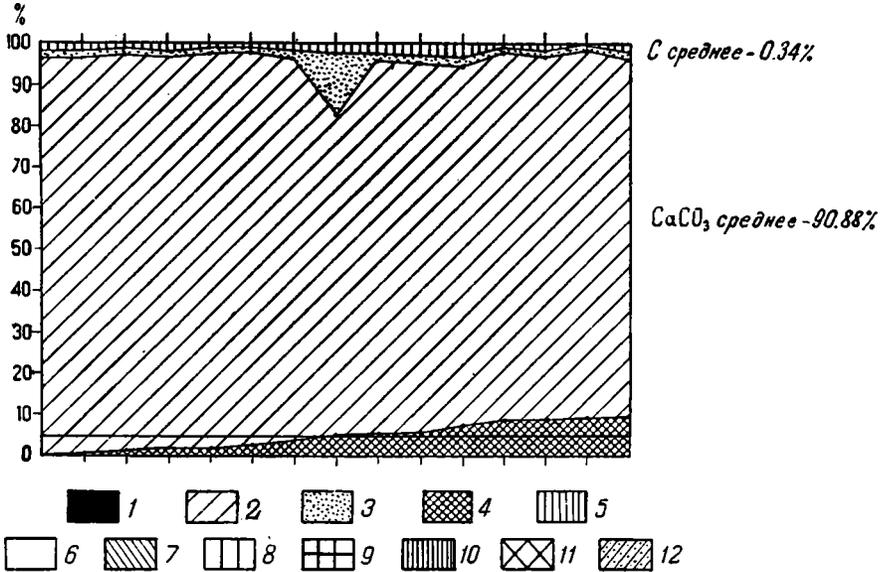
Как видно из приведенных данных, круг форм, встречающихся в серых известняках, не велик, но зато большинство их встречается повсеместно и нередко огромными массами экземпляров. По характерным представителям он может быть назван биоценозом *Liorhynchus* — *Lingula* — *Buchiola*. Характерно, что почти все организмы, входящие в биоценоз, отличаются весьма небольшими размерами; особенно проявляется это в группе пелеципод, где, за исключением *Ontaria Tschernyschewi* Zam., все остальные формы измеряются обычно немногими миллиметрами.

Помимо перечисленных выше форм, образующих собственно биоценоз серых известняков, в литературе (см. гл. V) имеются указания на находки еще ряда других, встречающихся, однако, уже спорадически и для биоценоза нехарактерных. Эти акцессорные формы следующие: *Hypothyris cuboides* Sow., *Spirifer curvatus*, *Sp. Gosseleti* Holz., *Sp. pachyrhynchus* Vern., *Sp. lineatus* Mart., *Sp. Urii* Fleming, *Camarophoria rhomboidea* (Phil.) *Productus purchisonianus*, *Orthis striatula* Schloth., *Strophalosia productoides* Murh., *Pentamerus galeatus* Daln., *Pugnax acuminata* Mart., *P. pugnus* Mart. Нужно думать, что и этот добавочный список акцессорных форм еще не исчерпывает всего разнообразия организмов, обитавших в области отложения серых известняков, так как в списках, даваемых для доманикового горизонта вообще, фигурируют еще и иные, здесь не упомянутые формы (см. подробнее гл. V). К сожалению, однако, установить принадлежность этих форм именно к серым известнякам, а не каким-либо другим породам доманикового горизонта, невозможно, почему мы здесь их и не приводим.

2. Черные известняки

Второй тип известняков, весьма распространенный и повсеместно встречающийся в разрезе доманиковского горизонта, представляют черные известняки.

Макроскопически это плотная черная порода, иногда неслоистая, обычно же с явственно проступающей слоистостью, обусловленной наличием светлых слоеобразно ориентированных кальцитовых точек и линзочек, а нередко также слоеобразным расположением раковинок птеропод. Кальцитовые точки и линзочки сливаются иногда в тонкие нитевидные прослойки, обычно короткие (от нескольких сантиметров до десятков их) и редко расположенные. Порода то не перекристаллизована совсем



Фиг. 6. Основные компоненты серых известняков.

1 — органическое вещество; 2 — CaCO₃; 3 — MgCO₃; 4 — минеральный нерастворимый остаток (обломочный материал); 5 — прочее (H₂O, ошибки анализа); 6 — кислород; 7 — азот; 8 — водород; 9 — углерод; 10 — битумы, извлекаемые хлороформом; 11 — деготь (при рагонке); 12 — газы (при рагонке). (Эти обозначения относятся к фиг. 7—12 и 14 и 15.)

(редко), то перекристаллизована слабо, то совершенно явственно, отчего на расколе искрится. Отдельные линзовидные участки ее перекристаллизованы крупно и обычно осветлены, буроваты. Все образцы отличаются необычайно сильным запахом битума, который проявляется даже при самом легком постукивании куска. Кроме птеропод, часто обильных, фаунистические остатки в черных известняках попадаются значительно реже, чем в серых известняках, и обычно единичными экземплярами; ракушниковые прослойки встречены лишь на Инзере, Басе и Кургашле и приурочены здесь к верхней части разреза. Как и серые известняки, черные разбиты трещинами, заполненными кальцитом и асфальтитоподобным веществом. В связи с присущей породе обычно явственной слоистостью при выветривании она нередко распадается на тонкие черные плитки с параллельными ограничениями. По краям эти плитки становятся часто очень светлыми (слегка буроватыми), тогда как их середина остается попрежнему черной — яркое свидетельство того, что черный цвет породы обусловлен, главным образом, пронизывающим ее органическим веществом.

Микроскопически в составе черных известняков выделяются те же

компоненты — карбонаты, органические остатки, органическое вещество, пирит, обломочный материал, — что и в серых известняках. Весьма сходны и формы основного компонента — карбонатов. Тем не менее микроскопическая структура черных известняков отчетливо отлична от структуры известняков серых. В зависимости от степени перекристаллизованности породы можно встретить три характерные микроскопические картины (α , β и γ).

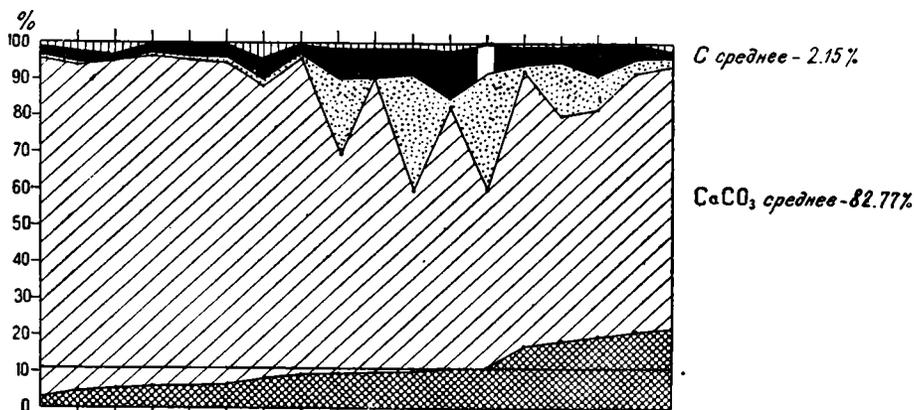
Наиболее часта разность (α) (см. в конце таблицы чертежей II, 3 и III, 1 и 3). Весь карбонат в шлифе полностью перекристаллизован и образует отчетливо выраженные зерна неправильной формы, иногда как бы с равными, приотливших очертаний краями. Между кристаллами черный (с буроватым оттенком) битум то в виде тончайших прожилочков, то (в месте, где сходятся углы кристаллов) в виде крупных неправильных сгустков. Это битуминозное вещество как бы спаивает кристаллы, так же как цементная масса кирпичи в каменных кладках. Местами цементная битумная масса количественно почти равна карбонатной, и тогда кажется, будто карбонатные кристаллы плавают в битуме. Размеры карбонатных зерен довольно различны и колеблются от 0.5—0.6 до 0.01 мм, однако в пределах шлифа обычно довольно близки, что создает значительную равномерность породы; реже порода резко неравнозерниста.

Органические остатки в описываемой разности α представлены обычно исключительно птероподами, вокруг которых те же самые, но еще более ярко выраженные лучи и ореолы из лейст карбоната, что и в серых известняках (таблица чертежей II, 1). Ряд шлифов обнаруживает более или менее отчетливую слоистость, обусловленную, главным образом, правильным слоеобразным расположением птеропод; последние окулируются массами в определенных прослоечках и, будучи сцементированы светлым, почти лишенным битума кальцитом, дают светлые полосы в шлифе. Порода в шлифе окрашена буроватым пигментом.

При постепенном уменьшении крупности кристаллических зерен и появлении порошкообразного карбоната, а также, повидимому, при возрастании содержания обломочного материала, описанная перекристаллизованная разность α черных известняков переходит в другую разность, β . Микроскопически основная масса породы представляет в этом случае карбонат сгустковой структуры, т. е. образованный в общем порошкообразной формой, среди которой находятся небольшие пятна перекристаллизованного кальцита (таблица чертежей II, 1 и 2). Размеры зерен порошкообразной массы 0.005—0.01 мм, перекристаллизованных участков — до 0.05 мм. Вся порода прокрашена бурым пигментом (органическое вещество?), причем порошкообразные пятна прокрашены сильно, перекристаллизованные — слабо. На фоне описанной сгустковой структуры в некоторых случаях разбросаны довольно многочисленные крупные зерна кальцита, обычно с мягкими, округлыми очертаниями, часто удлиненные комочкообразные, а то и бесформенные, размером от 0.05 до 0.1 и даже 0.4 мм. Как и раньше, наблюдаются многочисленные птероподы (но уже без ореолов вокруг них) и ясные признаки слоеобразного расположения вещества.

Третью разность черных известняков (γ) (таблица чертежей III, 2) образуют известняки, как и первая разность нацело перекристаллизованные, но с резко отличным характером самой перекристаллизации. Большая часть карбоната образует здесь прекрасно выраженные ромбоэдры доломита, весьма близкие по размерам (от 0.015 до 0.15 мм). Сами ромбоэдры имеют зернистое строение, т. е. включают в свой состав массу тончайших зернышек карбоната, что следует приписать, возможно, процессам выветривания. Ромбоэдры «плавают», обычно не соприкасаясь, в более мелкозернистой кальцитовой массе, прокрашенной битумом; последний распределен неправильными пятнами и маленькими прожилочками; расположение слоеобразное, как и в других разностях.

К изложенному следует добавить, что во всех разностях черных известняков, как и в серых, встречаются мелкие прожилочки битума. Много черных точек (пирита). Окремнение выражено в общем очень слабо.



Фиг. 7. Основные компоненты черных известняков.

Условные обозначения те же, что и к фиг. 6.

Соотношение основных компонентов осадка видно из табл. 3 и фиг. 7. Сравнивая данные табл. 3 с данными табл. 1, легко видеть, что черные известняки отличаются от серых весьма отчетливо и характерно. Так, прежде всего, заметно возрастает содержание нерастворимого остатка.

Таблица 3

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества	R ₂ O ₃
			CaCO ₃	MgCO ₃		
в процентах						
1	р. Аша	11.02	49.95	31.97	3.78	0.44
2	» »	10.11	50.37	32.79	3.12	0.54
3	р. Кургашла	8.98	61.74	22.24	3.75	—
4	» »	9.77	80.00	1.26	4.62	—
5	» »	5.05	88.81	1.60	2.51	—
6	р. Инзер	5.66	89.28	0.54	0.11	—
7	р. Баса	9.28	87.38	1.70	0.90	—
8	р. Аскын	5.73	91.09	1.06	2.00	0.45
9	» »	5.98	89.47	1.14	2.00	0.41
10	» »	1.94	94.12	1.59	0.66	0.18
11	р. Токаты	21.75	72.84	1.76	0.97	0.22
12	р. Тереклы	17.25	75.02	2.77	2.33	0.36
13	» »	18.44	62.05	15.87	0.67	0.57
14	» »	19.90	72.60	4.56	1.23	0.31
14а	р. Реузяк	6.17	88.17	1.52	2.16	0.72
15	Обн. 109, слой 5-а	11.44	76.59	2.23	—	—
16	То же	8.09	80.34	1.98	—	—
17	То же	11.00	73.18	3.38	—	—
18	р. Инзер	19.36	52.83	20.30	3.60	—
Среднее		10.90	82.77 (55.39)	1.93 (24.63)	2.15	—

Примечание. В скобках даны средние цифры для доломитизированной разности.

Если серые известняки содержат в среднем всего 4.93% нерастворимого остатка, то у черных процент подымается уже до 11 (10.90%); в частных же случаях наблюдаются цифры 17, 18 и даже 21.75%. Далее, значительно возрастает содержание органического вещества. Характерно, что у черных известняков оно почти всегда выше, чем максимальное содержание у серых известняков. Среднее содержание углерода равно 2.4%, т. е. всемерно больше, чем у серых известняков; максимальные же цифры доходят до 3.75—4.62%. Наконец любопытно, что и доломитизация у черных известняков наблюдается гораздо чаще, чем у серых. У первых на 17 образцов пришлось один со слабо выраженной доломитизацией (6%), у черных же на 19 образцов уже 5, и сама доломитизация проявлена несравненно резче (22—32% $MgCO_3$).

Общая характеристика нерастворимого остатка черных известняков видна из трех анализов, приведенных в табл. 4.

Таблица 4

№	Местонахождение образца	Нерастворимый остаток	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂ :Al ₂ O ₃	Примечание
			в процентах			
8	р. Аскын	5.73	4.70	1.04	4.5:1	Микроскопически слабое окременение
14	р. Тереклы	19.90	18.40	1.44	13.0:1	
15	р. Реузьяк	6.17	4.33	1.13	4.0:1	

Исключая из этих цифр обр. 14, как отчетливо окремелый, мы для остальных двух получаем такие пропорции SiO₂ и Al₂O₃, которые близки к имевшимся у серых известняков и, в частности, указывают на наличие в породах, помимо алюмосиликатного глинистого, также и кварцевого материала.

В целях предварительного ознакомления с органическим веществом известняков в одном из образцов его (перекристаллизованная разность) были определены элементарный состав, количество и характер битумов и характер разгонки. Получились следующие данные:

C	71.45%	
H	5.20%	
N	2.81%	
O + S	20.54%	
Битумы, растворимые в хлороформе	2.54%	(от органической массы)
Число кислотности битумов	15.1	
Число омыления	137.2	
Щелочная вытяжка	следы	
Деготь на органическую массу (при разгонке в реторте Фишера)	1.35%	

Из приведенных данных следует, что органическое вещество в черных известняках представляет в настоящее время весьма устойчивую массу, которая не поддается ни экстрагированию, ни извлечению щелочами, ни даже разгонке. Вместе с тем обращает внимание относительно очень невысокое содержание Н при большой цифре С и O+S.

Что касается фауны, то родовой и видовой составы совершенно те же, что в серых известняках: *Buchiola* (масса), *Orthoceras* sp., *Tornoceras* sp., *Liorhynchus* sp., *Lingula* sp., *Camorphoria* sp. Размеры индивиду-

умов обычно мелки, и потому в раковинных разностях нередко вся поверхность раскола усеяна массой «молоди» (или, может быть, мелкорослых экземпляров) перечисленных выше родов.

3. Кремнистые мергеля

Обратимся к следующей крупной группе пород, весьма распространенной в разрезе доманика Южного Урала — к мергелям. Сообразно с промежуточным положением мергелей как породы, макроскопический вид их сильно колеблется, приближаясь в одних случаях к известнякам, в других к глинистым сланцам, почему и само ограничение этого типа от соседних с ним представляется условным.

Макроскопически в типичном случае мергеля представляют собой плотную черную, буровато-черную и даже бурую (в выветреном состоянии) породу, характерную особенностью которой составляет явно выраженная тонкая слоистость и связанная с нею способность раскалываться на тонкие плитки с хорошо выраженными параллельными ограничениями. Слоистость обусловлена присутствием мелких округлых или вытянутых кальцитовых точек, линзочек и раковинок птеропод, располагающихся слоеобразно и разделенных темным известково-пелитовым материалом. Макроскопическая фауна часто отсутствует, но в других случаях встречается либо одиночными экземплярами, либо даже кучками, образуя раковинные прослои; представлена она брахиоподами и пелециподами. Обычно размеры индивидуумов мелки, и нередко вся поверхность раскола усеяна массой «молоди» (или, может быть, мелкорослых экземпляров).

Весьма характерную черту доманиковых мергелей представляет чрезвычайное обилие конкреционных образований, связанных с ними. Эти образования проявляются прежде всего в форме резко обособленных лепешковидных или караваевидных известковых конкреций, имеющих 10—15 см длины и 2—6 см толщины. Гораздо чаще, однако, конкреционные образования проявляются в форме более сильной цементации отдельных участков мергеля углекислым кальцием. В результате внутри однородной массы мергеля возникают тонкие (0.5—1 см), но длинные линзы, которые приобретают габитус известняков, явно отличаются от окружающей породы, сильнее сопротивляются при выветривании и дают характерные плитки. На ряду с этим в мергеле возникают аналогичные же тонкие (0.1—0.5 см) линзы, цементированные кремнеземом и дающие при выветривании хрупкие листочки кремней.

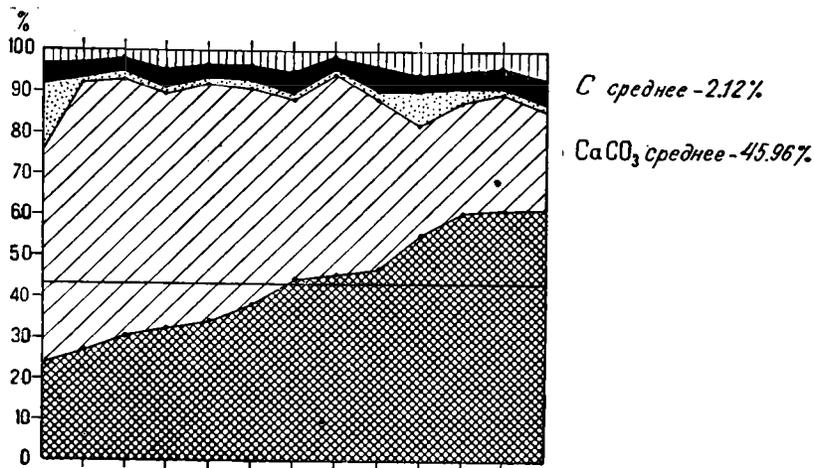
Наконец, следует отметить, что подобно известнякам, мергеля обычно разбиты трещинами, заполненными кальцитом и асфальтитом.

Микроскопическая структура мергелей заметно отличается от микроструктуры известняков (таблица чертежей III, 4 и таблица чертежей IV, 2, см. в конце).

Под микроскопом во всех шлифах мергеля бросается в глаза прежде всего коричневатобурая, иногда красноватобурая масса, представляющая, насколько можно было решить при рассмотрении при большом увеличении, тесную смесь пелитового материала, органического вещества и порошкообразного карбоната. Эта сапропеле-пелито-карбонатная масса имеет весьма неоднородную структуру, а именно образует разнообразные неправильной формы сгустки, темные в средних частях, светлеющие к периферии; в темных участках карбонат не улавливается, в осветленных констатируется отчетливо. Внутри сгустков сапропеле-пелитовой массы обычно различается масса тончайших бурых и черных комочков или зернышек то правильных, то бесформенных, размером от 0.005 до 0.02 мм, образованных, повидному, частью тем же сапропеле-глинистым веществом, частью сернистым железом и получившимся из него бурым железняком.

Между сгустками сапропеле-пелитовой массы располагается карбонат в виде отчетливо обособленных образований: 1) вытянутых комочков — от 0.025×0.015 до 0.6×0.075 мм, образованных порошкообразным CaCO_3 , более или менее перекристаллизованным; 2) отдельных крупных зерен и бесформенных с расплывчатыми границами гнезд кристаллов CaCO_3 ; 3) отдельных ромбоэдров доломита размерами от 0.015 до 0.05 мм.

Третьим различным компонентом мергелей являются органические остатки, представленные обычно весьма обильно. Подавляющая часть их принадлежит, как и раньше, птероподам (*Styliola*, *Tentaculites*), раковинки которых встречаются и в одиночку, и — гораздо чаще — кучками, состоящими из многих тесно рядом лежащих индивидуумов, спаянных светлыми перекристаллизованным кальцитом. Эти кучки видны обычно макроскопически в виде линзочек и точек на вертикальном расколе породы. Из других органических остатков изредка наблюдаются тонкие



Фиг. 8. Основные компоненты мергелей.
Условные обозначения те же, что и фиг. 6.

нитевидные разрезы молодых раковин брахиопод, которые в сильно раковинных образцах довольно многочисленны. Наконец, помимо органических остатков, в вертикальных шлифах наблюдаются бурые и чернобурые тонкие прослойки и линзочки, принадлежащие, несомненно, органическому веществу. В одних шлифах они едва намечены, в других резко выражены. Все линзочки располагаются строго по слоистости, причем они обычно не прямолинейны, а изогнуты и при встрече с какими-либо крупными объектами их плавно обтекают. На горизонтальных шлифах эти линзочки выглядят неправильной формы хлопьями, в различной степени выраженными.

Химический состав мергелей дан в табл. 5 и на фиг. 8.

Как видно из цифр табл. 5, количество минерального нерастворимого остатка в мергелях значительно возрастает по сравнению с предыдущими типами, составляя в среднем 42.56% и подымаясь иногда до 60%. При этом, как и следовало ожидать, наблюдается совершенно плавный постепенный переход между черными известняками и мергелями, так что граница между ними является чисто искусственной. Что касается органического вещества, то количество его, наоборот, остается на том же уровне, что и в черных известняках (2.12 против 2.15%), как будто увеличение содержания терригенных частиц свыше 10% не оказало на него ни положительного, ни отрицательного влияния. Доломитизация в мергелях проявляется как очень редкое явление.

Таблица 5

№	Местонахождение образца	Минераль- ный нераст- воримый остаток	Карбонаты		С органи- ческого вещества
			CaCO ₃	MgCO ₃	
в п р о ц е н т а х					
р. Баса					
1	Обр. 45	45.10	49.59	1.55	0.98
2	Проба I	31.24	57.76	3.21	2.35
3	» II	60.43	24.92	0.50	3.40
4	» IV	54.37	28.71	8.40	1.50
5	» V	23.79	51.76	16.96	1.60
6	» VI	44.39	43.57	1.80	2.75
9	» VII	59.90	29.58	1.20	3.00
р. Токаты					
8/54	Конкреционный прослой в мергеле	30.33	62.36	4.01	1.11
9/61	Мергель нормальный	33.20	60.18	2.09	1.39
10/92	р. Ишикай	38.72	52.08	2.86	1.80
11/78	р. Тереклы	59.62	28.11	3.15	2.23
12/85	»	25.96	66.07	1.78	1.78
13/128	р. Реузяк	46.26	42.81	1.00	3.62
Среднее		42.50	45.96	2.63	2.12

Общие данные о химическом составе минерального нерастворимого остатка приведены в табл. 6.

Таблица 6

№	Местонахождение образца	Минераль- ный нера- створимый остаток	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂ :Al ₂ O ₃	Примечание
р. Баса									
1	Проба I	31.24	27.48	2.11	0.10	0.15	0.10	13 : 1	} Пуцилло и Успенский
2	» II	60.43	53.21	4.54	0.08	0.28	0.22	12 : 1	
3	» IV	54.31	49.14	3.54	Следы	0.10	0.13	18 : 1	
4	» V	23.62	21.88	1.13	»	0.02	0.08	19 : 1	
5	» VI	44.34	39.91	2.72	Нет	0.07	0.19	15 : 1	
6	» VII	59.87	56.38	2.04	0.05	0.17	0.41	23 : 1	
9	р. Токаты	33.20	30.86	1.81	—	—	0.41	17 : 1	
10	р. Ишикай	—	35.45	3.78	—	—	0.37	9.4 : 1	
11	р. Тереклы	59.62	52.86	6.66	—	—	0.81	8.0 : 1	
12	»	25.16	28.69	—	—	—	0.16	—	
13	р. Реузяк	46.26	40.41	5.14	—	—	1.01	—	

При ознакомлении с этой таблицей бросается в глаза чрезвычайно высокое соотношение SiO₂ и Al₂O₃. Ни в одном из 11 анализов этот коэффициент не дает таких низких значений, какие мы имели для известняков серых и черных. Наоборот, подавляющая масса значений близко напоминает те коэффициенты, которые у известняков характеризуют разности с ясным окремнением, видимым микроскопически. Это обстоятельство позволяет заключить, что в отличие от известняков мергеля все вообще имеют отчетливую окремелость, хотя ни макро-, ни микроскопически

уловить ее часто невозможно. Последнее зависит, повидимому, от того, что зерна SiO_2 затемнены частью органическим веществом, частью пелитом.

Любопытно, что и в таких случаях кремнезем представлен не аморфной опаловой разновидностью, а кристаллической (халцедоном или кварцем), на что ясно указывают ничтожные количества SiO_2 , вытягиваемой при кипячении с 5% раствором NaOH и KOH . Так, по данным Г. И. Теодоровича, получасовое кипячение SiO_2 с NaOH дало (в мергелях с р. Басы) в одном случае 0.08, в другом 0.21% SiO_2 ; повторное испытание дало дополнительно 0.15 и соответственно 0.35%. Часовое кипячение на водяной бане с 5% раствором KOH из тех же мергелей вытянуло 1.10 и 1.44% SiO_2 . Аналогичные цифры получили и А. А. Варов и В. А. Сулин (1933), проанализировавшие шесть образцов мергелей и сланцев с рр. Аши, Сима, Реузяка, Басы и Усолки: их цифры колеблются от 0.626 до 1.47%. Отметим, что этими же анализами устанавливается и отсутствие сколь угодно уловимой свободной Al_2O_3 в породе.

Как было указано в предыдущем, прослоям мергелей подчинены многочисленные конкреционные образования — карбонатные и кремневые. Так как кремневым конкрециям и прослоям будет в дальнейшем посвящен особый отдел, то мы остановимся в настоящее время только на карбонатных конкрециях.

Макроскопически карбонатные конкреции представляют либо правильно округлые эллипсоидальные тела в 10—12 см длины и 5—8 см толщины, либо плоские лепешки, образованные плотным черным известняком, обычно без заметной макроскопической фауны. Реже внутри конкреции можно обнаружить ракушниковые прослои с мелкорослой брахиоподово-пеллициподовой фауной, обычной, как увидим ниже, для мергелей. В некоторых лепешкообразных конкрециях, кроме того, наблюдаются участки крупнокристаллического известняка в виде прослоечков и тонких длинных линз. Микроскопическая структура конкреций своеобразна (таблица чертежей IV, 1). Обычно шифр слагается нацело перекристаллизованным карбонатом сгусткового строения, т. е. состоящим из неправильных, часто лапчатых плитен более крупнозернистой (зерна 0.025—0.2 мм) и менее крупнозернистой (зерна 0.01—0.025 мм) разности. Между кристаллами масса неправильных комочков черного вещества, сохраняющего свою окраску и в отраженном свете, повидимому битума; размеры комочков от 0.005 до 0.025 мм, но, главным образом, от 0.01 до 0.05 мм. Встречаются и пленки того же вещества. Карбонатная масса прокрашена буроватым пигментом, причем последний приурочен преимущественно к мелкозернистым пятнам. Среди цемента обычно много органических остатков, птеропод и остракод, реже волнистые раковинки. В некоторых случаях отчетливо выступает окремнение, идущее, главным образом, по раковинам птеропод и заполняющему их карбонату.

Итак, микроскопические конкреции представляют настоящие известковые тела, в которых обломочный материал не улавливается. То же подтверждается и химически (обр. 91):

Минеральный нерастворимый остаток	3.03%
CaCO_3	92.96%
MgCO_3	1.13%
C	0.92%

Имеющийся в распоряжении автора материал позволяет не только охарактеризовать особенности конкреций, но и выяснить вероятный механизм их образования. В некоторых шлифах на фоне обычного мергеля с многочисленными ромбоэдрами доломита (0.03—0.04 мм) наблюдается масса птеропод — кучками. При этом птероподы не только выполнены кальцитом во внутренних полостях раковин и не только одеты «шубой» лейст кальцита (лучей), но и сцементированы между собой кальцитом же. Сгущения птеропод являются как бы центром, вокруг которого начинается

концентрация кальцита, тем самым вытесняющего отсюда (частично или почти полностью) сапропелево-пелитовое вещество. Если концентрация CaCO_3 будет повышаться или же если она начнется не в одной точке, а в нескольких соседних, то в результате получится участок, весьма обогащенный CaCO_3 , из которого в то же время пелитовый материал в значительной мере будет вытеснен разрастающимися кристаллическими зернами и их агрегатами. Таким образом, микроскопические наблюдения позволяют думать, что карбонатные конкреции в мергелях доманика возникают не столько вследствие заполнения карбонатом пор в илистом осадке, сколько вследствие некоторого вытеснения отлагающимся кальцитом пелитового материала.

Случаи находок внутри конкреций скоплений брахиопод, пелеципод, ортоцератид показывают, что центром концентрации кальцита могут быть также и эти раковинные остатки.

Микроконкреционные образования придают иногда мергелям своеобразную, необычную текстуру. Так, в скважине по р. Усолке на глубине 186.85 м встречена слоистая порода, образованная чередованием мергеля и светлосерого известняка. Мергель имеет обычное строение. Известняк же состоит из массы стилиоля с ореолами кальцитовых лейст вокруг них, сцементированных перекристаллизованным же кальцитом. Совершенно очевидно, что современный вид породы получился благодаря вторичной концентрации кальцита по прослоечкам нормального мергеля, где содержание стилиоля было повышено.

Таковы литологические особенности мергелей. Что касается макрофауны, то последняя в мергелях часто отсутствует совсем, либо встречается единичными экземплярами; изредка она составляет кучками, образуя раковинные прослои. В тех случаях, когда макрофауна была обнаружена, она оказалась принадлежащей все тому же доманиковому биоценозу, о котором уже говорилось выше. Размеры индивидуумов карликовые.

4. Кремнисто-глинистые сланцы и песчаники

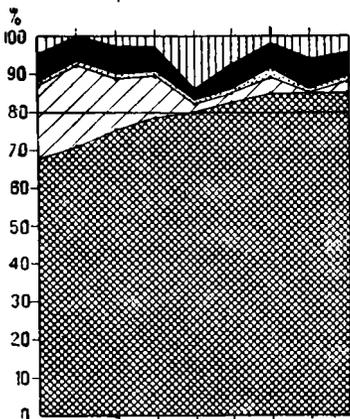
Как было отмечено выше, постепенное обогащение мергелей пелитовым материалом приводит к замещению их глинистыми сланцами.

Макроскопически это весьма изменчивые породы. В одних случаях они представляют темнобурые плотные, маркие известковистые сланцы без всяких признаков слоистости или лишь с неясной тонкой слоистостью, раскалывающиеся то плитками, то неправильными кусками. В других — сланцы также неслоистые, но уже светлых (серых, желто-бурых) тонов, часто не вскипающие. Наконец, встречается еще легкая слоистая, несомненно, сильно окремненная разность. В естественных разрезах к прослоям глинистых сланцев приурочены часто многочисленные, располагающиеся послойно небольшие лепешкоподобные известковые конкреции, иногда насыщающие пласт. Микроскопическая картина типичных разностей весьма не ясна. Вся масса шлифа образована необычайно тонко раздробленным пелитовым материалом, густо прокрашенным органическим веществом в бурый тона, и среди этой плохо просвечивающей неясно слоистой массы разбросаны многочисленные кварцевые зерна от 0.005 до 0.1 мм в диаметре, реже — зерна кальцита и единично — плагиоклаза. Органические остатки, в частности истонченные раковины птеропод, редки и попадают лишь в более богатых кальцитом разностях. Начиная от такой типично пелитовой разности глинистых сланцев, идут все постепенные переходы к мергелям. Отметим, что в глинистых породах встречаются аналоги обеих разностей мергелей — с зернистым кальцитом и ромбоэдрами доломита.

Более точные сведения о количественном содержании отдельных компонентов известково-глинистых сланцев дает табл. 7 и фиг. 9.

Таблица 7

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества	FeS ₂
			CaCO ₃	MgCO ₃		
в процентах						
1	р. Тереклы, углистый сланец (Вахрушев)	85.15	5.82		3.11	(1.25)
2	р. Сикашты, глина черная (Вахрушев)	84.88	1.67		3.96	(1.43)
3	р. Усолка, обр. 38 с глуб. 181 м (Сулин)	78.93	13.37	0.74	3.53	—
4	Там же (Сулин)	(около 75)	24—15		4.94	4.48
5	р. Баса	85.04	3.88	2.94	3.51	0.05
6	» » проба III (Успенский)	82.36	2.90	0.16	4.90	—
7	р. Инзер (верх разреза) .	80.64	2.26	0.1	1.03	—
8	р. Тереклы	67.79	20.66	0.29	4.45	1.06
9	» »	75.89	12.95	0.28	4.86	0.77
Среднее		80.08	9.34	0.74	3.81	—
			Из 6 определений			



$S_{\text{среднее}} - 3.81\%$
 $CaCO_3_{\text{среднее}} - 9.34\%$

Фиг. 9. Основные компоненты глинистых сланцев.
 Условные обозначения те же, что и фиг. 6.

Характеристику состава нерастворимого остатка могут дать цифры табл. 8.

Из данных табл. 8 видно, что характер минерального нерастворимого остатка глин иной, чем у мергелей, ибо отношения $SiO_2 : Al_2O_3$ здесь несравненно ниже, чем у последних, и совершенно напоминают соотношения, характерные для известняков. Так как высокий коэффициент $SiO_2 :$

Al_2O_3 у мергелей обусловлен вторичными процессами окремнения, то отсюда следует, что окремнение в глинистых сланцах проявилось слабее, чем в мергелях, и что, таким образом, из всей серии пород доманиковых слоев, начинающихся известняками и кончающихся глинистыми сланцами, наиболее затронутым окремнением оказывается среднее (переходное) звено. Ниже при разборе кремней мы увидим, что подобное явление не случайно, но связано с общим ходом процессов окремнения в доманиковом горизонте.

Палеонтологические остатки в глинистых сланцах чрезвычайно редки и приурочены чаще всего к более известковистым разностям. Помимо массовых скоплений птеропод, изредка встречены все те же *Liorhynchus* — *Lingula* — *Buchiola*, что и в мергелях.

Чтобы закончить характеристику терригенных пород доманиковой фации, остается сказать несколько слов об одной очень редкой разности их — песчаниках. Эта фация неоднократно наблюдалась П. В. Дмитрие-

Местонахождение образца	H ₂ O	Потери при прокал.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	S на-лов.	SiO ₂ : Al ₂ O ₃
	гигр.												
в процентах													
р. Усолка, скв. 706, глуб. 160.1 (Сулин)	0.63	19.33	41.62	12.18	2.98	0.81	14.07	1.75	0.37	4.58	0.29	3.26	3.4 : 1
р. Баса, проба III (Успенский)	—	—	74.41	5.72	1.86	0.27	1.72	0.37	0.36	1.86	0.24	—	13 : 1
р. Тереклы проба I	—	—	32.94	13.43	—	—	—	—	—	—	—	—	2.4 : 1
» II (Вахрушев)	—	—	58.55	13.44	—	—	—	—	—	—	—	—	4 : 1
проба III	—	—	77.34	11.05	—	—	—	—	—	—	—	—	7 : 1

вым и П. В. Васильевым (1933) при прохождении шурфов и квершлагов в Ташкыскане и показана ими на зарисовках. При посещении мною этой точки, в виду весьма малой доступности разведочных выработок по состоянию их сохранности, собрать нужный материал оказалось невозможным, почему дать детальную характеристику песчаной фации мы не можем. Отметим только, что на зарисовках Васильева и в его описании указывается неоднократно, что пески лежат линзами, обычно быстро выклинивающимися. Является ли такое залегание первичным, отражающим особенности седиментации этого района, или же явилось результатом тектонических выжиманий, сказать трудно.

5. Степень обогащенности карбонатно-пелитовых пород органическим веществом

Среди работников, так или иначе соприкасавшихся с домаником, распространен взгляд, что доманиковые породы, в частности известняки, мергеля и глинистые сланцы весьма богаты органическим веществом и часто переходят в горючие сланцы. Данные, приведенные в предыдущем, показывают, что это мнение ошибочно. Прежде всего, горючие сланцы на Южном Урале отнюдь не являются частым и широко распространенным явлением; наоборот, это узкие, чисто локального значения линзы, приуроченные к тому же не к «нормальной» фации доманика, а в большинстве случаев к его уклоняющейся, обогащенной глинистым веществом разновидности. Что же касается остальных пород, не горючих сланцев, то они, наоборот, поражают своим небольшим содержанием органического вещества. Как было выяснено выше, среднее содержание углерода в серых известняках 0.34%, в черных — 2.15%, у мергелей — 2.12% и у глинистых пород — 3.81%, обнаруживая таким образом возрастание в общем параллельно с возрастанием количества обломочного материала в породе. Все это — цифры весьма скромные. Правда, образцы, взятые из шурфов и канав, все-таки несколько выветрелые, что приводит, естественно, к уменьшению содержания в них органического вещества. Специальные определения в штольне, сделанные А. И. Олли (1933), показали, что потеря эта не чрезмерно велика и достигает 25—30%. Но если даже мы введем соответствующие поправки в наши цифры, положение от этого не изме-

ниться и попрежнему нормальная фацция доманика будет представляться бедной органическим веществом.

Для большей убедительности предыдущих рассуждений чрезвычайно интересно сравнить содержание органического вещества в нормальной фацции доманика с содержанием его в ископаемых небитуминозных породах, а также в разнообразных современных осадках.

К сожалению, определение органического вещества в ископаемых породах вообще привлекало до сих пор мало внимания, почему имеющиеся данные разрознены и случайны. В частности, синхроничные доманику породы уральской геосинклинали или платформы с этой точки зрения не обследованы совсем, почему для сравнения приходится поневоле брать лишь современные морские отложения.

Данные о содержании органического вещества в современных морских осадках собраны Р. Trask (1932). Для различных типов шельфовых, гемипелагических и пелагических осадков открытого моря им найдены значения углерода (последние получаются от умножения цифры азота на 9.0), приведенные в табл. 9.

Таблица 9

№	Океанические осадки	С органического вещества в %	
		от—до	среднее
Шельфовые осадки			
1	Пески	0.0—0.3	—
2	Мелководные илы	0.25—2.50	1.25
3	Коралловые »	0.01—0.03	0.02
Гемипелагические осадки			
1	Синий ил (включая разности красного и желтого гемипелагического ила)	0.27—4.86	1.26
2	Зеленый ил	0.63—5.04	2.07
3	Известковый ил	0.36—1.18	0.72
Пелагические осадки			
1	Глубоководная красная глина . . .	0.18—1.17	0.72
2	Радиоляриевый ил	0.63—0.90	0.72
3	Глобигериновый »	0.09—1.08	0.45
4	Птероподовый »	0.27—0.90	0.54
5	Диатомовый »	1.00	—

По сравнению с открытым морем внутренние, глубоко врезанные в континентальные массивы бассейны исследованы относительно мало, и имеющийся для них материал более случайный. Поэтому мы приведем ниже данные лишь для четырех наиболее изученных в этом отношении бассейнов (табл. 10).

Сравнивая полученные цифры углерода с теми, какие характеризуют доманиковую фаццию в ее нормальном развитии, мы опять получаем, что по органическому веществу доманиковые отложения лишь незначительно поднимаются над уровнем, который свойственен современным обычным морским осадкам. Нужно оговориться, впрочем, что непосредственное сравнение ископаемых пород с современными осадками едва ли правильно, так как ископаемые породы пережили длинную историю диагенеза, в течение которой органическое вещество, несомненно, в какой-то мере терялось. К сожалению, определить сколько-нибудь точно эту потерю мы пока

Таблица 10

№	Морские осадки	С органического вещества в %	
		от—до	сред- нее
К а л и ф о р н и й с к и й в а л и в (данные Р. Trask, 1932)			
1	Пески и песчанистые илы на глубине до 200 м	0.09—1.00	0.45
2	Илы	2.52—5.40	4.50
Б а л т и й с к о е м о р е (данные S. Grippenberг, 1934)			
1	Повднегляциальные илы	1.0—1.1	.
2	Современные осадки:		
	тонкозернистые илы	3—4	
	песчанистые »	2—3	
Ч е р н о е м о р е (данные Архангельского и Страхова, 1937)			
1	Мелководный мидиевый ил	0.71—4.97	2.14
2	» фавеолиновый »	0.62—2.15	1.61
3	Глубоководная серая глина	0.51—2.08	1.74
4	» переходный ил	1.70—3.27	2.51
5	» известковый »	3.72—5.23	4.54
Б е р и н г о в о м о р е (данные Р. Trask, 1932)			
1	Силты (песчанистые илы, на глубинах до 200 м)	0.18—2.70	1.26
2	Глины (на глубинах свыше 200 м)	0.36—2.43	1.44

не можем, хотя некоторое представление о порядке величины в настоящее время уже получено. Так, Р. Trask (1936) на основании изучения огромного числа (около 2 000) образцов из различных отложений Северной Америки и сравнения их с аналогичными современными осадками указывает цифру 40%, как вероятное среднее для потери органического вещества в процессе диагенеза и превращения осадка в породу. Если мы примем эту цифру и произведем соответствующие поправки в значениях углерода в различных породах доманиковой фации, то разница между ними и современными осадками, конечно, возрастет, но все же окажется в конце концов мало значительной и существенной.

Таким образом, сравнение нормальной фации доманика с современными осадками показывает, что степень обогащенности их органическим веществом действительно весьма не велика и что распространенный среди геологов взгляд, будто это породы, резко выдающиеся по богатству органическими соединениями, не верен.

Глава III

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ И БЛИЗКИЕ К НИМ ПОРОДЫ ДОМАНИКОВОЙ ФАЦИИ ЮЖНОГО УРАЛА

1. Район рр. Лемезы и Ташыскана

Как было изложено в гл. I, горючие сланцы среди доманикового горизонта Южного Урала имеются в четырех районах: в бассейне р. Лемезы (точнее р. Икына), на р. Куш-Елге, притоке р. Сикашты, по рр. Аше и Симу

и по р. Реузяку. Опишем каждое из этих месторождений сланцев отдельно, тем более, что каждое из них имеет некоторые свои индивидуальные особенности.

В бассейне р. Икына горючие сланцы, как мы знаем, образуют мощную линзу по р. Ташкыскану, очень быстро выклинивающуюся как по направлению на север (р. Кургашла), так и к югу (р. Лемеза).

И микроскопически, и микроскопически, и по химическому составу горючие сланцы описываемого района не одинаковы и образуют две разности, явственно различающиеся друг от друга.

Первая и наиболее распространенная разность сланца представляет черную, буровато-черную или бурую сланцеватую породу, которая даже при слабом выветривании распадается на тонкие и тончайшие пластинки и листочки с идеально параллельными ограничениями. Характерную особенность породы составляет то, что на поверхности раскола (по сланцеватости) почти всегда можно видеть многочисленные остатки фауны. В некоторых случаях эти органические остатки принадлежат исключительно птероподам (*Styliola*, *Tentaculites*), раковинки которых скопляются во множестве и буквально переполняют (насыщают) породу. В других, помимо птеропод (остающихся главными формами), встречаются раковины брахиопод и пелеципод, обычно плохо различимые, сильно истонченные и сведенные почти к одному отпечатку (*Liorhynchus*, *Camarophoria*, *Buchiolia*, *Lingula*.) Наконец, в третьих раковины брахиопод и пелеципод встречаются в сланце во множестве и обращают его в своеобразный битуминозный ракушечник; раковины также сильно истончены. Последний случай особенно резко выражен в разрезе р. Кургашлы. Порода в этом случае чрезвычайно напоминает нижневолжские сланцы зоны *Perisphinctes Pandèri* D'Og b., описанные автором в одной из предшествовавших работ.

Микроскопическое изучение позволяет установить наличие в породе пяти компонентов: 1) органического вещества, 2) обломочного материала, 3) органических остатков, 4) мелко распыленных карбонатов, 5) некоторых минеральных новообразований. Несмотря на то, что органическое вещество, как увидим ниже, отнюдь не является главной частью породы, оно благодаря своей яркой окраске прежде всего бросается в глаза при изучении шлифов. Можно различить две формы, в которых оно встречается в шлифе: а) гомогенная бурая и красно-бурая масса, склеивающая минеральный материал и одновременно обуславливающая красно-бурую и темно-бурую окраску основной массы шлифа; в) своеобразные пленчатые сгущения, разбросанные в породе.

На шлифах, перпендикулярных напластованию (таблица чертежей V, 1, 3 и 4, см. в конце) и дающих, следовательно, вертикальные разрезы пленок, последние имеют вид темнобурых (иногда черно-бурых) нитевидных прожилок, линзочек, обычно без отчетливых ограничений, очень тонких (0.015—0.03 мм) сравнительно со своей длиной, обычно неправильно изогнутых. На шлифах, параллельных напластованию и дающих, следовательно, разрез, параллельный поверхности пленок, последние имеют вид крупных и более или менее изометричных хлопьевидных пятен совершенно расплывчатых неправильных очертаний. Отметим в качестве характерной черты, что описанные пленочки располагаются здесь все параллельно одна другой, что создает впечатление о слоистости породы, хотя слоев выдержанных здесь и нет.

Обломочный материал улавливается в породе отчетливо лишь при больших увеличениях и представляет мельчайшие обломочки минералов размерами < 0.01 мм. Определение минералогической природы при таких размерах затруднительно. Но большинство принадлежит, несомненно, кварцу. Обломки все остроугольные, часто игольчатые, пластинчатые.

Органические остатки в породе обычно немногочисленны, часто могут отсутствовать совсем и лишь в немногих случаях становятся обильными. Эти случаи относятся, главным образом, к разрезу Кургашлы (отчасти

п Ташкыскана). Вместе с тем они весьма однообразны. Это преимущественно птероподы и тентакулиты, поперечные и продольные разрезы которых прежде всего бросаются в глаза; раковины их часто передавлены, раздроблены. Многочисленные длинные и тонкие нити с косо поставленными кальцитовыми лейстами представляют, повидимому, разрезы сильно истонченных раковин брахиопод.

Несравненно большее значение, чем остатки организмов, имеет в породе мелко раздробленный и диффузно рассеянный неорганический карбонат кальция. Последний чаще всего встречается в виде отдельных обрывков и зерен, обычно с неясными границами, размерами от 0.02 до 0.1 мм. Кроме бесформенных участков кальцита в некоторых шлифах наблюдаются еще крупные эллипсоидальные комочки, состоящие из мозаики мелких кристаллов и похожие на перекристаллизованные дрыюитовые комочки. Наконец, в отдельных случаях наблюдались многочисленные прекрасно ограниченные и крупные ромбические зерна, принадлежające, повидимому, доломиту.

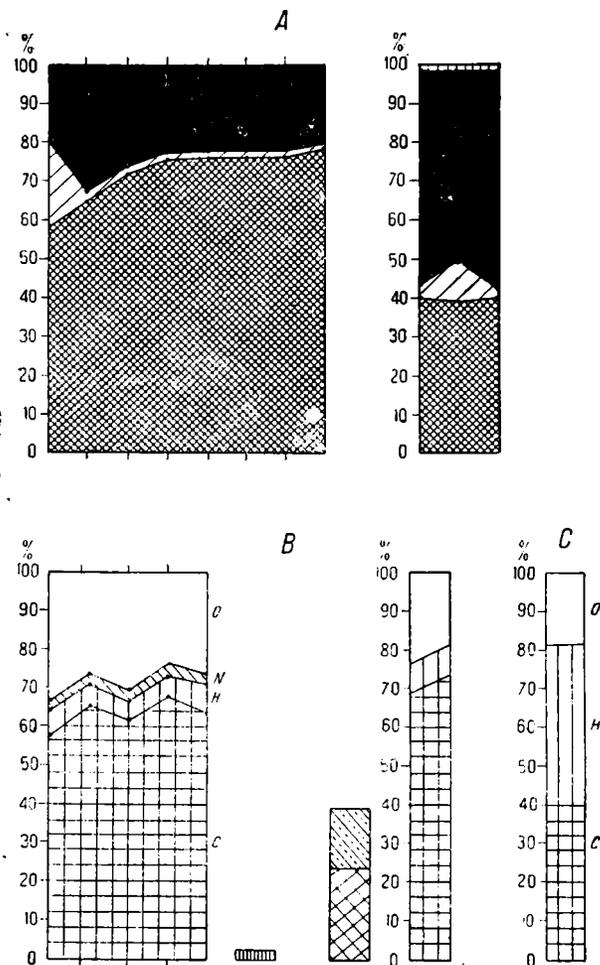
Что касается общего количества неорганического карбоната, то оно резко колеблется

от одного шлифа к другому; в одних случаях карбонат едва уловим, в других он чрезвычайно обилен и пестрит в шлифе.

Из минеральных новообразований отметим округлые черно-бурые шарики, принадлежające лимониту, и липзочки и прожилочки (бесформенные) кварца, представляющие, несомненно, вторичные образования в породе (окремнение). Последние, впрочем, весьма немногочисленны.

Для суждения о количественных соотношениях компонентов в породе могут служить табл. 11 и фиг. 10.

Из цифр табл. 11 видно, что главными компонентами породы являются нерастворимый остаток, составляющий от 58.95 до 76.08%, и органическое вещество, колеблющееся от 24 до 35%. Карбонатный материал сведен, в сущности, к ничтожным следам и лишь в отдельных случаях подымается до 20%. Таким образом тонкослоистая разность горючих слан-



Фиг. 10. Основные компоненты горючих сланцев рр. Ташкыскана-Кургашы.

А — основные компоненты горючих сланцев Ташкыскана; В — состав органического вещества горючих сланцев Ташкыскана в весовых процентах; С — то же в процентах числа атомов С, Н, О. Условные обозначения те же, что к фиг. 6.

Таблица 11

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	CaCO ₃	С органического вещества	Примечание
3	р. Ташкыскан . . .	72.15	0.3	Около 27	Анализы заимствованы из работы П. В. Дмитриева и дают цифры средних проб Анализы автора отдельных минералогических образцов
4	» » . . .	75.60	0.97	» 24	
5	» » . . .	64.95	0.45	» 35	
6	» » . . .	75.35	— 2	» 24	
7	» » . . .	76.62	0.5	» 24	
9 (30)	» » . . .	76.08	0.21	» 24	
10 (31)	» » . . .	75.11	0.30	» 24	
11	р. Кургашла . . .	58.95	19.88	» 24	

цев исследуемого района представляет в ее современной форме, по крайней мере, настоящую, временами окремнелую, пелитовую породу.

Благодаря работам лаборатории Уфимского треста (Васильев, 1933) над образцами горючих сланцев нашего района, мы имеем возможность составить себе некоторое представление и о составе органической и минеральной частей породы. Данные об элементарном составе органического вещества изучаемой разновидности, а также о продуктах разгонки их сведены в табл. 12.

Таблица 12

№	Местонахождение образца	Элементарный состав в %			Битум, извлеченный спир-тобензолом в %	Продукты разгонки в % от породы					
		С	Н	N		Деготь	Фенолы	Полукоксы	Газ	Вода общая	Вода пирогенет.
1	р. Ташкыскан	57.13	6.96	2.0	2.14	6.11	0.21	82.22	5.63	5.99	0.41
2	» »	67.70	6.33	2.15	2.13	6.49	0.15	85.54	3.07	4.09	1.69
3	» »	65.52	6.00	2.49	1.81	5.50	0.38	84.50	3.82	6.18	1.91
4	» »	62.05	4.79	2.29	1.78	8.76	—	75.48	6.09	0.72	—
5	» »	64.89	7.19	—	—	5.05	—	83.14	3.11	8.70	0.95

Из этой таблицы вытекает, что элементарный состав органического вещества сланцев подвержен значительным колебаниям, причем содержание N достигает значительной цифры 2.49%. Далее следует обратить внимание на большую подвижность органического вещества при перегонке, благодаря которой до 40% в среднем от суммы его перегоняется и лишь 60% остается в полукоксе. При этом из перегнанных 40% значительную часть (в среднем 25%) дает деготь и лишь 16% идет на газ. Таким образом выход дегтя оказывается значительным. Обратим внимание на то, что содержание фенолов в дегте этой разности ничтожно.

Состав золы приведен в табл. 13.

Таблица 13

№	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	SiO ₂ : Al ₂ O ₃
	в процентах						
1	79.71	1.50	15.72	1.69	0.27	0.37	5 : 1
2	90.37	1.71	4.54	1.74	—	Следы	22 : 1
3	84.22	2.13	11.86	1.61	Следы	»	7.5 : 1
4	58.91	1.43	27.20	4.66	—	»	2 : 1
5	81.05	1.54	18.77	2.02	—	0.37	6 : 1

Согласно цифрам табл. 13 зола близко напоминает по соотношению $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ золу глинистых сланцев и не показывает в общем значительного окремнения. Лишь один образец выпадает из общего порядка и резко окремнен.

Вторая разновидность горючих сланцев известна, главным образом, из разреза р. Ташкыскана, где она занимает верхнюю часть колонки, и в виде одного прослоя по р. Лемезе. Макроскопически она представляет собой плотную, неслоистую, довольно легкую черную деревянистую породу с характерной струйчатостью на неправильных раковистых поверхностях раскола. От действия HCl не вскипает. Характерную черту породы составляет полное отсутствие каких-либо макроскопически уловимых следов фауны и вообще органической жизни. Микроскопический тип близок к предыдущей разности, но бросается в глаза необычайная редкость органических остатков и вообще чрезвычайная бедность кальцием. Интересна микротекстура породы. В противоположность предыдущей разности, где текстура тонкослоистая без всяких нарушений, текстура плотной разности, будучи также тонкослоистой, имеет явственные следы нарушений. На ряде шлифов видно (таблица чертежей V, 2), что вся масса породы интенсивно и неправильно перемята, как будто осадок подвергся перемешиванию, как месят тесто. Причина появления такой микротекстуры не ясна; возможно, что это следы микрооплываний в процессе седиментации.

По составу своему сланцы второй разности значительно отличаются от первой прежде всего большим содержанием органических веществ (табл. 14 и фиг. 10).

Таблица 14

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$)	С органического вещества	Примечание
1	р. Ташкыскан	49.34	8.39	Около 47	Анализы — по Дмитриеву. Плотные разности
2	» »	40.00	—	» 58	
(28)	» »	50.19	2.48	» 47	

Как видно из приведенных цифр, количество органического вещества, по крайней мере, вдвое больше, чем в тонкослоистой разности, хотя основная особенность породы, а именно ее целитовая природа, и здесь сохраняется отчетливо. Другое отличие плотной разности от тонкослоистой состоит в значительно ином составе самого органического вещества, как это видно из табл. 15.

Таблица 15

№ пробы	Элементарный состав в %			Продукты разгонки в % от породы					
	С	Н	N	Деготь	Фенолы в дегте	Полукок	Газ	Вода общая	Вода пирогенет.
1	73.18	7.40	0.30	20.0	7.90	71.44	4.76	2.52	3.14
2	69.00	7.10	0.67	18.24	9.90	67.35	3.64	2.84	5.16

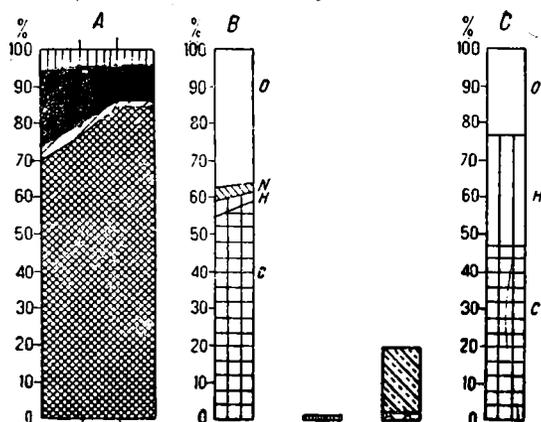
Из сравнения табл. 15 с табл. 12 вытекает отчетливо, что уже элементарный состав органической массы второй разности значительно иной сравнительно с элементарным составом разности тонкослоистой: увеличивается содержание С, Н и резко падает количество азота. Одновременно возрастает подвижность вещества: теперь уже от 50 до 70% его перегоняется, причем подавляющая масса летучих конденсируется потом в деготь. Необходимо отметить также резкое увеличение фенолов, количество которых доходит теперь до 30 и даже 50% дегтя.

Что касается золы (т. е. обломочного материала), то в составе ее чего-либо характерного для этой разности нет.

Итак, на основании полученных данных, мы можем сказать, что горючие сланцы Кургашлинско-Ташкысканского района вообще представляют собой в основе пелитовую, иногда окремнелую, породу, обычно лишь очень слабо обогащенную карбонатом, и с органической массой, значительно меняющейся как количественно (от 24 до 58% всего веса), так и качественно.

2. Район р. Куш-Елги (Сикашты)

Битуминовые породы того же типа, что по Ташкыскану и р. Кургашле, выходят еще в двух местах — по р. Куш-Елге и р. Реузяку.



Фиг. 11. Основные компоненты горючих сланцев р. Куш-Елги.

А — основные компоненты горючих сланцев Куш-Елги; В — состав органического вещества горючих сланцев Куш-Елги в весовых процентах; С — то же в процентах числа атомов С, Н, N, O. Условные обозначения те же, что к фиг. 6.

Как видно на профиле (фиг. 5), на р. Куш-Елге обогащенные органическим веществом породы встречаются в двух участках разреза: в шурфе 4, в нижней части глинистой толщи, и в шурфе 3, в верхней ее части. К сожалению, и в том и в другом случае породы известны лишь в сильно выветрелом состоянии. Макроскопически они представляют легкую, весьма пористую темнокоричневую, иногда почти черную массу, мажущую пальцы и часто легко растирающуюся в мельчайший порошок. Совершенно не вскипают и лишены каких-либо органических остатков. Под микроскопом видна буро-коричневая масса, которая (при большом увеличении) оказывается состоящей из мельчайших округлых комочков диаметром от 0.001 до 0.005 мм, расположенных неравномерно, сгустками, хлопьями. Среди комочков мельчайшая пыль кварцевых и других неопределимых минеральных зерен. Изредка встречаются кварцевые зерна в 0.01—0.02 мм. Участками выступают халцедоновые пятна из мелкокристаллического халцедона. Как везде, прожилки черного битума, то явственно по трещинам, то пятнами. Соотношения основных компонентов видны из табл. 16 и фиг. 11

Из цифр табл. 16 видно, что лишь верхний прослой настолько обогащен органическим веществом, что может быть назван горючим сланцем, нижний же представляет лишь битуминозную глину. Надо иметь в виду, однако, что, как уже указывалось, куш-елгинские сланцы сильно изменены выветриванием, что, естественно, должно было повлечь за собой понижение содержания органического вещества. Геолог А. И. Олли (1933) поставил на разведке кургашлинских сланцев очень интересный в этом

Таблица 16

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества	R ₂ O ₃
			CaCO ₃	MgCO ₃		
в процентах						
	р. Куш-Елга					
1/98	шурф 3 . . .	70.79	2.71	0.13	13.35	0.69
2/97	» 3 . . .	77.93	1.94	0.39	11.37	0.48
3/93	» 4 . . .	84.90	1.84	0.13	5.62	0,57
4/94	» 4 . . .	85.60	1.65	Следы	5.24.	0.74

отношении опыт. Были взяты для анализа пробы сланца из естественного обнажения и затем по ходу штольни, и в них определены летучие и зола. При этом во всех трех пластах неизменно по мере углубления от дневной поверхности содержание золы падало, а количество летучих возрастало. В частности, в первом пласте при углублении с 2.9 до 3.9 м содержание золы упало с 73.09 до 70.85%, а количество летучих поднялось с 14.96 до 18.54%; во втором пласте при углублении с 2.2 до 6.7 м получено соответственно для золы 64.61 и 57.76%, а для летучих — 13.97 и 28.03%, а в третьем пласте при углублении с 2.2 до 8.2 м для золы 78.80 и 74.43%, а для летучих — 11.58 и 12.48%.

Учитывая эти данные Олли, можно с уверенностью сказать, что свежие образцы верхнего куш-елгинского горизонта должны по количеству органического вещества близко подходить к ташкысканским, а нижние представлять несомненные горючие сланцы, хотя и низкокачественные.

Хотя куш-елгинские сланцы по своим литологическим особенностям являются, несомненно, глубоко выветрелыми породами, все же было интересно опробовать и их органическое вещество, ибо оно по сравнению с органическим веществом других невыветрелых образцов может дать представление об общем качественном характере процессов, происходящих при выветривании. Результаты испытаний сведены в табл. 17 и фиг. 11.

Таблица 17

№	Местонахождение образца	Элементарный состав в %			Извлечено хлороформом органической массы в %	Продукты разгонки в % от породы		
		С	H	N		Деготь	Фенолы в дегте	Газ
1/97	Шурф 3 . .	56.84	3.61	2.30	0.78	2.5	1.1	13.5
3/93	» 4 . .	60.12	2.73	1.95	Следы	0.4	3.5	28.0

Приведенные цифры весьма интересны, так как показывают, что органическое вещество куш-елгинских выветрелых горючих сланцев действительно чрезвычайно резко отличается от органического вещества сланцев ташкысканских. Эти отличия отчетливо выявляются прежде всего в элементарном составе. Общее содержание углерода и водорода здесь понижено по сравнению с содержанием в ташкысканских сланцах. При этом количество углерода уменьшилось относительно мало, количество же водорода понижено чрезвычайно резко, до таких значений, которые не только не встречаются нигде в остальных породах доманика, но и не свойственны никаким невыветрелым сланцам вообще. Одновременно весьма резко возрастает содержание кислорода: куш-елгинские сланцы явственно

окислороженные продукты до степени, которая также нигде не констатирована.

Существенные изменения имеют место и для прочих показателей, характеризующих органическую массу. Так, количество битумов, извлекаемых органическими растворителями, падает до ничтожных размеров, а иногда почти и до нуля. При разгонке содержание дегтя абсолютно ничтожно, наоборот, количество газа резко увеличено. Все эти особенности выступают настолько ярко и настолько отличают вещество куш-елгинских сланцев от ташкысканских и всех остальных (о которых мы будем говорить ниже), что мы можем с полным правом рассматривать эти особенности как черты, обусловленные именно процессом выветривания, хотя у нас и нет сейчас сравнительных данных по невыветрелым разновидностям тех же самых куш-елгинских сланцев. Знание этих качественных процессов, протекающих при выветривании горючих сланцев, поможет нам разобраться в ряде других случаев, относящихся к органическому веществу доманикового горизонта.

Что касается общего характера минерального нерастворимого остатка куш-елгинских сланцев, то он достаточно иллюстрируется данными табл. 18.

Таблица 18

№	Место-нахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂ : Al ₂ O ₃
			в процентах		
1/98	Шурф 3 . . .	70.79	62.63	7.05	9 : 1
2/97	» 3 . . .	77.73	73.01	4.32	17 : 1
3/93	» 4 . . .	84.90	80.06	4.34	18.4 : 1
4/94	» 4 . . .	85.60	81.16	4.48	18.1 : 1

Из табл. 18 вытекает отчетливо, что горючие сланцы Куш-Елги в отличие от аналогичных пород Ташкыскана и от глинистых сланцев оказываются всегда и очень резко окремненными. Это обстоятельство не случайно, но, несомненно, связано с тем, что разрез у Куш-Елги, как видно на фиг. 5, вообще оказывается чрезвычайно сильно окремненным. Таким образом, в нем даже в тех случаях, когда мы берем породы, внешне не несущие признаков окремнения, последнее все же имеется в виде тончайше распределенных в пелитовой массе зерен вторичной SiO₂.

В заключение необходимо обратить внимание еще на одну сторону дела. При летних работах автору не удалось вскрыть всей толщи на Куш-Елге, и между шурфами 4 и 3, таким образом, остается промежуток, не документированный образцами. По данным А. П. Блудорова (1931), здесь должны быть глины. Но этот геолог пропустил горючие сланцы и там, где они заведомо имеются. Отсюда естественно возникают сомнения: не являются ли в действительности пласты битуминозных пород в разрезе Куш-Елги более частым явлением, чем мы это принимаем сейчас? Положительное решение вопроса весьма вероятно, а в таком случае степень сходства Куш-Елгинского месторождения с Ташкысканским окажется еще большей, чем это может быть сейчас доказано.

3. Район р. Реузяка

Чисто литологически в одну категорию с ташкысканскими и куш-елгинскими горючими сланцами могут быть поставлены сланцы с р. Реузяка.

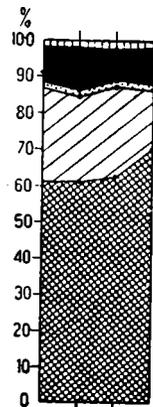
Стратиграфически горючие сланцы на р. Реузяке приурочены к низам доманикового горизонта и залегают здесь тонкими (5—15 см) пластами.

Петрографически они весьма напоминают слоистую разность ташкысканских. Это плотная черная, вскипающая от HCl порода, явственно тонкослоистая, распадающаяся на тонкие плитки, на поверхности которых часто замечаются зеркала скольжения. Макроскопически уловимой фауны не заметно. Под микроскопом основную массу породы, как и в других случаях, образует коричневато-черное сапропелево-пелитовое вещество, в одних местах более, в других менее прозрачное. В этой массе присутствует, с одной стороны, тонко раздробленный кальцитовый материал зернами и пылинками от 0.001 до 0.005 мм, с другой — столь же мелкие зерна кварца в 0.005—0.05 мм; изредка к ним примешиваются плагиоклазы. Весьма многочисленны черные шарики и пленки FeS₂. Количество кальцита изменчиво; в одних образцах оно весьма незначительно, в других велико; кальцит образует здесь прослойки. Органические остатки представлены птероподами и обломками мелких нацело перекристаллизованных раковин, точнее не определенных (возможно те же птероподы и остракоды). Распределение их также неравномерно. В одних шлифах органические остатки единичны, в других птероподы и в особенности обломки раковин массами располагаются по слоистости и образуют отчетливые прослойки.

Результаты химических определений иллюстрируются табл. 19 и фиг. 12.

Таблица 19

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества
			CaCO ₃	MgCO ₃	
в процентах					
121	р. Реузяк	61.74	26.51	1.88	5.29
122	» »	63.50	24.36	0.92	5.75
	» » (Вахрушев)	61.88	—	—	7.69
	» » (Вахрушев)	72.98	—	—	6.08



Фиг. 12. Основные компоненты горючих сланцев р. Реузяка.

Условные обозначения те же, что к фиг. 6.

Из табл. 19 следует, что реузякские сланцы, как и ташкысканские и куш-елгинские, представляют собой в основе пелитовую породу, но сравнительно весьма слабо обогащены органическим веществом. В этом отношении они лишь едва поднимаются над уровнем остальных петрографических типов доманикового горизонта и значительно уступают горючим сланцам двух других ранее разобранных районов.

Органическое вещество реузякских сланцев может быть предварительно охарактеризовано следующими показателями:

С	64.27%	
H	5.57	
N	2.80	
Битумы, извлеченные хлороформом	2.10	(от органического вещества)
Гуминовые кислоты	нет	

При разгонке получено лишь 0.63% дегтя на органическое вещество и 12% газа. Как видим, по всем показателям, исключая количество дегтя, реузякские сланцы вполне напоминают ташкысканские. Поскольку образец, данный для анализа, взят из естественного обнажения, не исключена некоторая его выветрелость, и это, может быть, объясняет и его аномалию при разгонке и относительно низкий процент H.

Для характеристики терригенного материала может служить валовой анализ, произведенный А. А. Варовым и В. А. Сулиным (1933):

SiO ₂	56.93%	MnO	нет
Al ₂ O ₃	14.43	P ₂ O ₅	следы
Fe ₂ O ₃	4.12	SO ₃	0.41%
TiO ₂	1.05	S общ.	1.46
CaO	2.75	Cl	следы
MgO	1.30	CO ₂	1.73
Na ₂ O	0.41	Потери при прокал. .	10.44
K ₂ O	6.57	H ₂ O	1.44
		SiO : Al ₂ O ₃ =	4

К этому можно добавить два сокращенных анализа реузякских сланцев, приводимые Вахрушевым (1932), которыми были определены:

SiO ₂	43.88%	и	40.80%
Al ₂ O ₃	6.54	»	12.85
Fe ₂ O ₃	6.06	»	4.94
SO ₃	0.25	»	0.17
S общ.	2.23	»	0.58
SiO ₂ : Al ₂ O ₃	6.5:1	»	3.5:1

Из этих цифр вытекает, что минеральный нерастворимый остаток сильно битуминозных пород Реузяка сходен с таковым ташкысканских сланцев и отличается отсутствием или же очень слабым проявлением окремнения.

Сравнивая сланцы всех трех районов, можно видеть, что, несмотря на большую изменчивость их во всех направлениях, у них имеется в то же время одна общая особенность, роднящая их. Последняя состоит в том, что все сланцы в основном являются пелитовой породой, в той или иной степени обогащенной органическим веществом. Два месторождения: Ташкысканское и Куш-Елгинское, помимо общности литологических признаков собственно горючих сланцев, имеют еще и несомненное общее стратиграфическое сходство: и тут и там горючие сланцы ассоциируются со значительным развитием глин и общей повышенной мощностью разреза (по сравнению с соседними местами). Реузякские сланцы не похожи в этом отношении на двух остальных членов группы: они встречаются в разрезе нормальной фации доманика, имеющем к тому же небольшую мощность. Значение подобного различия, однако, еще не ясно. Не исключено, а по общим литологическим признакам, наоборот, весьма вероятно, что в реузякском разрезе мы имеем дело с периферическими частями языка, аналогичного куш-елгинскому и ташкысканскому, и что вне пределов реузякского разреза к юго-западу (или северо-востоку?) имеется разрез, вполне аналогичный двум только-что указанным. Если эта догадка подтвердится, реузякские сланцы потеряют свое несколько обособленное положение в группе, и вся она приобретет полное единство.

4. Район р. Аши

Строение сланцевого горизонта на р. Аше очень своеобразно. Обычно его характеризуют, как «чередующиеся слои темносерых, почти черных известняков, битуминозных сланцев и прослоев черного кремня» (Крестовников). В действительности, однако, строение горючсланцевой пачки здесь иное. Прослеживая внимательно «прослои» известняка, можно убедиться в том, что это не прослои, а лишь более или менее крупные линзообразные конкреции, то очень короткие и тонкие (1—2 см), явственно кончающиеся в одном куске, то длинные и толстые (до 10 см толщиной), с неправильно бугристой поверхностью. То же самое можно повторить и о кремневых «пластах» с той лишь разницей, что они обычно более тонки и удлинены, пластообразны. Таким образом, основу разреза по р. Аше

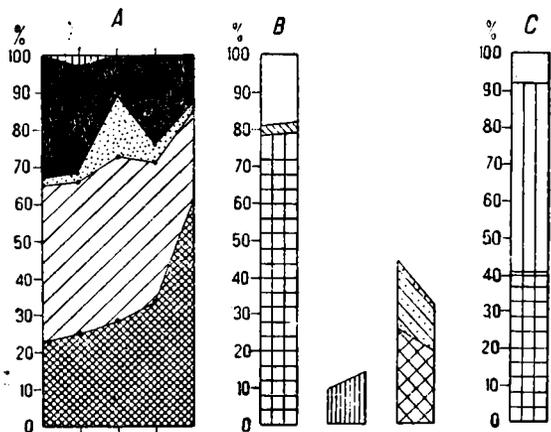
составляют горючие сланцы, внутри которых лежит масса линзовидных и пластообразных конкреций серого известняка и черного кремня. Характерно, что горючие сланцы как бы огибают эти конкрекции, приспосабливаясь к ним, и поэтому «прослой» самих сланцев здесь же на глазах в разрезе то раздвигается (где конкреции далеки одна от другой), то резко суживаются (где конкреции близко сдвинуты), создавая впечатление чрезвычайной изменчивости отдельных пластов. Фиг. 13 показывает действительное строение битуминозной толщи у Аши. Важно отметить, что на одном из притоков р. Аши (кл. Валяшный) были случаи, когда известняковая конкреция оказывалась включенной в «пласт» кремня.



Фиг. 13. Строение сланцевого горизонта по р. Аши.

Петрографически горючие сланцы р. Аши приближаются к слоистой разновидности района р. Ташкыскана, хотя и не вполне тождественны с ней. Это плотная черная порода, тонкослоистая, распадающаяся на плитки, прекрасно вскипающая. Некоторые образцы ее напоминают мергеля, другие углеподобны и характеризуются отчетливо видимым тусклым матовым блеском. Встречаются и разновидности уплотненные, шероховатые, явственно окремненные. На расколах повсеместно бесчисленные скопления стилиоля, обычно крупных; донные формы единичны, но в некоторых горизонтах скопляются массами, вполне напоминающая раковинные разновидности с р. Кургашлы. Микроскопическая картина уже более отлична от картины горючих сланцев Ташкысканского района (таблица чертежей VI, 1, см. в конце). В основе здесь та же сапропелевопелитовая красно-бурая слоистая масса, что и раньше. Основное отличие микроструктуры ашинских сланцев — это обилие кальцита. Последний представлен не только

в форме многочисленной раковин, выполненных кальцитом, но и в форме обильных зерен (0.01—0.03 мм) и комочков (овальных, вытянутых), весьма схожих с дрюитовыми (0.05—0.15 мм по большой оси). Далее, в ашинских сланцах обычно имеются следы окремнения, причем форма самого кремнезема двойная. С одной стороны, это обычное замещение кремнеземом раковин птеропод или кальцита, заполняющего их внутри; с другой — своеобразные удлиненоовальные серые или светлорубчатые тельца, напоминающие на первый



Фиг. 14. Основные компоненты горючих сланцев р. Аши.

А — основные компоненты горючих сланцев Аши; В — состав органического вещества горючих сланцев Аши в весовых процентах; С — то же в процентах атомов С, Н, N, O.

Условные обозначения те же, что на фиг. 6.

взгляд органические образования, но в действительности представляющие замещения SiO_2 дрюитовых комочков. Любопытно, что в первом случае кремнезем представлен халцедоном, во втором — аморфной разновидью или же кварцем. Наконец,

почти все шифры ашинских горючих сланцев разбиты извилистыми микро-трещинками, выполненными исключительно битумом.

Более точную характеристику химического состава сланцев может дать табл. 20 и фиг. 14.

Таблица 20

№	Название породы	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества	Примечание
			CaCO ₃	MgCO ₃		
			в процентах			
1/178	Горючие сланцы	23.91	42.19	1.39	20.86	Углеподобная разность Мергельная разность
2/193	»	21.99	42.71	2.19	22.75	
3/192	»	60.24	25.73	2.19	7.96	
4/191	»	33.94	37.50	5.46	15.30	
5	Обр. 856	Около 28	45.06	17.64	6.44	

Из табл. 20 следует, что ашинские горючие сланцы представляют породу с весьма изменчивым содержанием органического вещества и, за исключением углеподобной разности, в общем не богаты им (6—15% С). Вместе с тем бросается в глаза новая особенность в соотношениях между основными компонентами осадка: ашинские горючие сланцы содержат в общем очень высокий процент CaCO₃ по сравнению со сланцами Ташкыскана, Куш-Елги, Реузьяка. Это уже не пелитовые, а известково-пелитовые образования. Такая особенность ашинских сланцев, вероятно, стоит в связи с тем, что толща их в горизонтальном направлении (к востоку) непосредственно переходит в чисто карбонатные осадки (известняки). Параллельно с изменением общего характера породы изменяется и характер органического вещества ашинских сланцев, что легко усмотреть из цифр табл. 21.

Таблица 21

№	Местонахождение сланцев	Элементарный состав в %			Продукты разгонки в % от породы			Битумы, извлекаемые хлороформом, в %	Гуминовые вещества в %
		С	Н	N	Деготь	Фенолы в дегте	Газ		
2	р. Аша, матовая углеподобная разность . . .	72.14	6.95	2.69	26.1	2.5	18.4	8.87	6.38
3	р. Аша, сильно карбонатная разность . . .	72.53	7.73	2.55	20.6	2.1	12.67	13.48	Нет

Как видим, ашинские сланцы характеризуются высоким содержанием углерода и особенно водорода и в этом отношении приближаются к плотной разности ташкысканских сланцев. Бросающейся в глаза особенностью ашинских сланцев является высокое содержание заключенных в органической массе битумов, а также наличие в некоторых образцах значительных количеств гуминовых веществ. А. А. Варовым и В. А. Сулиным (1933) произведено два валовых анализа сланцев и несколько вытяжек из них. Результаты анализов следующие:

	Обр. 137	Обр. 853
H ₂ O гигр.	0.47%	—
Потери при прокал.	24.91	—
SiO ₂	55.33	33.05%
Al ₂ O ₃	2.26	5.10
Fe ₂ O ₃	0.48	0.71
TiO ₂	0.15	—
CaO	13.61	26.27
MgO	1.97	следы
MnO	нет	нет
Na ₂ O	0.12	0.05
K ₂ O	0.79	1.05
SO ₃	0.39	0.20
S общ.	1.71	0.95
Cl	0.13	0.04
P ₂ O ₅	нет	0.33
CO ₂	11.46	—
SiO ₂ : Al ₂ O ₃	41.5:1	10.8:1

Сравнивая эти данные с данными по другим ранее описанным горючим сланцам, легко видеть, что ашинские сланцы представляют породы значительно окремненные, особенно обр. 137, что хорошо улавливается (как мы уже знаем) и макро- и микроскопически.

Сернокислая вытяжка из обр. 123 дала следующие результаты:

Нерастворимый остаток	51.40%
SiO ₂	49.73
Al ₂ O ₃	1.02
Fe ₂ O ₃	0.34
CaO	0.15
MgO	нет
R ₂ O (по равенству)	0.16

«Как и следовало ожидать, — пишут цитируемые авторы, — из выскокого соотношения SiO₂ : Al₂O₃ в валовом анализе данного образца, количество кварца в породе очень большое. Между SiO₂ и Al₂O₃ в нерастворимом остатке после обработки серной кислотой нет соответствия в молекулярных количествах для вычисления полевых шпатов. Если произвести расчет полевых шпатов по Al₂O₃, то получим 6.20% полевых шпатов, и тогда кварца в породе будет 45.62%. Из общего количества 6.20% полевых шпатов 1.40% падает на долю кальциевых» (А. А. Варов и В. А. Сулин, 1933).

Как было уже сказано, горизонту горючих сланцев на р. Аше подчинены весьма многочисленные известняковые и кремневые конкреции. Макроскопически они (как было уже указано) представляют мелкие и крупные лепешковидные тела от 0.5 до 15 см в толщину и от нескольких до десятков сантиметров в длину. Поверхность их нередко неровная, бугристая, границы с вмещающей породой резкие, причем сланцы явственно обтекают их. Образующий конкреции известняк то темный, почти черный, то обычный серый. Под микроскопом основная масса конкреции карбонатная; буровато-коричневое битумно-пелитовое вещество играет роль совершенно второстепенного ингредиента, лишь более или менее сильно прокрашивающего карбонат. Карбонат нацело перекристаллизован, причем участки мелкозернистые (0.02—0.03 мм) и более густо прокрашенные бурым пигментом сменяются участками более крупнозернистого (0.05—0.1 мм) карбоната, гораздо более светлого, отчето получается пятнистая или сгустковая текстура. Среди карбоната, образующего конкрецию, крупные птероподы, раковины которых не сплюснуты, как часто бывает в горючем сланце, а выполнены кальцитом; лежат они зачастую кучками; цементирующий их кальцит крупно перекристаллизованный, светлый.

Из сказанного явствует, что конкреции внутри горючих сланцев подобно конкрециям внутри мергелей характеризуются резким обогащением карбонатом кальция и обеднением обломочным материалом и органическим веществом. Это сходство соотношений показывает, что и генезис конкреций в обоих случаях должен быть сходным. Иными словами, конкреции в горючем сланце возникли также путем концентрации карбонатов вокруг некоторых точек и раздвигания, вытеснения отсюда большей части сапропелево-пелитового материала.

Справедливость такого толкования может быть доказана не только простой аналогией, но и непосредственными микроскопическими наблюдениями. Наиболее благоприятными для этого являются небольшие лепешковидные конкреции в 0.5—1 см толщины и несколько сантиметров длины, находящиеся, так сказать, *in statu nascendi*. В шлифе, взятом у окончания такой конкреции (по простиранию), можно наблюдать следующую картину. Среди нормального горючего сланца располагается прослой, значительно обогащенный раковинами птеропод, обычно сплюснутыми, между которыми находятся многочисленные зерна Ca_2CO_3 . Следуя по ходу этого прослоя здесь же, в пределах шлифа, можно видеть, как количество кальцита в прослое сильно возрастает, и прослоечек резко раздувается. При этом составляющие прослой элементарные пластики разъединяются втискивающимся между ними карбонатом, а затем разрываются и превращаются просто в отдельные пятна внутри тела конкреции. Таким образом здесь можно воочию убедиться в том, что известняковые конкреции внутри сланцевого пласта вырастают именно в результате концентрации CaCO_3 вокруг некоторых точек и возникающего в силу этого раздвигания вытеснения пелитово-сапропелевого материала. Как и в случае мергелей, центром притяжения карбоната являются прослоечки, особенно обогащенные раковинками птеропод.

5. Район р. Сима

Последнее из изученных месторождений горючих сланцев относится к миньярско-симской полосе. Имевшиеся у нас образцы их происходят из разреза по р. Симу близ железнодорожного моста (см. гл. I).

Макроскопически битуминозные породы представляют собой темно-серые, почти черные, плотные известняки с чрезвычайно обильной фауной. Последняя не только пестрит на расколах пласта, но часто скопляется в настоящие ракушники. Обращает на себя внимание также своеобразный уклоняющийся состав ее: масса спириферов (гр. *Spirifer pachyrhynchus*), лингул, наконец, даже криноидей; местами последних так много, что порода превращается в криноидный известняк. Наоборот, обычные для доманика *Liorhynchus* птероподы здесь чрезвычайно редки. Таким образом, симские сланцы фаунистически явственно отличны от остальных представителей той же группы.

Под микроскопом общая картина битуминозных пород также значительно отлична от той, какая характеризует горючие сланцы, описанные до сих пор (таблица чертежей VI, 2). Основная подавляющая масса шлифа состоит из карбоната очень характерного строения: кальцит образует ясно выраженные округлые или удлинненные овальные или неправильные (деформированные) комочки весьма изменчивых размеров — от 0.05 до 1 мм по большой оси. Эти комочки очень часто слагаются порошкообразным, не перекристаллизованным кальцитом, и тогда они изумительно похожи на дрюитовые образования черноморских глубоководных илов; на ряду с ними весьма многочисленные комочки, частично или полностью перекристаллизованные и превращенные в зерна. Комочки явственно располагаются по слоистости. Между ними помещается буро-коричневая битумно-пелитовая масса, образующая то удлиненные неправильных очертаний пятна, то явственные дрожилочки, огибающие дрюитовые

комочки. К этим же битумино-пелитовым пятнам по большей части приурочены черные шарики и пленки. На фоне описанной слоистой карбонатной массы располагаются остатки организмов — птеропод (редко), криноидей (часто) и иглокожих вообще, мелко перетертые обломки брахиопод, остракоды (единично) и пр. Характерно полное отсутствие следов окремнения. Наблюдаются прожилочки, выполненные битумом.

Химические определения четырех образцов дали результаты, приведенные в табл. 22.

Таблица 22

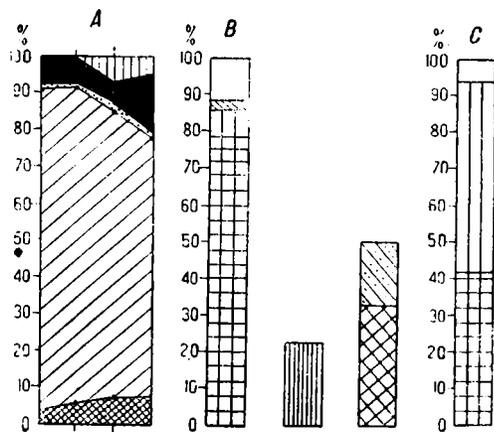
№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества
			CaCO ₃	MgCO ₃	
в процентах					
1	р. Сим, доманиковый горизонт	3.37	89.38	0.76	3.48
2	То же	5.53	86.40	2.92	3.57
3	»	Около 7	74.61	2.05	4.52
4	»	8.43	66.96		10.54

Из этих данных (и фиг. 15) вытекает, что битуминозные породы на р. Симе действительно представляют собой слегка глинистые известняки с заметным, хотя и значительно колеблющимся содержанием органического вещества. Можно сказать, что симские сланцы являются как бы крайним членом ряда, ведущего от пелитовых к чисто известковым сапропелитам.

Органическое вещество по своим свойствам также представляет крайний член в общем ряду битуминозных пород доманика, как это отчетливо вытекает из нижеследующих определений: С — 78.32%, Н — 7.74%, N — 1.96%, битумов, извлекаемых хлороформом, — 21.23% от органической массы; гуминовых кислот нет; при перегонке в реторте Фишера перегоняется 33.6% дегтя (в которых 4% от дегтя фенолов) и 16.5% газа.

Из этих данных вытекает, что органическая масса сланцев на р. Симе является наиболее богатей углеродом и особенно водородом и вместе с тем наиболее подвижной, легко экстрагируемой и дающей наибольшее количество дегтя при перегонке, по сравнению с остальными ранее описанными горючими сланцами доманика.

Что касается характеристики минеральной части породы, то, по данным А. А. Варова и В. А. Сулина, образец примерно на 8% минерального нерастворимого остатка содержал SiO₂ — 5%, Al₂O₃ — 1.99%, Fe₂O₃ — 0.36%, TiO₂ — 0.09%; отношение SiO₂ : Al₂O₃ = 2.5 : 1. Любопытно очень высокое содержание общей серы — 1.89%, что при низком числе SO₃ (0.27%)



Фиг. 15. Основные компоненты горючих сланцев р. Симы.

А — основные компоненты горючих сланцев Симы; В — состав органического вещества горючих сланцев Симы в весовых процентах; С — то же в процентах числа атомов С, Н, N, O. Условные обозначения те же, что в фиг. 6.

й полуторного железа указывает, повидимому, на большое количество содержащих серу органических соединений.

6. Причины изменчивости органической массы горючих сланцев доманика

Из изложенных выше данных вытекает, что горючие сланцы доманикового горизонта отличаются необычайной изменчивостью, которая проявляется, с одной стороны, в резких колебаниях в соотношениях основных компонентов породы, а с другой—в характере органической массы сланцев.

Из предыдущего видно, что по соотношению основных компонентов породы горючие сланцы доманика образуют непрерывный ряд, начинающийся пелитовыми разновидностями с малым содержанием карбонатов и кончающийся чисто карбонатными с ничтожным содержанием пелита. С этой стороны доманиковый горизонт отчетливо выделяется среди других горизонтов Европейской части СССР, сланцы которых представляют либо пелитовые (нижневолжские сланцы, майкопские), либо карбонатные образования (кукерситы, абдулинские сланцы, куткантауские). Такая значительная изменчивость типов горючих сланцев доманикового горизонта стоит, очевидно, в теснейшей связи с общей большой фациальной изменчивостью внутри этого горизонта.

Характерно распределение различных типов горючих сланцев внутри горизонта. В системе хр. Кара-тау, по соседству с полосой сплошного развития мощных известняков (р. Аша) или внутри этой полосы (р. Сим), располагаются наиболее карбонатные разновидности. Южные месторождения горючих сланцев, попадающие большей частью в зоны с повышенным содержанием и мощностями глин (Ташкыскан, Куш-Елга), дают сланцы пелитового типа. Таким образом, общий характер фаций, среди которых располагаются горючие сланцы, определяет и литологический тип последних.

Что касается изменчивости органической массы горючих сланцев, то она сказывается прежде всего в непостоянстве элементарного состава. Если исключить заведомо сильно выветрелые куш-елгинские сланцы и рассмотреть лишь сланцы Ташкыскана, Реузьяка, Аши и Сима, то мы будем иметь, с одной стороны, образцы, у которых С — 62.05%, Н — 4.79% (Ташкыскан), а с другой, образцы, у которых С — 78.32% и Н — 7.74% (р. Сим); в отдельных же образцах получается еще более оригинальная комбинация: С — 57.93%, Н — 6.96%. Одновременно с элементарным составом изменяется содержание битумов, извлекаемых органическими растворителями, от 2—3 (Ташкыскан) до 21.28% (р. Сим) и количество дегтя — от нескольких процентов до 60—70% органической массы. Если мы сопоставим эти данные с аналогичными данными для других горизонтов горючих сланцев, то получится весьма любопытная картина. Так, элементарный состав органической массы нижнесилурийских кукерситов изменяется в пределах: от С — 69.27% и Н — 8.49% до С — 76.50% и Н — 9.26%, причем С чаще всего 70—75%, Н — 8.8—9% (взяты, как и раньше, конкретные анализы). Битума во всех случаях почти не извлекается, а содержание дегтя составляет от 40 до 60% органической массы. В волжских верхнеюрских сланцах пределы колебания элементарного состава органической массы еще уже: от С — 58.72% и Н — 6.43% до С — 62.46% и Н — 7.42% (в одном анализе, правда, Н — 8.02%); битумы изменяются от 6.7 до 9.6%; дегтя в разгонке около 40%. Таким образом, мы видим, что изменчивость органической массы доманиковых горючих сланцев действительно оказывается большой и даже гораздо большей, чем органической массы других анализированных пока сланцев Европейской части СССР.

Какова возможная причина такой изменчивости? Некоторые исследователи видят ее в неодинаковости исходного вещества горючих сланцев. В частности в разных соотношениях сапропелевых и гумусовых веществ.

По нашему мнению, эта гипотеза внушает большие сомнения и едва ли правильно объясняет действительное положение вещей.

Основанием для такого рода вывода служит прежде всего то отмеченное в предыдущем обстоятельстве, что общий характер органического вещества изменяется параллельно с изменением литологического облика вмещающих его пород. При этом самые изменения весьма характерны. С переходом от пелитовых пород к карбонатным в органической массе явственно увеличивается содержание углерода и водорода и уменьшается содержание кислорода; возрастает общая подвижность органического вещества (экстрагирование органическими растворителями, выход дегтя). Нетрудно видеть, что все это в большинстве случаев как раз черты, которые приписываются сторонниками разбираемой гипотезы сапропелевому веществу, а не гумусовому. Иными словами, параллельно с переходом пород от пелитовых к чисто карбонатным в органической массе отчетливо выступают черты сапропелевого облика и уменьшаются признаки гумусового вещества.

Имея в виду такой параллелизм, естественно поставить вопрос: не зависят ли подобного рода изменения не от разницы в исходном материале, а от различных условий диагенеза (т. е. разложения) органического вещества в резко неодинаковой среде? Законность подобного рода вопроса возрастает еще оттого, что явление, отмеченное в доманиковых сланцах, имеет несколько весьма любопытных аналогий. Так, при предварительном опробовании органического вещества в современных океанических илах, Р. Trask пришел к выводу, что «известковые илы содержат больше масел (oils) и жиров (fats), больше алкогольного экстракта, больше простых органических соединений, растворимых в HCl, но меньше устойчивых компонентов» (1932, стр. 204). Вместе с тем при перегонке «известковые илы Флоридского залива отличаются более высокой отдачей масел, чем кластические осадки» (Trask, 1932, стр. 243). Так как в данном случае исходный материал несомненно один и тот же, то, нам кажется, здесь вполне возможно говорить о прямом влиянии среды на характер изменений фоссилизирующегося органического вещества, а значит, и на окончательный состав его.

Весьма интересные с этой же точки зрения материалы имеются в работе одного из авторов, к сожалению не проанализировавшего их соответствующим образом. Так, при сопоставлении верхнеюрских волжских сланцев и кукерситов оказывается, что в первых главной определяющей частью является пелит, образующий до 60% породы, во вторых же — карбонат кальция (до 60%). Вместе с тем органическое вещество волжских сланцев толкуется этим автором как вещество смешанного сапропелито-гумусового (и даже в основном гумусового) состава, вещество же кукерситов — как в основном сапропелитовое, с ничтожной примесью гумусового. Все эти сопоставления, по мнению автора настоящих строк, дают основание полагать, что в основе изменчивости органического вещества доманика лежит не столько разница в исходном органическом материале, сколько различия в ходе разложения одного и того же вещества (или, во всяком случае, очень близких веществ) в резко отличающейся среде (в одном случае — в основном пелитовой, в другом — карбонатной).

Помимо различной среды диагенеза, изменчивость современной органической массы доманиковых пород может вызываться еще и дополнительной причиной совсем иного характера. Как будет показано в дальнейшем (гл. IV), доманиковые породы вообще, несомненно, теряли подвижную битумную часть, которая отжималась в трещины и ныне представляется нам в форме асфальтиноподобных прожилочков. Естественно, что это отделение в разных частях толщи, в том числе и в разных горючесланцевых горизонтах, было неодинаково, что содействовало усилению колебаний в общем составе и свойствах органической массы в пробах из разных мест.

Наконец, надобно отметить еще одно существенное обстоятельство. Все анализированные образцы взяты из неглубоких шурфов и канав; породы поэтому, даже при отсутствии макроскопически заметных признаков выветривания, все же могут быть затронуты им как раз в наименее стойкой своей части — органическом веществе. Неодинаковая степень выветрелости в разных случаях может, конечно, повести к тому, что пределы колебаний в характере органической массы расширятся. Таким образом, можно думать, что большая изменчивость органической массы доманиковых сланцев в некоторой степени представляет собой вторичное явление — наложение явлений выветривания на некоторую первично менее изменчивую массу.

В связи с этим интересно припомнить, какого характера изменения происходят в органической массе доманиковых сланцев при выветривании. Как мы видели на примере куш-елгинских сланцев, общее количество углерода и водорода при этом понижается против нормы, причем углерод испытывает относительно малое понижение, водород же чрезвычайно резкое, до таких значений, какие нигде не встречаются в породах доманика и не свойственны никаким невыветрелым сланцам вообще. Одновременно весьма резко повышается содержание кислорода: куш-елгинские сланцы, как мы указывали выше, суть резко окислорожденные продукты до степени, которая также нигде не констатирована. Из других бросающихся в глаза отличий куш-елгинских сланцев нужно отметить большую устойчивость органической массы, которая не экстрагируется и не дает дегтя при перегонке, а выделяет лишь газ. Из перечисленных признаков особый интерес представляют для нас изменения в элементарном составе. Нетрудно видеть, что они придают органической массе сланцев как раз такие свойства, какие по мнению некоторых авторов указывают на наличие в исходном материале гумусовых веществ. Иными словами, выветривание создает как бы вторичную гумификацию органической массы. Раз так, то мы имеем лишнее дополнительное основание критически относиться к гипотезе неодинаковости исходных материалов, ибо эта гипотеза в данном случае основана, в конце концов, лишь на особенностях элементарного состава. Мы можем думать, что то, что этой гипотезой приписывается исходному веществу, есть в некоторых случаях только продукт вторичных изменений при выветривании.

Из изложенного следует, что происхождение современного состава и свойств органического вещества доманиковых горючих сланцев отнюдь не такое простое. За изменчивостью органической массы доманиковых сланцев мы никак не можем видеть только различия в исходных веществах, а должны учитывать прежде всего чрезвычайно сложную историю, которую пережило это вещество с момента его погребения. Разложение в разных условиях среды (в карбонатных и пелитовых породах), потеря подвижной части, ушедшей в трещины и застывшей там в виде асфальтоподобных веществ, наконец, несомненная затронутость выветривания некоторых из анализированных проб, вот на что мы должны обратить внимание прежде всего и в чем следует искать причины современных особенностей органической массы доманика раньше, чем прибегать к гипотезе неодинаковых в разных случаях исходных органических материалов.

Глава IV

КРЕМНИСТЫЕ И ВТОРИЧНОБИТУМИНОЗНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДОМАНИКОВОГО ГОРИЗОНТА ЮЖНОГО УРАЛА

1. Кремни

При описании известняков, мергелей, глинистых и горючих сланцев неоднократно были отмечены то слабые, то совершенно отчетливые следы окремнения, которые выражались либо в замещении SiO_2 органических

остатков, либо в мозаичном замещении кальцитовых зерен, либо же не открывались микроскопом совсем, но устанавливались данными химического испытания. Помимо таких в общем слабых и макроскопически неуловимых или малоуловимых следов окремнения, в разрезе доманикового горизонта имеются и настоящие кремневые образования, которые отчетливо различимы и без микроскопа и в которых именно SiO_2 определяет все их свойства. Вместе с тем эти кремневые образования весьма распространены, встречаются повсеместно и составляют характерную особенность доманикового горизонта.

Изучая кремнистые образования из различных мест, легко различить среди них два типа, которые мы и опишем отдельно.

Первый тип кремневых образований, наиболее широко распространенный и встречаемый повсеместно, образуют пластообразные конкреции черных кремней.

«Пласты» черного кремня представляют собой чрезвычайно любопытное образование. В небольших обнажениях в несколько метров шириной кремневые «пласты» имеют все признаки настоящего пласта: резко отграничиваются от подошвы и кровли и вместе с тем сохраняют на всем протяжении разреза одни и те же петрографические свойства и одну и ту же мощность. Таким же точно образом они ведут себя очень часто и в разрезах кваршлаггов и штолен, где прослеживаются уже на десятки метров.

Тем не менее при внимательном изучении можно натолкнуться на факты, которые с несомненностью доказывают, что это не первичный элемент разреза, не пласты настоящие, а лишь огромные пластообразные конкреции SiO_2 . Эти указания заключаются прежде всего в том, что кремневые пласты имеют неправильную шишковатую верхнюю или нижнюю границу, с мелкими желвакообразными вздутиями и пережимами, что характерно как раз не для пласта, а для конкреций. Во-вторых, можно наблюдать и прямое выклинивание кремневого пласта и замещение его какой-либо из описанных выше пород, причем это выклинивание происходит обычно очень резко, а перед выклиниванием образуются желвакообразные вздутия. Подобного рода выклинивания мне приходилось неоднократно наблюдать в разрезах, и оно же хорошо видно на зарисовках Васильева в кваршлаггах.

Описанные два обстоятельства показывают с несомненностью, что кремневые «пласты» суть в действительности огромные многометровые пластообразные конкреции, а не настоящие пласты. Отчетливое подтверждение такому взгляду получается и при петрографическом изучении кремневых образований.

Петрографические особенности черных кремней очень характерны (таблица чертежей VII, 1, 2, 3, таблица чертежей VIII, 2, см. в конце). Макроскопически это плотные и в то же время очень хрупкие (вследствие разбитости трещинами) тела, в кусках с острыми режущими краями, нередко с раковистым изломом, отчетливым блеском на поверхностях расколов, обычно неслоистые, иногда же с отчетливо выраженной слоистостью. Последняя обуславливается наличием в кремне крупных и мелких светлых (белых) точек, линз, палочек, распределенных по слоистости; такие слоистые кремни особенно часты в сланцевой толще р. Аши. Макроскопически заметная фауна в большинстве случаев не улавливается. Но в одном месте на р. Куш-Елге, на поверхности черных кремней, подчиненных глинам, находится богатая окремненная же фауна типичных для доманикового горизонта форм: *Buchiola*, *Orthoceras*, гониатитов и пр.

Микроскопическая структура кремней весьма не однородна. В общем здесь можно наблюдать две заметно различные картины.

В первом случае она чрезвычайно близка к той, которая характерна для описанного выше типа мергелей. Точно так же, как там, основная масса — пелит с прокрашивающим его в буро-коричневый цвет органическим веще-

ством. Точно так же внутри основной массы изобилие окремнелых органических остатков: птеропод, остракод, местами спикуль губок и радиолярий, располагающихся кучками по слоистости. Точно так же имеются следы микрослоистости основной массы и обтекание ею органических остатков. Словом, если бы халцедон, цементирующий породу, заместить CaCO_3 , мы получили бы полное тождество с микроструктурой мергелей. В другом случае микроструктура весьма напоминает микроструктуру глинистых сланцев. Что касается степени окремнения, то она в разных случаях не одинакова. Нередко кремнезем нацело вытесняет кальцит и является единственным веществом, цементирующим остальные компоненты породы; он же слагает и раковины птеропод, остракод и других организмов. В большинстве случаев, однако, внутри кремней остается еще большее или меньшее количество карбоната, иногда даже почти в той же пропорции, что и халцедон. Карбонат в кремнях сохраняется либо в виде незамещенных SiO_2 частей раковин организмов, либо в виде бесформенных пятен кристаллического карбоната, чередующихся с пятнами SiO_2 и образующих таким образом сложную мозаику, либо, наконец, в виде отдельных превосходно ограниченных ромбоэдров CaCO_3 , плавающих в халцедоново-пелитовой массе. Таким образом, в микроструктуре кремней (как это указывал еще Г. И. Теодорович) мы можем действительно видеть все постепенные переходы от того чрезвычайно слабого окремнения, какое было отмечено выше при характеристике отдельных петрографических типов, к полному или почти полному вытеснению из породы CaCO_3 и замещению его SiO_2 .

Касаясь микроструктуры кремней, необходимо отметить одну весьма интересную особенность образующего их кремнезема. Как указывалось уже, кремнезем находится, вообще говоря, в форме халцедона. При этом в основной пелитовой массе он весьма тонкозернист, в псевдоморфозах же по органическим остаткам образует крупные характерные волокнисто-зернистые агрегаты. Как раз к этим именно остаткам организмов и приурочено одно любопытное образование. Оно состоит в скоплении мелких (до 0.01 мм) шариков, которые усеивают внутреннюю поверхность птеропод и располагаются здесь то в одиночку, то по несколько, то образуя настоящие гроздья. Первое впечатление от них — бугристая поверхность натеков. В некоторых случаях такие же шарики и гроздья имеются и с внешней стороны органических остатков. Состоят шарики из весьма мелких зерен халцедона (?). Каков генезис этих образований, не ясно.

Описанные особенности кремней (в частности, их линзовидное залегание среди других пород, ясные следы замещения органических остатков и кристаллического CaCO_3 кремнеземом, наличие ромбоэдров CaCO_3 внутри халцедоновой массы) показывают с несомненностью, что пластообразные тела кремней представляют вторичные эпигенетические образования внутри доманикового горизонта и возникли вследствие местного замещения SiO_2 отдельных участков мергелей и глин. Это по существу такие же конкреционные образования, как и известняковые конкреции в мергелях и глинах. В связи с этим следует отметить, что автор наблюдал несколько случаев, когда известняковая конкреция оказывалась включенной в кремневый пласт, но ни разу не было отмечено обратных соотношений. Отсюда вытекает, что перемещение SiO_2 и формирование кремневых пластов составляло как бы вторую фазу диагенетических процессов, следовавшую за первой фазой, когда шло формирование конкреций карбонатных.

Для дальнейших сопоставлений и выводов важно отметить, что «пласты» кремня, так же как и все другие породы доманикового горизонта, разбиты трещинами, а последние выполнены битумом.

Таков первый, наиболее распространенный тип кремневых образований в доманиковом горизонте.

Второй тип окремнения распространен очень мало и наблюдается в исследуемом районе лишь в одном пункте — на р. Куш-Елге. Как видно на фиг. 5, верхняя половина разреза слагается здесь почти сплошь из кремней, которые переслаиваются с очень тонкими прослоечками желтоватых глин. Это почти сплошное развитие кремнистых пород в разрезе значительной мощности и составляет характерное отличие второго типа окремнения от первого.

Петрографические особенности этого второго типа также не совпадают с петрографическими признаками первого типа. Макроскопически кремнистые прослои представляют здесь плотную зеленовато-серую породу с ржаво-желтыми пятнами, преимущественно по поверхностям трещин, без блеска, с шероховатым изломом, разбитую, как обычно для кремней, на бесчисленную массу кусков. При внимательном изучении можно заметить внутри кремнистой породы отчетливо различимые лепешковидные конкреции, чрезвычайно сходные с известковыми конкрециями внутри мергелей, но образованные кремнеземом. Фауна макроскопически не улавливается. Микроскопическая картина очень интересна (таблица чертежей VIII, 1). При одном никеле шлиф не темнубурый, как у первого типа, а весьма светлый, прозрачный, желтовато-бурый. При скрещенных николях и при большом увеличении обнаруживается, что основную, главнейшую массу породы составляет чрезвычайно мелкозернистый кремнезем (повидимому, халцедон — зерна 0.001 мм), который завуалирован сравнительно небольшой (в разных случаях разной) порцией желтоватобурого также необычайно тонко раздробленного терригенного вещества. В этой основной массе включены весьма многочисленные черные и бурые пленки и шарики частью FeS_2 , частью лимонита обычных размеров (от 0.005 до 0.02 и даже 0.05 мм), то одиночные, то кучками. Встречаются также отчетливо различимые зерна кварца (до 0.03 мм), то округлые, то удлинённые, пластинчатые (или оскольчатые). Являются ли они обломочными или же возникли в результате окремнения кальцитовых зерен, остается неясным; последнее все же мне кажется более вероятным.

Определимые остатки фауны в большинстве случаев отсутствуют. В шлифе встречаются обычно лишь овальные или шарообразные тельца, выполненные халцедоном, без видимой органической структуры. В некоторых случаях у совершенно правильных шарообразных халцедоновых телец можно видеть прекрасно выраженные длинные и правильные радиально расположенные шипы, отчего кремневая «сфера» становится чрезвычайно близко сходной с раковинкой радиолярий. Несомненно, что как эти, так и прочие слегка деформированные «сферы» представляют остатки радиолярий.

Спрашивается, каков генезис описанной кремневой толщи верхней части разреза доманика по р. Куш-Елге? На первый взгляд кажется, что здесь мы имеем дело с образованием существенно иного характера сравнительно с ранее разобранными черными кремнями. Однако в действительности это едва ли так. Весьма показательны с этой стороны находки в пластах кремневой толщи лепешковидных халцедоновых же конкреций. Имея в виду их необычайное внешнее сходство с известковыми конкрециями в мергелях и глинах, можно думать, что эти конкреции первоначально возникли в толще осадка как известняковые конкреции и лишь впоследствии при общем (региональном) процессе окремнения, захватившем верхнюю часть разреза Куш-Елги, были замещены халцедоном. Отсюда следует, что и кремневую толщу Куш-Елги подобно черным кремням мы можем рассматривать как вторичное, эпигенетическое образование. Разница с кремнями состоит, главным образом, в том, что на этот раз окремнение захватило весьма крупные участки и что окремненной породой были не богатые обломочным материалом глины и мергеля, а, наоборот, относительно весьма бедные терригенными частицами осадки (глинистые известняки?).

Таким образом мы приходим к заключению, что все кремни доманикового горизонта представляют собой в их современной форме образования эпигенетические, возникшие в результате вторичного замещения кремнеземом более или менее карбонатных осадков. При таких условиях сами собой возникают вопросы: 1) каков источник кремнезема, за счет которого произошло это вторичное окремнение, и 2) когда, в какую стадию жизни породы он был привнесен в нее? Если мы обратимся к литературе, то окажется, что здесь имеются довольно разнообразные суждения по вопросу о возможном источнике кремнезема в доманиковых пластах. Так, В. Г. Пуцилло и С. П. Успенский (1934) приписывают появление кремнекислоты взаимодействию органического вещества и минеральной части илов. «Кислые продукты разложения органического вещества, — пишут они, — взаимодействовали с основаниями минеральной части. в том числе и с основаниями силикатов, выделяя из них свободную кремнекислоту, так как основания могут выщелачиваться в виде солей...» (Пуцилло и Успенский, 1934). Совершенно иначе подходят к вопросу геологи, в той или иной мере занимавшиеся доманиковым горизонтом. «Находки в кремнистых сланцах доманика остатков радиолярий, — пишет Г. И. Теодорович (1935), — делают вероятным бывшее наличие в осадках, из которых образовались кремнистые сланцы, мельчайшего шламма кремнистых скелетов организмов. Таким образом органогенные остатки в данном случае могли являться первоисточником кремнезема. Вероятно, накопление органогенного вещества сопровождалось химическим выпадением его в виде геля» (Теодорович, 1935). Аналогичные взгляды высказаны А. А. Варовым и В. А. Сулиным (Варов, 1934; Варов и Сулин, 1933).

Оригинальная точка зрения на генезис доманиковых кремней была выставлена в последнее время А. Д. Архангельским (1936). Он связывает генезис их воедино с генезисом бокситов Катавского района Челябинской обл. Растворы, приносившие с востока, из области современной Уральской цепи, гидрозоль Al_2O_3 , одновременно содержали и гидрозоль SiO_2 . При соприкосновении с соленой морской водой происходила коагуляция, причем раньше коагулировал и выпадал в осадок глинозем, образуя бокситы, коагуляция же SiO_2 происходила позже и на большем расстоянии от источника, питавшего бассейн. Таким образом на востоке, вне пределов доманиковой фации, осаждались бокситы; западнее, уже в пределах доманиковой толщи, садилась кремнекислота, вызывая окремнение этой толщи.

Критическое рассмотрение изложенных толкований генезиса доманикового окремнения заставляет признать, что ни одно из них не удовлетворяет полностью фактическому материалу. Мы не можем стать на точку зрения В. Г. Пуцилло и С. П. Успенского, ибо тогда мы должны ожидать встретить окремнение во всех месторождениях битуминозных пород аналогичного известково-пелитового состава. Между тем в действительности окремнение представляется не общим, а частным случаем, и мы знаем сколько угодно битуминозных толщ без следов окремнения. Кроме того, и с чисто химической точки зрения непонятно, почему органические кислоты, возникающие в процессе разложения, атакуют и разлагают такие стойкие тела, как силикаты, но не действуют на карбонаты, в изобилии находящиеся в растворе. Все эти соображения заставляют считать точку зрения разбираемых авторов совершенно необоснованной, надуманной и, стало-быть, неприемлемой.

Гораздо ближе к истине остальные перечисленные выше исследователи, но и к ним безоговорочно присоединиться нельзя. Дело в том, что из контекста работ Теодоровича, Варова и Сулина и А. Д. Архангельского вытекает, что не только кремнезем, как вещество, образующее современные кремневые образования в доманике, но и самая форма этих образований признается ими за сингенетичную с осадком. Как следует из

предыдущего, последнее утверждение не соответствует действительности: современная форма кремневых тел, несомненно, вторичного, эпигенетического происхождения. Но, с другой стороны, если отвлечься от современной формы кремневых образований — явно вторичной, — с указанными авторами нельзя не согласиться в том, что самое вещество SiO_2 было внесено в осадок еще в процессе седиментации в виде химического геля (или частично в органической форме кремнистых скелетов радиолярий и губок) и в дальнейшем подверглось лишь крупным перемещениям и переотложению в форме современных кремневых тел. Главным основанием для такого решения вопроса является то обстоятельство, что окремнение приурочено всегда и неизменно к доманиковому горизонту франского яруса и отсутствует как в поддоманиковых франских и живетских слоях, так и в наддоманиковом горизонте франского яруса. Эта удивительная приуроченность на протяжении сотен километров только к одному маломощному горизонту и заставляет принять, что если современная форма кремневых тел и не возникла в процессе седиментации, то составляющий их кремнезем был все же внесен в породу в процессе седиментации и лишь позже подвергся обширным перемещениям и сконцентрировался в современные кремневые пластообразные конкреции.

Таким образом, кремневые тела доманиковых слоев являются, если так можно выразиться, и сингенетическими и эпигенетическими образованиями. Сингенетическим в них является кремневый материал, внесенный в осадок в процессе седиментации, эпигенетическим — форма кремней в виде пластообразных тел.

Что касается времени формирования самих конкреций, то здесь необходимо иметь в виду, с одной стороны, пластообразный характер кремневых конкреций, а с другой, то обстоятельство, что кремни так же трещиноваты, как и все остальные породы, и подобно им асфальтированы. Эти обстоятельства, по мнению автора, доказывают, что окремнение происходило во всяком случае до дислокационных процессов, ибо если бы оно было позже их, то следовало бы ожидать не пластовых конкреций, а скорей окремнения по трещиноватости, а сами кремни должны были бы по своей «сохранности» отличаться от остальных пород доманикового разреза. С другой стороны, мы знаем отчетливо, что окремнение было процессом, который следовал за перемещениями CaCO_3 , ибо известковые конкреции либо замещены SiO_2 , либо включены в кремневый пласт. Так как перемещения CaCO_3 (и, в частности, цементация им осадка) начинаются (как показывают наблюдения над осадком Черного моря) уже в момент накопления самого осадка, на ничтожной глубине под водой, то мы вправе думать, что и следующие за ними процессы перемещения SiO_2 и выпадения ее в виде кремневых конкреций были явлениями довольно ранней стадии формирования породы, вероятно, такой стадии, когда накопившаяся толща осадка еще была покрыта водой. Иными словами, хотя мы и рассматриваем кремневые конкреции в доманиковом горизонте как явления вторичные, эпигенетические, но по времени относим образование их еще к очень ранней стадии общего диагенеза осадка.

Как указано выше, А. Д. Архангельским был высказан взгляд, согласно которому кремнезем, отложенный в доманиковом горизонте, принесен сюда с востока, из того же района, откуда был вынесен и бокситовый материал. Анализ вопроса заставляет критически отнестись и к этому положению. Ряд обстоятельств резко не согласуется с подобным толкованием. Во-первых, бокситы приурочены к весьма скромному району на северо-востоке (пос. Усть-Катавский, Вязовая), тогда как окремнение в доманиковом горизонте пользуется огромным распространением на сотни километров к югу от бокситового района, где никаких бокситов нет и в помине. Очень трудно допустить, что бы из такого ничтожного района выносилась такая огромная масса SiO_2 и чтобы она могла так далеко разноситься отсюда. Во-вторых, — что самое важное — бокситоносный

горизонт, как следует из данных, изложенных в гл. I, заведомо либо старше доманика вообще, либо же соответствует лишь самой нижней части его, тогда как для подавляющей части доманика нет эквивалентного ей бокситового района, — и для подтверждения правоты теории нужно было бы делать дополнительные предположения о возможном наличии такого горизонта.

В-третьих, бросается в глаза, что окремнение наиболее резко выражено в районах, где по сравнению с другими был усиленный принос терригенного материала. Весьма показательны с этой точки зрения районы рр. Аши и Сима. В первом горючие сланцы глинисты, а к северо-востоку и вообще замещаются глинами; здесь окремнение обильное. На восток к р. Симу терригенные фации сменяются органогенными (известняками), и окремнение исчезает. Получается, что в этом пункте кремнезем, как и терригенный материал, выносился не с востока, а с запада. Второй пункт находится в бассейне Куш-Елги. Как видно на карте и разрезе (фиг. 2 и 5), окремнение опять приурочено к полосе усиленного приноса обломочного материала, который и здесь, вероятно, шел с запада. Опять выходит, что кремнезем и мелко раздробленный пелитовый материал шли из одного района и именно с запада. Наконец, и в Ташкысканском районе окремнение совпадает с максимумом обломочного материала. Таким образом, если считать кремнезем доманикового горизонта образованием, сингенетичным процессам седиментации, то выводить его следует не с востока — из бокситоносных районов, а с запада, откуда вероятнее всего шел и обломочный материал, вместе с которым он и выносился.

Анализ вопроса о генезисе кремневых конкреций вскрывает весьма сложную историю кремнезема в доманиковых породах. Внесен он был первично еще в процессе седиментации, вместе с обломочным материалом с запада, но затем в процессе диагенеза подвергся обширным перемещениям и переотложен в форме пластообразных конкреций. Нетрудно видеть, что описанная история кремнезема в доманиковых породах принципиально (и даже в деталях) сходна с историей, скажем, железа в месторождениях типа Липецкого и Тульского, где первично образовавшиеся в процессе седиментации озерные руды подверглись впоследствии коренной переработке и переотложению и ныне в главной, подавляющей, массе представляют уже вторично сформированные тела (жеоды и пр.). Сходна она с историей марганца в Никопольском и Чиатурском месторождениях, где первично отложенная водная окись марганца подверглась впоследствии обширным перемещениям. Сходна она с историей сульфидов железа в глинах мезозоя платформы, концентрирующихся в конкреционных телах, хотя первично они были, несомненно, рассеяны в породе. Наконец, весьма сходна и с историей кремнезема в третичных опоках Поволжья, которые возникли из диатомовых илов в результате обширной мобилизации — растворения и переотложения — кремнезема раковин диатомей.

2. Вторичнобитуминозные образования доманиковых пород

Чтобы закончить петрографическую характеристику доманикового горизонта, необходимо остановиться на описании еще одного весьма характерного для него явления, а именно вторичной битуминозности.

Изучение вторичной битуминозности показывает, что она проявляется в двух различных формах. Первой, наиболее распространенной и наиболее обычной и типичной формой является залегание органического вещества по трещинам. Выше, при описании пород, мы неоднократно отмечали, что они разбиты трещинками, заполненными либо хрупким блестящим асфальтитоподобным веществом, либо этим веществом и кальцитом, взаимно проникающими друг друга. Следы трещиноватости и асфальтированности подобного рода имеют во всех решительно разрезах доманиковой толщи, хотя выражены они и не с одинаковой интенсивностью. На се-

вере (рр. Аша-Кургашла, Ташкыскан) эта трещиноватость и асфальтированность развиты относительно слабо. Южнее, наоборот, очень сильно, особенно на рр. Басе, Инзере, Токаты, Тереклы. Здесь трещины буквально насыщают породу. Формы трещин самые разнообразные, обычно неправильно извилистые и ветвистые, разбивающие породу по всем направлениям. Размеры чаще всего колеблются между долями и несколькими миллиметрами. Имеются, однако, случаи и очень крупных трещин, заполненных блестящим хрупким углеподобным веществом. Подобного рода жилы наблюдались по рр. Инзеру, Тереклы и Куш-Елге.

Так как жилы эти представляют для нас особый интерес, то мы подробно остановимся на описании каждого из отмеченных выше пунктов.

Жилу с углеподобным веществом на Инзере у Лемезинского завода наблюдал в 1902 г. А. А. Краснопольский, описавший ее под названием жилы «мусористого угля». «В черных кремнистых сланцах у подножия склона, — пишет он, — заложена была еще в 1899 г. (при постройке Лемезинского завода) штольня. Штольня эта заложена по направлению на юг, имеет до 15 шагов длины и проходит по черным кремнистым, вскипающим с кислотой сланцам, падающим на $NO \angle 40^\circ$. От забоя ее заложены по направлению на W и O горизонтальные выработки длиной по 18 шагов каждая. Западная выработка на всем своем протяжении идет по черным кремнистым сланцам с прослоями черного воюющего известняка. Восточная выработка перерезывает сперва те же породы, а затем входит в падающие на W желтовато-бурые песчаники и в забое имеет серый мелкозернистый известняк. Среди этих желтовато-бурых песчаников штольня встретила трещину, толщиной до 0.25 м, падающую обратно наслонению, на $SO 100^\circ \angle 50^\circ$ и заполненную мусористым углем. Трещина эта была разведена штреком на S, длиной до 9 шагов, причем мощность ее значительно уменьшилась... Кроме этой трещины, уголь в виде весьма тонких и быстро выклинивающихся пропластков был встречен западною выработкою из штольни среди черных кремнистых сланцев» (Краснопольский, 1904).

На р. Куш-Елге скопление углеподобных веществ гораздо значительнее. «Оно было найдено, — пишет Г. В. Вахрушев, — в 1927 г. поисково-разведочной партией Белгортреста. В 1929 г. этой же партией здесь было вскрыто пластообразное скопление (верхняя жила) черного углистого вещества, мощностью от 0.6— до 0.8 м. «Пласт» угля при помощи канавы штольни и шурфа с квершлагом прослежен по простиранию на расстоянии около 100 м и на глубину до 12 м. Углистое вещество, как видно, заполняет трещину среди темносерых и черных кремнистых сланцев нижнего (франского) яруса верхнего девона» — (Вахрушев, 1932).

Что касается последнего и самого южного месторождения асфальтигоподобных веществ (на р. Тереклы), то интересные данные о нем имеются уже у А. П. Карпинского. «Все эти образования (глинистые сланцы, известняки, песчаники), — пишет он, — проникнуты углистым веществом, а некоторые пропластки песчаника, переходящие в известняки черного цвета, до того смолисты, что порода горит, отделяя много копоти; при нагревании же в закрытом сосуде из нее перегоняется жидкая смола. Уголь... блестящего черного цвета и весьма рыхл. Как показала разведка штольнею, заложенною при выходе его на дневную поверхность в виде пласта 4-вершковой толщины, уголь образует здесь неправильные гнезда, рассеянные в массе черного, весьма крепкого известняка» (Вахрушев, 1932). «Летом 1931 г., — добавляет Г. В. Вахрушев, — поисково-разведочной партией Башгеолтреста на р. Тереклы было вскрыто пластообразное скопление черного блестящего рыхлого угля мощностью до 0.7 м. «Пласт» угля при помощи расчисток и канав прослежен по простиранию на расстоянии до 50 м». «Помимо того, — замечает Блудоров, — уголь наблюдается в виде тонких прослоев, быстро выклинивающихся, которые

занимают трещины между отдельностями известняка. Концы прослоев разветвляются и теряются в трещинах пустой породы. Часто эти прослойки идут не параллельно общей слоистости» (Вахрушев, 1932). Чрезвычайно интересны и важны наблюдения П. А. Блудорова над составом и текстурой описываемых образований. «Уголь на р. Тереклы, — пишет он, — блестящий, хрупкий, при разрушении дает черный порошок. На поверхностях разлома встречаются иногда бурые пленки окиси железа. В линзе угля обнаружены участки бурой глины и куски битуминозного известняка, проходящие вертикально. Мелкие угловатые кусочки бурой глины с гладкой поверхностью встречаются в массе угля» (Блудоров, 1931). Особенно интересны последние. «Когда они вынуты из угля, в последнем остается след, соответствующий форме куска, словно они вдавлены в мягкую массу, впоследствии застывшую. Они могли попасть, — совершенно справедливо заключает А. П. Блудоров, — в момент проникновения битумов, увлекших за собою обломки боковых пород» — и тем самым доказывают с полной очевидностью, что вещество, слагающее ныне твердую углеподобную массу, действительно было некогда в состоянии жидкого тела.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что асфальтированность доманикового горизонта характеризуется наличием не только миниатюрных асфальтитовых прожилочков, но и таких жил, массы которых измеряются сотнями, если не тысячами тонн и дают тела, порождающие мысль о промышленной эксплуатации «углеподобных» масс.

Большой интерес представляет изучение химического состава органической массы доманиковых асфальтитоподобных прожилочков. К сожалению, данные по этому вопросу почти отсутствуют. Имеющиеся в литературе весьма скудные сведения резюмируются табл. 23.

Таблица 23

№	Местонахождение образца	Влажность	Зола	Летучие	Кокс	S общ.	SO ₂	Калорийность
(15) 1	р. Инзер	11.05	13.00	45.02	54.98	4.70	—	—
	р. Куш-Елга							
2	I	—	20.00	35.00	27.00	—	—	4911
	II	—	15.00	46.10	38.00	—	—	5885
4	р. Тереклы							
	I	—	19.59	36.80	43.61	—	—	—
(15) 5	II	10.30	16.07	73.63		5.96	0.11	—

При изучении органического вещества доманикового горизонта автором были сданы для анализа также и пробы углеподобного вещества из прожилочков на р. Тереклы. Вещество это представляло две разновидности: матовую хрупкую порошкообразную массу и более твердые блестящие куски. Обе разновидности проанализированы отдельно:

	Матовая разность	Блестящая разность
C	77.31%	74.25%
H	3.77	3.95
N	2.41	2.43
Битумы, растворимые в хлороформе	0.42	0.65
Деготь	0.34	—
Газ и вода	10.41	—

Сравнивая полученные данные с имеющимися в литературе относительно асфальтов и асфальтитов, легко видеть, что углеподобные тела, залегающие в трещинах доманикового горизонта, резко отличны от известных до сих пор. Сводка показывает, что известные доныне асфальтиты группируются в две категории: первая характеризуется очень высоким содержанием С (от 80 до 86%), Н (8—12%), низким содержанием N и полным или почти полным отсутствием кислорода. Вместе с тем представители этой категории чрезвычайно легко экстрагируются органическими растворителями и легко перегоняются. Вторая отличается более низким содержанием углерода (75—80—82%), несколько пониженным количеством водорода (8—10%) и очень значительным (от 2—3 до 10—12%) кислородом. Одновременно с этим, однако, подвижность органического вещества (его легкая экстрагируемость, легкая перегоняемость) полностью сохраняется. В отличие от обеих групп углеподобные тела, залегающие по трещинам доманиковых пород, как видно из таблиц, характеризуются при довольно высоком содержании углерода резко пониженным количеством водорода и высокими цифрами азота и кислорода. Вместе с тем эти породы почти не экстрагируются и при перегонке почти не дают дегтя, но зато выделяют много газа.

Спрашивается, как толковать эти отличия? Указывают ли они, что перед нами новая естественная категория асфальтитоподобных тел, выполняющих трещины в битуминозных породах, или же только своеобразно измененные представители какой-либо из ранее известных групп? Для определенного решения вопроса имеющихся данных совершенно недостаточно. Необходимо, однако, иметь в виду, что анализированное углеподобное тело с р. Тереклы происходит из естественного обнажения, следовательно, должно, несомненно, быть затронуто выветриванием. Вместе с тем нельзя не видеть, что особенности, характеризующие анализированный образец, близко напоминают особенности выветрелых горючих сланцев с р. Куш-Елги. В обоих случаях имеет место резкое падение битумов, экстрагируемых органическими растворителями, почти полное отсутствие дегтя при перегонке, резко пониженное содержание водорода при обилии кислорода и азота. Эта однотипность черт, проявляющихся с одной стороны, у заведомо сильно выветрелых битуминозных пород, и с другой, у вещества, выполняющего прожилки в доманиковых породах, и заставляет думать, что анализированный образец в его современном виде представляет сильно выветрелую разность какой-то из двух уже установленных в литературе категорий асфальтитовых образований, вероятнее всего, второй. Таким образом, мы не склонны пока на основании анализов выделять асфальтитоподобные прожилки в доманике в какую-то особую категорию природных органических тел, но рассматриваем их как обычные асфальтиты второй категории, которые, однако, в условиях выветривания подверглись своеобразным изменениям.

Чтобы закончить характеристику трещинной асфальтированности доманикового горизонта, остается уточнить вопрос о стратиграфических горизонтах, к которым приурочена эта асфальтированность. Изучение этого вопроса на разрезах вскрывает замечательное обстоятельство. Во всех без исключения изученных случаях оказывается, что максимальные проявления асфальтированности приурочены к самому доманиковому горизонту. В частности, все описанные выше случаи крупных асфальтитовых жил привязаны именно к доманику, и внутри его же лежит и главная масса мелких асфальтитовых прожилочков. Если следовать по разрезу выше, то окажется, что нижняя часть наддоманиковых белых известняков франского яруса еще имеет частые, хотя и очень тонкие жилочки битума (16—20 м); вместе с тем эти известняки еще значительно пахучи. Далее вверх асфальтированность резко ослабевает и сводится к редким и ничтожным примазочкам, выполнению пустот, трещинок. Совершенно та же картина наблюдается и в подошве. Верхние горизонты

(10—15 м) живецких известняков еще несут следы асфальтированности и местами значительно пахучи; ниже проявления ее резко сокращаются.

Таков первый (и вместе главнейший) тип асфальтированности в доманиковом горизонте. На ряду с ним встречается и второй, открываемый уже не полевым, а лабораторным, в частности, микроскопическим, изучением породы. Дело в том, что среди известняков доманикового горизонта встречаются разности черного известняка с весьма любопытной текстурой. Как мы знаем, весь известняк нацело перекристаллизован, обычно довольно крупнозернисто, причем битум располагается между кристаллами, как цемент в каменной кладке, спаивая эти кристаллы. Толщина битумных прожилочек при этом обычно незначительна, но встречаются случаи, когда она весьма велика и кристаллы кажутся плавающими в черной бурой массе. Весьма вероятно, что в ряде случаев, особенно когда цементные битумные прожилочки незначительны, возникновение структуры следует объяснить явлениями перекристаллизации первичнобитуминозной массы; вырастающие кристаллы при этом оттесняли перед собой органическое вещество и превращали его в сеть прожилочек. Мне кажется, однако, трудным применить это объяснение к тем случаям, когда склеивающего вещества очень много и кристаллы кажутся плавающими в битумной массе. Такие участки производят впечатление, что битум заполнил поры рыхлого перекристаллизованного известняка, местами раздвинув кристаллы и даже оторвав их друг от друга. Если подобное толкование справедливо, то мы имели бы перед собой как раз тот второй случай асфальтированности доманиковых пород, о котором было упомянуто выше, а именно: импрегнацию, пропитывание пористой карбонатной толщи, может быть, даже с некоторым нарушением ее структуры.

Мы можем теперь перейти к основному интересующему нас вопросу: каков генезис описанных асфальтитов? Где искать материнскую породу для них? Как всегда в таких случаях, перед нами три возможности: 1) тянуть асфальтиты снизу из подошвы, 2) выводить их откуда-либо сверху из кровли, 3) считать в качестве материнских породы самой доманиковой толщи.

Нетрудно видеть, что ни первое, ни второе допущение в данном случае не имеют под собой никакой почвы. Если обратиться к более глубоким горизонтам, то здесь вплоть до самых глубоких уже метаморфизованных пород кембрия и докембрия включительно не имеется ни одной толщи, которая бы содержала заметные количества органического вещества и могла бы, так сказать, навлечь на себя наши подозрения с этой стороны. Разрез ниже D₃ во всем изученном районе известен теперь очень хорошо, и отсутствие в нем битуминозных свит вырисовывается весьма отчетливо. К этому необходимо добавить, что ниже живецких известняков совершенно отсутствуют и следы асфальтированности пород, которые, несомненно, должны были бы наблюдаться, если бы асфальтиты доманикового горизонта действительно пришли снизу. Аналогичные соображения *mutatis mutandis* можно привести и против гипотезы миграции битума сверху. Именно на разбираемом сейчас участке распространения доманиковой фацис в ее кровле совершенно отсутствуют заметно битуминозные породы, из которых можно было бы производить асфальтиты. Упомянутая часто в литературе битуминозность визейских известняков, как можно судить на основании макроскопического знакомства с образцами, должна быть не выше, а много ниже битуминозности доманиковых пород, и отдавать им предпочтение в качестве материнской породы асфальтитов было бы по меньшей мере странным.

Но если бы у кого еще и оставались некоторые сомнения насчет возможности выводить битумы снизу или сверху, то можно указать еще одно обстоятельство, которое в сущности не объяснимо теорией внешнего происхождения асфальтитов. А именно: на всем громадном протяжении от хр. Кара-тау до р. Зигана (около 250 км) асфальтиты изумительным обра-

зом приурочены к породам доманикового горизонта и почти не выходят за пределы его как вверх, так и вниз. Между тем и в горизонтах, лежащих много ниже франского яруса, и в горизонтах, помещающихся много выше его, несомненно имеются весьма раздробленные карбонатные породы, которые, конечно, должны были бы стать асфальтированными, если бы битум действительно когда-то проходил через них. Почему же асфальтированность все же так поразительно на всем огромном протяжении приурочена только к доманиковому горизонту?

Вывод ясен: мы должны признать в качестве источника асфальтито-подобных веществ доманикового горизонта породы самой же этой толщи. Выражаясь фигурально, асфальтиты доманикового горизонта не аллохтонны, а автохтонны.

Справедливость требует отметить, что это заключение, полученное нами на основании детального анализа многочисленных полевых наблюдений и литературных данных, было уже независимо высказано в литературе Г. В. Вахрушевым (1932, 1933). К сожалению, автор этот не дал достаточных доказательств своей мысли, почему сама мысль об автохтонности асфальтитов доманика имеет у него характер скорее догадки, чем научно-обоснованной гипотезы.

Допуская автохтонность асфальтитов доманикового горизонта, необходимо, конечно, выяснить способ и время их возникновения. Исчерпывающее разрешение этого вопроса требовало бы предварительного детального исследования состава невыветрелых разностей самих асфальтитов. Поскольку такого исследования пока не произведено, мы принуждены довольствоваться лишь общими соображениями. Мне кажется, что возникновение асфальтитов, как жидкой массы, произошло еще в процессе диагенеза органического вещества. Эти жидкие вещества, однако, оставались растворенными в пласте до тех пор, пока не сформировались вмещающие их полости трещин. Нет никаких сомнений в том, что появление трещиноватости следует связывать с моментом дислокаций девонских пород, т. е. с одним из моментов уральского горообразования вообще. Таким образом и миграцию битумов в трещины надлежит связывать с горообразовательным актом, который, образно говоря, выдавил битумы из пласта и изолировал их в трещины. Какую роль играл несомненно наблюдавшийся в момент дислокаций подъем температуры, остается неясным. Мне представляется более правильным и более соответствующим современным взглядам на историю органического вещества в природе думать, что она играла роль только мобилизующего, а не создающего жидкий битум фактора, т. е. относительно второстепенную, а не первостепенную. Поэтому едва ли правильно говорить об асфальтитах доманика, как об отвердевших продуктах перегонки органического вещества доманиковых пород, как это принимает Г. В. Вахрушев. Скорее здесь можно допускать лишь процесс разделения различных фаз органического вещества, уже существовавших до того в пласте, причем температура играла роль фактора, облегчающего это разделение.

Глава V

ФАУНА ДОМАНИКОВЫХ ПОРОД

1. Общий характер фауны доманикового горизонта

Так как фауна часто дает возможность сделать ряд выводов относительно условий генезиса осадочных пород, то естественно, что изучению ее состава было уделено большое внимание. Два вопроса в особенности интересовали автора: во-первых, насколько богатой и разнообразной является фауна доманиковой фации вообще и следует ли ее квалифицировать как фауну нормально-морскую или же как фауну специфически измененную ненормальными условиями бассейна? Во-вторых, повсеместно

ли и во всех ли типах доманиковых пород встречаются донные организмы и не существует ли таких участков или горизонтов, в которых породы сохраняют остатки лишь планктонной и нектонной фауны и лишены бентоса?

Для решения первого вопроса автору казалось целесообразным не ограничиться только собственными сборами, данные о которых приведены выше, но попытаться собрать все те фаунистические указания, какие были сделаны для доманика Южного Урала работавшими здесь исследователями со времен Чернышева (Краснопольский, 1904; Крестовников, 1930; Кропоткин, 1931; Конюшевский, 1908; Олли, 1933; Теодорович, 1935; Чернышев, 1887, 1889). Конечно, подобного рода свodka далека от совершенства, так как возможны случаи, когда одни и те же формы различными исследователями понимались по-разному и обозначались двумя названиями, а с другой стороны, случаи, когда различающиеся объекты искусственно подводились под один ярлык. Нет никаких сомнений, однако, в том, что такие случаи являются исключениями, а не правилом, что их влияние в общем взаимно компенсируется и что свodka в первом приближении отражает действительно имеющееся в природе положение вещей. Полученные данные представлены в списке на стр. 64—65.

Кроме того, микроскопические наблюдения в ряде случаев обнаружили спикули губок, раковинки остракод, остатки радиолярий и (очень редко и только в разности серых известняков) криноидей, мшанок, рыб.

Как видим, фауна доманиковой фации включает в своем составе 16 родов с 36 видами брахиопод, 8 родов с 13 видами пелеципод, 6 родов с 9 видами головоногих моллюсков, 2 рода — брюхоногих, 2 рода птеропод, к которым присоединяются еще (правда, гораздо более редко встречающиеся) губки, радиолярии, криноидеи, мшанки и рыбы. Итого, минимум 34 рода, представленных 58 видами, к которым должен быть присоединен ряд форм, оставшихся без видового определения по состоянию сохранности. При таких условиях становится совершенно очевидным, что фауну доманика нельзя назвать ни особенно бедной, ни специфически измененной. Особенно следует подчеркнуть наличие таких стеногалинных групп, как радиолярии и гониатиты (частично и иглокожие), которые всегда отсутствуют в специфически измененных фаунах, возникших в ненормальных по гидрологическому режиму бассейнах. Таким образом, по общему составу фауна доманика может быть названа настоящей морской фауной.

Несмотря на это, все же надобно отметить, что в доманиковой фауне представлены не все имевшиеся тогда группы морского населения. Так, полностью отсутствуют кораллы и водоросли, выделяющие известь; криноидеи же и мшанки хотя и присутствуют, но представлены очень редко и лишь в фации серых известняков. В чем заключается причина указанных особенностей? Учитывая биологические особенности групп, отсутствующих в доманиковых породах, нетрудно видеть, что причина их отсутствия должна лежать, во-первых, в относительной глубине бассейна, а во-вторых, в характере грунта. Общеизвестно, что водоросли и кораллы, как в настоящее время, так и в палеозое, были животными прибрежными, весьма мелководными, требовавшими, кроме того, твердого грунта для обитания. Криноидеи и мшанки, могли, повидимому, спускаться до больших глубин, но требовали для своего обитания твердого грунта. Если мы допустим, что все типы доманиковых пород, начиная от известняков и кончая глинами, представляют отложение относительно глубоких частей моря (например, нижней части шельфа или верхней континентальной ступени), то все отмеченные особенности фауны доманика делаются понятными сами собой. Больше того, станет понятным тот неоднократно подчеркнутый в предыдущем факт, что в составе популяции на первый план резко выступает планктон (птероподы, частично и гониатиты),

тогда как бентос отодвигается на второй план. Как раз такого рода соотношения и типичны для более глубоких участков современных бассейнов.

Очень хорошо с относительной глубоководностью доманиковой фауны согласуются и миниатюрные в общем размеры ряда форм и распределение их по дну, главным образом, единичными экземплярами — все это типичные особенности относительно глубоких частей моря. Наконец, с толкованием доманиковой фауны как нормальной и относительно глубоководной (соответствующей, вероятно, нижним частям современных шельфов и верхним континентального склона) очень хорошо увязываются и особенности терригенного материала, в частности его механический состав. Мы знаем из предыдущего, что обломочная часть всех доманиковых пород отличается удивительным единообразием, слагаясь в подавляющей массе пелитовой фракцией — физической глиной, к которой примешано ничтожное количество частиц от 0.01—0.1 мм. Лишь в нескольких определенных точках можно по микроскопическим препаратам заметить возрастание роли этой последней фракции, а именно в глинах у Куш-Елги и у Ташкыскана. В последнем пункте песчаная фракция, как мы видели, обособляется даже в самостоятельные пласты, правда, ничтожного значения.

Указанное единообразие механического состава терригенного материала доманиковых пород представляет крупный интерес, так как показывает, что, несмотря на очень большие колебания в соотношениях основных компонентов осадка (CaCO_3 , обломочный материал), все они представляют осадки одной и той же седиментационной зоны и вместе с тем зоны отнюдь не прибрежной, но лежащей заведомо значительно ниже иловой линии бассейна, куда волнения воды совсем не доходили.

Итак, по общему составу и характеру своему доманиковая фауна представляет не только нормальную морскую фауну, но и фауну относительно глубоководную, отнюдь не прибрежную и не лагунную, как это иногда пытаются изобразить. Некоторым противоречием этому может казаться, на первый взгляд, наличие (и нередкое) в составе доманиковой фауны *Lingula*. Традиция рассматривает этот род как существенно мелководный прибрежный, даже лагунный. Хотя подобный взгляд, вообще говоря, и справедлив в своей основе, тем не менее не следует забывать, что очень часто существенно мелководные роды включают в свой состав отдельные глубоководные виды. Примеры подобного рода были известны еще Joh. Walther и приведены им в «Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft». Мне кажется поэтому единственно справедливым не превращать доманиковую популяцию в мелководную только для того, чтобы понять наличие в ней *Lingula*, а наоборот, основываясь на достоверных показаниях общего состава фауны, принять, что виды *Lingula*, свойственные доманику, были либо существенно глубоководными формами, либо же такими, которые обитали в широком диапазоне глубин, от прибрежных до относительно глубоких.

2. Размещение донной фауны в осадках доманикового горизонта

Перейдем к вопросу о размещении донной фауны в различных частях области отложения доманиковой фации. Акад. А. Д. Архангельским (1934) было высказано предположение, что среди доманиковой толщи имеются разности сланцев, которые лишены остатков донных организмов и содержат только птеропод или же совсем лишены ископаемых. Эти разности, по его мнению, аналогичны граптолитовым сланцам и современным глубоководным черноморским илам. Несмотря на то, что этот взгляд в настоящее время широко распространен и перешел даже в популярные книжки, все же он не соответствует фактическому положению вещей.

При описании отдельных типов пород доманиковой фации мы неизменно отмечали, что в них всегда встречаются донные организмы, пеллециподы и брахиоподы. Обычно они залегают единицами, однако, во всех типах пород без исключения были находимы и ракушечники, особенно частые среди серых (и частью черных) известняков. Можно добавить к этому, что на всем изученном протяжении на Южном Урале не встречено ни одного разреза, где поиски донной фауны оказались бы совсем безрезультатными. Всегда при более внимательном осмотре удается обнаружить горизонты, дающие либо единичные находки, либо целые раковинные скопления. Особенно интересны с этой точки зрения разрезы Басы, Инзера, Кургашлы, Ташкыскана, Аши и в особенности Тереклы, где прослой серого известняка буквально переполнены фауной. Правда, в любом разрезе на протяжении его можно встретить метровые отрезки, где поиски фауны не дают результатов. Но такого рода случаи, конечно, ровно ничего не доказывают, ибо в любом бассейне с самой богатой фауной всегда имеются участки, где в течение отдельных промежутков времени почему-либо донные организмы не живут и где, таким образом, накапливаются «безжизненные» илы. Классическим примером в этом отношении является современное Азовское море, в осадке которого, несмотря на общую большую продуктивность дна, как раз наблюдаются перелоси раковинного и совершенно безраковинного ила. Таким образом, мы можем с полной определенностью сказать, что представление о доманике, как об осадке, в большинстве случаев или хотя бы в определенных ограниченных районах или горизонтах лишенном донной фауны, есть представление, противоречащее фактам, наблюдаемым в природе. В действительности доманиковый бассейн всюду на своей площади обладал донной фауной, хотя и не всегда одинаково богатой, часто рассеянной одиночками и лишь местами образовавшей раковинные поля, что является совершенно нормальным явлением во всех современных морях.

Чтобы закончить изложение наблюдений над фауной доманика вообще, остается подчеркнуть еще одну особенность ее. Сопоставляя основной небольшой круг форм, встречающихся в различных типах доманиковых пород, мы неизменно констатировали в предыдущем, что это в сущности одно и то же ядро. В состав его входят прежде всего род *Liorhynchus*, представленный рядом видов, в том числе особенно *L. megistana* De Hon., *L. polonicus* Roem., *L. pawlowi* NaI. Далее сюда же относится род *Buchiola* почти со всеми своими видами, особенно же *B. retrostriata* Buch., *B. scabrosa* Clarke, *B. snjatkowi* Zam. Характернейшими членами доманикового ядра являются также все гониатиты и *Orthoceras*, встречающиеся решительно всюду и, наконец, птероподы, о роли которых было достаточно сказано в предыдущем при описании пород. Перечисленная немногочисленная группа форм и представляет, в сущности, то, что можно было бы назвать биоценозом или, вернее, танатоценозом доманика, так как сообщество это повторяется неизменно во всех доманиковых породах. Именно это единство фауны (а также и однообразие механического состава терригенного материала) различных доманиковых пород и заставляет объединять все их, несмотря на литологические отличия, в одну доманиковую фацию, т. е. одну общую седиментационную зону внутри моря, а не разбивать их на несколько самостоятельных фаций. Учитывая исключительную роль в этой фации птеропод, можно было бы назвать доманиковую фацию птероподовой фацией верхнего девона.

Глава VI

ФИЗИКОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТЛОЖЕНИЯ ПОРОД ДОМАНИКОВОЙ ФАЦИИ ЮЖНОГО УРАЛА

Основной задачей настоящей работы является выяснение факторов, которые обусловили накопление в доманиковых породах органического вещества. Для того, чтобы решить поставленный вопрос, необходимо про-

вести анализ трех близко связанных друг с другом проблем. Во-первых, располагая данными, изложенными в предыдущих главах, необходимо попытаться восстановить физикогеографическую обстановку, в какой шло отложение доманиковых пород. Во-вторых, опираясь на данные по современным морским осадкам, нужно выявить факторы, которые вообще благоприятствуют накоплению органического вещества в морских осадках. Наконец, в-третьих, зная факторы, содействующие накоплению органического вещества вообще и зная общую физикогеографическую обстановку отложения доманиковых пород, следует попытаться указать те конкретные частные особенности этой обстановки, которые могли привести к обогащению доманикового осадка органическим материалом. Настоящая глава посвящена разрешению первого из указанных вопросов, т. е. выяснению общей физикогеографической обстановки отложения пород доманиковой фации на Южном Урале.

1. Общий характер доманикового бассейна Южного Урала

Несмотря на то, что породы доманиковой фации в целом до самого последнего времени (Страхов, 1936; Теодорович, 1935) не подвергались еще систематическому литологическому изучению, в литературе уже имеются высказывания по поводу того, в какой физикогеографической обстановке шло отложение этих пород и какие факторы определяли накопление в них органического вещества.

Как это часто бывает в вопросах генезиса, мнения геологов значительно разошлись, и для настоящего времени можно указать две резко различные точки зрения относительно условий, в каких шло накопление доманиковых пород. Первая из них выставлена Д. В. Наливкиным (1933), Г. В. Вахрушевым (1933) и Б. П. Марковским (устное сообщение). Наиболее отчетливо эта точка зрения формулирована Г. В. Вахрушевым. «Сапропелитового типа породы доманика, — пишет он, — отлагались в прибрежной зоне верхнедевонского моря или в окаймляющих их заливах и лагунах». Мне не известны работы, в которых Д. В. Наливкин подробно развивал бы свои взгляды на генезис доманика, но все литологические особенности, приведенные им в «Учении о фациях» в качестве характерных для доманика, такого характера, что, руководствуясь этими особенностями, нетрудно сделать заключение, что доманиковая фация рассматривается этим автором именно как фация лагунная.

Совершенно иной взгляд был высказан и поддерживается до сих пор акад. А. Д. Архангельским (1934). «На Урале, — пишет он, — совершенно не имеется тех лагунных гипсово-доломитовых толщ, которые характеризуют фаменские слои платформ. Развитые здесь в верхнем девоне известняки представляют нормальные морские отложения... Максимальное развитие трансгрессии литологически отмечается на западном склоне Урала отложением оригинальных, богатых органическим веществом доманиковых сланцев, которые представляют, повидимому, наиболее глубоководное образование этой области; те разности сланцев, которые лишены остатков донных организмов и содержат только птероподы или же совсем лишены ископаемых, являются аналогами граптолитовых сланцев верхнего силура». А так как последние рассматриваются автором, как осадки, возникшие в условиях сероводородного заражения (1934), то естественно, что и обстановка отложения доманиковой фации мыслится как обстановка бассейна, вода которого заражена у дна сероводородом. Последнее обстоятельство, по А. Д. Архангельскому, и явилось главной причиной обогащения осадка органическим веществом.

Располагая достаточным фактическим материалом по стратиграфии, литологии и фауне доманиковой фации Южного Урала, приведенным в предыдущих главах, попытаемся подойти к анализу обеих изложенных точек зрения и к выяснению того, насколько они согласуются с фактическими данными.

Обращаясь к оценке лагунной теории, полезно напомнить, прежде всего, что такое лагуна. В настоящем смысле слова лагуна есть залив, более или менее глубоко врезанный в сушу и отделенный от моря нацело или частично пересыпью. Таким образом, это есть образование всегда весьма ограниченных размеров, линейное распространение которого измеряется километрами или немногими десятками их. Вследствие таких свойств лагун ископаемые осадки их, естественно, также должны отличаться весьма незначительным площадным и линейным распространением: они должны быстро выклиниваться и сменяться в одном направлении морскими, в другом (противоположном)—континентальными отложениями (если на берегу шли процессы аккумуляции), или же поверхностью размыва (если на берегу господствовали процессы эрозионные). Что касается фауны лагунных отложений, то, поскольку органический мир современных лагун всегда резко отличен от органического мира нормального моря своей качественной бедностью и специфическим отбором групп (исчезновением всех стеногалинных форм), мы должны встретить и в ископаемых лагунных осадках бедную и специфически измененную фауну.

Нетрудно видеть, что все только-что отмеченные основные черты лагунной фации не имеют ничего общего с теми признаками, какие характеризуют доманиковые осадки, напротив, находятся с последними в прямом противоречии. Прежде всего, доманиковая фация на Южном Урале имеет отнюдь не ограниченное, а наоборот, весьма крупное площадное и линейное распространение. Как было уже подробно разобрано в гл. I, в пределах Южного Урала можно наметить три «пятна» этой фации. Первое приурочено к хр. Кара-тау, вдоль которого доманиковые отложения тянутся на протяжении около 60 км с юго-запада на северо-восток, причем совершенно достоверно не ограничиваются этим отрезком, но уходят на неопределенное расстояние и к юго-западу и к северо-востоку и, наконец, на запад, в сторону Русской платформы. Второй район приурочен к хр. Ажигардак и образует полосу, доступная часть которой достигает не менее 25—30 км, но которая также совершенно достоверно уходит на неопределенное расстояние на юго-запад. Наконец, третий, и самый интересный для нас сейчас участок прослеживается в виде непрерывной полосы от р. Ук (на севере) до р. Зигана на юге, что составляет около 200 км. При этом, однако, и здесь эта полоса достоверно не кончается, но уходит еще южнее, по крайней мере еще на 100 км до р. Белой, что заставляет оценивать протяженность ее цифрой свыше 300 км.

Эта цифра чрезвычайно поучительна. Если по поводу двух первых участков еще можно было бы спорить и доказывать, что по размерам они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к лагунным осадкам, то относительно южного участка двух мнений быть не может. Площадь, занятая домаником, настолько велика, что совершенно исключает представление о лагунном образовании осадка, или в противном случае понятие лагуны теряет свой смысл и будет доведено до абсурда, до невозможности отличить лагуну от моря. Таким образом, доманик южного района уже в силу своей огромной площади распространения и своей устойчивости на чрезвычайно большом расстоянии должен быть признан отнюдь не лагунным, а нормальным морским образованием. Поскольку, однако, нет никаких радикальных отличий между южным и северными участками, мы должны и доманик северных районов признать нормальным морским отложением.

Не менее поучительные результаты получаются и при анализе фауны доманиковых пород. Мы разбирали уже достаточно подробно этот вопрос в предыдущей главе и показали, что фауну доманикового бассейна никак нельзя назвать ни бедной, ни специфически видоизмененной. Это есть нормальная морская фауна, в которой представлены (хотя неодинаково, что определяется уже фациальными особенностями внутри морского

бассейна) все основные группы морских животных, причем со значительным разнообразием. Особенно следует подчеркнуть наличие таких стеногалинных групп, как радиолярии, гониатиты и иглокожие, относительно наличия которых в лагунах никаких указаний не существует. Таким образом и фауна, совершенно согласно с общим характером пространственного распространения доманиковых пород, свидетельствует, что это несомненно нормальные морские образования, а не лагунные осадки.

Итак, мы с полным правом можем присоединиться к мнению А. Д. Архангельского о том, что развитые на западном склоне верхнедевонские отложения представляют настоящие морские осадки. Однако, следуя за ним в этом общем понимании доманикового бассейна, мы никак не можем принять все остальные утверждения его и прежде всего представление о доманиковом бассейне как об аналоге современного Черного моря, т. е. о бассейне, зараженном сероводородом. Основным и решающим моментом при сопоставлении доманикового и черноморского бассейна является для А. Д. Архангельского представление, будто среди доманика большим распространением пользуются породы, вовсе лишенные донной фауны и заключающие только птеропод. Как можно видеть из предыдущей главы, такое представление не соответствует действительности. Донная фауна в доманиковых породах имеется, распространена повсеместно, и именно это обстоятельство и не дает никаких возможностей для аналогий с современным Черноморским бассейном и, следовательно, для признания сероводородного заражения придонных частей вод. Доманиковый бассейн несомненно был нормальным морским бассейном не только по размерам и составу воды, но и по газовому режиму.

2. Распределение обломочного материала на площади доманикового бассейна

При реконструкции физикогеографической обстановки ископаемых бассейнов чрезвычайно важным и одновременно заманчивым бывает восстановить не только общую биологию бассейна, но попытаться реконструировать также и собственно палеогеографию, т. е. конфигурацию бассейна, направление сноса материала в него и т. д. По отношению к доманиковому бассейну достоверное решение этих вопросов пока невозможно, так как для этого не хватает данных. Однако, кое-что здесь, по мнению автора, все же сделать можно, хотя бы в порядке первого приближения к истине.

Чрезвычайный интерес с этой точки зрения представляет распределение обломочного материала на изученной площади. Как видно на фиг. 2, имеется несколько районов, явно обогащенных обломочными частицами.

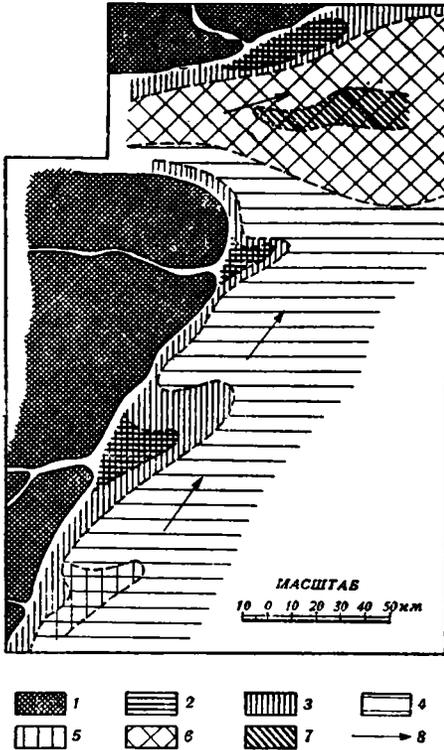
Первый такой участок располагается на севере вдоль западной окраины Кара-тау. Глинистые породы здесь устойчиво сохраняются вдоль хребта, но, как мы видели выше, быстро выклиниваются по направлению к востоку, так что восточная часть Каратауского района занята мощными и весьма чистыми известняками. Отсюда следует, что глинистый материал по западной окраине каратауской площади никак не может происходить с востока: он может происходить лишь с запада, в частности с Уфимского плато, которое в то время, по крайней мере частично, представляло, повидимому, сухопутную территорию.

Южнее Кара-тау среди в общем весьма маломощных (14—16 м) осадков «нормальной» фации доманика встречаются два участка, где происходит, с одной стороны, увеличение мощности разреза, а с другой, возрастание роли глин. Первый из этих участков находится на Куш-Елге; мощность возрастает здесь до 55 м; второй — на Ташкыскане, где мощность подымается до 22—25 м. Одновременно с этим в обоих случаях наблюдается увеличение массы частиц >0.01 мм. На Ташкыскане это выражается в появлении обособленных песчаных прослоев; на Куш-Елге — в усиле-

нии примеси песчаного материала в глинах. Откуда мог поступить обломочный материал в этих случаях?

Мы видели в гл. I, что по некоторым косвенным данным глинистые полосы представляют, вероятнее всего, участки или языки, входящие на нашу территорию с запада со стороны платформы. Отсюда следует, что и источник, поставляющий в доманиковый бассейн глинистый материал, располагался также на западе, т. е. что на западе помещался какой-то более или менее значительный континентальный массив.

Таким образом у нас имеются некоторые (хотя, правда, и немногочисленные) основания считать, что к западу от исследованной нами меридиональной полосы доманика располагались какие-то поднятия, питавшие бассейн обломочным материалом, тогда как на востоке море уходило достаточно далеко в уральскую геосинклиналь без признаков наличия сухопутных участков.



Фиг. 16. Опыт палеогеографии западного склона Южного Урала в доманикувое время.

1 — суша; 2 — сапропелевые илы; 3 — области преобладающего развития глинистого осадка; 4 — нормальная фацция доманика (главным образом мергеля и известняки); 5 — нормальная фацция доманика, несколько обогащенная органическим веществом; 6 — брахиоподово-коралловые известняки; 7 — горючие сланцы, подчиненные кораллово-брахиоподовым известнякам; 8 — предполагаемое направление течения.

Но такая палеогеография дает прекрасное объяснение не только размещению обломочного материала, но и своеобразному распределению окремнения в доманиковом горизонте. Мы уже отмечали в одной из предыдущих глав, что окремнение внутри доманиковых слоев вызывает определенную приуроченность к районам усиленного выноса обломочных частиц. Это очень демонстративно видно на разрезах Куш-Елги и Ташкыскана, а также в каратауской области, где на площади

Мне кажется, что можно пойти и несколько далее и постараться представить себе тот механизм, который приводил к появлению среди нормальной фацции доманика узких полос глинистого материала. Возникновение этих полос хорошо объяснится, если мы допустим, что куш-елгинский и ташкысканский участки были расположены перед устьями каких-то крупных потоков, которые впадали в доманиковый бассейн со стороны Русской платформы. Выносимый ими обломочный материал при этом подхватывался течением и уносился далеко в море, естественно образуя узкую полосу, ограниченную на северо-востоке. Подобного рода явления хорошо известны в настоящее время и наблюдаются, например, около устьев Амазонки и Ориноко, а также Янцзыцзяна, выносящих огромные массы красноцветных и лёссовых илов; против устья Днепра, из которого отходит отчетливый илистый язык на шельфовую площадку, против Риона, влияние которого чувствуется даже на континентальном склоне, наконец, против Босфорского пролива, выносящего в Черное море илистый материал. Таким образом происхождение куш-елгинской и ташкысканской полос в результате выноса илистого материала рекой с запада принципиально едва ли может вызывать сомнения.

развития доманиковой глинисто-битуминозной толщи окремнение очень отчетливое, а на востоке — в области известняковых осадков — отсутствует. Подобного рода распределение окремнения целиком объясняется (и даже предопределяется) только-что изложенными выше палеогеографическими представлениями. Легко представить себе, что континентальные участки, питавшие седиментацию доманикового бассейна, поставляли не только механически взмученные, но и различные растворенные продукты выветривания, в том числе и кремнекислоту. Эту кремнекислоту, в частности, особенно должны были выносить те два крупных водотока, о которых мы только-что говорили выше. При соприкосновении с соленой морской водой SiO_2 более или менее быстро коагулировала, причем главная масса коагулята, естественно, падала на дно, вблизи источника поступления материала и лишь меньшая (на единицу объема) уносилась дальше. Таким образом и получалась преимущественная приуроченность окремнения к площадям развития обломочных частиц.

Изображая таким путем палеогеографию доманикового бассейна, автор дает себе полный отчет в ее значительной гипотетичности, в особенности по части размещения суши. Тем не менее он считает все же возможным выдвинуть ее в качестве рабочей гипотезы, ибо она помогает понять особенности накопления органического вещества в доманиковых породах проще и естественнее, чем это допускается другими теориями.

3. Слоистость доманикового горизонта. Вопрос о планктоне бассейна

Имеются еще две особенности литологии доманикового горизонта, несомненно связанные с основными чертами его гидрологии, на которых нам следует остановиться: это слоистость доманиковой толщи и обилие остатков планктонных форм в осадке.

Слоистость доманиковых пород двоякого рода: во-первых, тонкая, приближающаяся к микрослоистости, и во-вторых, грубая, или макрослоистость.

Тонкая слоистость проявляется в общем слабо и видна не везде. Выражается она в том, что на общем темном фоне однородной породы наблюдаются светлые слоеобразно расположенные точки, линзочки и тонкие линии, каждая из которых, однако, прослеживается недалеко. Микроскопическое изучение показывает, что эти белые линзы и прослоечки состоят из перекристаллизованного CaCO_3 и часто резко обогащены раковинками птеропод. Накопление кальцита, надо думать, есть вторичное явление и обусловлено концентрацией его вокруг раковинных остатков, — аналогично случаям, уже неоднократно описанным в предыдущем. Но обогащение раковинными остатками, несомненно, явление первичное и указывает на какое-то периодическое отмирание планктонных птеропод. Следует ли связывать подобного рода отмирания птеропод с обычными сезонными отмираниями планктонных форм, не совсем ясно. Мне кажется все-таки, что подобного рода сопоставления не исключены, хотя каких-либо особо веских доводов в пользу такого решения и не имеется.

Макрослоистость доманикового разреза выражается в том, что в нем чередуются прослоями в 5—30 см все описанные в предыдущем типы пород: известняки, мергеля, глинистые сланцы, кремни и, где имеются, горючие сланцы. Так как пласты кремней в их современной форме представляют вторичные образования, возникшие вследствие переотложения первично внесенного кремнезема, то мы в праве исключить кремни и рассмотреть в качестве первичной макрослоистости только чередование известняков, мергелей и глинистых сланцев. Какого рода причины вызывали в доманиковое время такую макрослоистость?

Как известно, может быть несколько принципиально различных причин происхождения макрослоистости. Во-первых, она может вызываться тектоническими причинами: движениями коры в области питания бассейна обломочным материалом, в частности в области береговой линии.

Во-вторых, она может обуславливаться климатическими причинами: увеличением и уменьшением влажности и соответственно возрастанием или падением выноса обломочных частиц в бассейн. В-третьих, как показывает изучение седиментационного процесса в современном Черном море, макрослоистость может быть вызвана течениями, разносящими обломочный материал из прибрежной области в центральные части бассейна. Поскольку траектория течений не является постоянной, но всегда испытывает отклонения в разные стороны, естественно, что и доставляемый ими материал то поступает в определенные районы, то не поступает, что обуславливает различный тип возникающего осадка и, стало-быть, его макрослоистость.

На первый взгляд кажется, что макрослоистость доманикового бассейна может быть с одинаковым успехом объяснена влиянием любого из перечисленных факторов. Однако в действительности это не так. Обратим внимание на следующие обстоятельства. Толщина макрослоев в доманиковом разрезе очень не велика, от 5 до 30 см, чаще всего 10—15—20 см. Далее, граница макрослоев обычно резка, и таким образом смена одной породы другой происходит обычно быстро, скачками. Наконец, самая смена пород зависит от приноса или непринеса в данную точку исключительно тончайшего глинистого материала; при приносе его возникают мергеля и глинистые сланцы, при отсутствии приноса — серые известняки. Иными словами, чередуются различные типы осадка одной и той же седиментационной зоны. Все перечисленные особенности поразительным образом до мельчайших деталей воспроизводят ту макрослоистость, которая наблюдается в черноморском осадке и которая, как мы знаем, целиком объясняется режимом течений, в частности их непостоянством как по силе, так и по траектории. Учитывая эту поразительную аналогию, мне и представляется вполне правильным и обоснованным допустить, что в доманиковом бассейне главной, решающей причиной макрослоистости являются переменчивые, неустойчивые по силе и траектории течения, циркулировавшие в верхних слоях воды и аналогичные по типу течениям средней части современного Черного моря.

Совсем иначе обстоит дело с тектонической и климатической гипотезами в их приложении к макрослоистости доманика. Попробуем представить себе конкретнее процессы, которые неизбежно должны были бы иметь место, если бы причиной макрослоистости доманика были тектонические явления. Так как средняя мощность макрослоя очень незначительна, около 18—20 см, то при нормальной мощности разреза в 15 м количество их будет составлять около 75—80 слоев. Таким образом, континентальные участки к западу от доманикового моря должны были бы за незначительный, с геологической точки зрения, период времени по крайней мере 80 раз испытать движения то в одном, то в прямо противоположном направлении, притом движения достаточно интенсивные, чтобы вызванные ими колебания в приносе обломочных частиц могли дойти до гемипелагических участков моря. Уже одно это число должно заставить нас усомниться в возможности такого сложного процесса.

Еще более, однако, возрастут наши сомнения, когда мы сравним макрослоистость доманиковых пород с достоверными случаями макрослоистости, обусловленной тектоническими процессами. В качестве таковой можно привести общеизвестную макрослоистость так называемых паралических угленосных бассейнов, типичным представителем которой может служить Донбасс и ряд западноевропейских угленосных площадей. В паралических толщах чередующиеся макрослои измеряются метрами и десятками метров; в доманиковом же горизонте они измеряются лишь сантиметрами и десятками сантиметров. Кроме того, колебания петрографического состава в паралических бассейнах лежат между глинистыми сланцами, углями и известняками, с одной стороны, и мощными крупнозернистыми песчаниками и даже конгломератами, с другой, т. е. породами со-

вершенно разных условий отложения. Колебания петрографического типа в доманиковом бассейне происходят лишь между илистыми известняками и глинистыми сланцами, т. е. породами в конце концов одной и той же седиментационной зоны. Как видим, отличия настолько резки и существенны, что совершенно не позволяют проводить аналогии между макрослоистостью достоверно тектонически обусловленной и макрослоистостью доманиковых пород. Иными словами, у нас нет никаких оснований для признания доманиковой макрослоистости тектонической по генезису.

Таким образом, тектоническая гипотеза происхождения макрослоистости доманикового разреза оказывается неприемлемой.

Точно так же неприемлемо и объяснение доманиковой макрослоистости изменениями климата. Климатические изменения отличаются той важной особенностью, что они имеют не узко локальное, а широкое региональное значение. Естественно поэтому было бы видеть их отражение и в осадках других территорий, например Русской платформы. Но ничего подобного из этой области до сих пор не указывалось. Поэтому действие климатического фактора в области доманикового бассейна весьма мало вероятно. Я не говорю уже о том, что часто следующие друг за другом сколько-нибудь резкие климатические изменения с чисто физической точки зрения мало понятны.

В результате получается, что единственно обоснованным пониманием макрослоистости доманикового разреза является понимание ее как макрослоистости, аналогичной черноморской, с которой она, как было указано, совпадает во всех мельчайших деталях. Тем самым мы устанавливаем и существование в доманиковом море неустойчивой системы течений, разносивших поступающий с берега илистый материал. На фиг. 16 сделана попытка, основываясь на загибе седиментационных полос у Куш-Елги, дать направление этих потоков, шедших, вероятнее всего, с юга на север.

Чтобы закончить характеристику биономических особенностей бассейна, необходимо остановиться еще на одной стороне литологии доманиковых пород: богатстве их остатками планктонных организмов. В самом деле, при чисто фактическом описании пород мы неоднократно подчеркивали в предыдущем чрезвычайное обилие остатков птеропод, которые встречаются массами во всех типах пород и часто насыщают их. Поскольку для девонских птеропод, так же как для современных, принимается планктонный образ жизни, то это означает, что верхние подвижные горизонты воды доманикового бассейна должны были обладать, повидимому, настолько богатой планктонной жизнью, что один из элементов ее (птероподы) мог стать даже пороодообразующей формой. Необходимо учесть при этом, что птероподы были метатрофными организмами и что, следовательно, для «пропитания» многочисленного животного населения был необходим достаточно изобильный фитопланктон, от которого до нас, однако, не дошло никаких форменных остатков. Это богатство планктоном доманикового бассейна особенно должно быть подчеркнуто, так как данные такого порядка имеют самое непосредственное отношение к основной теме настоящей работы.

4. Итоги

Итак, в результате проделанного анализа мы можем представлять себе доманиковый бассейн в виде относительно глубокого и, вероятно, плоского моря, которое окаймляло с востока крупные континентальные участки по восточной окраине Русской платформы и уходило на неопределенное расстояние в область западной половины уральской геосинклинали. Этот бассейн отличался нормальным гидрологическим режимом, в частности нормальной соленостью и нормальным газовым режимом, чему соответствовала относительно богатая и разнообразная, хотя и неравномерно расселенная фауна, обитавшая на его дне. Особенным богатством должен

был, однако, отличаться планктон, бесчисленные остатки одного из элементов которого (птероподы) насыщают породы. Верхним горизонтам воды бассейна были свойственны, повидимому, энергичные движения в виде течений с неустойчивым руслом; эти течения разносили обломочный материал и обуславливали макрослоистость осадка. С континента, расположенного к западу, доманиковое море получало не только обломочный илистый материал, но и значительные количества химически растворенных продуктов, в частности SiO_2 , обусловившей окремнение доманикового разреза.

Наша задача состоит теперь в том, чтобы указать те стороны описанной обстановки, какие могли обусловить накопление в доманиковых породах органического вещества.

Чтобы сделать наши суждения по этому вопросу более доказательными и обоснованными, необходимо предварительно обратиться к современным морским осадкам и на примере их составить себе представление о том, какие факторы вообще благоприятствуют накоплению органического вещества в осадке.

К сожалению, приходится признать, что вопрос этот до самого последнего времени привлекал к себе очень мало внимания океанографов и геологов, почему относящаяся сюда литература еще крайне не велика. Можно сказать, что мы располагаем пока лишь одной обширной фактической сводкой Р. Trask, посвященной накоплению органического вещества в осадках современных морей (1932), и несколькими специальными статьями (Архангельский и Страхов, 1937; Горшкова, 1936; Раузер-Черноусова, 1935; Grppenberg, 1934), где разбираются более подробно частные бассейны и с этой точки зрения. В связи с такой начальной стадией изучения органического вещества в современных морских осадках естественно, что и теория этого вопроса еще далеко не разработана. Вот почему нам придется в дальнейшем не столько ссылаться на уже установленные закономерности, сколько искать их, анализируя доступный нам фактический материал. Несмотря на очевидную неполноту фактических данных, все же (как это будет видно из дальнейшего) удается уже теперь составить себе в первом приближении некоторое представление о факторах, благоприятствующих накоплению органического вещества в современных морских породах.

Глава VII

ФАКТОРЫ НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СОВРЕМЕННЫХ МОРЯХ И В ДОМАНИКОВОМ БАССЕЙНЕ

Анализируя теоретически вопрос о факторах, которые могут влиять на ход накопления органического вещества в морских бассейнах, мы должны, вообще говоря, считаться с вероятностью того, что здесь проявляет свое действие ряд особенностей среды. Так, прежде всего, несомненную роль должно играть количество поступающего органического вещества в осадок, т. е. развитие донной и в особенности планктонной жизни; там, где она бедна, естественно ожидать минимума органического вещества в осадках, где особенно богата — увеличение погребенной органической массы. Далее, несомненное значение должны иметь условия консервации этого вещества. Последние же зависят: 1) от механических и химических свойств осадка; 2) от быстроты седиментационного процесса; 3) от газового режима бассейна, т. е. оттого, является ли бассейн нормально аэрируемым до дна или же вентилируются лишь его верхние слои, нижние же, придонные, не содержат O_2 и даже заражены сероводородом; 4) от рельефа дна бассейна, который, как известно, влияет на процессы разноса и отложения частиц, взвешенных в воде; 5) наконец, от течений, разносящих обломочный и органогенный материал. Познакомимся ближе с влиянием каждого из перечисленных факторов.

1. Поступление органического вещества в осадок в виде трупов организмов

Влияние количества органического населения в водных бассейнах на накопление органического вещества, вообще говоря, не подлежит сомнению. Тем не менее полезно все же привести конкретные примеры подобного рода, так как они позволяют не только показать влияние продуктивности бассейна, но и более или менее оценить количественно это влияние. Классическим примером того, что богатство органического населения непосредственно влияет на накопление органического вещества в осадке, являются сапропелевые озера и тихие заливы (гафы) на южном побережье Балтийского моря, в которых обилие органического вещества в осадке ставится в непосредственную связь как раз с планктонным цветением бассейнов. В собственно морских бассейнах подобного рода цветений, которые охватывали бы всю площадь бассейна и приводили бы здесь к возникновению осадков сапропелевого типа, в настоящее время не наблюдается. Однако в сильно смягченной, хотя все же отчетливой форме примеры непосредственного влияния планктона на содержание органического вещества имеются.

С этой стороны любопытны прежде всего данные Trask (1932) относительно распределения органического вещества в современных пелагических и прибрежных отложениях. В гл. II (стр. 34) была дана относящаяся сюда таблица. «Количество органического вещества в осадках открытого моря (океанов), — пишет Trask, — очень низкое. Количество азота в типичных пелагических отложениях колеблется от 2 до 13 частей на 10 000, что соответствует от 0.03 до 1.8% органического вещества». Наоборот, «прибрежные (near-shore) отложения содержат много больше органического вещества... Содержание азота в тонкозернистых осадках колеблется от 6 частиц на 10 000 в осадках пролива Davis до 56 в осадках Channel-islands», что соответствует от 0.9 до 7.4% органического вещества. Ширина полосы тонкозернистых гемипелагических осадков, в которых наблюдается обогащение органическим веществом, достигает 100 миль; между 100 и 500 мильми содержание органического вещества быстро падает, и на расстоянии 500 миль оно доходит до того незначительного количества, какое характеризует пелагические илы. Такие соотношения хорошо иллюстрируются линиями сборов к западу от Калифорнийского и Вашингтонского побережий и к югу от Алеутских островов. Местами (как у Перуанского побережья и у Панамского залива) ширина зоны обогащения расширяется против обычной, но образцы, взятые на расстоянии в 1000 миль от берега, по содержанию органического вещества являются типично пелагическими. Так как илстые осадки гемипелагические и пелагические весьма близки по механическому составу и находятся в весьма близких, если не в одинаковых гидрологических условиях (в частности по аэрации), то основная причина различия в органическом веществе должна заключаться в поступлении этого вещества в осадок. Действительно, планктон прибрежных районов моря, как известно, отличается от планктона пелагических участков как раз своим относительным богатством. Это явление, в сущности, легко понятно. Планктон расцветает там, где имеется обилие пищи, в частности азотистых и фосфорнокислых солей, которые лимитируют развитие фитопланктона. Как раз прибрежные области находятся в особо благоприятном положении относительно снабжения их фосфатами и нитратами. Соли эти, во-первых, выбрасываются в море речными потоками с суши; во-вторых, они поступают из глубоких (вообще обогащенных P) придонных горизонтов благодаря сильным волнениям, перемешивающим здесь воду до дна, и особенно благодаря явлению «сгона воды» ветрами, долго дующими с берега. При сгоне поверхностные воды угоняются далеко в открытое море, а на их место поступают воды с глубины (придонные), обогащенные P и N, и эти-то воды и позволяют планктону сильно развиваться.

Р. Trask не ограничился, однако, сопоставлением содержания органического вещества только в пелагических и гемипелагических осадках. Он произвел далее сравнение по азоту различных участков внутри гемипелагических илов и получил при этом весьма любопытную картину. Оказывается, что наиболее богатыми органическим веществом являются: 1) илы по западному побережью Северной Америки, в особенности на калифорнийском участке этого побережья; 2) илы по западному побережью Южной Америки; 3) отдельные илистые участки Гвинейского побережья Африки. Именно к этим районам приурочиваются максимальные значения N. Восточное побережье Северной и Южной Америки, западное побережье Европы, наконец, восточное побережье Азии, наоборот, бедны органическим веществом. Главную причину указанных различий Р. Trask видит в том, что явления сгона воды, служащие одной из основных причин богатства моря планктоном, неодинаково сильно выражены на различных участках побережий и что, в частности, те участки (у Северной и Южной Америки и Африки), где намечается обогащение органического вещества, наиболее подвержены сгонам и потому отличаются повышенным содержанием планктона. Сравнение карты Р. Trask с картой районов наиболее сильных «сгонов» воды, даваемой С. А. Зерновым (1934), указывает, что между ними имеется достаточная согласованность. В связи с этим любопытно отметить, что у Калифорнийского побережья действительно наблюдается периодическое цветение диатомового планктона.

Крайне интересные с этой стороны наблюдения приводятся в заметке «Preliminary statement regarding the diatom „epidemie“ at Copalis-Beach Washington and an analysis of diatom oils», опубликованной в «Economic geology» за 1927 г. (vol. XXII, № 4). Copalis-Beach расположен в 100 км к северу от р. Колумбии и представляет плоское побережье с широкой, медленно погружающейся континентальной площадкой. Цветение диатомей здесь наблюдается весной в апреле — мае при совершенно определенной обстановке. Они происходят в конце дождливого сезона, после сильных штормов с дождем, когда устанавливается ясная погода с ярким солнцем и мягкими ветрами, т. е. как раз тогда, когда предшествующими волнениями вода глубоко перемешана и фосфаты и нитраты придонных слоев поступили наверх. Правильность явления такова, что его оказывается возможным предвидеть.

«На основании изложенных наблюдений, — пишут авторы заметки, — Mc-Millan смог телеграфировать, что условия благоприятствуют цветению (epidemie) в ближайшие два-три дня. В вечер нашего прибытия отдельные (occasional) пятна диатомовых скоплений уже сформировались позади первой линии breakers, и оторочка зеленой диатомовой культуры оказалась на концах волн на бечевнике. В 8 час. утра на следующий день широкие пятна от 100 до 200 ярдов шириной сформировались между первой и второй грядой breakers с промежутками между ними несколько больших размеров, практически лишенными диатомей. Более мелкие скопления в 1 или 2 фута диаметром оказались вне второй линии breakers. Зеленые массы чистой диатомовой культуры были намыты на бечевник волнами и имели максимальную толщину около 3 дюймов. К сожалению, дождь, начавшийся вновь в 10 час. утра, смыл культуру обратно в море, а последовавший за тем шторм прекратил цветение. К счастью, Mc-Millan изучил несколько цветений в 1925 г. и описал одно из них, в течение которого волны намыли непрерывную гряду (ridge) диатомовой культуры до 32 км (some 20 miles) длиной» (стр. 359). В том же 1926 г. 1 мая наблюдалось и другое цветение у Copalis-Beach. «1 мая, — пишут цитируемые авторы, — показались плавающие массы диатомей диаметром около 4 дюймов, с крупными пузырями воздуха в середине. На следующее утро массы от 1 до 2 футов длины и от 4 до 8 дюймов ширины следовали за линией (edge) breakers. Между первыми и вторыми breakers они были представлены широкими пятнами (areas). Breakers были смоляно-черными,

и действие волн было заметно смягчено (hampered) плавающими массами. Гребешки третьих и четвертых breakers казались красными в отраженном свете. На бечевнике массы, выброшенные волнами, достигали часто 3 футов длины и 6 дюймов высоты и прослеживались с промежутками на расстоянии в 12 миль (около 19 км)». В обоих случаях цветение было вызвано сферической диатомеей *Aulacodiscus Kittoni* Arnet.

Таким образом, неодинаковая в различных пунктах обогаченность современных гемипелагических илов органическим веществом дает, как будто, второй пример того влияния, какое оказывает на содержание органического вещества различное поступление его из воды бассейна, т. е. неодинаковая продуктивность последнего.

Помимо современных осадков имеется несколько примеров осадков субфоссильных, т. е. возникших буквально накануне, анализ условий образования которых приводит к выводу, аналогичному только-что изложенному.

Один из наиболее поучительных примеров последнего рода имеется на территории современного Черного моря (Архангельский и Страхов, 1937). Современные глубоководные черноморские отложения, как известно, слагаются тремя типами осадков: серой глиной, переходным илом и известковым илом. Соотношения основных компонентов в этих осадках приведены в табл. 24 (числитель указывает пределы колебаний в значении данного компонента, знаменатель — его среднюю величину).

Таблица 24

№	Название осадка	Терригенный материал	CaCO ₃	С органического вещества
		в процентах		
1	Серная глина . . .	72.23—76.05	13.42—17.82	1.53—2.01
		74.9	15.81	1.74
2	Переходный ил, разность β	60.88—74.04	19.24—30.53	1.70—3.21
		66.8	21.80	2.51
3	Известковый ил . .	18.42—49.85	40.49—72.47	3.25—5.23
		30.28	61.87	4.54

Ниже современных отложений в Черном море располагается горизонт древнечерноморских осадков с существенно иными соотношениями компонентов. Характерной особенностью этих древнечерноморских осадков является резкое возрастание в них содержания органического вещества. Последнее отчетливо видно из данных табл. 25, относящихся к так называемому черному илу, по расположению в пространстве полному аналогу современного известкового ила.

Как видим, содержание органического вещества в черном илу возрастает, по крайней мере втрое против современных черноморских осадков. Чем объясняется это обстоятельство? При истолковании его необходимо иметь в виду, что, как было выяснено нами совместно с А. Д. Архангельским в специальной работе, обстановка седиментации в древнечерноморское время была во всех основных и решающих моментах сходна с обстановкой современного момента. В древнечерноморское время размеры котловины по площади и глубине были те же, что и теперь. Так же точно несомненно существовало уже сероводородное заражение придонной воды. Столь же большое сходство между обоими бассейнами существовало и в ха-

рактуре отложения осадков: прослой серой глины и черного ила здесь занимают те же участки, как серая глина и известковый ил в современный момент. Наконец, измерения микрослоев осадка показывают, что и скорость седиментации в обоих случаях была одного и того же порядка. Таким образом, при сравнении органического вещества современных и древнечерноморских осадков выявляется, что они находятся в идеальных, почти лабораторных условиях, отчетливо показывающих, что решающим фактором, вызвавшим резкое накопление органического вещества в древнечерноморских осадках, является усиленный привнос его в осадок, т. е. в конечном счете усиленное развитие, «цветение» планктона. Но у нас

Т а б л и ц а 25

№ станции	Терригенный материал	CaCO ₃	С органического вещества
	в процентах		
142	64.33	10.27	10.58
145	65.62	14.23	8.65
529	48.24	6.29	20.32
528	51.30	11.92	17.37
498	54.16	21.92	13.53
108	64.10	9.99	12.16
	Среднее . .		13.74

имеются и другие совершенно независимые указания на то, что органическая жизнь (в частности, планктон) в древнечерноморское время действительно была гораздо богаче, чем современная.

Д. М. Раузер-Черноусова (1930) определяла количественное содержание хлорофилла в аналогичных фациях современных и древнечерноморских осадков и нашла, что в последних хлорофилла в пять-девять раз больше, чем в первых. Ясно, что это должно указывать на резко увеличенное по сравнению с современным количество фитопланктона. О том же свидетельствуют неоднократные находки настоящих трепельных прослоев в мелководных древнечерноморских осадках. Очевидно, в то время в мелководной области имели место такие же цветения диатомовых, какие мы уже упоминали с прибрежных участков Калифорнийского побережья. Наконец, о цветении планктона (в частности, уже зоопланктона) говорят бесчисленные скопления эмбриональных раковин моллюсков в глубоководных древнечерноморских осадках, что составляет характерную отличительную черту этих осадков сравнительно с современными глубоководными черноморскими отложениями. Все эти данные достаточно доказывают, что основной причиной обогащения древнечерноморских плов органическим веществом действительно является цветение планктона.

Итак, на основании приведенных примеров, мы можем уже не чисто теоретически, а с фактами в руках утверждать, что продуктивность бассейна действительно является фактором, который влияет положительным образом на содержание органического вещества в осадке. Больше того, мы можем утверждать, что усиленный привнос органического вещества в осадок может вызывать многократное возрастание органической массы последнего и превращать осадки в настоящие сапропелевые образования.¹

Несмотря на совершенно ясные положительные указания относительно роли продуктивности бассейна в накоплении органического вещества в осадках, все-таки было бы совершенно неправильным считать, что всегда и без исключений там, где продуктивность в бассейне больше, и содержание органического вещества в осадке выше. Подобного рода закономерность имеет

¹ При описании восточного побережья Северной Америки Р. Trask неоднократно упоминает о наличии здесь под современными осадками образований, сильно обогащенных органическим веществом, «peats», как он их называет. Весьма вероятно, что и в данном случае основной причиной обогащения служило временное цветение планктона.

место лишь в тех случаях, когда все прочие факторы из перечисленных выше (в начале главы) остаются без перемен. Когда же одновременно с изменением биомассы меняются и остальные факторы, влияние последних может сильно осложнить картину, и может создаться такое положение, когда влияние биомассы делается неуловимым. Чтобы не быть голословным, приведу несколько весьма поучительных с этой точки зрения примеров.

Известно, что содержание планктона в низких и высоких широтах резко неодинаково, в частности в высоких широтах больше, чем в низких. С. А. Зернов (1934) дает следующую таблицу среднего годового содержания планктона на разных широтах (табл. 26).

Таблица 26

	50—40° с. ш. в мае	40—30° с. ш. в июне	30—20° с. ш. в июле	20—10° с. ш.	10—0° с. ш.	0—10° ю. ш.	10—20° ю. ш.	20—30° ю. ш.	30—40° ю. ш.
Количество организмов, найденное в литре	6000	2000	600	500	600	600	500	2000	3000
Вероятное количество в среднем в течение года	3000	1000	600	500	600	—	—	—	—

Таким образом, количество планктона северных морей в пять-восемь раз выше количества его в тропических морях. При таких условиях можно было бы ожидать встретить увеличение количества органического вещества в осадках морей умеренных и северных широт сравнительно с осадками морей тропических. Между тем, по данным Р. Trask, ничего подобного в действительности не наблюдается: осадки северных морей в общем отнюдь не богаче азотом (а значит, и органическим веществом) по сравнению с осадками морей южных. Получается, что изменения продуктивности не влияют ощутительно на содержание органического вещества в осадке. Какие причины приводят к такому положению, пока неясно. Р. Trask почему-то не дал подробного анализа этого интереснейшего обстоятельства, и мы не можем в настоящее время составить себе удовлетворительного представления о существе факторов, вызывающих подобного рода аномалии. Тем не менее факт остается фактом: увеличение биомассы планктона в умеренных и северных широтах не находит себе эквивалентного отражения в осадке.

Другим такого же рода случаем являются соотношения между продуктивностью и органическим веществом в осадке у Ньюфаундлендского побережья Северной Америки, с одной стороны, и Немецкого моря, с другой. Оба участка известны своей большой продуктивностью и являются наиболее богатыми рыболовными участками. Казалось бы, именно здесь можно было ожидать встретить осадки, резко выделяющиеся среди других своим органическим веществом. Но карта Trask и здесь дает обратные результаты; никакого заметного возрастания N в осадке здесь не наблюдается.

Наконец, последний пример. Азовское море, как известно, отличается своим богатейшим планктоном. По данным Усачева (Архангельский и Страхов, 1937), в некоторые месяцы биомасса Азовского моря в 2000 раз превосходит биомассу Черного моря, почему Азовское море и является кормовым садком для черноморских промысловых рыб. По содержанию же органического вещества осадок Азовского моря не отличается заметно от осадков черноморских. Стало-быть, и здесь увеличение биомассы не получает должного отражения в осадке.

Итак, анализируя соотношения между продуктивностью бассейна и содержанием органического вещества в осадке, мы получаем два прямо про-

тивоположных результата. В одних случаях биомасса ясно отражается на осадке, в других такого отражения не видно. Эти противоречия заставляют сделать вывод, что хотя биомасса бассейна и имеет, вообще говоря, влияние на органическое вещество в осадке, однако это влияние не является решающим, но наоборот, при неблагоприятном сочетании прочих факторов может быть не только ослаблено, но даже сведено на-нет. Иными словами, содержание органического вещества в осадке есть равнодействующая между влиянием биомассы бассейна, с одной стороны, и воздействием факторов, участвующих в консервации органического вещества, с другой.

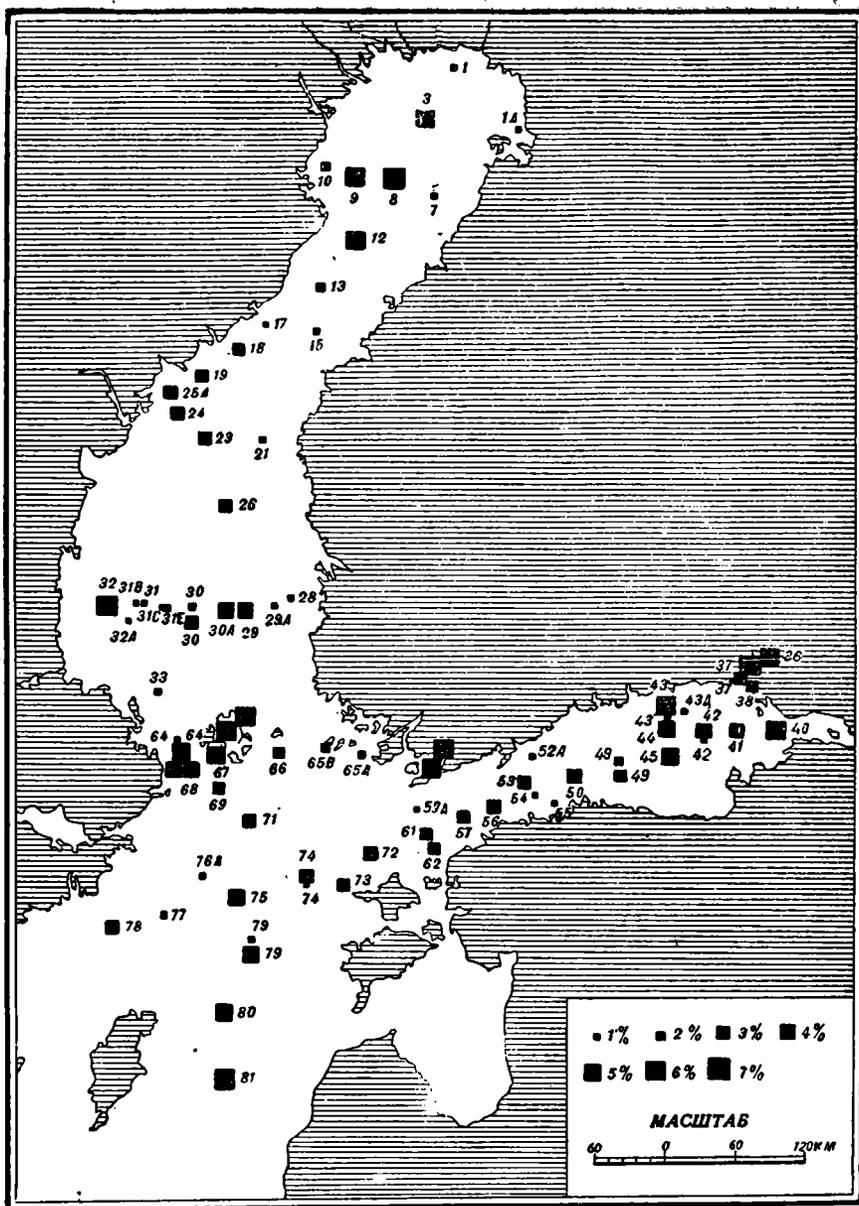
2. Поступление в осадок растворенного в воде органического вещества

Обсуждая влияние органического вещества бассейна на содержание органической массы в осадке, мы касались до сих пор лишь органического вещества в виде живых или мертвых организмов. Помимо такого оформленного, так сказать, органического вещества, в морской воде находится также много органических соединений в растворенном виде, причем едва ли не главным источником этих соединений являются реки, впадающие в бассейн.

Количественные определения как суммы растворенных органических веществ в морской воде, так и приноса их реками пока случайны, не систематичны и не дают цельной картины явления. Тем не менее и имеющиеся цифры весьма интересны. Так, по С. А. Зернову, найдено, что «в воде Кильской бухты содержится в 1 л воды до 13 мг органического углерода, что соответствует 34.7 мг сахара. Для сожжения этого углерода до CO_2 требуется до 37 мг кислорода. Между тем для сожжения всех водорослей, живущих в 1 л, надо только 0.092 мг» (Зернов, 1934). Таким образом, растворенное органическое вещество здесь во много раз превосходит по своей массе оформленное органическое вещество. Нужно иметь в виду, однако, что приведенный пример является исключительным как с количественной стороны, так и по генезису самих растворенных материалов. Это не растворы, принесенные извне, а, главным образом, гидрозолы, получившиеся путем частичной диффузии продуктов фотосинтеза фитопланктона. Однако и в нормальных условиях растворенное органическое вещество, несомненно, играет заметную роль. Что же касается количества органических коллоидов, вносимых в море, то они составляют (по Зернову) в среднем 11% солевого состава, вносимого ежегодно реками, в отдельных же случаях при благоприятных условиях цифра эта, несомненно, значительно повышается.

Таким образом, мы должны считаться с возможностью того, что при некоторых частных условиях накопление органического вещества может оказаться зависящим не столько от биомассы бассейна, сколько от приноса с стороны. Изучение современных бассейнов действительно показывает, что подобная возможность не является пустой гипотезой, но иногда воплощается в живую действительность. Чрезвычайно любопытны с этой точки зрения данные, приводимые S. Gripenberg (1934) в ее монографии, посвященной осадкам Балтийского моря.

Как видно на фиг. 17, осадки Ботнического залива характеризуются нормальным для глинистых илов содержанием органического вещества, чаще всего в 3—4%; иногда же оно подымается до 7%. «Между тем, — пишет S. Gripenberg, — согласно Hessle продукция бентоса во всем Ботническом заливе чрезвычайно бедна, а что касается планктона, то Levander констатирует, что Ботнический залив почти стерилен. Как указание на чрезвычайную бедность планктона в Ботническом заливе может быть отмечено то обстоятельство, что в образце, содержащем 4.4% органического вещества, несмотря на упорные поиски диатомей, последние найдены не были». «Vuch — продолжает цитируемый автор, — видит причину этого (т. е. бедности планктоном) в явственном недостатке (in



Фиг. 17. Карта распределения органического вещества в Балтийском море (по St. Gripenberg).

a marked lack) фосфатов в воде Ботнического залива в целом и особенно в его северной части (Bothnian bay). С другой стороны, содержание аммиака как на поверхности, так в особенности на глубине более высоко, чем где-либо в Балтийском море вообще, и запасы нитратов совершенно достаточны для продуцирования планктона. Vuch предполагает, что происхождение аммиака обязано гумусовому веществу, которое в большом количестве приносится реками из обширных болотных пространств северной Финляндии. Эти гумусовые вещества рано или поздно осаждаются и минерализуются, отдавая часть азота воде. Изучение донных илов под-

крепляет эту гипотезу Buch. Не только процент органического вещества высок сравнительно с бедностью планктона и бентоса, но и состав его показывает скорее континентальное, чем морское происхождение». Дело в том, что «отношение между углеродом и азотом в донных илах Ботнического залива выше, чем где-либо в других частях Балтийского моря, составляя в среднем 11.5 против 10.2 в Финляндском заливе и 9.1 в собственно Балтийском море. Trask нашел среднее содержание C : N равным 8.5, в то время как среднее для почв равно 10, а для торфов много больше. Высокий коэффициент в Ботническом заливе заставляет, таким образом, предполагать сильное влияние наземного гумуса» (Gripenberg, 1934).

Приведенные соображения S. Gripenberg на наш взгляд достаточно убедительны, и мы можем принять, что принос растворенных органических веществ реками в отдельных случаях может заметно сказываться на их накоплении в осадке.

3. Влияние на консервацию органического вещества физических и химических особенностей самого осадка

Обратимся теперь к факторам, благоприятствующим консервации привносимого в осадок органического вещества. Среди них раньше всего следует остановиться на влиянии механического состава и химических свойств осадка, а также на скорости седиментационного процесса, т. е. скорости накопления осадка. P. Trask сопоставил, с одной стороны, механический состав осадка, а с другой, содержание в нем органического вещества, за показатель которого он взял количество азота. Табл. 27 иллюстрирует полученные результаты.

Т а б л и ц а 27

Название породы	Содержание азота в частях на 10 000 частей		
	минимум	среднее	максимум
Пески	3	9	19
Силты (песчаные илы) (silts)	7	19	46
Глины (clays)	23	37	56

Из таблицы следует, что «глины в среднем содержат вдвое больше азота, чем силты, а силты вдвое больше, чем пески. Изменения в содержании органического вещества внутри каждой категории осадков обязано различиям в структуре внутри каждой группы, так как глинистые пески (a silty sands) содержат почти столько же органического вещества, сколько песчаные силты (a sandy silts)» (Trask, 1932).

Таким образом, содержание органического вещества в современных осадках показывает прямую зависимость от мелкозернистости осадка. То же самое отчетливо констатируется и для ископаемых пород, в которых неизменно во всех случаях, где не нарушены первичные черты осадка, наблюдается ясная приуроченность органического вещества к глинам, а не к пескам. Мы можем поэтому принять в качестве общего правила, что чем мелкоземистее обломочная часть осадка, тем более благоприятные условия создаются для консервации органического вещества и, следовательно, обогащения им осадка.

Спрашивается, каковы непосредственные причины благоприятного действия мелкоземистости обломочного материала на консервацию органического вещества? Сам P. Trask не разбирает этого вопроса. Однако ответ на него, по существу, несложен. Решающих причин в данном слу-

чае две. Во-первых, крупнозернистые осадки (пески) отлагаются на таких участках дна, где волнения у дна достаточно сильны и где они поэтому могут вымывать из только-что осевшей порции частиц наиболее легкие и подвижные тонкие фракции и выносить их за пределы данной территории. Поскольку органический детритус принадлежит к числу наиболее легких и подвижных элементов осадка, естественно, что он в первую очередь выносится из песков и застревает здесь в минимальной степени.

Вторая причина неодинакового богатства глин и песков органическим веществом кроется в неодинаковых условиях химической среды осадка. Дело в том, что пески, как более грубозернистая среда, обладают широкими порами, по которым грунтовая вода (т. е. вода, заключенная в осадке) имеет значительные возможности циркуляции и связи с придонной водой. Это определяет достаточную аэрацию осадка и наличие в нем аэробной, стало-быть, окислительной среды, что, естественно, приводит к большим относительным потерям органического вещества в процессе его захоронения. Илистый осадок, наоборот, характеризуется порами такого ничтожного диаметра, что они либо совсем исключают циркуляцию воды в осадке, либо же крайне замедляют ее и сводят лишь к процессам диффузии растворенных в воде веществ. Естественно, что подобный режим приводит к крайне слабой аэрации осадка, т. е. способствует возникновению анаэробной восстановительной среды, предохраняюще действующей на органическое вещество. Иными словами, илистый осадок не только возникает в обстановке, исключаяющей механический вынос из него (волнениями) органического вещества, но вследствие своей мелкоземистости обладает химической средой, благоприятной (по кислородному режиму) для консервации попадающих в него органических соединений. Эти два обстоятельства, помогающие одно другому, и являются, несомненно, основными причинами относительного обогащения глин (и илов) органическим веществом.

Едва ли могут быть сомнения в том, что, помимо механического состава илов, значительную роль играет также химический состав их, в частности их наиболее подвижной коллоидальной части. К сожалению, исследование в этом направлении еще целиком дело будущего, и в настоящее время не может быть и речи о сколько-нибудь подробном анализе этого фактора. Тем не менее некоторые небезинтересные частные случаи влияния химического состава осадка на содержание (и качество) заключающегося в нем органического вещества уже теперь могут быть отмечены.

Крайне любопытно, с этой точки зрения, сопоставление двух типов осадка, возникающих в сходных гидрологических условиях: обычных илов, богатых обломочным материалом, и илов чисто карбонатных. В табл. 28 сведены относящиеся сюда данные.

Из приведенных фактов вытекает отчетливо, что во всех основных категориях современных морских осадков известковые осадки, главную часть которых образует CaCO_3 , неизменно содержат меньше органического вещества, чем терригенные отложения, причем в общем тем меньше, чем более чисты они, т. е. чем ближе подходит их состав к формуле CaCO_3 . Больше того, и качественно органическое вещество в известковых илах отлично от вещества в терригенных илах. Так, P. Trask, производивший предварительное качественное опробование органического вещества в глинистых карбонатных океанических илах, пришел к выводу, что «известковые илы содержат больше масел (oils) и жиров (fats), больше алкогольного экстракта, больше простых органических соединений, растворимых в HCl , но меньше устойчивых комплексов» (1932). («The calcareous ooze contains more oils and fats; a much larger alcohol extract; a greater content of simple organic compound, soluble in HCl ; and a smaller amount of resistant complex»). Вместе с тем при перегонке «известковые осадки Флоридского залива отличаются более высокой отдачей масел, чем клистические осадки» (1932). («The limestone-forming sediments from Florida-

№	Название осадков	Содержание органического вещества в %		
		минимум	максимум	среднее
Пелагические осадки				
1	Глубоководная красная глина	0.18	1.17	0.72
2	Радиоляриевый ил	0.63	0.90	0.72
3	Глобигериновый »	0.09	1.08	0.45
4	Птероподовый »	0.27	0.90	0.54
Гемипелагические осадки				
1	Синий ил (включая разности желтого и красного гемипелагического ила)	0.27	4.86	1.26
2	Зеленый ил	0.63	5.04	2.07
3	Известковый ил	0.36	1.18	0.72
Шельфовые осадки				
1	Пески	0.0	0.3	—
2	Мелководные илы	0.25	2.50	1.24
3	Коралловые »	0.01	0.03	0.02

bay have a much higher efficiency of oil production than do clastic sediments»).

Подобного же рода особенности (в частности, особенности чисто количественного порядка) характеризуют не только современные илы, но и ископаемые породы. Всем известна «чистота» в этом смысле писчего мела, белых плотных и перекристаллизованных известняков палеозоя Русской платформы. Правда, в геосинклинальных областях Урала имеются еще и так называемые битуминозные серые и темные известняки, более или менее сильно пахнущие битумом при ударе. По исследованиям автора получается, однако, что эти битуминозные известняки, во-первых, содержат совершенно ничтожные количества органического углерода (десятые доли процента), а во-вторых, что они обычно более или менее отчетливо глинисты. Эта привходящая часть обломочных пелитов в битуминозных известняках, вероятно, и «ответственна» за их «битуминозность».

Итак, по всей совокупности данных получается ясная картина преимущественной приуроченности органического вещества именно к терригенным пелитовым илам и изначальная бедность им чисто карбонатных илов.

Причины такого явления не вполне ясны. Мне кажется, что основным решающим моментом является здесь то обстоятельство, что терригенные пелиты всегда содержат большее или меньшее количество коллоидных частиц, тогда как в чисто карбонатных илах этот коллоидный материал отсутствует совсем или почти совсем. Если даже в момент осаждения CaCO_3 и выделяется частично в коллоидном состоянии, то, несомненно, эти коллоиды — гели — очень быстро переходят в кристаллическую форму, так как микроскопически порошкообразный кальцит современных морских осадков всегда представляет собой уже агрегат кристаллических (хотя и достаточно мелких) индивидуумов. Между тем роль коллоидов в сохранении органического вещества едва ли может быть отрицаема. Гели неорганические и гели органические взаимно адсорбируются и как бы связывают друг друга, и это предохраняет дополнительно органические вещества от разрушения. В карбонатных илах подобного рода процесс отсут-

ствует; это, на взгляд автора, и является основной причиной относительной их бедности органическими соединениями.

Итак, мы можем считать совершенно доказанным, что механические и химические свойства осадка действительно отчетливо влияют на консервацию в них органического вещества. При этом, чем более мелкозернистым является осадок и чем меньше в нем карбонатов, тем больше шансов у него (*ceteris paribus*) на сохранение органических веществ.

Обратимся теперь к другой стороне вопроса: к скорости, с которой накапливается осадок, и ее влиянию на осадкообразование.

4. Быстрота седиментации и ее влияние на накопление органического вещества в осадках

Влияние быстроты седиментации, как фактора накопления органического вещества, уже отмечалось в литературе, в частности Р. Trask и Д. М. Раузер-Черноусовой (1935). Первый из этих исследователей, однако, не указывает, в чем конкретно сказывается влияние быстроты седиментации. Что же касается Раузер-Черноусовой, то она видит воздействие скорости седиментации в том, что благодаря ей органическое вещество быстрее проходит через окислительную пленку и таким образом менее подвергается разрушению здесь.

Автору представляется, что с таким простым истолкованием воздействия быстроты седиментации на консервацию органического вещества едва ли можно согласиться. В самом деле, посмотрим, какой конкретно механизм приводит к изменению скорости седиментационного процесса.

Известно, что отлагающийся на дне бассейна осадок состоит из трех основных частей: 1) терригенных частиц; 2) минеральных остатков органического происхождения (CaCO_3 , SiO_2 и др.); 3) органического вещества. Изменение быстроты седиментации возможно, очевидно, в двух различных случаях: либо тогда, когда все три компонента при прежних пропорциях поставляются в бассейн в увеличенном количестве, либо же когда заметно возрастает поступление какого-либо одного из них. Уже а priori ясно, что эффект ускорения седиментации в этих случаях едва ли будет одинаковым.

Если ускорение осадкообразования обусловлено лишь увеличением количества осаждающегося материала, пропорции же компонентов внутри его остаются прежними, тогда, очевидно, процесс будет протекать как раз так, как это указывает Раузер-Черноусова. Новые, быстро поступающие дозы осадка будут погребать под собой прежние и, следовательно, будут быстрее переводить их из окислительной зоны в восстановительную, что, конечно, окажет благоприятное действие на сохранение органического вещества в осадке. Легко видеть, однако, что подобного рода случай не может являться сколько-нибудь распространенным в природе. Весьма трудно представить себе, чтобы часто возникала такая обстановка, когда все три независимые друг от друга фактора (терригенный материал, минеральные органические соединения, органическое вещество) возрастали бы или уменьшались одновременно в одинаковой пропорции, одинаковыми темпами. Несомненно, такой случай представляет редчайшее исключение, а не нормальное явление. Следовательно, и та простая схема воздействия скорости седиментации на сохранение органического вещества, какую дает Д. М. Раузер-Черноусова, имеет лишь ничтожное приложение к геологическим процессам.

Значительно сложнее обстоит дело в тех несравненно более распространенных и типичных случаях, когда ускорение или замедление седиментации обуславливается количественным изменением какого-либо одного или двух из основных компонентов осадка, т. е. либо органического вещества, либо минеральных органических частиц (CaCO_3 , SiO_2), либо обломочного материала. Так как выше мы анализировали уже влияние

первого из указанных компонентов, то сейчас мы остановимся лишь на анализе роли минеральных органогенных частиц (CaCO_3 , SiO_2 и др.) и обломочного материала.

В предыдущем было уже отмечено, что увеличение CaCO_3 в осадке является фактором, неблагоприятным для консервации органического вещества. Влияние SiO_2 в органогенной форме (скорлупок диатомей, радиолярий, спикуль губок) не известно; поскольку, однако, это относительно крупные тела, мы можем приравнять их действие к действию песчинок и, следовательно, оценить (по предыдущему) также как фактор неблагоприятный (или по меньшей мере индифферентный). Представим себе теперь конкретную обстановку, какая складывается при возрастающем поступлении в осадок CaCO_3 или SiO_2 , но при неменяющихся количествах обломочных частиц и органического вещества. Ускорение седиментации само по себе будет оказывать положительное действие, поскольку органическое вещество скорее будет попадать из окислительной пленки в восстановительную зону. Но одновременно начнут сказываться и отрицательные действия CaCO_3 и SiO_2 , как среды, менее благоприятной для консервации органического вещества. Кроме того, надобно учесть, что при очень больших количествах дополнительно поступающего CaCO_3 и SiO_2 они начнут, так сказать, разбавлять органическое вещество, понижать его концентрацию в осадке, т. е. реально обеднять его в этом отношении.

Что получится в итоге всех этих противоположных влияний, сказать в общей форме невозможно. В частных же случаях, в зависимости от начального состояния осадка, они могут привести к очень разным последствиям. В одних случаях усиленный принос CaCO_3 или SiO_2 (органогенной, не коллоидной) может сразу же дать отрицательные результаты. В других при начальных медленных темпах повышения скорости седиментации может не обнаружиться ни отрицательного, ни положительного эффекта, но при возрастании темпов определенно выявятся отрицательные результаты. Наконец, в третьей категории случаев вначале (при малом ускорении седиментации) последняя может отозваться даже положительно на консервации органического вещества. Однако впоследствии, при больших значениях ускорения, оно может дать индифферентные и даже отрицательные результаты. Таким образом, когда увеличение скорости седиментационного процесса зависит не от одновременного увеличенного поступления всех трех компонентов осадка, а лишь от увеличения минеральных органогенных частиц, в частности CaCO_3 и SiO_2 , конечный результат оказывается весьма далеким от той простоты и однозначности, которые свойственны ему при первом условии.

Такие же сложные результаты влечет за собой и тот случай, когда скорость седиментации обуславливается изменениями в приносе лишь обломочного, в частности илистого материала.¹ Для наглядности возьмем в качестве исходного чисто карбонатный осадок, который, как мы знаем, содержит в норме незначительные порции органического вещества. При дополнительном поступлении в него илистых терригенных частиц эффект должен быть несомненно положительным: органическое вещество быстрее уходит в восстановительную зону; кроме того, илистый материал вообще более благоприятен для консервации органического вещества, чем карбонатный. Такое благоприятное действие возможно, однако, лишь до определенных пределов. Если обломочных частиц начинает поступать слишком много, их масса начнет сильно разбавлять органическое вещество; концентрация последнего в единице объема породы станет уменьшаться, и в результате скорость седиментации даст не положительный,

¹ Чтобы не усложнять задачу, мы допустим, что увеличение суммы обломочного материала, приносимого на данный участок бассейна, не сопровождается заметным изменением качества его (т. е. укрупнением или измельчением)— случай, несомненно, реальный и частый в природе.

а отрицательный эффект. Иными словами, влияние скорости седиментации на накопление органического вещества в этом случае может быть выражено некоторой кривой, которая вначале идет вверх (процент органического вещества в осадке возрастает), затем дает перегиб и направляется вниз (процент органического вещества в осадке уменьшается).

Итак, анализ различных случаев влияния скорости седиментационного процесса на накопление органического вещества показывает, что дело обстоит здесь гораздо более сложно, чем это принималось некоторыми исследователями, в частности Д. М. Раузер-Черноусовой. Ускорение седиментационного процесса может дать, в зависимости от «начального состояния» осадка и быстроты ускорения, не только положительные результаты в смысле консервации органического вещества, но и результаты отрицательные. И наоборот, замедление осадкообразования в разных случаях может дать не только отрицательные, но и положительные результаты. Конкретный современный пример именно последнего типа мы увидим очень скоро в дальнейшем изложении. Аналогичный пример из геологического прошлого был констатирован автором для верхнепалеозойских битуминозных пород среднего течения р. Юрезани (Страхов и Осипов, 1935).

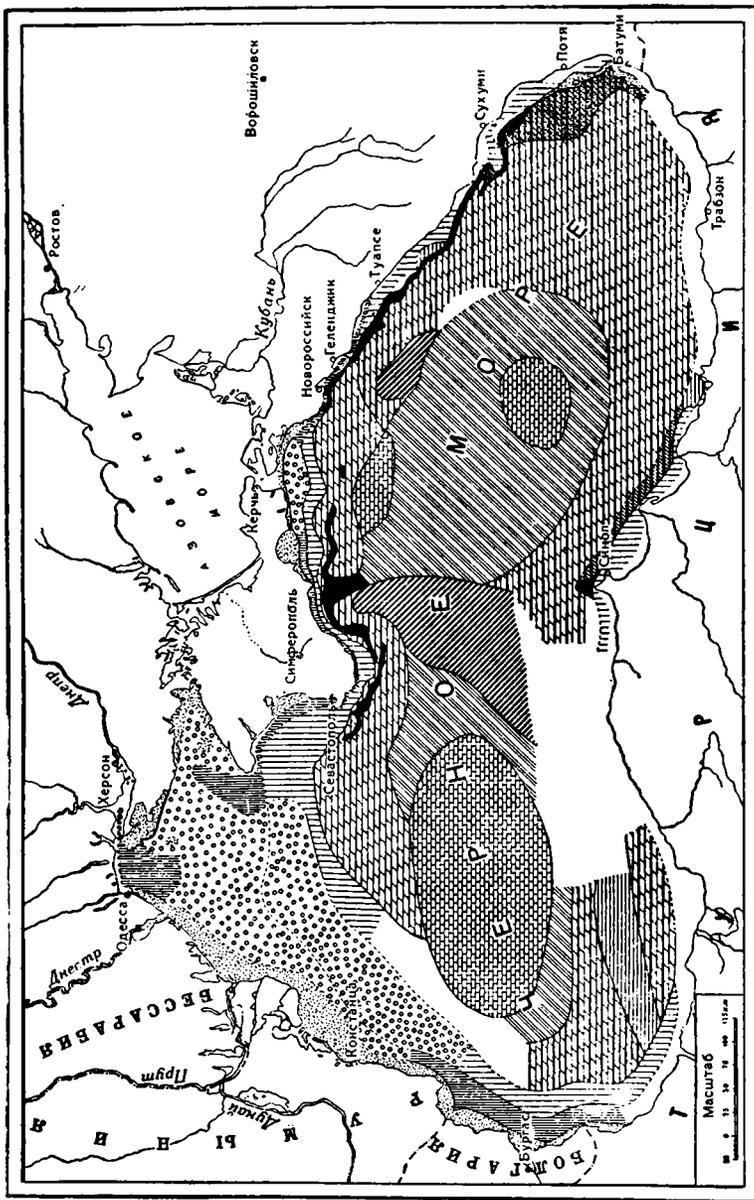
5. Газовый режим бассейна и его влияние на накопление органического вещества в осадке

Среди геологов в последнее время весьма распространен взгляд, по которому крупная роль в процессе накопления органического вещества в осадках приписывается ненормальному газовому режиму бассейна, в частности наличию в придонных слоях воды сероводородного заражения. Основания для признания за этим фактором крупного значения, казалось бы, даются уже а priori. Мы видели, какое большое значение имеет для консервации органического вещества восстановительная среда в осадке. Естественно, что и восстановительной среде в придонных слоях воды невольно хочется по аналогии приписать крупную роль. Общепринятые в настоящее время взгляды на это, повидимому, именно такое заключение по аналогии и имеют своей главной базой. Несмотря на внешнюю правдоподобность вывода, объективный анализ фактов заставляет усомниться в его справедливости. Весьма показателен с этой точки зрения разбор условий накопления органического вещества в современном Черном море, которое собственно и явилось источником распространения упомянутых взглядов.

Сопоставим прежде всего те значения углерода, какие свойственны осадкам морей с нормальным газовым режимом и осадкам Черного моря, т. е. бассейна с сероводородным заражением придонной воды. Поскольку осадки Черного моря по своему типу, несомненно, аналогичны гемипелагическим отложениям океанических пространств (Andrée, 1920), мы должны взять для сравнения с ними данные именно по гемипелагическим осадкам. Результаты получаются чрезвычайно поучительные. Гемипелагические осадки дают цифры углерода от 0.27 до 5.04%; черноморские осадки — от 0.71 до 5.23%. Как видим, пределы колебаний в содержании органического вещества в обоих случаях совершенно одни и те же. Почти та же картина наблюдается и при сопоставлении средних цифр. Так, синий гемипелагический ил (в нормальном море) дает в среднем 1.26% С, зеленый ил—2.07% С. В Черном же море осадки сероводородной зоны показывают в зависимости от фации несколько иные цифры:

Серая глина . . 1.74%
Переходный ил . 2.51
Известковый » . 4.54

Как видим, серая глина по своему органическому веществу не отличается от гемипелагических осадков и среди них занимает среднее место.



Фиг. 18. Карта современных осадков Черного моря.

1 — песок; 2 — ракушечник; 3 — мелкий ил; 4 — фазеолиновый ил; 5 — серая глубоководная глина; 6 — серая глина с прослоями известкового ила; 7 — переходный ил; 8 то же с прослоями серой глины (к южному побережью число их возрастает); 9 — то же с прослоями серой глины и песка; 10 — переходный ил с частыми прослоями серой глины; 11 — известковый ил; 12 — известковый ил с прослоями серой глины; 13 — области отсутствия современных осадков; 14 — государственные границы.

Переходный ил в этом отношении несколько превосходит нормальные гемипелагические илы, а известковый ил уже отчетливо различается от среднего типа их. Следует иметь в виду, однако, что даже эти, как будто ясно обогащенные органическим веществом черноморские илы, полностью соответствуют богатым углеродом разностям нормальных гемипелагических илов. В этом отношении они стоят в одном ряду, например, с илами Калифорнийского побережья и в частности Калифорнийского залива, где, как мы знаем, среднее содержание углерода составляет 4.5%. Таким образом черноморские осадки по среднему содержанию С соответствуют частью обычным илам нормального моря, частью же их более богатым органическими веществами разновидностям. Иными словами, ни по пределам колебания органического углерода, ни по средним значениям его черноморские илы не отличаются сколько-нибудь отчетливо

и резко от гемипелагических осадков моря с нормальным газовым режимом.

Как ни показательно сделанные сопоставления, они все же еще не исчерпывают всех аргументов, которые здесь могут быть приведены. Дело в том, что внутри самого Черноморского бассейна имеются области и с кислородным режимом у дна и с сероводородным заражением. В связи с этим представляется чрезвычайно интересным сопоставить содержание органического вещества в обеих областях и попытаться проверить еще и таким путем влияние сероводородного заражения на накопление органических соединений в осадке.

На фиг. 18 и в табл. 29 воспроизведено содержание органического вещества в различных черноморских осадках.

Таблица 29

№	Название осадков	Содержание органического вещества в %	
		от — до	среднее
1	Мелководный мидиевый ил	0.71—4.97	2.14
2	» фазеолиновый ил	0.62—2.15	1.61
3	Глубоководная серая глина	1.51—2.08	1.74
4	» переходный ил (разность)	1.70—3.27	2.51
5	Глубоководный известковый ил	3.72—5.23	4.54

При изучении этой таблицы бросаются в глаза два обстоятельства, которые на первый взгляд явно противоречат друг другу. Нетрудно видеть, что серая глубоководная глина по содержанию органического вещества совершенно совпадает с фазеолиновым и мидиевым илами; между тем серая глина располагается в области сероводородного заражения, мидиевый же и фазеолиновый илы находятся целиком в кислородной зоне, в особенности мидиевый. Эти данные как будто бы ясно указывают, что сероводородное заражение в глубоководной черноморской котловине не имеет осозаемого влияния на процессы накопления органического вещества в осадке. С другой стороны, переходный и в особенности известковый илы, расположенные в центральных частях сероводородной области, дают ясное возрастание органического вещества в осадке по сравнению с мелководными фациями. Получается, что в данном случае, наоборот, имеется ясное и категорическое указание на то, что сероводородное заражение оказывает прямое влияние на накопление органических соединений в илах. Чтобы разъяснить это противоречие, необходимо несколько ближе познакомиться с механизмом седиментации в Черном море.

Два обстоятельства достаточно отчетливо вскрывают этот механизм: состав черноморских илов и мощность их. Данные о составе приведены в табл. 30.

Таблица 30

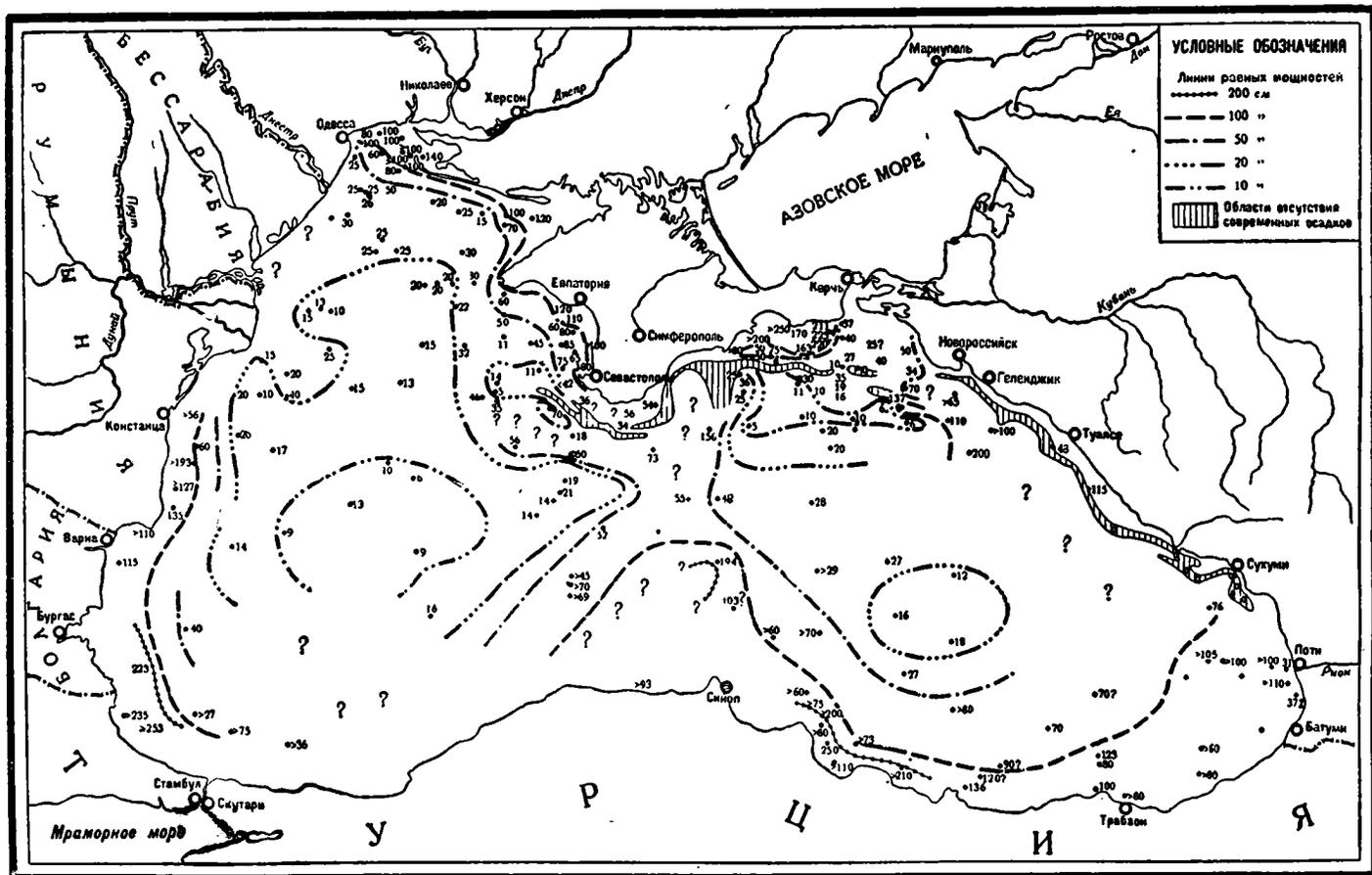
Название осадков	Минеральный нерастворимый остаток	CaCO ₃
	в процентах	
Мидиевый ил	74.11	11.69
Фазеолиновый ил	72.62	20.59
Глубоководная серая глина	74.90	15.81
Переходный ил	66.80	21.80
Известковый ил	30.28	61.87

Как видим, глубоководные осадки отчетливо разбиваются на две группы. В первую входит серая глубоководная глина: соотношения основных компонентов у нее совершенно те же, что и в мелководных илах. Вторую группу образуют переходный и известковый илы; здесь количество обломочного материала явственно понижено, особенно в известковом иле. Таким образом области отложения переходного и известкового илов являются областями с явственно пониженным приносом обломочного материала. Это и естественно, так как районы отложения известкового и переходного илов суть наиболее удаленные от берега моря участки, располагающиеся к тому же в своей подавляющей части в галистатической области, куда принос обломочных частиц наиболее затруднен. Очень интересные результаты получаются также при изучении мощностей осадка (фиг. 19).

Изучая эту карту, легко видеть, что мощность мидиевого и фазеолинового илов в северной половине бассейна, откуда собственно и происходит аналитический материал, колеблется обычно от 60 до 100 см. Лишь в более прибрежных местах она подымается свыше 100 см и доходит до 170 и даже 225 см. Мощность серой глубоководной глины того же порядка. В срединной полосе от Крыма до Анатолийского побережья, где, главным образом, и развита серая глина, цифры мощностей не спускаются ниже 50 см; чаще же они больше 50 см, нередко больше 70 см, а на большей половине площади даже выше 100 см (подымаясь в исключительных случаях до 194 см). На территории переходного ила мощность уже меньше 50 см, колеблясь в пределах 30—45 см, а на площади известкового ила падает даже до 18—9 см. Таким образом оказывается, что и по мощностям серая глина отчетливо примыкает к мелководным илам, тогда как известковый и переходный илы явственно отличаются от них.

В итоге мы получаем следующую любопытную картину. В области серой глины глубоководные осадки имеют тот же состав и ту же мощность, что и мелководные илы. Вместе с тем и содержание органического вещества в них одинаково, несмотря на то, что мелководные илы отлагаются в кислородной зоне, а серая глина—в сероводородной. Переходный и известковый илы характеризуются уменьшенным поступлением обломочного материала и соответственно меньшими мощностями, особенно известковый ил. Одновременно с этим содержание органического вещества здесь не уменьшается, а наоборот, увеличивается и в тем большей степени, чем меньше принос обломочных частиц и меньше мощность осадка. Эти именно соотношения и вскрывают истинный механизм «обогащения» переходного и известкового илов органическим материалом. Оно происходит отнюдь не благодаря увеличенному поступлению органического вещества в осадок (это поступление в глубоководной области везде одно и то же) и не благодаря каким-то особо благоприятным условиям консервации (они в глубоководной области также везде одни и те же), а исключительно потому, что сильно уменьшенная доза обломочных частиц в центральных частях Черноморской котловины менее разбавляет ту же самую порцию органического вещества и таким образом делает ее более весомой в единице объема осадка. Иными словами, основным решающим фактором распределения органического вещества между кислородной и сероводородной зонами в Черном море является не газовый режим, а общий ход седиментационного процесса, и, в частности, скорость седиментации, обусловленная различным в разных частях поступлением обломочных частиц.

Вывод, получающийся из всей совокупности изложенных данных, ясен: сероводородное заражение придонной воды не имеет уловимого влияния на ход накопления органического вещества в бассейне. Иными словами, мы должны строго различать два момента: восстановительные условия в осадке и восстановительные условия в воде над осадком. Первые, как было установлено выше, играют очень крупную роль; вторые не оказывают заметного влияния на ход накопления органического вещества в осадке.



Фиг. 19. Карта мощностей современных осадков Черного моря.

Чем же объясняется эта ничтожная роль восстановительной среды именно в воде бассейна? Мне кажется, что здесь решающую роль играют два обстоятельства. Во-первых, ничтожное количество времени, в течение которого отмершие органические остатки пребывают в нормальном бассейне в кислородной среде. Оно измеряется, с одной стороны, временем падения организма до дна; а с другой, временем, которое необходимо для перехода органического вещества из окислительной пленки осадка в восстановительную. Время падения, вообще говоря, абсолютно ничтожно. Время перехода из окислительной среды в восстановительную больше, но поскольку окислительная пленка в илах даже нормальных бассейнов измеряется обычно немногими сантиметрами, оно, очевидно, тоже очень не велико по сравнению с теми огромными промежутками времени, в течение которых потом пребывает органическое вещество в восстановительной среде. Получается, таким образом, что история fossilизирующегося органического вещества в кислородном и сероводородном бассейнах различается лишь самыми первыми, относительно крайне непродолжительными, моментами. Дальше же и в том и в другом случае условия выравниваются, ибо и в кислородном бассейне под окислительной пленкой органическое вещество встречает ту же восстановительную среду, что и в бассейне сероводородном. Эта крайняя непродолжительность пребывания fossilизирующегося органического вещества в различных условиях, несомненно, и обуславливает то обстоятельство, что восстановительная среда в воде бассейна играет лишь совершенно ничтожную роль в процессе накопления органического вещества в осадке.

Вторым важным нивелирующим фактором является самый характер разложения органического вещества в первые моменты его захоронения. Как известно, разложение это осуществляется бактериальным путем, причем в случае кислородной среды работают, главным образом, бактерии аэробные, в сероводородной же среде они замещаются бактериями анаэробными. Поскольку, однако, эта замена есть замена чисто качественная, а не количественная, то, понятно, она не может отозваться заметно на количестве неразложенного остатка, переходящего в осадок. Порция веществ, уничтоженных в процессе разложения, остается в обоих случаях одного и того же порядка.

Таким образом, крайняя ограниченность времени, в течение которого fossilизирующееся органическое вещество находится под влиянием водной среды бассейна, с одной стороны, и одинаково бактериальный характер начальных стадий разложения органических остатков, с другой,— вот обстоятельства, которые сводят почти на-нет влияние характера придонной воды на накопление органического вещества в осадке.¹

6. Рельеф дна бассейна, течения и их влияние на накопление органического вещества в осадке

Мы разобрали все основные факторы, влияющие непосредственно на ход накопления органического вещества в осадке. Этим, однако, вопрос еще не исчерпывается. Помимо описанных факторов первого порядка, в бассейнах имеются еще факторы второго порядка, которые действуют не столько непосредственно на осадок, сколько через посредство других факторов: это рельеф бассейна и движения воды, в нем происходящие.

Влияние рельефа бассейна указывалось рядом авторов, в последнее время особенно Р. Trask. Последний, анализируя чисто фактические данные, пришел к заключению, что при наличии неровностей дна максимальное количество органического вещества накапливается обычно в кот-

¹ Более подробный анализ этого вопроса см. в работе автора (1937), напечатанной в «Изв. Акад. Наук», серия геологическая, 1937, № 5.

ловинах, западинах; наоборот, поднятия (гребни) среди котловин заключают минимум органических веществ в осадке. То же самое констатирует для Балтийского моря и Stina Grippenberг (1934). Подобного рода влияние рельефа легко понятно, ибо котловины, защищенные от воздействия волнений, являются ловушками для самых тонких частиц органического вещества, вымываемого из мелководья. Кроме того, они являются ловушками и для илистого материала, а последний, мы знаем, особенно благоприятен для консервации органического вещества. Совокупное действие двух этих обстоятельств и делает котловинные части дна бассейнов, вообще говоря, наиболее благоприятными для накопления органического вещества.

Влияние движений воды на процессы накопления органического вещества более многообразно. Прежде всего движения воды, как это устанавливают гидробиологи, оказывают благоприятное действие на развитие фауны в бассейне. «Всякого рода движения воды, — пишет С. А. Зернов (1934), — как то: вертикальные и горизонтальные течения, волны и прибой и пр., играют весьма существенную роль не только в распределении животных и растений, но, что еще важнее, в распределении основных пищевых веществ, необходимых растениям, а через них и животным.

«Работами в Северном море установлено, что планктические растения, населяющие верхние слои воды, испытывают недостаток в азотных и фосфорных соединениях, которые в этих слоях воды находятся в минимуме. Значительные количества нитратов и фосфатов, а также и углекислоты образуются на дне бассейнов вследствие отмирания и гниения животных и растений. Эти столь нужные растениям вещества достигают более поверхностных слоев, где их только и могут утилизировать растения, преимущественно лишь путем восходящих токов и течений или перемешивания воды бурями.

«Точными наблюдениями установлено, что в Кильской бухте осенний максимум планктона образуется в одни дни преимущественно диатомеями, в другие — перидинеями, особенно родом *Ceratium*. Диатомеи требуют большого количества питательных веществ, чем перидинеи. Поэтому в те годы, когда дуют сильные западные и юго-западные ветры, которые для Кильской бухты являются выгонными и, следовательно, поднимающими нижние, богатые питательными веществами слои воды, процветают диатомеи; в годы господства северных и восточных нагонных ветров процветают перидинеи.

«По той же причине богаты растениями, а через них и животными области мирового океана, где имеются подъемы придонных слоев, а также те области, где вообще существует сильная вертикальная циркуляция и сильное перемешивание слоев. Всякого рода перемешивание легче совершается в более мелких местах. Отсюда общее богатство жизнью прибрежной полосы сравнительно с глубинными областями и особое богатство так называемых банок — Доггер-банка в Северном море, Ньюфаундлендская — у берегов Северной Америки, где происходит еще столкновение холодных вод Лабрадорского течения с теплыми водами Гольфштрема и Лофотены, и наше Мурманское мелководье (Каптские банки)..

«Сардиночные промысла у берегов Алжира, богатые рыбные промысла у берегов Омана и Аравии, богатые водной жизнью берега Чили... водяные леса громадных водорослей у западных берегов Патагонии и т. д. — все это обилие обязано своим происхождением подъему нижних вод, имеющему место в этих районах...

«Богатые рыбные промысла имеются и в области столкновения холодных и теплых течений, как, например, у Ньюфаундленда и у берегов Японии. Масса рыбы и богатое водное население Рыбной бухты (Фишбай) на западном берегу Южной Африки под 17° южной широты объясняется подходом с юга холодных вод Бенгальского течения. При столкновении холодных и теплых вод часть населения, конечно, погибает; зато виды,

оставшиеся и специально приспособленные к жизни в таких условиях, получают возможность богатого развития в удобренной воде.

«Таким образом, движение воды, благодаря которому осуществляется перенос основных питательных веществ и кислорода, играет существенную роль в развитии водной жизни. Там, где нет движения или оно слабо, интенсивность жизни значительно падает даже и в поверхностных слоях; так происходит, например, в Саргассовом море — спокойной без определенных течений, так называемой галистатической области внутри большого круговорота северной части Атлантического океана. Планктон, а также и все население Саргассова моря отличаются своей бедностью».

Приведенные слова С. А. Зернова достаточно обрисовывают роль течений и движений воды вообще как фактора, способствующего «цветению» жизни в воде бассейна. Но «цветение» жизни, при благоприятно сложившейся комбинации остальных факторов, как мы знаем, прямо отражается на накоплении органического вещества в осадке. Естественно поэтому, что мы должны приписать положительную роль в этом направлении и самим движениям воды, хотя проявиться в полной мере это влияние может и не всегда, а лишь при подходящем сочетании с прочими факторами.

Для нашей работы вышеприведенные данные С. А. Зернова представляют несомненный интерес еще и в другом отношении, а именно потому, что они позволяют нам понять генезис богатого планктона доманикового бассейна. В предыдущем мы установили, по совершенно разным и независимым друг от друга признакам, что доманиковое море отличалось в верхних частях подвижной водой и богатым планктоном. Из данных акад. Зернова выходит, что в этом случае имеется не случайное совпадение двух явлений, но причинно-обусловленная связь их между собой: подвижная вода как раз и обусловила богатство планктоном. Естественно, что обнаружение внутренней связи между двумя ранее независимо выведенными чертами биологии моря может лишь подчеркнуть правильность принятой реконструкции.

Во влиянии течений на процессы накопления органического вещества в осадке имеется, однако, еще и другая важная сторона. Мы должны иметь в виду, что именно движения воды являются тем механизмом, который распределяет по дну бассейна взмученный в воде обломочный материал. Течения из одних мест уносят этот материал, в других усиленно накапливают его, тем самым ускоряя седиментацию в одних точках, замедляя ее в других. Совершенно очевидно на основании предыдущего, что тем самым течения влияют косвенно и на процесс накопления органического вещества в осадке. Блестящим примером подобного рода воздействия является работа черноморских течений в срединной полосе Черного моря (от Крыма к Малоазиатскому побережью). Вынося в эту область массу обломочного материала из прибрежной области, они ускоряют здесь седиментацию, поддерживая быстроту ее на том же уровне, что и в области мелководных илов. В результате этот район глубоководной черноморской котловины характеризуется уменьшенным процентным содержанием органического вещества в единице объема осадка против того, что имеется в других ее участках.

Таковы весьма сложные и многообразные влияния, которые определяют содержание органического вещества в морском осадке. Попробуем теперь приложить полученные сведения к истолкованию тех конкретных причин, которые обусловили накопление органического вещества в доманиковом бассейне.

7. Факторы накопления органического вещества в доманиковом бассейне

Анализируя в свете изложенных данных физикогеографическую обстановку доманикового бассейна, нетрудно видеть, что она была в общем очень благоприятна для накопления органического вещества. Действительно, доманиковые осадки были илистыми и, за исключением случаев чисто известковых илов, всегда заключали глинистый материал, по большей части в умеренных дозах (мергеля). Среда же глинистого осадка, как мы только-что видели, является наиболее благоприятной для консервации органического вещества. Далее, в доманиковый бассейн, помимо обломочного материала, вносилась еще коллоидная кремниевая кислота, гели которой первично распределялись в осадке, вероятно, более или менее равномерно. Примесь же коллоидных гелей, как мы знаем, есть также обстоятельство, благоприятствующее сохранению и накоплению органического вещества, ибо гели по своей консистенции замедляют циркуляцию вод в осадке и способствуют возникновению в нем восстановительной среды. Таким образом оказывается, что доманиковые осадки как среда, консервирующая органическое вещество, действительно отличались весьма благоприятными показателями. Этого, однако, мало.

Как было выяснено в предыдущей главе, верхним горизонтам воды доманикового моря был, несомненно, свойственен довольно богатый планктон, бесчисленные остатки которого в виде раковин птеропод часто насыщают породу. Это обстоятельство означает, что и поступление органического вещества в осадок доманикового бассейна должно было быть повышенным. Следовательно, доманиковое море было благоприятно для накопления органического вещества и потому, что обладало очень подходящей средой, консервирующей органические материалы, и потому, что само поступление органических веществ в осадок из воды, несомненно, было повышенным. Именно в этом сочетании повышенного поступления органического вещества в осадок с очень благоприятными условиями его консервации и нужно, на взгляд автора, видеть причину обогащения доманикового горизонта органическими соединениями.

Как ни естественным кажется предыдущее заключение, все же оно не объясняет еще всех случаев накопления органических веществ внутри доманикового моря. С изложенной выше точки зрения легко понять относительную обогаченность органическим веществом «нормальной» фации доманика. Помимо нее, однако, имеются случаи, когда органическое вещество накапливается до стадии горючих сланцев, как, например, у Куш-Елги, Ташкыскана, Аши и в меньшей степени на Реузьяке и Симе. Узкая локализация этих участков заставляет предполагать, что в данном случае действовали не только отмеченные выше факторы, общие всему бассейну, но и какие-то местные, специфические, приуроченные только к данным участкам. Обсуждая вопрос о природе этих факторов, необходимо рассмотреть отдельно каждый из перечисленных выше случаев.

Наиболее ясно, по мнению автора, обстоит дело с ташкысканским и куш-елганским участками. Как видно на фиг. 2 и 16, обе эти линзы горючих сланцев приурочены к предустьевым частям потоков, выносивших в доманиковый бассейн терригенный материал и коллоиды кремниевой кислоты. Нужно думать, что и повышенное накопление органического вещества в конце концов зависело от своеобразных условий предустьевого пространства. Дело в том, что континентальные воды, помимо всех прочих продуктов, выносят еще, как мы видели, фосфаты и нитраты, необходимые для произрастания фитопланктона. Таким образом, вблизи устьевых частей рек создаются благоприятные условия для расцвета планктонных форм. Кроме того, по данным гидробиологов, смешение пресной и соленой воды не сразу и не всегда создает губительную обстановку для планктонных форм, как это безоговорочно принимается обычно геологами. Наоборот,

в первых стадиях смешения «подсолонение» пресной воды и «опреснение» морской даже стимулируют расцвет планктона.

Наконец, следует иметь в виду, что река, кроме минеральных солей, выносит и растворенное органическое вещество, причем, как показывает пример Ботнического залива, иногда в ощутительных количествах. Все эти факторы вместе или какие-то из них в комбинации и обусловили, повидимому, накопление сапропелевого материала в предустьевых частях ташкысканского и куш-елгинского речных потоков, превращенного потом, в процессе диагенеза, в пласты горючих сланцев.

Менее определенно обстоит дело с горючими сланцами рр. Аши и Реузяка, ибо пространственные соотношения этих образований с другими фациями в данном случае не ясны. Судя по тому, что ашинские сланцы в горизонтальном направлении частично замещаются глинами, можно догадываться, что они аналогично предыдущим двум случаям приурочены к предустьевым частям и, значит, генетически эквивалентны ташкысканским и куш-елгинским. Что касается реузякских сланцев, залегающих среди «нормальных» пород доманиковой фации, то мы указывали уже в гл. III на вероятность того, что они представляют как бы «хвосты» (т. е. наиболее отодвинутую в открытое море часть) горючесланцевой линзы, вполне аналогичной предустьевым линзам других участков. Это соображение показывает, что и реузякские сланцы, по имеющимся пока данным, могут еще быть рассматриваемы как члены «предустьевого типа».

Иначе обстоит дело со сланцами р. Сима. Здесь битуминозные породы ассоциируются уже не с глинистыми сланцами, а с известняками, среди которых они образуют незначительную линзу. При таких условиях уже невозможно сопоставлять их с разобранными выше сланцами предустьевых частей. Это — образование удаленных от берега частей моря. Источником усиленного приноса органического материала было либо местное цветение планктона, либо, что автору кажется более вероятным, местное скопление донной альговой растительности. Как указывалось в гл. III, фауна горючих сланцев с р. Сима отлична от фауны горючих сланцев остальных районов: в ней много брахиопод и иглокожих, в частности криноидей. Таким образом, в эпоху накопления осадка этот район представлял собой участок, покрытый богатой криноидной зарослью с многочисленными раковинными остатками, т. е. ситуацию, вполне благоприятную для произрастания водорослей. Вероятно, именно эта растительность и обусловила то незначительное в общем обогащение пород органическим веществом, какое фактически здесь наблюдается. Если все это так, то симские битуминозные породы представляют уже обособленный своеобразный тип, аналогичный описанному ранее автором «абдулинскому типу» верхнекарбонных сланцев с нижнего течения р. Юре-зани (Страхов, 1934).

В итоге оказывается, что причины накопления органического вещества в породах доманикового горизонта достаточно разнообразны. Слабое общее обогащение доманиковых пород органическим веществом имеет своей причиной: 1) общие благоприятные условия консервации органического вещества в породах (глинистая основа осадка, поступление коллоидной SiO_2); 2) повышенное содержание в воде планктона, обусловленное подвижностью верхних горизонтов воды бассейна (течения). Накопление горючесланцевых линз ташкысканской, куш-елгинской, а также, повидимому, ашинской и реузякской обязано специфическим условиям предустьевых частей бассейна, где эти линзы отлагались, а именно: приносом реками питательных материалов и растворенного органического вещества, а также общему стимулирующему влиянию опреснения на развитие планктона. В результате совокупного влияния этих причин в предустьевых частях количество планктона было особо повышено, что и создавало линзы сапропелевых илов, давших горючие сланцы. Наконец, накопление бедных органическим веществом и своеобраз-

разных симских горючих сланцев было, повидимому, результатом развития донной макрофлоры среди ракушечникового и криноидного мелководного, но удаленного от берега участка.

Глава VIII

МЕСТО ДОМАНИКОВОЙ ФАЦИИ В РЯДУ ДРУГИХ ФАЦИЙ ЖИВЕТСКОГО И ФРАНСКОГО ЯРУСОВ ЮЖНОГО УРАЛА. ОЧЕРК ИСТОРИИ ЭТИХ ЭПОХ

До сих пор мы занимались изучением доманиковой фации как таковой, вне связи с фациями и историей предшествующего и непосредственно следующего моментов. Между тем для исчерпывающего представления об этой оригинальной фации необходимо сопоставить ее с фациями подошвы и кровли с тем, чтобы таким путем уловить особенность момента формирования доманиковых пород в общей истории среднего и верхнего девона Южного Урала.

Непосредственной подошвой доманиковых пород являются нижний «переходный» или «поддоманиковый» горизонт франского яруса и подстилающие их породы яруса живетского. Не ставя себе задачей подробного и исчерпывающего описания этих горизонтов, познакомимся все же в общих чертах с их литологическими и фаунистическими особенностями.

1. Общая характеристика отложений живетского яруса (D_2^2) изученного района

Рассмотрение подошвы доманикового горизонта удобнее начать с живетских известняков.

Уже давно было признано (Наливкин, 1926), что живетские известняки являются на изучаемой нами территории самыми древними девонскими морскими осадками. Однако истинный характер их соотношения с подошвой, равно как и фациальные изменения в различных участках территории, выяснились лишь в самое последнее время благодаря работам, главным образом, Львова и Олли (1935), подтвержденным частично дальнейшими исследованиями В. Н. Крестовникова, А. К. Белоусова и Г. П. Романова.

Этими исследователями было показано прежде всего, что живетские породы западного склона Южного Урала располагаются повсеместно непосредственно на нижнесилурийской ашинской свите, отделяясь от нее поверхностью размыва; во-вторых, что сами живетские породы не везде на западном склоне развиты с одинаковой полнотой и мощностью.

«При рассмотрении палеонтологически охарактеризованных отложений, покрывающих ашинскую свиту, — пишут Львов и Олли, — оказывается, что в различных пунктах на нее налегают различные по возрасту горизонты. Около дер. Вязовой в стенке железнодорожной выемки отчетливо видно, как на размытую поверхность зелено-серых песчаников налегают тонкослоистые известняки с многочисленными *Leperditia* и другими остракодами¹...» «В районе Усть-Катавского завода (западнее) остракодовые известняки уже отсутствуют и аркозовые песчаники ашинской свиты здесь непосредственно покрываются толстослоистыми светлыми известняками живетского яруса с фавозитами и пентамерами. Эти известняки в свою очередь имеют здесь значительно меньшую мощность (около 4 м), чем в разрезе у ст. Вязовой, где они залегают в кровле остракодовых известняков. Еще далее на запад, в системе р. Аши, возле дер. Ивановки, известняки среднего девона выклиниваются совершенно, и на ашинскую свиту непосредственно ложатся отложения франского яруса.

¹ В сводной таблице, приложенной к статье, Львов и Олли относят горизонт *Leperditia* к D_2^1 . Однако для этого, как справедливо указывает Белоусов, нет никаких данных; гораздо вероятнее, что это D_2^2 .

«Такое закономерное выпадение нижнего горизонта, палеонтологически охарактеризованного девона, по направлению с востока на запад, мы наблюдаем и на р. Белой и частью на р. Иззере».

Смысл описанной стратиграфической картины совершенно ясен. Мы имеем дело с отчетливой трансгрессией живетского моря с востока на запад, причем за живетское время море частью успело перекрыть весь западный склон Урала, продвинувшись на платформу, частично же (в системе Кара-тау) еще не перекрыло его, оставив на месте Кара-тау и Уфимского плато (?) некоторый континентальный массив (фиг. 20).

Представляется интересным познакомиться несколько ближе с характером отложений живетского бассейна. К сожалению, наблюдения автора касались исключительно южной части, к югу от системы Кара-тау, почему в дальнейшем характеризуются живетские породы именно этого района. Впрочем, по устному сообщению В. Н. Крестовникова, живетские породы района Новосерпеевки, Усть-Катава и других участков имеют много сходного с породами южной части, почему наша характеристика в значительной мере может быть распространена на весь район.

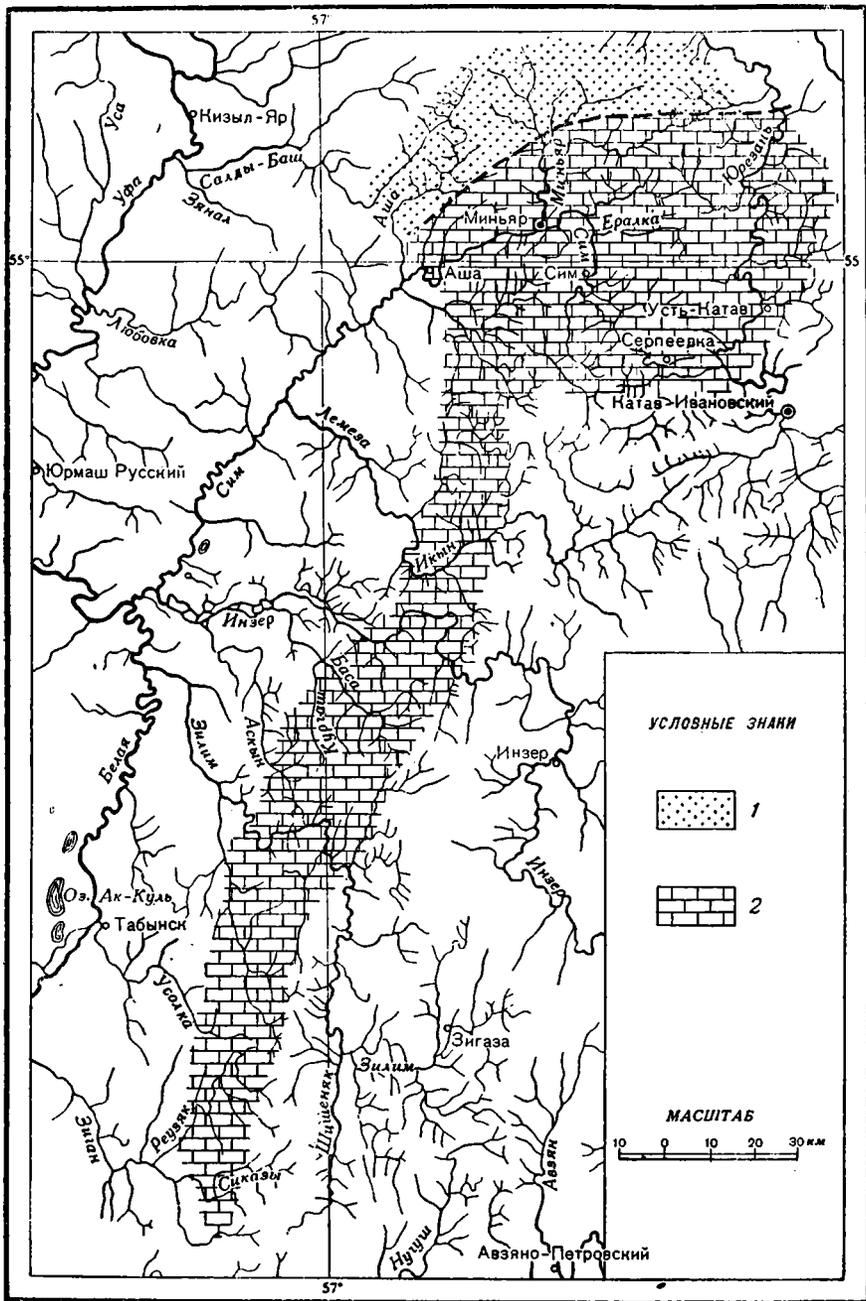
Живетские породы Южного Урала очень однообразны и с некоторыми вариациями повторяются решительно во всех разрезах.

Макроскопически это темносерые, плотные, массивные известняки, более или менее перекристаллизованные. Фауна очень обильна и разбросана по всей толще, но обычно скучивается в линзообразные прослои, разделенные пластинами без макроскопически заметных фаунистических остатков. Среди последних наиболее обильными оказываются кораллы и строматопоры, слагающие главную массу органогенных прослоев, затем брахиоподы, криноидеи, остракоды, очень редко птероподы. Как видим, состав ее совершенно отличен от фауны известняков доманиковой фации. Совершенно отличен и литологический тип известняков: это настоящие органогенные известняки. По преобладающей роли отдельных организмов среди них можно выделить коралловые (фавозитовые), строматопоровые, криноидные, брахиоподово-криноидные известняки.

Коралловые известняки состоят из бесчисленных колоний *Favosites goldfussi*, то огромных, лепешкообразных (свыше 50 см в диаметре), то мелких, шаровидных, в 5—8 см, местами сильно сближенных, местами отодвинутых друг от друга. К колониям *Favosites* подмешиваются нередко одиночные и колониальные *Cyathophyllum*, мшанки и строматопоры в виде округлых, концентрически слоистых шаров; раковины брахиопод, наоборот, редки. Пространство между фавозитовыми колониями заполнено обычно гораздо более темными по цвету, иногда слегка битуминозными криноидными или же детритусовыми известняками. Характерно, что фавозитовые полипники встречаются в разрезе известняков не только в нормальном, но и в положении опрокинутом и вообще во всевозможных положениях.

Строматопоровые известняки представляют, так сказать, лишь местную фацию коралловых и возникают в тех случаях, когда среди коралловых известняков строматопор становится очень много и они начинают играть главную роль. Строматопоровые известняки слагают прослой до 5—10 см в толщину и до 15—20 см в длину. На обмытых водой поверхностях береговых откосов превосходно видно строение таких прослоев и их состав из отдельных причудливо волнисто-слоистых строматопоровых колоний.

Известняки брахиоподовые наиболее часто встречаются в верхних частях разреза и представляют ракушечники из массивных пентамерид, залегающих тесно, кучками. Что же касается криноидных известняков, то они, как уже указывалось, являются чаще всего цементирующим элементом в коралловых и брахиоподовых известняках, но иногда образуют и самостоятельные прослои.



Фиг. 20. Фации живетского яруса (D_2^2).

1 — зона отсутствия достоверных пород D_2^2 ; 2 — известняки.

Микроскопическое изучение живетских пород не дает чего-либо существенно нового. Оно показывает лишь, что даже те прослои, которые макроскопически не обнаруживают фаунистических остатков, в действительности также являются органогенно-обломочными, но только микродетритусовыми (таблица чертежей IX, см. в конце). Цемент, спаивающий органические обломки как в этой, так и в других разностях, не всегда ясно раскристаллизован, часто микрзернистый (порошкообразный). Бросается в глаза отсутствие, как правило, окремнения, а также чистота известняков в смысле наличия обломочных частиц. Чтобы уточнить этот вопрос, для нескольких образцов живетских известняков были сделаны химические анализы по типу анализов для доманиковых пород (табл. 31).

Таблица 31

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества	Примечание
			CaCO ₃	MgCO ₃		
			в процентах			
1	р. Аскын	0.33	97.78	0.73	0.35	Для анализа взяты криноидные и микродетритусовые известняки
2	р. Куш.-Елга	0.46	95.96	0.69	0.28	
3	р. Реузяк	0.60	95.76	0.56	0.79	

Как видим, содержание обломочных частиц совершенно ничтожно и не превосходит 1%. Что касается количества органического вещества, то оно не типично для известняков в целом, ибо анализировались как раз темные пахнущие битумом участки; в других, светлых, количество С, конечно, будет во много раз меньше.

Изложенные особенности живетских известняков не оставляют сомнений в том, что перед нами типично мелководная, настоящая рифовая фаация совершенно нормального моря. Это обстоятельство чрезвычайно важно для более углубленного понимания некоторых палеогеографических вопросов. Мы видели выше, что живетское море, придя с востока, в некоторых частях (к югу от Кара-тау) успело перекрыть западный склон, в других же (хр. Кара-тау) не перекрыло его полностью, почему частью в области самого хребта, частью на Уфимском плато еще уцелел некоторый континентальный район. Необычайная чистота известняков показывает, что это была весьма низменная, пенепленизированная страна, которая почти не эродировалась и потому давала такое ничтожное количество обломочных частиц. Если это так, то отнюдь не исключено, что и в других местах, например западнее рифовой полосы в области рр. Зилима и Зигана, располагался такой же низменный пенепленизированный район, отдаленный предшественник континентального массива доманиковой эпохи.

Обратимся к более высокому горизонту, нижней части франского яруса, непосредственно подстилающей доманиковый горизонт.

2. Поддоманиковый горизонт франского яруса Южного Урала

На фиг. 5 и 21 изображены фации этого горизонта. Как видим, в отличие от среднедевонских, они не однородны и показывают значительную изменчивость. В общем могут быть выделены четыре участка, каждый из которых имеет свои индивидуальные особенности.

По направлению с юга на север, между рр. Зиганом и Аскыном, выделяется прежде всего район, в котором поддоманиковый горизонт слагается

целиком известняками [от 5 до 12 (?) м мощностью], залегающими на живетских совершенно согласно и также согласно перекрываемыми доманиковым горизонтом. Далее к северу, от Басы в направлении к рр. Миньяру и Ералке, протягивается второй район. Маломощный на крайнем юге, поддоманиковый горизонт на севере участка значительно возрастает, достигая в разрезе р. Сима 52 (?) м. Одновременно с этим нижняя часть горизонта хотя и сохраняет согласное залегание на живетских известняках, но переходит уже в песчаную фацию, среди которой местами (р. Баса) наблюдаются и глины.

К востоку от второго района, в верховьях р. Сима и в среднем течении р. Юрезани, располагается третий участок. Характерную особенность его составляет, во-первых, то, что породы поддоманикового горизонта D_3^1 лежат здесь на размытой поверхности живетских известняков, переходя иногда даже на подстилающую последние ашинскую свиту; а во-вторых, что в составе нижней песчаной части поддоманикового горизонта появляются, кроме обломочных пород, еще бокситы и железорудные пласты. Последний, четвертый район, лежит к северо-западу от второго, в хр. Кара-тау. Здесь живетские известняки исчезают совсем, и поддоманиковый горизонт располагается прямо на ашинской свите. В составе нижней обломочной части его также наблюдаются железные руды, но без бокситов.¹ Прежде чем обсуждать причины, вызвавшие описанные изменения фаций поддоманикового горизонта сравнительно с фациями живетского яруса, познакомимся несколько ближе с самими отложениями начала франского века. К сожалению, из большого, как видим, разнообразия фаций поддоманикового горизонта D_3^1 автору удалось подробнее ознакомиться лишь с некоторыми. Описание их начнем с карбонатных пород.

Карбонатные породы. На юге (Аскын, рр. Баса, Инзер, Реузяк, Сиказы) среди них можно выделить две разности: 1) афанитовые серые и зеленоватые известняки, залегающие повсеместно непосредственно под доманиковым горизонтом; 2) темносерые, иногда пятнистые перекристаллизованные известняки, переслаивающиеся с песчаниками на рр. Басе и Инзере.

Первая разность известняков представляет плотную серую или (чаще) явственно зеленовато-серую неслоистую породу, при расколе дающую острые края и углы (отчего производит впечатление кремнистой). Местами (на Реузяке) замечаются перекристаллизованные участки. Остатки фауны обычно отсутствуют, но в некоторых пунктах (Реузяк), наоборот, к этому горизонту приурочены многочисленные очень хорошо сохранившиеся (неплющенные) раковины *Liorhynchus*, *Orthis*, *Orthoceras*, гониатитов, *Buchiola*. Очень характерны для этого типа известняков весьма многочисленные и крупные (1—3.5 мм) пятна и зерна пирита. Последний часто разлагается и прокрашивает породу в бурый цвет (пятна).

Микроскопически основная масса породы представляет порошкообразный кальцит, с зернами обычно около 0.001 мм, проходящий первые стадии перекристаллизации. Последняя выражается в появлении многочисленных, но очень мелких (0.02—0.03 мм) зерен неправильных очертаний. Местами они вытесняют полностью порошкообразную разность и образуют в пределах шлифа крупные полностью раскристаллизованные участки. На фоне этой основной массы разбросаны стилиоли и мелко перетертые, иногда весьма многочисленные, иногда же немногие обрывки брахиопод, криноидей, головоногих, пелеципод (характерные разрезы ребристой раковины *Buchiola*), остракод. В некоторых случаях несомненные органические остатки перекристаллизованы и превращены в светлые

¹ Последнее не вполне достоверно, так как поддоманиковый горизонт четвертого района с этой точки зрения изучен очень неполно.

крупно- и среднекристаллические резко обособленные от окружающей массы участки. Помимо остатков организмов, в шлифе встречаются многочисленные черно-бурые точки, шарики и пятнышки лимонита (прежде несомненно FeS_2), размером 0.02—0.03 мм, а местами эти точки и возникающие из слияния их пленки замещают участки перекристаллизованных обломков организмов. В некоторых шлифах обнаружены характерные квадраты пирита.

Вторая разность отличается от первой в двух отношениях: во-первых, своей перекристаллизованностью, а во-вторых, богатством и разнообразием остатков организмов. Здесь встречены обломки криноидей, морских звезд, брахиопод, мшанок, кораллов, фораминифер, остракод, птеропод, наконец, возможно головоногих, т. е. всех, в сущности, классов морских известей выделяющих организмов. При этом наибольшее значение имеют обломки криноидей, которые насыщают породу и встречаются во множестве в поле зрения в любом участке шлифа. Остальные организмы играют роль более или менее заметной примеси. Следует обратить внимание на чрезвычайно незначительную роль птеропод, которые здесь весьма далеки от того совершенно исключительного господства, какое им свойственно в породах доманикового горизонта. Таким образом, перед нами существенно иной комплекс форм или биоценоз, который следовало бы назвать сообществом криноидей. К этому надлежит прибавить, что количество органических остатков в породе необычайно велико и что они, несомненно, составляют большую, подавляющую часть известняка. Следовательно, известняки второй разности — настоящие органогенно-обломочные породы, возникшие вследствие скопления обломков криноидей и прочей с ними жившей фауны. Обломки обычно мелко перетерты, чаще всего до размеров 0.2—0.6 мм или до 1—2 мм. Сохранность их того же характера, что и в предыдущей разности. Цемент обычно перекристаллизован и образует бесформенные светлые пятна кристаллического кальцита или же приобретает местами ступковую структуру. Из интересных особенностей породы можно отметить наличие (в отдельных шлифах) единичных зерен глауконита.

Что касается более северных районов, то здесь известняки поддоманикового горизонта изучены еще очень плохо. Отметим две особенности, свойственные здесь этим известнякам: 1) их нередко значительную доломитизацию и перекристаллизованность, в связи с чем остатки организмов здесь встречаются реже; 2) наличие среди них прослоев, обогащенных брахиоподами (особенно из рода *Atrypa*) и местами кораллами и строматопорами.

Песчаники. На юге, откуда происходят изученные автором образцы (рр. Баса, Инзер, Кургашла), песчаники представляют плотную, светлорыжевую, пятнистую, неравнозернистую породу, с зерном обычно весьма мелким. Микроскопическое изучение обнаруживает поразительную монотонность минералогического состава: порода оказывается состоящей лишь из кварца и обломочков кварцита, сцементированных крайне скудным количеством кальцита. Размеры зерен варьируют от 0.52 до 0.6 мм в одних шлифах и 0.03 до 1.5 мм в других. Внешний вид зерен также разнообразен. В мелких фракциях зерна всегда остроугольны; в более крупных хотя и угловаты, но углы округлены, смягчены; многие зерна хорошо окатаны. К этим угловатым и окатанным присоединяется еще большое число зерен идеально округлых или эллипсоидальных, весьма схожих с теми, какие наблюдаются в эоловых песках. Внутри кварцевых зерен (крупных) часты включения тонких кристалликов апатита и черного палочковидного рудного минерала. Органические остатки нацело отсутствуют. Как указывалось выше, цемент известковый, обычно перекристаллизованный, причем в более крупнозернистых разностях он присутствует еще в заметных количествах, в мелкозернистых же только в совсем подчиненном количестве; все зерна здесь тесно прижаты друг

к другу, оставляя ничтожные просветы. Химические определения типичного образца мелкозернистого песчаника дали 97.22% нерастворимого остатка (при 1.19% SiO_2 , перешедшей в раствор, 0.25% CaCO_3 и 3.04% MgCO_3).

Севернее, в системе Кара-тау (от р. Аши до верховьев Сима и Юрезани), песчаники исследовались Белоусовым и Романовым (1936). Судя по их описанию, песчаники здесь характеризуются сходными чертами. Отличием является лишь наличие ясных следов окремнения, а также подмеси железных и бокситовых бобовин и оолитов.

Помимо песчаников, в состав поддоманикового горизонта входят, как известно, еще глинистые сланцы как в южной, так и в северной частях района. К сожалению, эти породы почти не затронуты исследованием. На юге, в бассейне р. Басы, они представляют собой породу, чрезвычайно сходную с глинистыми сланцами доманикового горизонта и отличающуюся от них, главным образом, пониженным содержанием органического вещества. На севере в системе Кара-тау характер глинистых образований не изучен.

Что касается бокситов и железных руд Катавского и Каратауского районов, то первые представляют собой своеобразные диаспоршамозитовые оолитовые и бобовые образования, вторые же — довольно типичные руды гематито-шамозитового типа. Подробные описания их даны А. К. Белоусовым (1936) и Г. П. Романовым (1936), почему на более подробной характеристике мы не останавливаемся. Заметим лишь, что, судя по петрографическим особенностям руд, они представляют собою типичные мелководные (едва ли не прибрежные) образования, как это вообще свойственно оолитовым рудам гематито-шамозито-сидеритового типа.

Таковы породы поддоманикового горизонта. Как видим, они значительно отличны от живетских пород. С одной стороны, мы наблюдаем здесь широкое развитие, особенно в самых низах «поддоманикового» горизонта, обломочных и частью химических осадков; с другой, типичные рифовые фации исчезают, хотя общий совершенно мелководный характер осадконакопления остается. При этом хотя в большинстве случаев описываемые осадки располагаются на подлежащих породах согласно, имеется (на северо-востоке каратауской зоны) район, где в основании D_3^1 находится поверхность размыва.

Смысл перечисленных особенностей совершенно ясен. Очевидно, на границе живетского и франского веков где-то в области западного склона Южного Урала происходят поднятия, в результате которых и начинается поступление обломочного материала. Судя по тому, что пески приурочены лишь к северной половине нашего участка, в южной же отсутствуют, надо думать, что поднятия были где-то к северу от нашего района. При этом, по всей вероятности, мы имеем дело не с одним, но по крайней мере с двумя независимыми центрами движений: одним где-то в области Кара-тау и к северо-западу от него, на Уфимском плато, другим — на северо-востоке, в зоне, примыкающей к области размыва на контакте $D_2^2 - D_3^1$. Вероятность существования этих двух центров вытекает из того, что бокситовые и железные руды, теснейшим образом связанные с выносом материала с континентов, предполагаются двумя разъединенными полосами. Это обстоятельство, конечно, понятно лишь при предположении, что и необходимые для их возникновения растворы Al_2O_3 и Fe_2O_3 подавались из двух независимых источников: с запада — от Кара-тау и с востока, или, может быть, с северо-востока из уральской геосинклинали.

Описанные поднятия на границе живетского и франского веков были несомненно непродолжительны и уже скоро сменились обратными движениями. Доказательством этого положения является тот факт, что

песчаная и бокситовая фации приурочены лишь к самым нижним частям поддоманикового горизонта, тогда как верхняя часть его слагается уже известняками, выше нами охарактеризованными. Таким образом, в конце поддоманиковой эпохи вновь имеют место условия, близкие к живетским. Опять повсеместно на западном конце Южного Урала накапливаются мелководные частью детритусовые известняки. Отличием является лишь то, что известняки появляются теперь и в каратаусской зоне, т. е. здесь близкие участки суши как бы исчезают. В действительности они могли быть в ближайшем соседстве, как и в живетский век, но только по причине своего низменного рельефа не доставляли в сколько-нибудь заметной форме обломочного материала.

Посмотрим теперь, что нового дает доманиковая эпоха с ее своеобразной доманиковой фацией, а также непосредственно следующее за доманиковым время.

3. Доманиковый век и его особенности по сравнению с предшествующей эпохой

Две черты отличают доманиковую фацию от фаций непосредственно предшествующей эпохи.

Доманиковая фация характеризуется прежде всего значительным содержанием обломочного материала, в частности пелита, причем, в отличие от самого начала франской эпохи, главная масса пелита отлагается уже не в каратаусской зоне, а непосредственно к югу от нее, в особенности в районе от р. Аскына на севере до р. Тереклы на юге.

Эта особенность делает очевидным, что отложение доманиковой фации совпало по времени с новыми движениями и новыми поднятиями в соседних участках и, в частности, области, располагающейся прямо на запад от нашего района.

Одновременно с этим на востоке уже в пределах изученного района по всей видимости шли процессы противоположного характера. В самом деле, судя по фауне и, в частности, по отсутствию криноидей, мшанок, строматопор, кораллов, столь изобильных в живетскую эпоху и отчасти даже в начале франского века, доманиковая фация представляет собой относительно более глубоководную фацию, нежели осадки живетского и раннефранского веков, фацию во всяком случае нижней части шельфа, а может быть, и верхней половины континентального уступа. Это именно и заставляет принимать для восточной половины западного склона Урала в пределах исследованной области движения в сторону погружений. В итоге оказывается, что движения доманиковой эпохи отличались значительной сложностью: параллельно несколько вздымавшемуся западному участку с востока шел несколько более углубившийся район, где и располагалась доманиковая фация. Единственным исключением в этой области была, повидимому, площадь известняковых осадков в бассейнах рр. Сима и Миньяра.¹

Весьма большой интерес представляет вопрос о том, как конкретно представлять себе это поднятие юго-западного центра? Было ли это действительно воздымание некоторого нового участка из-под уровня моря, или же это было лишь некоторое омоложение рельефа ранее существовавшей, но пенепленизированной суши? Непосредственных данных для решения этого вопроса не имеется. Однако если мы учтем все особенности палеогеографии доманиковой эпохи, данные в предшествующих главах, в частности вероятное наличие русел крупных

¹ А. К. Белоусов в неопубликованной работе следующим образом характеризует кубовидные слои этого района, в значительной средней части своей отвечающие доманиковому горизонту. Кубовидные слои «представлены в бассейне р. Ая, Юрезани и верховьев Сима исключительно известняками, в большинстве случаев светлосерыми, иногда розовыми, слабо глинистыми, переполненными строматопорами: *Clathrodic-*

водотоков, выбрасывавших обломочный материал в доманиковый бассейн, то станет совершенно очевидным, что о сформировании на юго-западе совершенно нового крупного континентального района не может быть и речи. Палеогеография доманикового времени говорит скорее о том, что поднятие юго-западного центра было лишь омоложением и, может быть, незначительным расширением на восток центра, уже прежде существовавшего и потому выработавшего развитую речную сеть. Если в осадках более ранних моментов (живетский и раннефранский века) этот центр не чувствуется, то, как мы уже говорили, это происходит не потому, что его не существовало, но потому, с одной стороны, что его граница (берег) была несколько отодвинута на запад, а с другой, что сам участок был сильно пенеппенизирован и потому обломочного материала не доставлял.

4. Кровля доманикового горизонта

Как видно на фиг. 22, кровля доманиковой фации повсеместно образована известняками, чистыми или доломитизированными. Однако литологический и фаунистический облик этих известняков, с одной стороны, и их мощности, с другой, сильно разнятся, что и позволяет для осадков кровли выделить несколько районов с разной физикогеографической обстановкой.

Весьма любопытен с этой точки зрения прежде всего район р. Аскына. По данным Г. И. Теодоровича (1935) здесь располагается мощная до 100 м толща чистых известняков, в которой могут быть выделены три горизонта:

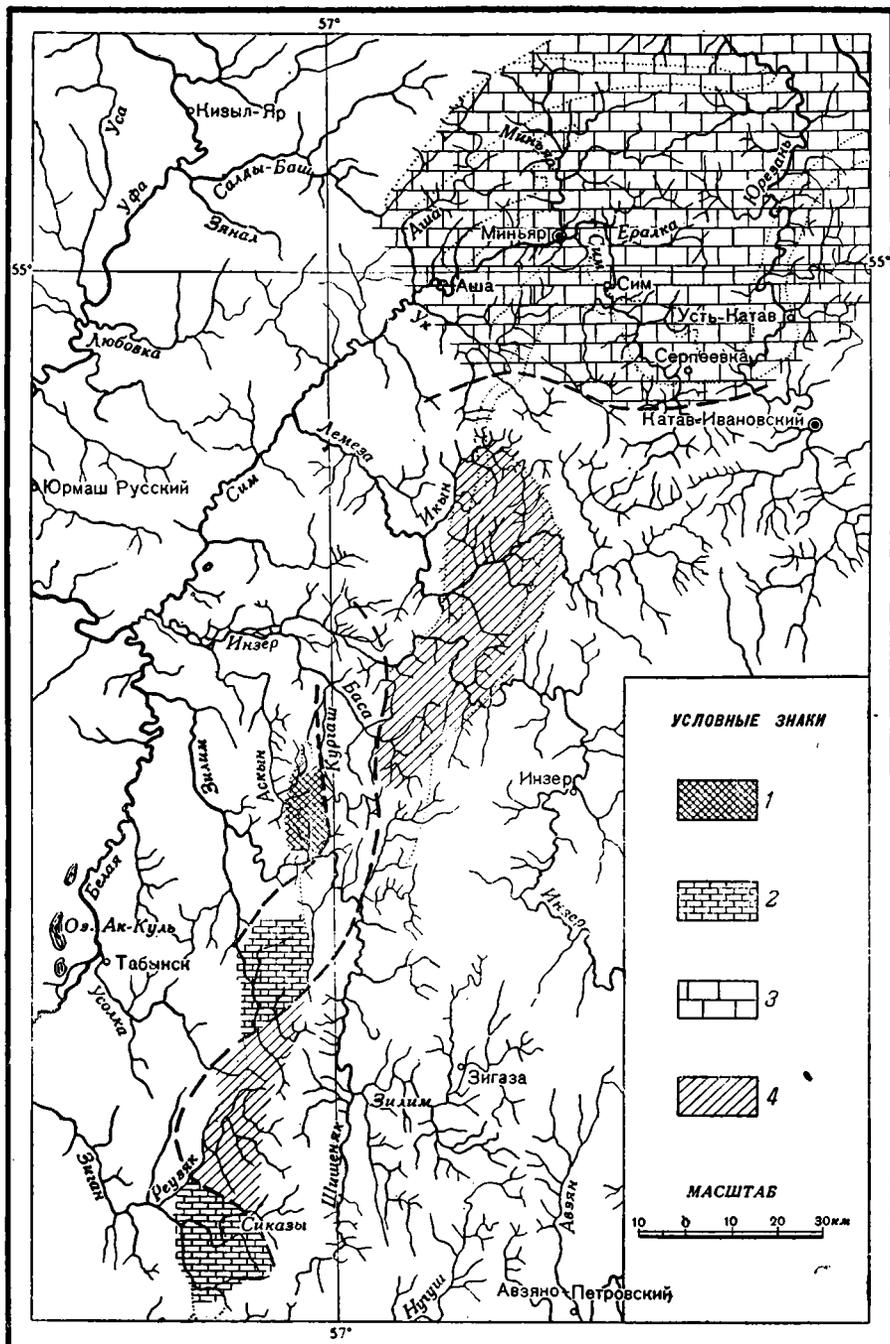
«А. Беловатые, светлосероватые и светлосерые известняки с многочисленными брахиоподами и члениками криноидей (брахиоподовые и брахиоподово-криноидные известняки) мощностью около 50 м. В известняках этих встречаются: *Rhynchonella* cf. *pugnus* Mart., *Rh. triaequalis* Gos., *Rh.* sp., *Pentamerus* sp., *Spinifer* cf. *pachyrhynchus* Verh., *Sp. sp.*, *Athyris concentrica* Vuch., *Ath.* cf. *Bayeti* Rig. и др.

«В. Светлый коралловый известняк, переполненный характерными для франского яруса *Cyathophyllum minus*, с небольшими прослоями брахиоподового известняка; мощность 6—7 м. В прослоях брахиоподового известняка встречаются: *Rhynchonella acuminata* var. *platyloba* Sow., *A. Rh. acuminata* var. *mesogonia* Phil., *Pentamerus* cf. *galeatus* Tschern., cf. *globus* Tschern., массовые скопления *Atrypa Duboisi* Verh. (атриповый известняк), *Atr.* ex. gr. *reticularis* Lin., *Atr. kaddielniae* Gür. *Atr.* sp.

«С. Светлосероватые... известняки с брахиоподами и члениками криноидей, местами с кораллами — около 30 м. В известняках найдены: *Rhynchonella acuminata* var. *typica* Mart., *Atrypa Duboisi* Verh., *Atr.* aff. *Duboisi* Verh., *Atr.* ex. gr. *reticularis* L., *Atr.* sp., *Pentamerus*, *Stromatoporidae*, *Avicula* sp.»

Микроскопическая картина известняков Аскына весьма изменчива. В подавляющем большинстве случаев это органогенно-обломочные (криноидные, брахиоподово-криноидные, мшанковые, коралловые, строматопоровые) известняки, в разной степени перекристаллизованные с

tyon cf. *Jakovlewi* Riab., *Stromatopora* sp., близкая к *Str. concentrica* Goldf., *Stromatopora* sp., близкая к *Str. glychensis* Rjab. Другая разновидность известняков этого горизонта имеет темносерый цвет, иногда совершенно лишена ископаемых, часто же содержит много брахиопод, вместе с которыми находятся строматопоры. Обе фации развиты преимущественно в бассейнах Юрезани, Катава и верхнего течения р. Сима. На р. Ай около пос. Айлино, Новой Пристани они замещаются темносерыми известняками, переполненными *Amphipora patokensis* Rjab. Указанное распределение фаций не является строго выдержанным. Строматопоровые известняки наблюдаются и в районе селения Айлино, так же как амфиопоровые известняки встречаются на р. Катаве. Изредка в известняках нижнего горизонта франского яруса прослеживаются прослойки кремня, сами известняки часто доломитизированы». С некоторыми поправками на большую доломитизацию эта характеристика приложима и к более западным участкам каратаусской зоны.



Фиг. 22. Фации надманникового горизонта (D_1^c).

1 — брахиоподово-коралловые известняки (рифовая фация); 2 — брахиоподово-коралловые доломитизированные известняки (переходная фация); 3 — то же, что предыдущее; включают горизонт бокситовых руд; 4 — штероподово-гониматитовые известняки.

цементом, то порошкообразным, то кристаллическим. Среди карбонатной массы обломочный материал, равно как и органическое вещество, не улавливаются совсем, и лишь в нижней части разреза кровли встречены отдельные трещинки, заполненные асфальтоподобными прожилочками. Представление о большой чистоте известняков подтверждается и химическими анализами нескольких проб (для анализа брались куски цемента из брахиоподовых, коралловых и прочих разновидностей), приведенными в табл. 32.

Таблица 32

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества
			CaCO ₃	MgCO ₃	
в процентах					
	р. Аскыи				
1	обр. 17	—	98.52	0.57	0.55
2	» 11	0.47	98.67	0.75	0.20
3	» 25	0.41	96.93	1.51	0.32
4	» 26	0.12	97.89	1.57	0.08
5	» 27	0.20	97.52	1.78	0.05

Как видим, известняки Аскына действительно представляют чистые карбонатные образования, к тому же совершенно недоломитизированные. Учитывая органогенно-обломочную природу известняков, мы в праве думать, что исходным осадком для них были образования типа современных ракушечников, местами осложненные небольшими участками коралловых и строматопоровых рифов.

Как показано на фиг. 22, восточнее аскынского рифоподобного ракушечникового известняка по рр. Тереклы, Зилиму с одной стороны и по р. Сиказы с другой тянется полоса известняков же значительно отличного состава. Характерную черту этой полосы составляет прежде всего то, что мощность известняков здесь убывает, на Сиказы до 50 м, на Тереклы до 20—30 м, а во-вторых, что в самом составе карбонатной толщи наблюдается резкое уменьшение собственно раковинных прослоев и возрастание частью немых доломитизированных разностей, частью известняков со скудной фауной. В качестве наиболее полного разреза подобного рода можно привести разрез на р. Сиказы.

В этом разрезе непосредственно над домаником располагаются:

1. Известняки светлосерые, искристые, песчаниковидные, доломитизированные, внизу почти немые или содержащие лишь криноидей и остракод, вверху с несколько более богатой фауной. Местами замечаются поры, выполненные чаще всего кальцитом, иногда же асфальтитоподобным веществом. Мощность около 40—35 м.

2. Светлые белые, относительно рыхлые известняки, крупнокристаллические, переполненные фауной. В составе последней на первом месте — криноидей, мелкие и крупные, битком набивающие породу. Далее, огромные количества брахиопод, *Atrypa*, *Rhynchonella* и т. д., наконец, одиночные кораллы, как червяки пронизывающие породу. На самом верху располагается весьма своеобразный брахиоподовый ракушечник из *Atrypa* и *Athyris* с подмесью некоторых других групп.

Аналогичные разрезы, но только с еще более подчиненным значением ракушечниковых разностей, имеются и на рр. Тереклы, Зилиме.

Микроскопическая структура раковинных разностей остается той же органогенно-обломочной, какая наблюдалась в предыдущем типе. Микро-

структура и состав немых или более бедных органическими остатками известняков иная.

Сообразно с тем, что количество органических остатков здесь резко уменьшено, подавляющую массу породы составляет уже порошкообразный или сгустковой структуры кальцит, среди которого располагаются многочисленные, отчетливо ограниченные зерна доломита. Количество последних и их соотношение с кальцитовой частью сильно варьирует от таких случаев, где преобладает сгустковый или порошкообразный кальцит, до таких, где главная масса — доломит. Органические остатки обычно сильно разрушены и представлены преимущественно криноидеями, остракодами и птероподами. Появление этих последних представляет особенный интерес, так как они позволяют связать известняки Аскына с известняками описываемого ниже птероподово-гониятитового типа.

Что касается общего химического состава известняков второй полосы, то он иллюстрируется табл. 33.

Таблица 33

№	Местонахождение образца	Минеральный нерастворимый остаток	Карбонаты		С органического вещества
			CaCO ₃	MgCO ₃	
в п р о ц е н т а х					
1	р. Тереклы . . .	1.63	94.59	1.12	0.05
2	» » . . .	1.15	74.58	21.64	Нет
3	р. Сиказы . . .	0.00	95.53	1.94	0.30
4	» » . . .	0.32	96.95	1.47	0.28
5	» » . . .	2.27	84.08	10.78	0.08

Как видим, известняки второй полосы столь же чисты в смысле обломочного материала и органического вещества, как и известняки Аскына, но доломитизированность в них выражена гораздо резче.

Третья полоса известняков следует еще восточнее второй и располагается с одной стороны по рр. Инзеру, Басе, Лемезе и их притокам, с другой по рр. Реузяку и Усолке. Отличительную черту этих участков составляет то, что карбонатные породы (которые здесь, как и во второй зоне, частью значительно доломитизированы) содержат еще меньше донных организмов, чем во второй зоне. В частности брахиоподовые и коралловые раковинные разности здесь совершенно отсутствуют, и из макрофауны сколько-нибудь обильны лишь гониятиты и птероподы. Таким образом, в третьей зоне известняки от типичных кораллово-брахиоподовых рифоподобных, как на Аскыне, переходят в гониятитово-птероподовые. Макро- и микроскопически породы этой полосы не всегда одинаковы, почему мы и остановимся кратко на их характеристике.

Наиболее распространены светлосерые (то более, то менее темные) и белые плотные известняки с признаками перекристаллизации, сильно трещиноватые. Трещины, как и в доманиковом горизонте, прихотливых очертаний и заполнены в одних случаях асфальтитом, в других кальцитом. Внизу на контакте с доманиковым горизонтом проявления асфальтированности сильнее, сверху же сильно ослабевают, а в вышележащих своеобразных узловатых известняках фаменского яруса исчезают совсем. Характерную черту породы составляет редкость макроскопически заметной фауны; встречаются лишь гониятиты (*Tornoceras*, *Manticoceras*) и наутилоидеи. Другая особенность — отсутствие макроскопических следов окремнения. Микроскопически главную массу породы составляет микрозернистый кальцит, среди которого располагаются пятна кристаллического CaCO₃,

состоящего из зерен по большей части неправильных очертаний, без ясных границ и с большим количеством заключенных в них зернышек порошкообразного карбоната. Местами среди этой неясно кристаллической и порошкообразной массы располагаются гнезда, прожилки и отдельные зерна с ясными и хорошо видимыми очертаниями составляющих их кристаллов. На фоне описанного цемента выделяются многочисленные остатки птеропод *Styliolina* и *Tentaculites*, обычно сильно разрушенные и превращенные в порошкообразный кальцит часто с едва уловимыми очертаниями. Из некарбонатных элементов встречаются лишь шарики FeS_2 , пятна лимонита и единичные зерна кварца.

Вторую разность, встреченную лишь в разрезе Кургашлы, образует белый, перекристаллизованный сахаровидный «искристый» известняк, состоящий, как показывает микроскопическое исследование, из сплошной мозаики кристаллов неправильной формы, размерами от 0.05 до 0.5—0.8 мм. Характерной чертой этой разности является полное отсутствие всяких (и макро- и микроскопических) остатков фауны, что, несомненно, представляет целиком вторичное явление и связано с полной перекристаллизацией пород, аналогичных только-что описанной первой разности.

В двух местах, на р. В. Кургашле и на р. Усолке, среди пород доломитизированной кровли располагается новая (третья) разность: доломитизированные известняки. Это плотная песчаниковидная порода, серого и желто-бурого цвета, без органических остатков. Характерны многочисленные «слезки», видимые на расколе, и округлые пустоты, до 1 см в диаметре, выполненные прозрачным «стекловидным» кристаллическим $CaCO_3$. Микроскопически строение породы то же, что и у предыдущей разности, т. е. нацело перекристаллизованное, но только кристаллы мельче и часто представляют хорошо ограниченные ромбоэдри. Много лимонита, который либо замещает шарики FeS_2 , либо лежит в виде пигмента на разграничительных поверхностях кристаллов. Всякие следы органических остатков отсутствуют.

Химический состав известняков приведен в табл. 34.

Таблица 34

№	Местонахождение образца	Минеральный нераствори- мый остаток	Карбонаты		С органи- ческого вещества	Примечание
			$CaCO_3$	$MgCO_3$		
в п р о ц е н т а х						
1	р. Реузяк . . .	0.99	95.53	2.46	0.49	Нормальный известняк Перекристаллизованный известняк
2	р. Б. Кургашля	1.80	95.44	2.34	0.16	
3	» » »	2.06	56.96	39.41	Следы	Доломитизированный известняк Нормальный известняк
4	р. Инзер р. Усолка	1.33	93.38	0.82	»	
5	глуб. 156 м . .	2.53	77.59	17.18	—	Доломитизированный известняк
6	» 165 м . .	1.47	95.45	1.76	—	

Последний, четвертый район занимает систему Кара-тау в широком смысле слова. Конкретные разрезы франского яруса в различных пунктах этого участка уже были приведены в предыдущем (в гл. I), и потому мы повторять их здесь не будем. Отметим только, что по общему характеру разрез этот напоминает разрез второй из южных полос, т. е. состоит из чистых и доломитизированных известняков, по большей части немых,

среди которых встречаются, однако, прослой, переполненные брахиоподовой, а иногда и брахиоподово-коралловой фауной. Особенностью Каратаусского района является то, что: 1) мощность карбонатной кровли здесь очень велика (>100 м) и 2) внутри этой кровли наблюдаются следы перерыва. Последнее обстоятельство хорошо видно на сводном разрезе D_3^1 , заимствованном из работы Белоусова (фиг. 4). Его выражением является новая бокситоносная толща (орловская), располагающаяся на размытой поверхности известняков, на значительном вертикальном расстоянии от доманикового горизонта.

Спрашивается, о какой физикогеографической обстановке говорят описанные только-что факты? При решении этого вопроса, первое, что необходимо отметить, это необычайную чистоту известняковой кровли доманика, лишенного обломочного материала. Как следует из довольно многочисленных анализов, приведенных на предыдущих страницах, количество минерального нерастворимого остатка колеблется от десятых долей до 2%, т. е. практически принос обломочного материала отсутствует. Это обстоятельство имеет чрезвычайно крупный интерес. Оно показывает, что те поднятия, которые питали доманиковый бассейн пелитовым материалом, теперь либо сивеллировались до совершенного пенеппена, либо же погрузились под уровень моря, что весьма вероятно. Во всяком случае никаких следов их мы не обнаруживаем.

Любопытно, что одновременно с ликвидацией западных поднятий в области отложения самой доманиковой фации никаких значительных перемен, повидимому, не произошло: как и в доманиковое время, здесь отлагались осадки более глубоководные, чем в районе непосредственно к западу от них. Подтверждением этому может служить та картина распределения фаций внутри известняковой толщи, какая была обрисована выше. В самом деле, если мы сравним гониатитово-птероподовую фацию наддоманикового горизонта с нормальной разностью доманиковой фации, то легко увидим, что главнейшим различием между ними является наличие пелитового (и обусловленного им битуминозного) материала в доманике и отсутствие его в наддоманиковом известняке. Состав же фауны в обоих случаях в существенных чертах совершенно одинаков (гониатиты, птероподы). Это именно обстоятельство и заставляет думать, что условия отложения птероподово-гониатитовых известняков аналогичны условиям отложения доманика, т. е. иными словами, что это были относительно глубоководные осадки франского бассейна. Наоборот, если мы обратимся к брахиоподово-коралловым известнякам р. Аскына, то их мелководная природа станет совершенно очевидной. Промежуточная полоса известняков, в которой кораллово-брахиоподовые прослой играют подчиненную роль, должна быть, очевидно, переходной по своей глубине. Если все эти соображения верны (а иное толкование в данном случае дать трудно), то становится ясным, что одновременно с тем, как на западе ликвидировались поднятия, на востоке общая топография морского дна не претерпевала существенных изменений. Иными словами, мы можем рассматривать последоманиковый век как эпоху трансгрессии относительно доманикового времени.

* * *

Описанная картина позволяет по-иному, чем до сих пор, подойти к оценке специфических особенностей доманикового времени в общем ходе живетской и франской истории западного склона Южного Урала. Как известно из выдержки, приведенной в гл. VI, А. Д. Архангельский считает специфической особенностью доманика то обстоятельство, что он характеризует максимум трансгрессии на западном склоне Урала. Хотя этот взгляд и получил в настоящее время значительное распространение, все же материалы, изложенные в настоящей главе, показывают, что такое толкование не соответствует действительности. Максимум трансгрессии

наступает лишь в последоманиковый век. Доманиковое же время совпадает с эпохой колебательных движений западного склона Урала вообще и, в частности, совпадает с поднятиями участков к западу от области современного расположения доманиковых пород.

6. Эпиконтинентальная природа доманиковой фации западного склона Южного Урала

Предыдущим достаточно определяется место доманиковой фации в ряду других фаций западного склона Южного Урала. Однако изложенным вопрос все же не исчерпывается.

В последнее время делаются попытки выделить среди осадочных образований не только различные генетические фациальные типы (морские шельфовые, гемипелагические и т. д.), но и распознать среди них типы пород, связанные в своем генезисе с основными структурными единицами земной коры, в первую очередь с геосинклинальными и платформенными районами. Так, например, флишевые толщи, мощные внутриформационные конгломераты, яшмовые и кремнистые толщи среди эффузивных пород рассматриваются как типично геосинклинальные осадки. Маломощные глинистые и карбонатные осадки, гипсоносные и соленосные лагунные осадки, желваковые фосфориты, наоборот, квалифицируются как свойственные эпиконтинентальным бассейнам. Наконец, могут существовать и такие фации, которые встречаются и на платформе и в геосинклинальных зонах. В связи с этим представляется интересным попробовать оценить, в какую же из перечисленных трех категорий следует отнести доманиковую фацию.

На первый взгляд кажется, что вопрос решается совершенно определенно тем фактом, что доманиковая фация западного склона Южного Урала располагается в пределах геосинклинального района и, стало-быть, уже потому должна рассматриваться как геосинклинальная. Однако в действительности это не так. Дело в том, что палеозойская история западной части западного склона Урала сложна и, если так можно выразиться, противоречива. Если мы возьмем нижний палеозой до S_1 включительно, то окажется, что этот период времени характеризуется накоплением чрезвычайно мощных, частью обломочных, частью карбонатных толщ, общая мощность которых достигает минимум 4500—5000 м. В это время западный склон Урала по характеру осадконакопления отчетливо отличался от платформы.

Последующая эпоха, начиная от S_2 до C_2 включительно, имеет совершенно иные черты. Прежде всего в весьма длительный период — S_2 , D_1 и D_2^1 — никакого осадконакопления в пределах западной полосы западного склона не происходит вообще. Что же касается осадков D_2 и D_3 , а также C_1 и C_2 , то они в подавляющем большинстве случаев по мощности не отличаются сколько-нибудь заметно от платформенных. Так D_2^2 колеблется от 0 до 50 м; верхний девон от нескольких десятков метров до 300—400 м, чаще же до 100—200 м. Эти цифры не только не превосходят, но часто уступают платформенным (разрез воронежского девона около 350 м, тиманского до 750 м). То же для C_1 : под Москвой он до 250 м; на Самарской Луке около 400 м; в районе от Кара-тау до Зигана до 500 м; на севере, в Кизелевском районе, около 800 м. Наконец, C_2 под Москвой около 120—130 м; на Самарской Луке около 400 м; на западном склоне Урала до 200 м. Характерно при этом, что в карбоновое время осадки сходны не только по мощностям, но и по фациям. Таким образом, мы можем констатировать, что в период от S_2 до C_2 включительно западная полоса Урала живет в смысле колебаний и интенсивности прогибаний такой же жизнью, что и платформа. После C_2 обстоятельства вновь меняются: начинается накопление мощной артинской толщи типично геосинклинального характера, по всем своим признакам резко отличающейся от аналогичных плат-

форменных образований. Западная полоса западного склона Урала как бы вновь обретает себя как геосинклиальная зона.

Приведенные чисто фактические сопоставления показывают, что в вопросе о типе доманиковой фации дело обстоит отнюдь не так просто, как кажется. Несмотря на то, что доманиковая фация Южного Урала отлагалась пространственно в области геосинклиального характера, по времени она приурочена к такой эпохе, когда эта область не проявляла специфических геосинклиальных особенностей, но вела себя также, как платформа. Отсюда явствует, что хотя пространственно доманиковая свита и попадает в геосинклиальную область, однако по сути дела это есть фация эпиконтинентального, наплатформенного типа, и она возникла в геосинклиальной области потому, что эта часть геосинклинали вела себя в эпоху, непосредственно предшествующую доманиковому веку, и еще долгое время спустя, как платформенная площадь. Если подобного рода толкование справедливо, то отсюда явствует, что доманиковая фация Южного Урала могла не ограничиваться лишь западным склоном Урала, но заходить в какой-то степени и в область Восточно-русской впадины. Давным-давно известный ухтинский доманик может служить в данном случае лишь подтверждением.

Эти общие теоретические рассуждения могут иметь и непосредственное практическое применение, как это мы увидим в заключительной главе.

Глава IX

СЛЕДУЕТ ЛИ РАССМАТРИВАТЬ ДОМАНИКОВЫЙ ГОРИЗОНТ КАК ОДИН ИЗ НЕФТЕПРОИЗВОДЯЩИХ ГОРИЗОНТОВ УРАЛА?

При изучении литологии доманикового горизонта одной из задач было рассмотрение вопроса о том, может ли этот горизонт считаться нефтепроизводящим для уральской нефти или же наличный фактический материал исключает возможность такой гипотезы?

Попробуем теперь на основании полученных результатов так или иначе ответить на этот вопрос. Чтобы положение дел стало более ясным и определенным, полезно выяснить предварительно, каким требованиям вообще должна удовлетворять битуминозная свита для того, чтобы считаться с должным основанием нефтепроизводящей. Таких требований, на взгляд автора, два. Во-первых, поскольку в настоящее время исследованиями Трейбс выяснено, что нефть вообще в своем генезисе никогда не проходила газовую фазу, но возникла в результате деструктивных процессов из исходного полужидкого коллоидно-органического материала, необходимо, очевидно, чтобы во всякой нефтепроизводящей свите были отчетливые следы былого наличия жидкой, способной к миграции, фазы органического вещества. Во-вторых, должны иметься фактические доказательства не только ограниченной (вблизи битуминозной толщи), но и далекой миграции битумов вплоть до нефтесодержащего горизонта.

Обращаясь к доманиковому горизонту, нетрудно убедиться, что он отвечает в значительной мере обоим требованиям.

Прежде всего, как было уже изложено выше, асфальтированность доманикового горизонта и соприкасающихся частей кровли и подошвы доказывает с несомненностью, что породы доманикового горизонта некогда, в один из периодов своей истории, явно содержали в своем составе фазу жидких битумов. Последние затем были отдавлены в трещины и ныне представляются нам в виде многочисленных асфальтитовых прожилочков, то мелких, микроскопических, то чрезвычайно крупных, в десятки метров длиной и до 0.8 м толщиной.

Этим самым доманик полностью выполняет первое необходимейшее требование, которое предъявляется ко всякой нефтепроизводящей свите. Но он выполняет в значительной мере и второе требование, относящееся уже к самой жидкой фазе: наличие фактических доказательств

не только ограниченной, но и в далекой миграции вплоть до нефтесодержащего горизонта.

Чрезвычайный интерес представляет, с этой точки зрения, один факт, описанный А. П. Блудоровым (1931) и Г. В. Вахрушевым.

На р. Куш-Елге в толще доманика была обнаружена крупная жила асфальтилоподобного вещества, связанного, несомненно, как и все подобные жилы, с доманиковым органическим веществом. В 2—3 км от этой жилы, на р. Сикашты, несколько ниже устья впадающей в нее Куш-Елги, против поляны Таш-Калкан, в глинисто-песчанниковой турнейской свите были также обнаружены линзы блестящего черного «угля». «Уголь выше уровня воды, — пишет Блудоров, — встречен в виде прослоек от 2 до 5 см мощности, местами раздувающихся в мелкие линзы, местами совершенно выклинивающихся. Они залегают в серых... глинах и в большинстве случаев сопровождаются железистыми конкрециями. Прослойка «угля» обволакивает конкрецию, встречается внутри ее, переходит на соседнюю и затем выклинивается. Если встречаются в глине «уголь» и конкреции, то они находятся в подобном сочетании» (Блудоров, 1931). Такие же прожилки встречены и ниже уровня воды, где они раздуваются до 0.25 м. «Говорить о растительном происхождении угля, — пишет Блудоров, — не приходится; нет никаких указаний на этот счет».

«То обстоятельство, что уголь залегают мелкими линзообразными вздутиями и неправильной формы участками, выклинивающимися прослойками по трещинам, говорит скорее о проникновении битумов в породу, нежели об обычном для угля способе образования» (Блудоров, 1931). С этим заключением цитируемого автора можно только согласиться, тем более, что в ближайшем соседстве с выходом на р. Сикашты, по р. Куш-Елге имеются, как было уже указано, несомненные проявления очень крупных асфальтиловых (или антраксолитовых) жил в доманиковом горизонте. Таким образом, можно принять, что на р. Сикашты мы имеем достоверный случай проникновения крупных масс битумов значительно выше, чем это наблюдается обычно. Воспользовавшись, очевидно, благоприятно сложившейся трещиноватостью, битум уже не ограничивается низами франского яруса, но подымается в нижний карбон.

Крупный принципиальный интерес случая на р. Сикашты заключается в том, что он заполняет в значительной мере пустой промежуток между доманиковым горизонтом, с одной стороны, и нефтеносными горизонтами Урала, с другой, и позволяет с большей уверенностью говорить о доманиковом горизонте как вероятной нефтепроизводящей толще Урала.

Приведенные факты доказывают, что после произведенного литологического изучения доманикового горизонта нет никаких данных отказываться от взгляда на него как на нефтепроизводящую свиту Урала. Наоборот, мы с фактами в руках можем доказывать, что доманиковый горизонт был нефтепроизводящим горизонтом Урала, хотя, быть может, и не единственным.

Помимо непосредственного своего интереса изложенные материалы интересны еще тем, что они позволяют, — я бы сказал даже резче, — обязывают поставить на конкретном материале работу, которая, насколько мне известно, не ставилась еще нигде, но которая является крайне существенной и необходимой. В самом деле, если мы знаем, что асфальтиты доманикового горизонта происходят из самых доманиковых пород, то мы должны, очевидно, путем детального химического исследования сравнить органическую массу исходной материнской породы и получившегося из него асфальтита и попытаться выяснить, какие же черты химического сходства их соединяют и какие черты различия разъединяют? Нет никакого сомнения, что подобного рода работа, проведенная правильной химической методикой, даст чрезвычайно важные и плодотворные результаты, ибо она впервые попытается поставить на конкретную почву общие рассуждения о ходе и характере превращений органического вещества,

дающих в результате подвижные мигрирующие битумы. Нет никаких сомнений в том, что истолкование результатов экспериментальной работы может вызывать ряд трудностей, ибо жидкие битумы прошли через длинный ряд вторичных процессов. Однако мне кажется, что при упорной работе эти трудности могут быть преодолены, и уже во всяком случае они не могут являться аргументом против постановки предполагаемой работы уже теперь.

Одновременно с предложенной должна быть, на мой взгляд, поставлена и другая работа. А именно должно быть предпринято сравнительное изучение органической массы нефти Урала на всех его месторождениях. Имея в руках данные, с одной стороны, об органической массе доманика и мигрировавших из него асфальтитов, а с другой, об органической массе уральской нефти, мы будем иметь, в сущности, весь необходимый материал для того, чтобы, учитывая, комбинируя эти химические данные геологически, решить, наконец, окончательно такую и теоретически и практически важную проблему, как генезис уральской нефти.

Необходимость подобного рода работ, как мне кажется, уже чувствуется многими геологами и химиками. Она весьма отчетливо была не так давно сформулирована в статье А. Д. Архангельского и С. В. Павловой (1932). Однако сама постановка таких работ тормозилась, если так можно выразиться, неопределенностью материала, который мог бы быть использован. Как видно из предыдущего, положение дел в настоящий момент значительно меняется, и именно для Урала могут быть предложены уже весьма достоверные и бесспорные объекты, как будто сулящие определенный, интересный и важный результат.

Мне кажется, что, вообще говоря, учение о происхождении нефти и других битумов находится сейчас на такой стадии, когда необходимо от общих разговоров переходить к детальному и всестороннему геологическому и химическому изучению, к анализу конкретных случаев, конкретных нефтяных горизонтов. Только таким путем отберутся, наконец, действительно ценные и соответствующие действительности теории и будут отброшены неверные. И именно для такой попытки перехода от общего к конкретному уральский материал, как показывают изложенные выше факты, представляет несомненный интерес и значение.

N. M. STRACHOV.

THE DOMANIK FACIES OF THE SOUTH URALS

S u m m a r y

The paper presents a monographic description of the Upper Devonian bituminous limestones, marls, clayey and oil shales and flints, known in the southern Urals in the deposits of the Frasnian under the name of the Domanik facies, and an effort to elucidate the genesis of the beds and the conditions of accumulation of bitumen in it.

Figs. 1—5 present an attempt to show the composition and development of the Domanik deposits in the South Urals on the basis of both literary data and the author's own observations.

As shown, within the area from the Kara-Tau range to the Sikaza river in the south, three belts of the Domanik facies may be distinguished which are distinctly separated from each other.

The petrographic peculiarities of the Domanik are as follows:— In the composition of the Domanik facies all transitions from clay shales to pure limestones and oil shales are observed. In connection with this, as shown in Figs. 6—12, the amount of clastic material varies from 1.47—9.42 per cent. in grey limestones to 68—85 per cent. in clay shales. Naturally, the carbonates show a reverse ratio: in grey limestones they constitute 87—98 per cent.; in clay shales — about 10 per cent. The carbonates in the great

majority of cases are represented by recrystallized CaCO_3 with only 1—3 per cent. MgCO_3 . In some specimens, however, a marked amount of MgCO_3 is present (from 5 to 32.79 per cent.), thus indicating a distinct dolomitization of the rock. It is characteristic that the particle size of the clastic material in its overwhelming majority is < 0.01 mm. and only in a quite small portion range from 0.01 mm. to 0.1 mm. In other words, the clastic material in all the rocks represents physical clay with a trivial admixture of alphitite particles. Curiously enough, in the limestones no alphitite material is observed. It appears first in marls and is the most abundant in clay shales and pelitic oil shales. Only in one area, along the Tashkyskan river, the arenaceous material is individualized in sandy intercalations of quite negligible importance.

The mineralogical composition of the pelite of the Domanik rocks was not subjected to study, since for the principal purposes of the work it presented no special interest. The alphatite part is represented mainly by quartz and rarely by feldspars (plagioclase). The pelitic part (on the base of the $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ ratios and the sulphate extracts) also includes, in addition to clay materials, considerable amounts of quartz and feldspars (A. Varov and V. Sulin).

As to the most interesting component of the rock — the organic matter, the special and numerous determinations have shown that all the limestones, marls and clay shales are generally distinguished by a rather low content of organic matter. Thus, in grey limestones the carbon content ranges from 0.03 to 0.64 per cent., constituting on the average only 0.34 per cent.; in black limestones it constitutes on the average 2.15 per cent. (from 0.11 to 4.52 per cent.); in marls — 2.12 per cent. (from 0.92 to 3.62 per cent.); finally, in clay shales — 3.81 per cent. (from 1.03 to 4.94 per cent.). These figures show that the content of organic matter ranges on the average from 0.5 per cent. in grey limestones to 5 per cent. in clay shales. The oil shales, naturally, are enriched in organic matter to a much greater extent, but here also its content varies considerably. Thus, the Tashkyskan shales contain from 20 to 50 per cent. of organic substances; the Asha 10—35 per cent.; lower is their content in the Kush-Elga (from 15 to 5 per cent. C) and still lower in the Reusyak (4.5—7 per cent. C) and Sim shales (4 — 10 per cent. C).

The composition of the organic matter has a connection with the general character of the rock; with an increase of the amount of carbonates in the rock, increases the amount of hydrogen and carbon in the organic matter, as well as the mass of the extracted bitumens and the amount of volatiles at sublimation.

A study in the field and under the microscope shows that in the Domanik series, apart from the primary organic matter, there is undoubtedly also a secondary one, in the shape of asphaltite-like amasses filling the fractures. Such a bituminosity of the rocks is characteristic of all the section of the Domanik beds through its extension; in addition to the microscopic and in generally fine fractures there are fractures up to 0.25 and even 0.80 m thick and several meters long. At the same time it has been found that both up and down the section (in the roof and in the floor) the bituminosity rapidly disappears, without extending to the sides to the Domanik horizon. It is this fact (as well as the fact that either above or below the Domanik bituminous beds are absent in the region described) that led to the conclusion that the bitumen which asphaltizes the Domanik beds is «autochthonous», i. e. has originated by a wringing-out in the cavities of the fractures of the liquid phase of the organic matter of the Domanik rocks themselves. The moment of the wringing-out should be probably compared to the first orogenic movements that affected the Devonian.

As to the flints in the Domanik beds, their characteristic feature is that they are to an amazing degree confined to the Domanik horizon. Throughout

the area from the Kara-Tau range to Zingan (in the south it is invariably found that the Givetian limestones and the horizon under the Domanik, D_3^1 , are either not silicified at all or showing but slight evidence of it. Similarly, the horizon over the Domanik, D_3^1 , entirely lacks silicification. On the contrary, in the Domanik horizon itself, as shown by the section, the silicification is very distinctly and strongly pronounced.

This fact proves beyond doubt that the silica of the Domanik beds is not of a secondary epigenetic origin, but of a truly primary syngenetic origin, i. e. in other words, it was brought to the sediments of the Domanik basin still in the process of sedimentation. The present form of silica in the shape of bed-like concretions, however, may by no means be considered as syngenetic with the sediment. Observations have shown that the formation of flints is connected with a substitution of carbonates by silica, all the gradual stages of this process being traced. The form of occurrence of SiO_2 in the Domanik beds is thus an epigenetic phenomenon and indicates extensive migrations of silica which took place within the beds.

Great attention in the study of the Domanik was granted to the fauna.

In the table in Chapter V the author made an attempt partly on the basis of his own collections but mainly of literary material to give a summary of all the indications to the fauna of the Domanik which were available for the territory of the southern Urals investigated.

It will be seen that the fauna of the Domanik facies contains 16 genera with 42 species of brachiopods, 8 genera with 16 species of pelecypods, 6 genera with 11 species of cephalopod molluscs, 2 genera of gastropods, 2 genera of pteropods; besides these, also (however of much less frequent occurrence) sponges, Radiolaria, Crinoidea, bryozians and fishes. Thus we have a total of at least 34 genera, represented by 58 species, to which should be added a number of forms without specific determination (because of their state of preservation). Under these conditions it becomes quite evident that the fauna of the Domanik cannot be called either particularly poor or specifically changed. Especially stressed should be the presence of such stenohaline groups as Radiolaria and goniatites (partly also echinoderms) which are always absent in specifically changed faunas, which originated in hydrologically abnormal basins. Thus, from the general composition the fauna of the Domanik may be called a true marine fauna.

The absence of corals and algae in it and the scarcity of Crinoidea is accounted for by the author, as distinguished from the other investigators, by a relative deep-water nature of the sediment (the lower half of the shelf is the beginning of the continental slope).

It may be added that throughout the area of the South Urals not a single section has been encountered where the search for bottom fauna would be quite fruitless. Always a more attentive examination reveals horizons giving either isolated findings or even shelly accumulations. Particularly interesting from this standpoint are the sections along the rivers: Basa, Inser, Kurgashla, Tashkyskan, Asha and Terekly, where intercalations of grey limestones are literally crammed with fauna. Thus all reasons disappear for drawing an analogy between the Domanik basin and the present Black Sea with its hydrogen sulphide contamination of the «lifeless» deep-water portions.

The facts presented above justify the assumption that the Domanik basin represented seas with water of a normal salinity and with a normal gaseous (oxygen) regime of the water mass. In this basin the Domanik facies has probably played a part analogous to the recent hemipelagic facies, i. e. was located in the lower part of the shelf and the upper continental slope.

As a hypothesis the author thinks it possible to assume that (as shown in Fig. 16) west of the meridional zone of the Domanik some elevations

were located, feeding the basin with clastic materials, while in the east the sea extended far enough to the Uralian geosyncline without any evidence of dry-land areas. From the west, from the side of the land, large river streams were flowing. The clastic material carried by them was taken up by the currents and formed those zones of the abnormal facies of the Domanik (enriched in clayey material and silica) which are mentioned above and shown on Fig. 2.

As to the causes of accumulation of organic matter in the Domanik rocks, in the author's opinion they were diverse. The slight general enrichment of the Domanik rocks in organic matter is caused by: 1) the general favourable conditions of conservation of the organic matter in the rocks (the clay base of the sediment, the supply of colloidal SiO_2); 2) a somewhat higher content of plankton in the water due to the mobility of the upper horizons of the water of the basin (current). The accumulation of oil-shale lenses (the Tashkyskan, Kush-Elga, and also probably Asha and Reuzyak) is due to the specific conditions of the pre-estuarine portions of the basin, where these lenses were deposited, namely, the import by rivers of feeding materials and dissolved organic matter, and also to the general stimulating influence of freshening upon the development of the plankton. As a result of the cumulative influence of these causes in the pre-estuarine portions the quantity of plankton is especially great, which produced lenses of sapropel oozes, giving oil shales.

Finally, the accumulation of peculiar oil shales poor in organic matter on the Sim river was probably the result of the development of a bottom macroflora, amidst the shell and crinoid shallow-water area, not distant from the shore.

ЛИТЕРАТУРА

- Архангельский А. Д. Очерк месторождений горючих сланцев Европейской России. Нефт. и сланц. хоз., 1920, 9—12.
- Архангельский А. Д. Современные осадки Черного моря и их значение в познании осадочных пород. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, 1926.
- Архангельский А. Д. Геологические условия образования нефти на Северном Кавказе. 1927.
- Архангельский А. Д. Где и как искать нефть в пределах Европейской части Союза. Нефт. хоз., 1929.
- Архангельский А. Д. Геологическое строение СССР. В. 1. М. — Л., 1934.
- Архангельский А. Д. О происхождении некоторых осадочных кремнистых пород. Сборн. акад. В. И. Вернадскому, 2, 1936.
- Архангельский А. Д. и Павлова С. Н. К вопросу о происхождении битумов Волго-Уральской области. Нефт. хоз., 1932, 1.
- Архангельский А. Д. и Страхов Н. М. Геологическое строение и история развития Черного моря. 1938.
- Белюсов А. К. Бокситы западного склона Ю. Урала. Тр. Конф. по железу, алюминию и марганцу, 1937.
- Блюмер. Геология нефти. 1928.
- Бруевич. О продуктивности морских бассейнов. Сборн. акад. В. И. Вернадскому, 2, 1936.
- Варов А. А. К литологии доманиковых отложений. Нефт. хоз., 1934.
- Вахрушев Г. В. Горючие ископаемые Башкирии. Уфа, 1932. Нефть в Башкирии. Уфа, 1933.
- Гольцапфель Э. Головоногие доманикового горизонта Южного Тимана. Тр. Геол. ком., 1899, 12, 3.
- Горшкова Т. И. Некоторые данные по химическому составу осадков Гренландского моря. Сборн. акад. В. В. Вернадскому, 2, 1936.
- Горянова О. П. и др. Стратиграфия древних немых толщ западного склона Южного Урала. Изв. Всес. геол.-развед. объедин., 1931, 50, в. 70.
- Горянова О. П. и Фалькова Э. А. Отчет о геологических исследованиях в бассейнах рр. Б. Инзер и Зилим Южного Урала Башреспублики. 1930. Тр. Всес. геол.-развед. объедин., 1933, в. 272.
- Горянова О. П. и Фалькова Э. А. К стратиграфии свит древнего палеозоя западного склона Южного Урала. Зап. Мин. общ., 1935, 64, в. 2.
- Дорофеев Н. В. и Рябинин В. Н. Аша-Миньярский район. Тр. Всес. геол.-развед. объедин., 1932, в. 134.
- Жемчужников Ю. А. Общая геология каустобиолитов. Л. — М., 1935.

- З а м я т и н А. П. *Lamellibranchiata* доманикового горизонта Южного Тимана. Тр. Геол. ком., 1911, 67.
- З е р н о в С. А. Общая гидробиология. 1934.
- К о н ю ш е в с к и й Л. Геологические исследования в районе рудников Архангельского завода в Южном Урале. Тр. Геол. ком., н. с., 1908, в. 30.
- К р а с н о п о л ь с к и й А. Геологический очерк окрестностей Лемезинского завода Уфимского горного округа. Тр. Геол. ком., н. с., 1904, в. 17.
- К р е й ч и - Г р а ф К. Основные вопросы нефтяной геологии. М. — Л., 1934.
- К р е с т о в н и к о в В. Н. и Т е о д о р о в и ч Г. И. Микростратиграфическая характеристика горизонтов палеозойских отложений западного склона Южного Урала. Нефт. хоз., 1934.
- Л ь в о в В. и О л л и А. И. Об отношении среднего карбона к ашинской свите и о возрасте немых толщ западного склона Урала. Зап. Мин. общ., 1935, 64, в. 2.
- М у р ч и с о н Р., К е й з е р л и н г А. и В е р н е й л ь Э. Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского. СПб., 1849.
- Н а л и в к и н Д. В. О геологическом строении Южного Урала. Зап. Горн. инст., 1926, 7, в. 1.
- Н а л и в к и н Д. В. Учение о фациях. 2 изд. Л. — М., 1933.
- П у ц и л л о В. Г. и У с п е н с к и й С. П. Предварительные данные по изучению нефтепроизводящих и нефтесодержащих пород. Химия твердого топлива, 1934, 1.
- Р а у з е р - Ч е р н о у с о в а Д. М. О количественном определении хлорофилла в морских осадках. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1930, 8, 3—4.
- Р а у з е р - Ч е р н о у с о в а Д. М. Об органическом веществе в осадках Севастопольской бухты. Нефт. хоз., 1935, 11.
- Р о в а н о в А. Н. Горючие сланцы Европейской части СССР. Матер. по общ. прикл. геол., 1927, в. 73.
- С т р а х о в Н. М. Горючие сланцы зоны *Perisphinctes Panderi* D'Orb. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1934, 12, 2.
- С т р а х о в Н. М. Об одном типе морских битуминозных пород. Проблемы сов. геол., 1934, 8.
- С т р а х о в Н. М. К литологии доманикового горизонта Южного Урала. Тр. Моск. геол.-развед. инст., 1936, 1.
- С т р а х о в Н. М. Некоторые данные по вопросу о миграциях битумов. Изв. Акад. Наук, сер. геол., 1936, 2—3.
- С т р а х о в Н. М. К геохимии Р, У и Си в морских битуминозных породах. Тр. Моск. геол.-развед. инст., 1937, 5.
- С т р а х о в Н. М. О значении сероводородных бассейнов как областей аккумуляции битуминозных и нефтепроизводящих свит. Изв. Акад. Наук СССР. Серия геологическая. 1937, № 5.
- С т р а х о в Н. М. и О с и п о в С. С. Битуминозные породы среднего течения р. Юре-зани. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отд. геол., 1935, 13, 1.
- Т в е н х о ф е л В. Учение об образовании осадков. М. — Л., 1936.
- Т е о д о р о в и ч Г. И. К литологии девонских отложений западного склона Южного Урала. Зап. Мин. общ., 1935, 64, 2.
- Х а р в е й Х. С. Биохимия и физика моря. Л., 1933.
- Ч е р н ы ш е в Ф. Н. Материалы к изучению девонских отложений России. Тр. Геол. ком., 1884, 1, 3.
- Ч е р н ы ш е в Ф. Н. Фауна среднего и верхнего девона западного склона Урала. Труды Геол. ком., 1887, 3, 3.
- Ч е р н ы ш е в Ф. Н. Общая геологическая карта России. Лист 139. Тр. Геол. ком., 1889, 3, 4.
- A n d r e e K. Geologie des Meeresbodens. В. 2. 1920.
- B e s k i n g L., T o l m a n C. e t c. Preliminary statement regarding the diatom «*Epidemics*» at Coralis Beach, Washington, and analysis of diatom oil. Econ. Geol., 1927, 22, 4.
- G r i p p e n b e r g S. A study of the sediments of the north Baltic and adjoining Seas, Fennia, 1934, 60, 3.
- K a r p i n s k y A. Die fossilen Pteropoden am Ostabhange des Urals. Mem. Soc. Acad. Sci. SPb., Ser. 7, 1884, 32.
- K e y s e r l i n g A. Wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise in das Petschora Land im Jahre 1843. SPb., 1846.
- M o o r E. and M a i n a r d. Solution, transportation and precipitation of iron and silica. Econ. Geol., 1929, 24, 3—5.
- P o t o n i e R. Allgemeine Petrographie der Olschiefer und seiner Verwandten. Brl., 1928.
- S t u t z e r O. Die Erdölmuttersubstanz. Stuttgart, 1933.
- T r a s k P. Origin and environment of source sediments of petroleum. Texas, 1932.
- T r a s k P. Proportion of organic matter converted into oil in Santa Fe Springs Fields California. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1936, 3.
- Z o b e l l C. E. and A n d e r s o n D. Vertical distribution of bacteria in marine sediments. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1936, 3.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Введение	1
Глава I. Состав и распространение доманиковой фации на Южном Урале (от хр. Кара-гау на севере до р. Зигана на юге)	2
Глава II. Известняки, мергеля и глинистые сланцы доманиковой фации Южного Урала	17
Глава III. Горючие сланцы и близкие к ним породы доманиковой фации Южного Урала	35
Глава IV. Кремнистые и вторичнобитуминозные образования доманикового горизонта Южного Урала	52
Глава V. Фауна доманиковых пород	63
Глава VI. Физикогеографические условия отложения пород доманиковой фации Южного Урала	68
Глава VII. Факторы накопления органического вещества в современных морях и в доманиковом бассейне	76
Глава VIII. Место доманиковой фации в ряду других фаций живецкого и франского ярусов Южного Урала и очерк истории этих эпох	99
Глава IX. Следует ли рассматривать доманиковый горизонт как один из нефтепроизводящих горизонтов Урала?	115
Резюме	117
Литература	120

Инв. № 14362

ПРИБЛИЖИТЕЛЬНО
 Дата 1976г.

БИБЛИОТЕКА
 Геологическо-географическ.
 Института
 Академии Наук
 СССР

Редактор изд-ва Е. М. Янишевский

Технический редактор А. П. Дронов

Корректор А. И. Архангельский

Сдано в набор 21/III 1938 г. Подписано к печати 22/IV 1939 г. Формат 70×108¹/₂. Бум. л. 3¹/₂. Объем 7¹/₂ п. л. и 5 вкл. В 1 п. л. 58000 печ. зн. Уч.-авт. л. 11,66. Тираж 1000 экз. Уполн. Главлита № А-8677. РИСО № 917. АНИ № 1181. Заказ № 5762.

1 я Образцовая типография Огиза РСФСР треста „Полиграфинга“, Москва, Валовая, 28.

Напечатано с готовых матриц на 7-й Полиграфической фабрике им. 25-лет. ВКП(б). Днепропетровский Садовый, 7. Тираж 1000. Зак. № 8971.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

И М Е Ю Т С Я В П Р О Д А Ж Е:

- Очерки по геологии Сибири.** (Под ред. акад. В. А. Обручева). И. К. БАЖЕНОВ. Западный Саян. 1934. 137 стр. 9 фиг. 1 карта. Ц. 5 р.
- Очерки по геологии Сибири.** (Под ред. акад. В. А. Обручева). И. А. МОЛЧАНОВ. Восточный Саян по данным исследований последнего десятилетия. 1934. 81 стр. 9 фото. 1 карта. Ц. 3 р. (Геологический институт).
- Очерки по геологии Сибири.** (Под ред. акад. В. А. Обручева). В. П. НЕХОРОШЕВ. Геологический очерк Алтая. 1932. 46 стр. 1 карта. Ц. 1 р. 50 к.
- Очерки по геологии Сибири.** (Под ред. акад. В. А. Обручева). Акад. В. А. ОБРУЧЕВ. Геологический очерк Прибайкалья и Ленского района. 1932. 128 стр. 8 фиг. 2 карты. Ц. 4 р.
- Очерки по геологии Сибири.** (Под ред. акад. В. А. Обручева). А. Н. ЧУРАКОВ. Кузнецкий Алатау, история его геологического развития и его геохимические эпохи. 1932 г. 119 стр., 12 фотогр., 6 рис. 1 карта, 1 табл. Ц. 4 р.
- Очерки по геологии Сибири.** (Под ред. акад. В. А. Обручева). Н. С. ЭДЕЛЬШТЕЙН. Геологический очерк Минусинской котловины и прилегающих частей Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна. 1932 г. 59 стр. 1 карта. Ц. 1 р. 50 к.

КНИГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ ПО ПОЛУЧЕНИИ ЗАКАЗА НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ

ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ:

Конторе по распространению изданий Академии Наук СССР
„АКАДЕМКНИГА“ — Москва, Б. Черкасский пер., д. 2

ФИЛИАЛАМ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“:

Ленинград 104, проспект Володарского, 53-а

Киев, ул. Свердлова, 15

Харьков 3, почт. ящ. № 318

Одесса, ул. Пастера, 34/6

Ростов н/Дону, ул. Энгельса, 68

Минск, Советская,

ПОДПИСНЫМ ПУНКТАМ КОНТОРЫ „АКАДЕМКНИГА“:

Новосибирск, Центр. почтамт, БОСК 47

Свердловск, ул. Малышева, 31/8

Горький, 7-е почт. отделение, почт. ящ. № 46

Саратов, Советская, 3, кв. 18

Воронеж, ул. Гаранченко, 34, кв. 26

Тбилиси, ул. Барнова, 22

Ташкент, Главн. почтамт, почт. ящ. № 128.

Казань, Пионерская, 17, кв. 1.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ:

Минералогия Союза. (Под общей редакцией акад. А. Е. Ферсмана) Серия А, вып. 1. Э. М. Бонштедт и Б. В. Щербина. Нефелин. 69 стр. 1933. Цена 3 р.

Минералогия Союза. (Под общей редакцией акад. А. Е. Ферсмана) Серия А, вып. 2. Е. Е. Костылева и М. Б. Владимирова. Циркон. 83 стр. С 18 фиг. 1934. Цена 1 р.

Краткое содержание: Общая часть. Исторические данные. Синонимы. Место в классификации. Кристаллографическое описание и кристаллическая структура. Физические свойства. Химические свойства. Генезис и форма нахождения.

Минералогия Союза. (Под общей редакцией акад. А. Е. Ферсмана) Серия А, вып. 3. Э. М. Бонштедт. Титанит (Офен). 64 стр. С 21 фиг. 1934. Цена 1 р. 75 к.

Минералогия Союза. Серия А, вып. 4. Е. Ф. Чирва. Пироморфит. 43 стр. 1935. Цена 2 р. 25 к.

Содержание: Общая часть. Специальная часть. Распространение пироморфита в СССР. Урал. Сев. Кавказ. Грузинская ССР. Азербайджанская ССР. Алтай. Казахская ССР. Узбекская ССР. Хакасская автономная республика. Бурят-Монгольская АССР. Забайкалье. Сводка данных изучения пироморфита из месторождений Союза. Промышленное использование. Заключение.

Минералогия Союза. (Под общей редакцией акад. А. Е. Ферсмана) Серия А, вып. 5. Э. М. Бонштедт. Перовскит. 36 стр. 1935. Цена 1 р. 60 к.

Минералогия Союза. (Под общей редакцией акад. А. Е. Ферсмана) Серия А, вып. 7. Е. Ф. Чирва. Ванатаинит. (Ломоносовский институт). 35 стр. 15 рис. 5 табл. 1936. Цена 8 р. 25 к.

Минералы Хибинских и Ловозерских тундр. (Сборник). Под редакцией акад. А. Е. Ферсмана, Я. А. Смольянинова и Э. М. Бонштедт. 564 стр. 2 вкл. с рис. 1937. Цена в переплете 28 р.

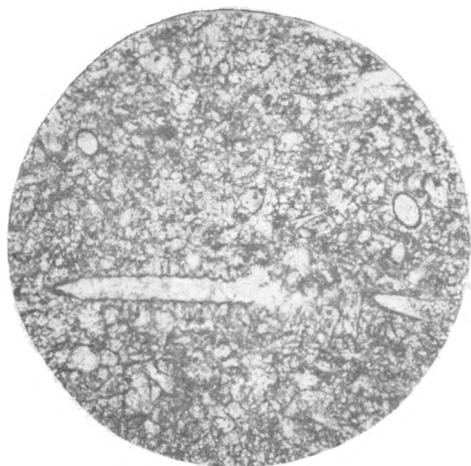
Краткое содержание: Предисловие. Петрография. Б. М. Кунлетский. Петрографический очерк Ловозерских тундр. Минералогия. Е. Е. Костылева. Минералогический очерк Хибинских и Ловозерских тундр. А. Е. Ферсман. Общая характеристика хибинских минералов, и др. главы.

Неметаллические ископаемые СССР. Том I. Академия Наук СССР—НКТП. 580 стр. 1936. Цена в переплете 25 р. (Издание рассчитано на 10 томов).

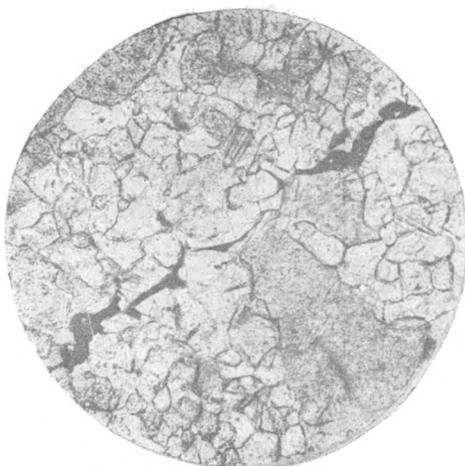
Книги высылаются по получении заказа наложенным платежом.

ЗАКАЗЫ НАПРАВЛЯТЬ:

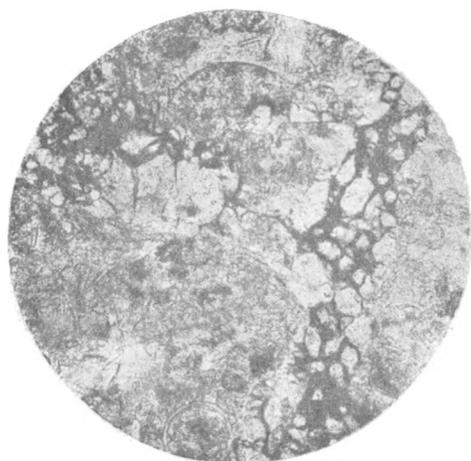
Конторе по распространению изданий „Академкнига“ — Москва, Б. Черкасский пер., д. 2.



1. Серый известняк, р. Инзер. $\times 40$. Среди зернистой карбонатной массы разрезы птеропод (продольный и поперечные).



2. Серый известняк, р. Инзер. $\times 40$. Трещина, выполненная битумом.

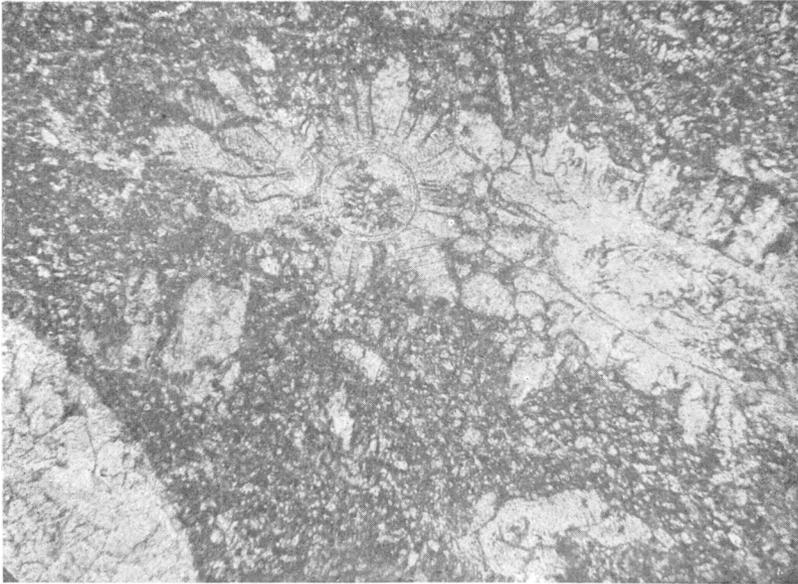


3. Серый известняк, р. Инзер. $\times 40$. Трещина, выполненная кальцитом и битумом.



4. Серый известняк, р. Инзер. $\times 40$. Среди карбонатной массы пятна органического вещества.

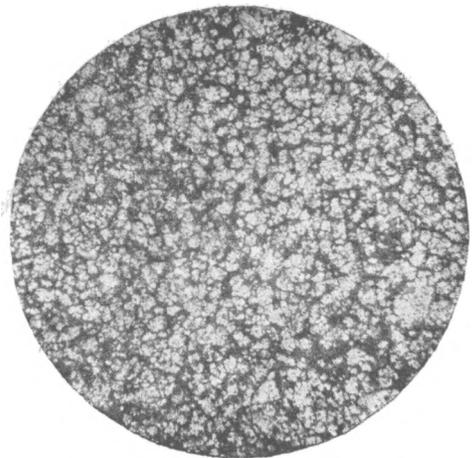
¹ Свет, как в этом, так и во всех других случаях, параллельный.



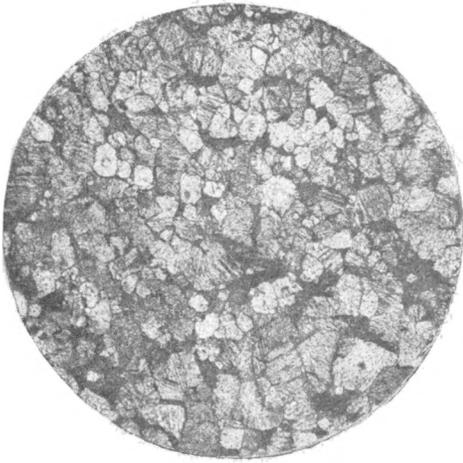
1. Черный известняк, р. Реузяк. $\times 40$. Ореолы из лейст кальцита вокруг раковин птеропод на поперечном и продольном разрезах. Аналогичные явления имеются в серых известняках.



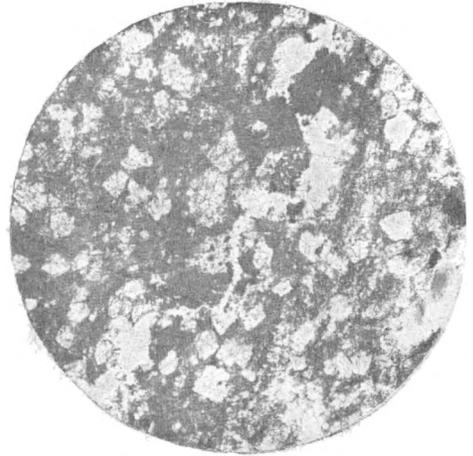
2. Черный известняк, р. Реузяк. $\times 40$. Чрезвычайно тонкозернистая разность; на лево в углу плохо сохранившиеся раковины птеропод.



3. Черный известняк, р. Ишикай. $\times 45$. Более крупнозернистая разность; виден характер цементации кальцитовых зерен битумом.



1. Черный известняк, р. Инзер. $\times 45$.
Еще более крупнозернистая разность,
чем в табл. II.



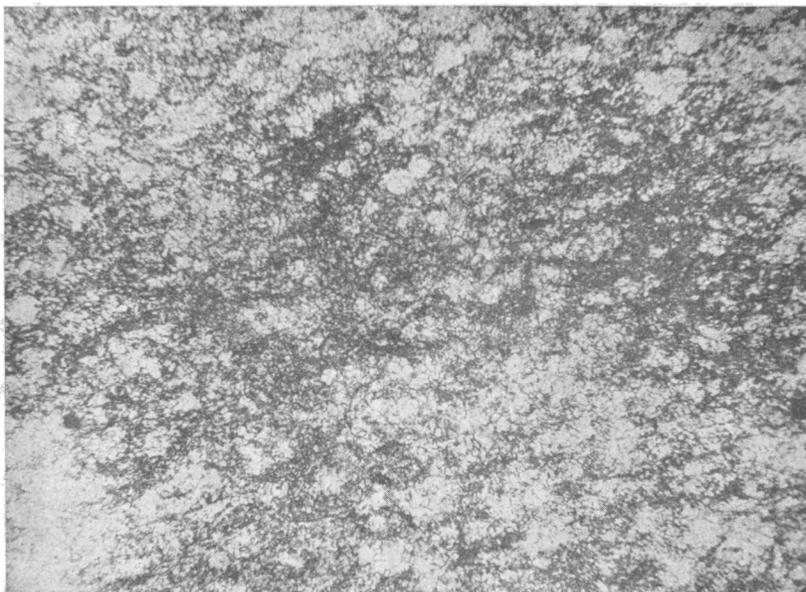
2. Черный известняк, р. Баса. $\times 60$.
Доломитизированная разность с ром-
боэдрами доломита.



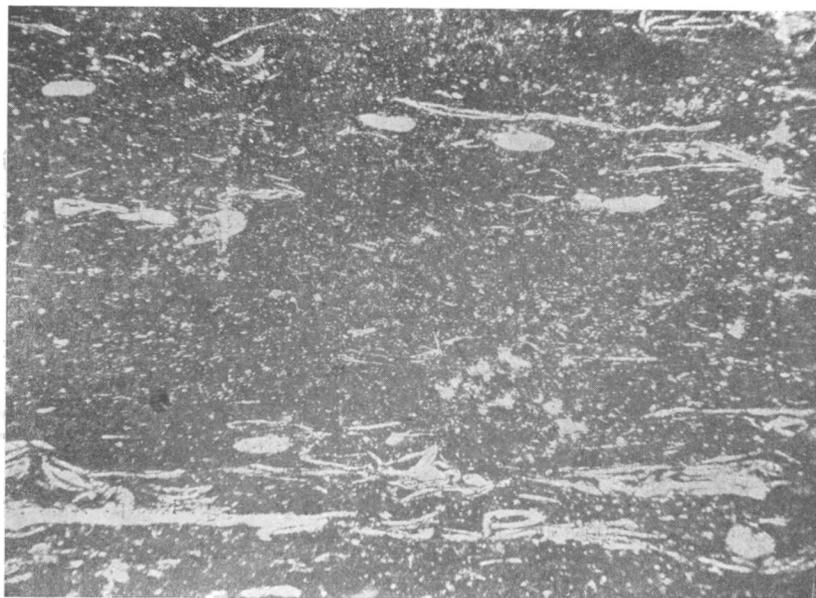
3. Черный известняк. р. Баса. $\times 40$.
Участок крупно раскристаллизованного
известняка с обильным содержанием це-
ментного битума.



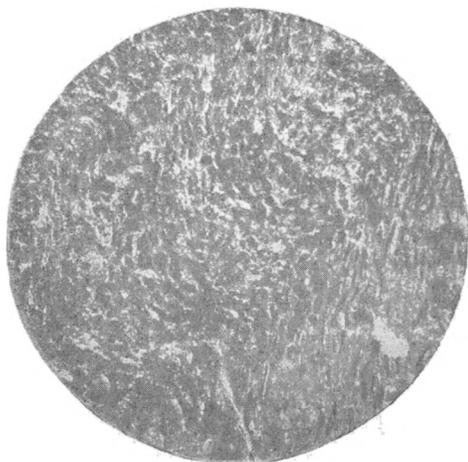
4. Мергель, р. Инзер. $\times 12$. Разрез па-
раллельной слоистости. Масса раковин
птеропод (*Stilolina*).



1. Конкреция в мергеле, р. Реузяк. $\times 45$. Видна сгустковая структура карбоната.



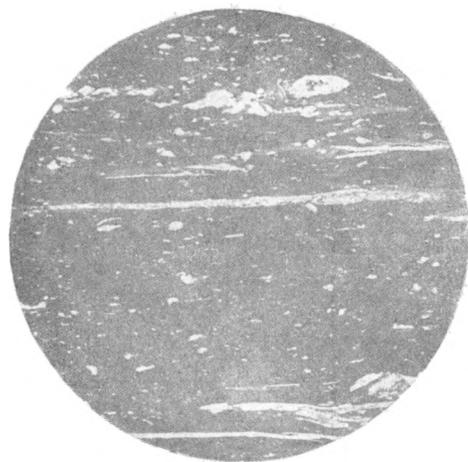
2. Мергель, р. Реузяк. $\times 45$. Разрезы птеропод и истонченных раковин брахиопод и пелеципод.



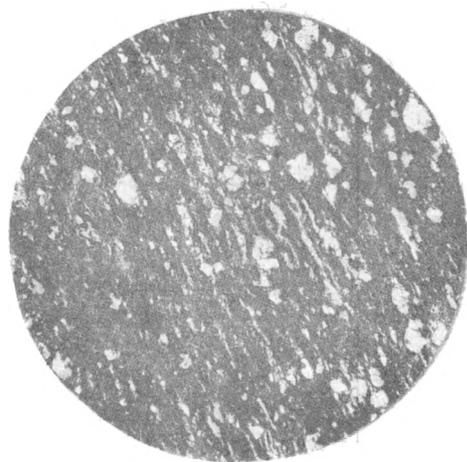
1. Горючий сланец, р. Ташкыскан. Слоистая разность. $\times 40$.



2. Горючий сланец, р. Ташкыскан. Плотная разность. $\times 40$. Видна своеобразная мелкоплойчатая структура породы.



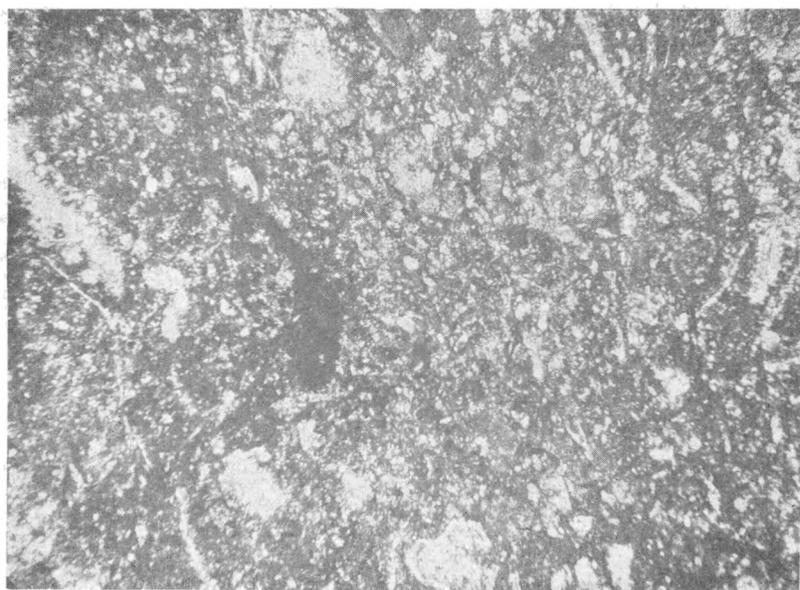
3. Горючий сланец, р. Кургашла. Раковинная разность. $\times 40$. Видны разрезы птеропод, истонченные раковины брахиопод, комочки кальцита.



4. Горючий сланец, р. Кургашла. Сильно карбонатная разность. $\times 60$. Масса перекристаллизованных дрьейтоподобных комочков кальцита.



1. Горючий сланец, р. Аша. $\times 45$. Участок, обогащенный раковинными остатками [птеропод, остракод (?), пелелипод (?)] с концентрирующимся около них вторично кальцитом. Начальная стадия формирования конкреций внутри горючих сланцев.



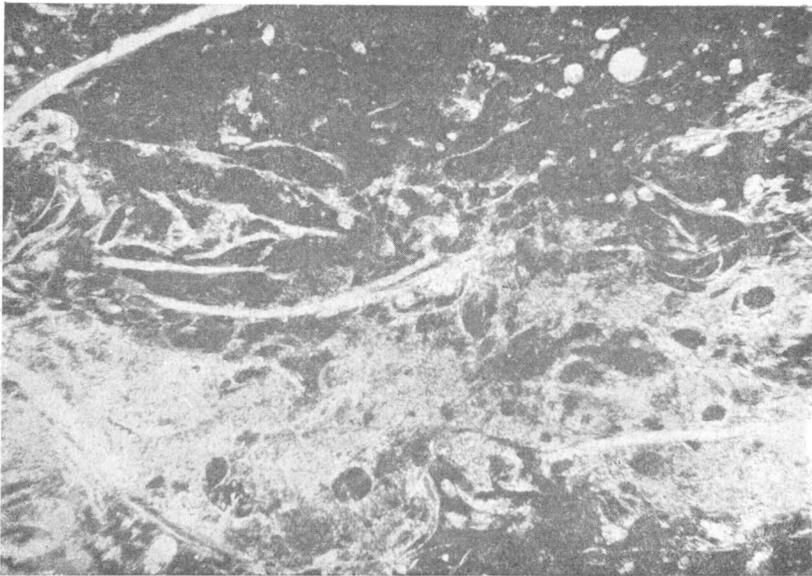
1. Горючий сланец, р. Сим. $\times 45$.



1. Кремнь, р. Баса. $\times 40$. Разрезы многочисленных птеропод и остракод на фоне сильно окремненной основной массы.



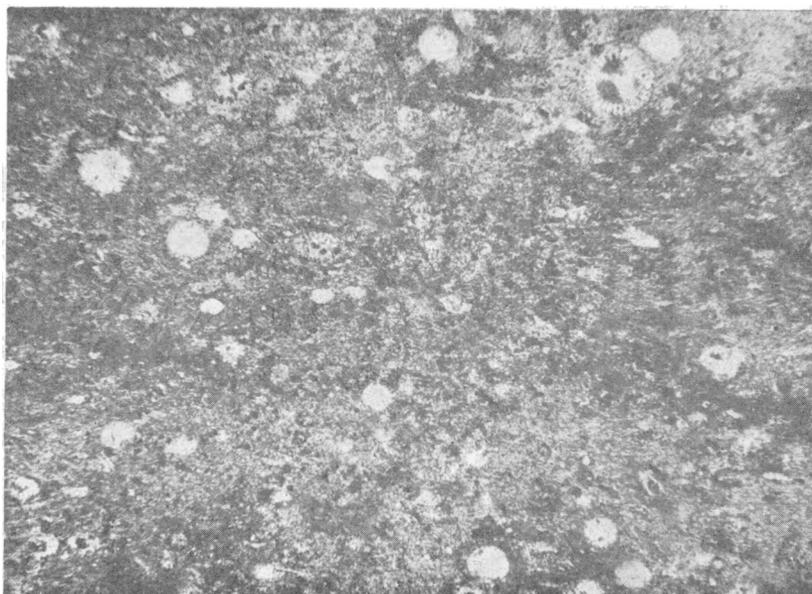
2. Кремнистый мергель, р. Инзер. $\times 40$. Частично окремненный мергель (карбонат—более серые участки).



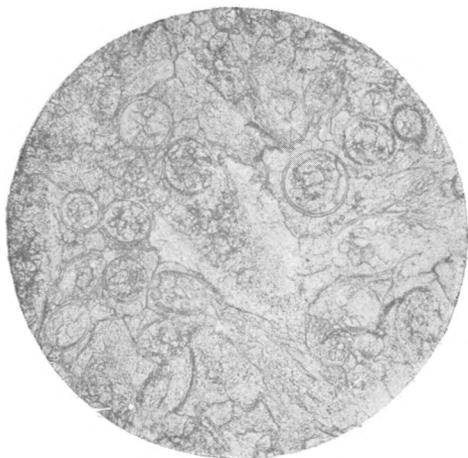
3. Кремнь, р. Куш-Елга. $\times 45$. Участок нацело окремненного мергеля, переполненного органическими остатками [раковины птеропод, остракод, брахиопод (?)].



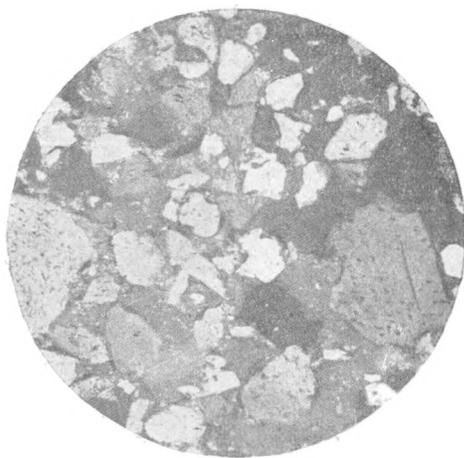
1. Кремнистая толща, р. Куш-Елга. $\times 45$. Желто-бурые кремни верхней части разреза, черные точки—обломочный материал и пленки FeS_2 .



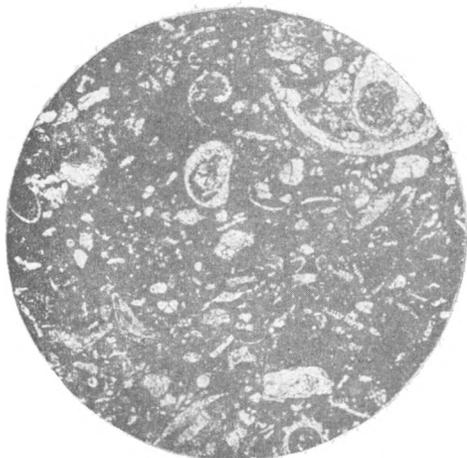
2. Кремнистая толща, р. Куш-Елга $\times 45$. Черные кремни. Раковины радиолярий, из которых одна в правом верхнем углу частично сохранила структуру.



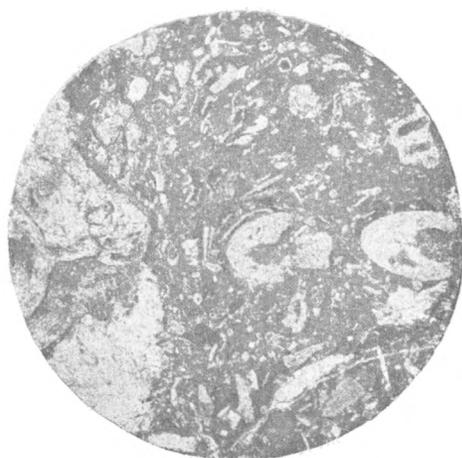
1. Наддоманиковые известняки, р. Инзер. $\times 40$. Перекристаллизованный переполненный птероподами известняк.



2. Песчаник поддоманикового горизонта, р. Инзер. $\times 40$.



3. Известняк поддоманикового горизонта, р. Инзер. $\times 40$. Мелкодетритусовая разность.



4. Известняк поддоманикового горизонта, р. Инзер. $\times 12$. Криноидная разность.