

2
191.776

VII МЕЖДУНАРОДНОМУ ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ КОНГРЕССУ

А Т Л А С
МИКРОСТРУКТУРЫ УГЛЕЙ
СССР

A T L A S
OF THE MICROSTRUCTURES
OF THE USSR COALS



ОМГП • НКГП • СССР • 1927

1971

21X00 38



47
12

GENERAL GEOLOGICAL SERVICE
ORGANIZATION COMMITTEE
OF THE XVII SESSION OF THE INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS
TRANSACTIONS
OF THE CENTRAL SCIENTIFIC GEOLOGICAL PROSPECTING INSTITUTE
Fascicle 101

THE ATLAS OF THE MICROSTRUCTURES OF THE USSR COALS

EXPLANATORY TEXT

Compiled by the scientific workers of the Coal Petrography
Section of the Central Scientific Geological and Prospect-
ing Institute (ZNIGRI): G. V. BURIK, I. E. WALTZ,
A. I. GINSBURG, O. F. GRACHOVA, Z. V. ERGOLSKAYA,
G. A. JEMTCHUJNIKOV, E. S. KORZHENEVSKAYA,
A. A. LUBER, L. I. SARBEYEVA

Edited by
G. A. JEMTCHUJNIKOV and Z. V. ERGOLSKAYA

Translated by E. M. Glass and edited by A. N. Kryshstofovich

USTPH · PCHI · USSR
CHIEF EDITORIAL OFFICE
OF THE MINING-FUEL AND GEOLOGICAL-PROSPECTING LITERATURE
Leningrad · 1937 · Moscow

ав 40216 55 А32

Депозитарий

ГЛАВНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ОРГКОМИТЕТ XVII МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КОНГРЕССА
ТРУДЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОГО
ИНСТИТУТА (ЦНИГРИ)
Выпуск 101

АТЛАС МИКРОСТРУКТУРЫ УГЛЕЙ СССР

ОБЪЯСНИТЕЛЬНЫЙ ТЕКСТ

Составили сотрудники Кабинета петрографии углей
ЦНИГРИ: Г. В. БУРЯК, И. Э. ВАЛЬЦ, А. И. ГИНЗ-
БУРГ, О. Ф. ГРАЧЕВА, З. В. ЕРГОЛЬСКАЯ,
Ю. А. ЖЕМЧУЖНИКОВ, Е. С. КОРЖЕНЕВСКАЯ,
А. А. ЛЮБЕР, Л. И. САРБЕЕВА

Под редакцией
Ю. А. ЖЕМЧУЖНИКОВА и З. В. ЕРГОЛЬСКОЙ

ОНИ НКТП СССР
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ГОРНО-ТОПЛИВНОЙ И ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Ленинград · 1937 · Москва



ГОСУДАРСТВЕННАЯ
БИБЛИОТЕКА
ИМЕНИ
В. И. ЛЕНИНА

71409317

Секрет

1964 г.

ГР — 10-5-5

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый вниманию читателей Атлас освещает микроструктуру углей ряда важнейших бассейнов СССР. Некоторая неравномерность в полноте охвата отдельных геологических систем исторически определяется степенью изученности углей, в свою очередь находящей объяснение в развитии угледобычи в соответственных бассейнах или месторождениях. Отчасти здесь отражается и естественное распределение наших угольных богатств по геологическому возрасту.

Поэтому в Атласе лучше всего представлены угли палеозойского возраста (нижний и средний карбон и пермь), в меньшей степени освещены мезозойские угли и почти не отражены третичные. Необходимые дополнения должны даваться в следующих выпусках Атласа по мере накопления материала.

Атлас составлен из цветных рисунков (с тонких шлифов угля в проходящем свете), которые достаточно близко отвечают естественной окраске угля в тонкой пластинке. Рисунки соответствуют петрогенетическим типам угля, характерным для отдельных бассейнов и месторождений. Так как вполне прозрачные шлифы дают только угли низкой степени углефикации, то большинство представленных в Атласе типов микроструктуры относится именно к этой стадии метаморфизма. Между тем, как показывает таблица XIX, например, в Донецком бассейне (и ряде других) мы имеем целую гамму углей различной углефикации от длиннопламенных до антрацитов.

Однако изменения угля в процессе углефикации не меняют взаимного расположения компонентов, характеризующих тип угля. Изменяются лишь признаки проявления этих компонентов в микроскопических препаратах. Поэтому включение в Атлас типов в их наиболее четком структурном выражении при относительно низкой степени углефикации является наиболее целесообразным для получения полного представления о признаках типа.

Закономерные изменения угольных компонентов в процессе углефикации представлены на таблице XIX для интервала от газовых углей до коксовых. Таким образом, в пределах этого интервала таблица XIX может служить шкалой, позволяющей судить о степени углефикации изучаемых типов угля.

Дальнейшие изменения от коксовых углей к антрацитам, наблюдаемые по аншлифам, указываются в отдельном докладе на XVII сессии Международного геологического конгресса¹ и не могут быть отражены в Атласе, включающем только цветные рисунки с тонких шлифов угля.

Положительная сторона цветных рисунков заключается в том, что они дают яркие и отвечающие природе представления о различном вещественном составе органических структур и бесструктурной массы в углях. Например, иногда только по оттенкам в тонком шлифе можно отличить колониальную водоросль от разложившегося скопления (спорангия) микроспор, или от смоляного тела; обрывок мегаспоры от кутикулы и т. д. Именно в тонком шлифе так ясно отличается бесструктурная желтая основная масса сапропелитов и

¹ З. В. Ергольская. Изменение ископаемых углей в процессе углефикации. Доклад.

сапроколлитов от бурого и красно-бурого вещества гумитов. Едва ли легко было бы понять явления расплывания (растворения) желтых тел (кутикулы, водорослей) в гумусовой массе иначе, чем на прозрачных шлифах.

Основная задача Атласа — показать разнообразие генетических и петрографических типов углей СССР и их распределение в пространстве и геологическом времени. Уже одно такое сопоставление позволяет сделать ряд обобщений, подробное изложение которых составляет предмет особого доклада проф. Ю. А. Жемчужникова на XVII сессии Международного конгресса¹. Основные положения могут быть сформулированы следующим образом.

Все разнообразие гумитов, составляющих наиболее распространенную группу ископаемых углей, сводится к трем основным типам: клареновому, дюреновому (тип — споровый дюрен с непрозрачной основной массой) и фюзено-ксиленовому и соответственным полосчатым их разновидностям. Эти структурные различия связаны как с различиями в исходном материале угля, так и с условиями превращения органических остатков в угольное вещество, т. е. с генезисом в широком смысле. Это дает право уже сейчас, не дожидаясь точного расшифрования всех генетических признаков, считать резкие структурные и вещественные различия типов в то же время и генетическими и говорить о петрогенетических типах углей.

Представленные в Атласе типы микроструктуры отражают и вещественные различия углей, отвечающие и их технологическим свойствам. Резко выделяются по структуре типичные сапропелиты и липтобиолиты, которые должны явиться прекрасным сырьем для получения жидкого топлива. Они дают повышенный выход первичного дегтя с малым содержанием фенолов. Они отличаются и своеобразным элементарным составом, что видно по химическим анализам, обычно приводимым в тексте (высокий процент водорода и летучих веществ²).

Среди гумитов некоторые дюрены, изобилующие желтыми «битуминозными» телами и потому приближающиеся к липтобиолитам, также можно рассматривать как возможное сырье для перегонки.

Витрен и основная масса кларенов гумусовых углей, на основании всей суммы известных фактов, спекаются всегда лучше матовых составляющих того же угля. При соответствующей степени углефикации достаточное содержание этих компонентов характеризует лучшие коксовые угли.

Фюзено-ксиленовые элементы и угли не спекаются и в большой примеси препятствуют коксованию, являясь отошающими углями. Такое же значение они имеют и при перегонках углей.

Оба фактора, влияющие на технологические свойства угля — петрографический состав и степень углефикации, — определяются, таким образом, по микроструктуре. Это позволяет пользоваться Атласом и шкалой углефикации для прогноза технологических свойств исследуемых углей.

С точки зрения геологической представляют интерес некоторые стратиграфические закономерности распределения типов углей по геологическому возрасту. Первое же ознакомление с Атласом легко обнаруживает перед читателем, что типичные споровые (особенно мегаспоровые) дюрены с непрозрачной и полупрозрачной основной массой, как распространенное явление, встречаются только в карбоне и особенно часто в нижнекарбонových углях. Пермские дюрены не столь однородно-споровые и обнаруживают, обычно, значительное содержание фюзеновых или ксиленовых элементов. Мезозойские дюрены, изобилующие пылью, встречаются редко и, в отличие от дюренов нижнего карбона, обычно, имеют прозрачную основную массу. Для вестфальского или среднекарбонového периода углеобразования выступает на первый план

¹ Ю. А. Жемчужников. Петрогенетическая типизация углей СССР. Доклад.

² Для гумитов анализы не приводятся, так как один и тот же тип в различных степенях углефикации дает совершенно иные цифры содержания летучих веществ и элементарного состава.

преобладание в углях клареновых разностей, слагающих главную массу углей паралических угольных бассейнов Европы и, в частности, Донецкого бассейна.

Нижнепериские угли Печоры, Кузнецкого бассейна и нижнеюрские угли Ферганы характеризуются обилием непрозрачного вещества и фюзено-киселовых фрагментов, иногда определяющих основной тип угля для целых пластов. Повидимому, такие угли не столь часто встречаются в других геологических системах.

Более полное ознакомление со всем многообразием угольных бассейнов и месторождений Союза должно наметить в этой области ряд еще более точных и определенных закономерностей. Таким образом, накопление материалов по петрогенетической типизации углей СССР позволяет и позволит еще более в будущем делать стратиграфические обобщения и в известных пределах определять возраст углей, конечно, принимая во внимание возможные палеогеографические изменения (провинции и т. п.).

Во многих случаях типы углей и их чередование в пласте могут оказаться благодарным материалом для корреляции угленосных свит или даже отдельных угольных пластов.

Таким образом, Атлас микроструктуры углей является пособием для сравнительного изучения и прогноза возраста и свойств углей СССР и иностранных угольных месторождений.

Настоящий первый выпуск Атласа охватывает угли, петрографически изученные в Кабинете петрографии углей Центрального научно-исследовательского геолого-разведочного института в Ленинграде по 1936 г., причем приводятся только главнейшие типы углей наиболее важных месторождений.

Цветные рисунки сопровождаются краткими описаниями петрографических типов угля, представленных рисунками.

Материал располагается в порядке геологического возраста от более древних отложений к более молодым. В пределах одного возраста расположение материала территориальное — с запада на восток. Исключение составляют бурые украинские угли, приведенные в конце Атласа. Для каждого бассейна приводится сначала описание гумусовых углей, затем липтобиолитов и сапропелитов. Среди гумусовых углей описание идет от более блестящих углей к более матовым.

Атлас составлен коллективом сотрудников Кабинета петрографии угля ЦНИГРИ под общей редакцией Ю. А. Жемчужникова и З. В. Ергольской.

Все рисунки выполнены художницей В. А. Франк с натуры под микроскопом, с помощью рисовального аппарата Аббе.

Для удобства пользования книгой редакторы сочли целесообразным отдельно напечатать Атлас рисунков и объяснительный текст к ним.

К каждому рисунку настоящего атласа в объяснительном тексте (составляющем особую книгу) имеется краткое описание типа угля. Последнее заключается не только микроструктуру, но и другие данные. Все описания сделаны по единому плану. Они расположены в том же порядке, как и рисунки в Атласе, и снабжены оглавлением.

Материал в обеих книгах расположен в порядке восходящего геологического возраста.

КУЗНЕЦКИЙ БАССЕЙН

Барзасские месторождения

Плитчатый уголь

Табл. I, рис. 1

Уголь плитчато-листоватого сложения. Легко расслаивается на тонкие листоватые пластинки. Горизонтальные плоскости угля матовые, серовато-черные. Местами на горизонтальных поверхностях выделяются лентовидные тела различной ширины.

На вертикальном изломе угля резко выступает листоватое сложение. Излом каждого тонкого слоя черный, блестящий. Между листоватыми слоями наблюдается тонкая минеральная примазка. Черта угля светлорубая.

Химический состав

W ^a	A ^c	S ^c	S ^c _{сульф.}	C	H	N	O + S	C:H	Цвет золь
2,95	21,59	0,90	0,04	75,98	7,52	0,44	16,06	10,1	Светло-коричневый

В тонком вертикальном шлифе наблюдается резкое чередование желто-оранжевых и темных полос. Шлиф представляет вертикальный разрез сплюснутых стеблевидных растительных остатков, тесно налегающих один на другой. Желтые полосы соответствуют кутикуле каждого «стебля». Темные полосы в образованы внутренними тканями стеблеобразного органа, превратившимися в витренообразное вещество. В промежутках между соседними по вертикали фрагментами наблюдаются минеральные примеси и частично бурая масса — продукт сильного разложения растительного вещества v¹. Весь уголь сложен спрессованными надземными частями растений типа *Psilophyta*, от которых сохранилась преимущественно кутикула. Кутикула имеет желто-оранжевый цвет и местами несет следы клеточного строения эпидермиса c¹. Изредка наблюдаются поперечные разрезы устьиц s с слабо заметными замыкающими клетками.

В разрезе «стебля» по краям виден непосредственный загиб слоя кутикулы на противоположную сторону сплюснутого стеблеобразного остатка. В межслойном веществе изредка наблюдаются оболочки крупных микроспор. После мацерации угля жидкостью Шульце кутикула обнаруживает строение эпидермиса. Наблюдаются устьицеподобные образования, окруженные рядом толстостенных окаймляющих клеток.

В некоторых случаях на кутикуле заметны короткие конусовидные сопочки. Витренообразное вещество внутренней части «стебля» иногда сохраняет слабые остатки строения спиральных проводящих элементов.

Состав угля из тесно спрессованных «стеблей», покрытых кутикулой, обуславливает его плитчато-листоватый характер. Присутствие межслойной минеральной примазки облегчает расслаивание угля на тонкие слои. Превращение в витрен внутренних тканей придает блеск излому каждого фрагмента.

Плитчатый уголь представляет наиболее распространенную разновидность барзасских углей и наблюдается во всех месторождениях.

Обогащение кутикулой за счет уменьшения массы других частей «стебля» заставляет отнести этот тип угля к кутикуловым липтобиолитам. Как липтобиолит, плитчатый уголь дает большой выход нефтеобразных продуктов и употребляется как химическое сырье.

Плотный «сливной» уголь

Табл. 1, рис. 2

Очень плотный «сливной» уголь, выкалывающийся крупными кусками неправильной формы. На свежем изломе вещество угля блестящее, стекловидное, черное с ясным буроватым оттенком. Среди блестящего буровато-черного вещества угля наблюдаются серые, зольные прожилки, образующие мелкие или более крупные складки и обнаруживающие первоначальное слоистое сложение и сильную смятость угля.

Горизонтальные поверхности кусков угля сероватые, обычно покрытые глинистыми примесями. Часто в угле наблюдаются стяжения пирита.

Химический состав

W ^a	A ^c	V ^r	C	H	N	O + S
0,65	32,06	87,7	82,02	10,10	0,44	7,44

В тонком шлифе уголь вполне прозрачен и имеет яркий желтовато-оранжевый цвет. Главную массу угля составляет желтовато-оранжевое вещество, пронизанное мельчайшими неправильно разбросанными трещинками сокращения. Среди этой основной массы располагаются более темные, коричневатые-красные обрывки, обычно имеющие вытянуто-лентовидную форму. Часто эти обрывки сильно смяты, в соответствии с общей смятостью угля. Отдельные лентовидные обрывки обнаруживают остатки строения, наблюдаемые в организмах, слагающих основную плитчатую разновидность барзасских углей. Наличие этих признаков свидетельствует о единстве исходного материала плитчатого и сливного углей. Желтовато-оранжевое основное вещество угля соответствует слоям кутикулы, слившимся в однородную массу. Причиной слияния, возможно, являются тектонические воздействия на уголь, вызвавшие сильную смятость слоев. Коричневатые-красные лентовидные участки соответствуют остаткам внутренних частей стеблевидных органов, превратившихся в витренообразное вещество. Минеральные примеси в угле концентрируются в узких, часто дуговидно изогнутых полосках, соответствующих межслойно расположенным минеральным примазкам, характерным для плитчатого угля. Во всем строении сливного угля проявляется, таким образом, полное соответствие с строением плитчатого типа угля. Изменения в расположении и взаимоотношении составляющих объясняются, преимущественно, вторичными воздействиями, вызвавшими смятие слоев и слияние полосок кутикулы в однородную массу.

Сливной уголь II месторождения по микроструктуре сходен с вароохным углем Камжальского месторождения, отличаясь от него менее оттенком основной массы. Основные различия между этими двумя типами заключаются во внешних признаках угля.

Плотный сливной уголь характерен для II месторождения, где имеет



преобладающее значение для большинства шурфов. В других коренных месторождениях этот уголь пока не найден.

По преобладанию слабо измененного вещества кутикулы сливной уголь является наиболее ценным перегоночным сырьем, дающим выход смолы около 40%.

Варообразный уголь

Табл. II, рис. 3

Уголь очень плотный, черный, однородный, с ярким смолистым блеском. Излом раковистый. Края тонких осколков просвечивают оранжевым цветом. Черта угля светлорусая, почти желтая. Поверхности кусков покрыты бурой растресканной коркой выветривания, характерной для этого типа.

Химический состав

W ^a	A ^c	S ^c	S ^c _{сульф.}	C	H	N	O + S	Цвет золы
1,11	13,68	0,62	0,10	80,69	9,59	0,33	9,38	Серый

В тонком шлифе уголь вполне прозрачен. Наблюдается преобладающее развитие ярко желтого однородного вещества. Иногда это вещество имеет розоватый оттенок. Среди желтого однородного вещества рассеяны коричневые обрывки, большей частью неопределенной формы. Местами количество этих обрывков повышается. Расположение их неправильно-послойное, свидетельствующее о сильном изгибании слоев. Минеральные примеси наблюдаются в угле в виде неправильных, часто изогнутых участков и резко выделяются среди угольного вещества.

Коричневые обрывки в отдельных случаях несут признаки строения стеблевых частей растений. Наблюдаются остатки строения спиральных трахид. Местами заметны тельца, соответствующие замыкающим клеткам устьиц растений, слагающих плитчатый тип барзасских углей. Эти остатки строения свидетельствуют о происхождении варообразного угля из тех же растений, что и плитчатый уголь. Желтое основное вещество угля образовано слившимися в одну массу слоями кутикулы.

Такое образование желтого вещества подтверждается наблюдением разновидности угля, переходных между плитчатым и варообразным типами. Сильная изогнутость слоев в угле указывает на сильную смятость пласта. Проявление тектонических воздействий подтверждается углом падения пласта, равным почти 90°. Слияние отдельных слоев кутикулы между собой, видимо, происходит вследствие метаморфизма. Уголь подобного типа наблюдается лишь в двух штольнях I месторождения.

По преобладанию вещества кутикулы варообразный тип барзасских углей относится к липтобиолитам. Изменения под влиянием метаморфизма требуют выделения этого типа в группу метаморфизованных липтобиолитов.

Варообразный уголь является ценным химическим сырьем.

ПОДМОСКОВНЫЙ БАССЕЙН

Болоховский угольный район

Полублестящий однородный уголь

Табл. II, рис. 4

Полублестящий уголь характерен довольно ясно выраженным блеском и однородностью. Обычно он не содержит фюзена на плоскостях отдельности, что свойственно слоистым разностям. Излом его гладкий, что отвечает массивной текстуре этого угля. Полублестящим его можно назвать только относительно, причем лишь в свежем состоянии, а при лежании на воздухе уголь быстро тускнеет.

По микроструктуре этот уголь является типичным клареном. Основная бесструктурная масса с слегка флюидальным сложением имеет буровато-красный цвет, гораздо более красный, чем цементирующее вещество во всех других типах подмосковных углей. В этой основной массе находится относительно небольшое число желтых форменных элементов. Таковыми, обычно, бывают микроспоры (как это и показано на рисунке) или, реже, обрывки кутикулы. Другие включения попадаются весьма редко. Фюзен наблюдается лишь спорадически в виде мелких и окатанных включений явно приносного характера.

В общем уголь никогда не выходит из рамок типичного кларена, несмотря на свой слабый блеск.

Полуматовый однородный уголь

Табл. III, рис. 5

Уголь имеет плотное сложение и ровный излом. Блеск довольно тусклый, но отличается от матового. Цвет почти черный. Этот уголь легче растрескивается, чем матовый уголь. Полосчатость не выражена, и уголь является однородным.

По микроструктуре этот тип угля характеризуется красно-бурой или бурой прозрачной основной массой, в которой резко выделяются желтые оболочки микроспор, а также встречаются в небольшом количестве мелкие линзы гелифицированных и фюзенизированных тканей. Бурый цвет основной массы (а не красный) происходит вследствие обилия рассеянных глинистых примесей, что определяет и высокую зольность углей этого типа (до 23%). В спорах отчетливо видны внутренние полости. По количественному составу основная масса преобладает над форменными элементами. Все же спор и включений с сохранившимся строением тканей довольно много, и уголь должен быть отнесен к кларено-дюрену.

Уголь является полуматовым, благодаря отсутствию непрозрачной основной массы. Блеск его не доходит до полублестящего как вследствие обилия форменных элементов, так и потому, что уголь бурый.

Хотя этот тип угля достаточно распространенный, но все же, по сравнению с матовым, он имеет подчиненное значение.

Полуматовый неяснополосчатый уголь

Табл. III, рис. 6

По внешнему виду уголь отличается несколько слоистым сложением. Последнее обуславливается довольно значительным количеством примазок фюзена на плоскостях напластования и мелких обрывков его в самом угле. Благодаря ритмическому переслаиванию матового угля — дюрена — с углем, обогащенным фюзеном, получается характерное слоистое сложение.

Микроструктура этого типа представляет собой микроспоровый дюрени или кларено-дюрени с прозрачной основной массой и с обилием фюзеновых полосок и гнезд, часто расположенных в ритмическом чередовании с дюреновыми участками *f*. Для микроскопической картины характерны типичные фюзены с хорошо сохранившимся строением растительной ткани, то в поперечном, то в продольном разрезе. Кроме того, в шлифе разбросаны мелкие вытянутые непрозрачные полоски, резко очерченные, которые, повидимому, являются оторванными кусочками фюзенизированных тканей.

Уголь по микроструктуре явно полосчатый, а по макроструктуре эта полосчатость во многих случаях выражена неясно. Он встречается во всех разрезах и нередко связывается переходами к полуматовому, вследствие увеличения содержания фюзена.

Полуматовый полосчатый уголь

Табл. IV, рис. 7

Полосчатое строение этому типу угля придают полосы витрена, то более толстые, то более тонкие и весьма разнообразной длины. Витрен и по количеству здесь преобладает над фюзеном, примесь которого сравнительно незначительна и колеблется в широких пределах. Основа этого угля полуматовая, а не матовая.

В микроструктуре этого типа отражается полосчатое строение, характерное для его внешнего вида. На рисунке мы видим чередующиеся полоски атритового вещества с однородными полосками трещиноватого витрена. Последние выделяются, кроме того, чуть более яркой и чистой красноватой окраской от более неоднородной и слегка грязноватой прозрачной буроватой основной массы атритового вещества. В последнем, кроме комочков гелифицированной массы, участвуют крупные и довольно многочисленные микроспоры и мелкие иголки непрозрачного вещества — обломки фюзена. Местами попадаются и небольшие линзы фюзена с мелкоячеистым строением. Непрозрачное вещество иногда сосредоточено вблизи оболочек спор и как бы обволакивает их. Среди некоторых полосок витрена заметна пятнистость, несколько напоминающая клеточную структуру ксиловитрена.

Этот тип встречается не во всех разрезах и составляет не более 10%, но хорошо выдерживается по простиранию.

От полуматового однородного он отличается, помимо полос витрена, и большим количеством фюзена.

Матовый однородный грубозернистый уголь

Табл. IV, рис. 8

Матовый довольно рыхлый уголь, темнобурого цвета, грубозернистой структуры. Легко раскалывается на куски неправильной формы с грубошероховатыми поверхностями излома. На изломе заметно большое количество сплюснутых оболочек мегаспор, размерами 0,5—2,0 мм. Цвет мегаспор коричневый или слегка рыжеватый. При большом скоплении их уголь приобретает коричневый оттенок. Наряду с мегаспорами наблюдается значительная примесь фюзена, который особенно хорошо виден на плоскостях напластования

В отличие от полуматовых и полосчатых углей, частички фюзена здесь очень мелкие и обнаруживают отсортированность по величине.

Очень часто слои мегаспоровых углей бывают сильно загрязнены минеральными примесями, среди которых видную роль играют зерна кварца. Включения серного колчедана почти не встречаются.

Микроскопически уголь представляет собой дюрен, состоящий из мегаспор, фюзена и небольшого количества гумусово-глинистой основной массы с включениями микроспор. Из отдельных подсчетов по площади на тонких шлифах выяснено, что перечисленные элементы исходного материала дают следующие количественные пропорции: 26—40% спор, 30—45% фюзена, 15—39% основной массы вместе с включениями витрена и кsilовитрена.

Примесь тонкодисперсной глины придает прозрачной основной массе серовато-коричневый цвет.

Оболочки мегаспор в проходящем свете имеют разнообразные оттенки от лимонно-желтого, до густо-оранжевого. Сохранность мегаспор средняя. Из общего числа экземпляров не более 50% являются цельными, остальные представляют обломки различной величины.

Линзы фюзена, встречаясь в виде скоплений, плотно прилегают друг к другу, образуя сплошные черные участки, прерываемые только просветами клеточных полостей. Растительная структура фюзена является несколько нарушенной, что, повидимому, обусловлено переносом растительных остатков водой или ветром к месту отложения. Некоторые линзы носят характер кsilено-фюзена и даже витрено-фюзена. Системой трещин, идущих перпендикулярно длинной оси, такие линзы разбиваются на отдельные непрозрачные участки.

Гуминовая основная масса вместе с линзочками витрена и кsilовитрена играет незначительную роль в составе этого угля. Как видно из прилагаемого рисунка, местами она совершенно отсутствует. Обильная примесь фюзена и ограниченное содержание гуминового цемента обуславливают рыхлое строение угля в куске.

Слой матового мегаспорового угля можно встретить почти в каждом пласте гумусовых углей Подмосковского бассейна.

В Оболенском месторождении прослойки мегаспорового угля толщиной в 2—3 см были встречены также среди сапропелевых углей, причем во всех случаях они содержат и мелкие частички фюзена.

В Победенском месторождении мегаспоровые угли сильно загрязнены примесью мелких зерен кварца со следами окатанности. Этот признак, наряду с отсортированностью растительного материала, служит указанием на аллохтонный характер накопления углей данного типа.

Матовый однородный мелкозернистый уголь

Табл. V, рис. 9

По внешнему виду уголь матовый, плотный, с однородной мелкозернистой структурой. Излом кусков неправильный, цвет темносерый с буроватым оттенком. Цвет черты на фарфоровой пластинке темнобурый.

На вертикальном изломе кусков заметны мелкие, равномерно распределенные частички фюзена, не нарушающие однородного строения угля.

С фюзеном тесно связаны включения серного колчедана. Они встречаются как в виде микроскопических кристаллов, заполняющих клеточные полости фюзена, так и в виде различной величины конкреций, приуроченных, главным образом, к очагам залегания последнего.

Типичным свойством этих матовых углей является повышенное содержание минеральных примесей, в отдельных случаях достигающее 30 и более процентов. Этим они невыгодно отличаются от остальных типов углей, для которых количество минеральных примесей не превышает 15—20%.

Микроскопически уголь состоит из мелких сильно гелифицированных обрывков растительных тканей, перемешанных с большим количеством микро-

спор и мелкообломочного фюзена. Таким образом, прозрачный шлиф создает впечатление смеси светложелтых, красно-бурых и черных частиц. Местами комочки гелифицированных тканей еще сохранили свои контуры, но большей частью они совершенно расплылись, образовав почти гомогенное вещество прозрачной основной массы. В зависимости от количества минеральных примесей, окраска ее в прозрачном шлифе может иметь либо красно-бурый, либо коричневый оттенок.

Состав и количество желтых тел подвержены колебаниям. Чаще всего доминирующими включениями являются микроспоры, занимающие до 30—40% площади шлифа. Включения мегаспор и кутикулы встречаются реже. Таким образом, угли мелкозернистой разновидности матового типа являются, преимущественно, микроспоровыми дюренами. В тех случаях, когда, наряду с микроспорами, встречается также достаточно большое количество мегаспор, уголь по внешнему виду уже является не мелко-, а среднезернистым.

Включения фюзена представлены в значительном количестве (20—40%). Большой частью это мелкие обломки, состоящие всего лишь из нескольких более или менее деформированных клеток, но встречается также некоторое количество крупных линз, длиной до 1 см. Кроме включений типичного фюзена с угловатыми контурами, можно наблюдать также частички витрено-фюзена. Благодаря своим более округлым, расплывчатым очертаниям и почти полному отсутствию клеточных полостей, фрагменты витрено-фюзена сильно напоминают комочки непрозрачной основной массы каменных углей более высоких степеней углефикации.

Кроме перечисленных форменных элементов, в матовых мелкозернистых углях могут встретиться небольшие линзочки витрена, ксиловитрена и ксилена, а также всевозможные включения более случайного характера. К ним относятся зерна смолы, склеротии грибов и обрывки светложелтой коровой ткани.

Из минеральных включений, различимых под микроскопом, особенно часто встречаются зерна и кристаллы пирита, то разбросанные в одиночку, то собранные в крупные скопления. Большинство из них приурочено к местам залегания линз фюзена. Иногда попадаются небольшие линзочки желтовато-серой чистой глины. В остальных случаях о присутствии глинистых примесей можно судить только по сероватому оттенку гуминовой массы.

Матовый яснополосчатый уголь

Табл. V, рис. 10

Матовый, средне- или мелкозернистый уголь, содержащий редкие, но широкие полосы витрена. Цвет кусков темносерый. Излом неправильный, местами ступенчатый. Цвет черты серый, с буроватым оттенком.

В Болоховском месторождении угли данного типа отличаются повышенным содержанием тонкодисперсной минеральной примеси, что нередко приближает их к углистой глине.

По мере высыхания угля, куски его распадаются на горизонтальные плитчатые отдельности вдоль включений витрена. При этом обнаруживается, что последние представляют собою крупные фрагменты остудневшей растительной ткани, на поверхности которых часто видны различные типы узоров коры плауновых.

Под микроскопом в тонких шлифах видно скопление большого количества оболочек микроспор, желтого цвета, перемешанных с обломками фюзена. Среди них протягиваются широкие полосы витрена и ксиловитрена, разбитые густой сетью трещин.

Из желтых тел кроме микроспор наблюдаются также редкие экземпляры мегаспор и обрывки кутикулы. Эти включения не являются постоянными компонентами данного угля, хотя могут в отдельных случаях присутствовать и в достаточно большом количестве.

Цементирующее вещество представляет прозрачную гумусово-глинистую основную массу. Последняя имеет оттенки от красновато-коричневого до серо-

коричневого, в зависимости от количества тонкодисперсной минеральной примеси. В некоторых случаях гумусовая часть состоит из мельчайшего стеблевого аттрита, погруженного в глинистую массу, в других — она имеет коллоидный характер и очень тонко перемешана с глиной.

Витреновые полосы в этом угле имеют коричневатый оттенок, в отличие от более яркокрасного оттенка тех же полос в полуматовых углях (см. рис. 7). Отмеченное явление следует объяснить влиянием глинистой среды на гелифицированное вещество растительных тканей.

Слои матового яснополосчатого угля с витреном занимают в Болоховском месторождении определенное стратиграфическое положение и хорошо выдерживаются по простиранию. Благодаря этому, они составляют один из маркирующих горизонтов, приуроченных к нижней части пласта.

Яснополосчатые угли матового типа можно встретить почти в каждом месторождении Подмосковского бассейна. В некоторых из них (например, в Щекинском) эти угли являются сравнительно малозольными, но отличаются повышенным содержанием фюзена.

По отношению ко всем остальным типам матовый яснополосчатый уголь составляет 4—12%.

Сапропелево-гумусовый уголь (оболенскит)

Табл. VI, рис. 11

По внешнему виду это — неоднородный (штриховатый) плотный уголь, обладающий тусклым — полуматовым блеском. Цвет кусков — темносерый с буроватым оттенком. Неоднородность угля обусловлена наличием довольно многочисленных тонких остудневших обрывков растительных тканей, обладающих более сильным блеском, по сравнению с окружающей массой. Ширина этих обрывков не превышает 1 мм, длина же их достигает 2 см. Характерно правильное послойное расположение этих линз, которые, однако, благодаря более или менее равномерному распределению их по всей массе угля, не придают ему слоистой текстуры.

Неоднородность угля чрезвычайно отчетливо отражается на характере его излома. В одном куске можно видеть как полураковистый, а местами даже и раковистый излом, свойственный сапропелевым типам углей, так и ровный или ступенчатый, характерный для полуматовых гумусовых углей.

Химический состав оболенскита

W ^d	A ^c	V ^r	C	H	N	O + S	Деготь	Полу- кокс	Газ и потери	Битум А на лабора- торную пробу	Гумино- вые кислоты
23,65	12,23	53,20	74,16	4,95	1,14	19,75	11,6	54,8	9,4	3,73	11,75

По микроскопическому строению уголь типа «оболенскит» представляет собой скопление сильно остудневших гелифицированных обрывков растительных тканей, местами чередующихся с небольшими участками сапропелевой основной массы.

Преобладающее значение в составе угля имеет буровато-красное гелифицированное вещество растительных тканей. Наиболее крупные обрывки из них несут характер витрена и ксиловитрена; мелкие же, почти совершенно сливаясь между собой, образуют род гуминовой основной массы. Последняя в отдельных случаях характеризуется буровато-коричневым оттенком, что свидетельствует о примеси в ней разложившегося сапропелевого материала. В таких участках, обычно, наблюдается большое количество водорослей.

Участки чистой сапропелевой основной массы наблюдаются очень редко. Обычно они имеют неправильно-линзовидную форму и вытянуты по направлению наслоения. Сапропелевая основная масса отличается однородным зернистым строением и желтовато-коричневой окраской в прозрачном шлифе.

Форменные элементы представлены преимущественно водорослями вида *Cladocothallus koerperi*, реже мелкими экземплярами рода *Pila*. Те и другие имеют желтый цвет и ясные очертания. Включения водорослей приурочены, главным образом, к участкам чистой сапропелевой массы. Водоросли занимают 5—8% от площади шлифа. Из других битуминозных включений наблюдаются экзины микроспор, занимающие 3—4% площади шлифа. Цвет оболочек светло-желтый, очертания ясные. В противоположность водорослям, оболочки микроспор очень редко встречаются среди участков чистой сапропелевой основной массы.

Из форменных элементов, принадлежащих к растительным тканям, наблюдаются отмеченные выше линзовидные включения витрена, ксиловитрена и единичные мелкие обломки фюзена (часто всего из 3—5 клеток).

Неоднородность состава данного типа угля, выражающаяся в наличии сапропелевого материала наряду с преобладающим гумусовым, чрезвычайно отчетливо отражается на его внешнем габитусе (блеске, цвете, изломе), о чем уже было сказано выше, а также и на химическом составе.

Переход от оболонскита к сапропелевым углям в обследованной шахте постепенного обогащения их включениями оболочек спор и витрена, а иногда и фюзена и одновременного уменьшения сапропелевых элементов (основной массы и водорослей). Вследствие этого уголь становится менее вязким и не обнаруживает раковистого излома. Исчезает также буроватый оттенок кусков, сменяясь серым или почти черным цветом.

При значительном обогащении спорами, обломками фюзена и тонко дисперсным глинистым веществом, уголь становится матовым.

Переход от оболонскита к сапропелевым углям в обследованной шахте имел значительно более резкий характер, чем к гумусовым.

Уголь типа оболонскит, встреченный среди углей Подмосковного бассейна, не имеет существенного практического значения. Так, отдельные прослойки его не превышают 0,12 м.

Но с научной точки зрения он представляет большой интерес, как переходный сапропелево-гумусовый уголь.

Кеннель

Табл. VI, рис. 12

По внешнему виду уголь этого типа является однородным, тонкозернистым, плотным. Блеск угля очень слабый, слегка жирноватый. Изредка встречающиеся мелкие, относительно сильно блестящие обрывки и очень мелкие обломки фюзена (матовые) не нарушают общей однородности и плотности углей этого типа. По характеру строения они приближаются к настоящим сапропелевым углям. Наличие же слабого жирного блеска и менее ясно выраженный раковистый излом заставляют выделять описываемые угли в особый переходный гумусово-сапропелевый тип.

В тонкой пластинке угли этого типа обладают способностью загораться от спички и горят свечным пламенем, но при удалении ее скоро гаснут.

По микроскопическому строению кеннелеподобный уголь Оболенского и Болховского месторождений состоит из тонкозернистой сапропелевой основной массы коричневатого оттенка, в которой как бы плавают многочисленные мелкие комочки и волокна гуминового вещества, расположенные послойно и равномерно по всей массе. Количество этих комочков довольно сильно колеблется у различных образцов угля данного типа.

Соответственно этому колеблется также степень блеска отдельных кусков, так как она зависит исключительно от примеси гуминового вещества.

Большая часть этих комочков и волокон бесструктурна. Они соответствуют мелким обрывкам растительного материала, сохранившим свои очертания, но прошедшим через студнеобразное состояние (т. е. витрену).

Форменные элементы представлены преимущественно оболочками микроспор. Среди основной массы они расположены довольно равномерно и только местами образуют значительные скопления. Оболочки спор отличаются хорошей сохранностью и ясными очертаниями. Цвет оболочек — светложелтый.

Помимо микроспор, среди битуминозных включений в угле этого типа встречаются редкие колонии водорослей рода *Pila* и единичные обрывки кутикулы и мегаспор. Сохранность водорослей также хорошая. Цвет — бледно-желтый.

Общая площадь, занимаемая в шлифе битуминозными телами, не превышает 11%.

Остатки стеблевых тканей, помимо многочисленных гелифицированных обрывков — типа витрена, представлены единичными линзочками ксилена и фюзена, с хорошо сохранившимся клеточным строением. Кроме того, в основной массе угля изредка встречаются мелкие непрозрачные бесструктурные включения, большая часть которых соответствует обломкам клеток фюзена.

Смешанный гумусово-сапропелевый характер данного угля выражается в наличии гелифицированных обрывков тканей высших растений и оболочек спор, наряду с коллоидальной сапропелевой основной массой и колониями водорослей и обуславливает переходный характер его внешних свойств и химического состава. Мелкая же отсортированность исходного материала этого типа угля, обуславливающая однородность строения, и более сапропелевый характер его состава отличают кеннель от другого переходного типа — оболенскита.

Переходы между кенделями и сапропелевыми углями внешне почти незаметны, вследствие того, что по морфологическим признакам эти угли очень слабо различаются между собою.

Кеннельские угли среди углей Подмосковского бассейна имеют довольно существенное значение, образуя в пластах определенные прослои.

Полубогхед

Табл. VII, рис. 13

Внешне — это матовый, тонкозернистый, однородный и вязкий уголь с раковистым изломом, обладающий более темным, почти черным цветом по сравнению с чистыми разностями сапропелевых углей. На фарфоровой пластинке он оставляет темнобурую черту. В тонкой пластинке загорается от спички, но при удалении ее тотчас же гаснет. При повышении в угле содержания минераль-

Химический состав полубогхеда

Полубогхед	W ^a	A ^c	V ^r	C	H	N	O + S	Деготь	Бигум А на лабораторную пробу	Гуминовые кислоты
Чистый . . .	16,73	17,66	54,77	77,88	5,78	1,43	15,39	13,6	1,95	9,45
Глинистый .	12,30	39,88	57,78	68,79	5,75	1,25	24,21	12,0	1,54	6,74

ных примесей, достигающих 40% (глинистый полубогхед), уменьшается твердость его кусков, и уголь приобретает сероватый оттенок. Подобные разновидности полубогхедов, как по внешнему виду, так и по составу, очень близки к сапропелевой глине.

По микроскопическому строению полубогхед характеризуется сильно развитой сапропелевой основной массой с небольшим количеством гуминового вещества, в виде мелких комочков и тонких волокон, и довольно значительным количеством битуминозных форменных тел.

Коллоидальная мелкозернистая сапропелевая основная масса отличается зеленовато-коричневатым оттенком. В глинистом полубогхеде она имеет более светлый коричневатый оттенок, вследствие тонкого перемешивания органического материала с минеральным. В тех же случаях, когда к основной массе примешивается некоторое количество гуминового вещества, она приобретает слегка красноватый оттенок.

Комочки и тонкие волокна гуминового вещества, отличавшиеся красноватым оттенком, отвечают обрывкам растительных тканей, вследствие сильного остуднения, потерявшим структуру, но еще сохранившим свои очертания. Среди сапропелевой основной массы они рассеяны неравномерно.

Форменные элементы представлены почти исключительно битуминозными телами, составляющими от 11% (в глинистом полубогхеде) до 30% (в чистом полубогхеде) от площади шлифа. Преобладающее значение среди них имеют оболочки микроспор и колонии водорослей. Те и другие характеризуются хорошей сохранностью. Цвет оболочек микроспор — желтый. Водоросли же имеют бледножелтую окраску в прозрачном шлифе. Среди них встречаются как представители рода *Pila*, так и *Cladiscotallus*. Водоросль рода *Reinschia* наблюдается только в единичных случаях. Кроме водорослей и оболочек микроспор, в слоях полубогхедов можно встретить также обрывки кутикулы и мегаспоры.

Битуминозные тела более или менее равномерно расположены по всей основной массе угля.

Остатки стеблевых тканей, помимо уже вышеописанных гелифицированных волокон, представлены единичными мелкими обломками фюзена, обычно, с сильно разрушенной структурой клеточной ткани.

Присутствие в составе данного типа угля относительно значительной примеси гуминового вещества и оболочек спор отличает его от чисто сапропелевых углей как по внешнему виду (более темный цвет и меньшая вязкость), так и по химическим и технологическим свойствам.

Переход полубогхеда в богхед внешне почти не заметен и происходит постепенно. Переходы же полубогхедов в гумусовые угли или в сапропелево-гумусовые, обычно, резкие.

Полубогхед среди углей Подмосковского бассейна встречается довольно часто. Обычно он залегает относительно тонкими прослойками (0,05—0,24 мм) как среди гумусовых или переходных углей, так и среди сапропелевых.

Богхед

Табл. VII, рис. 14

По внешнему виду этот уголь характеризуется однородностью, значительной вязкостью и матовым блеском. Цвет кусков его и черты — зеленовато-бурый, излом крупнораковистый. В тонкой пластинке он горит ярким не прерывающимся пламенем, издавая запах жженой резины.

Химический состав богхеда

W ^a	A ^c	V ^e	C	H	N	O + S	Деготь	Битум А на лабораторную пробу	Гуминовые кислоты
7,02	17,65	68,95	74,37	7,91	0,99	16,73	32,8	1,79	3,44

По микроскопическому строению уголь типа богхеда представляет сапропелевую, коллоидального характера, основную массу с относительно большим количеством битуминозных включений.

Основная масса состоит из органогенного ила, образовавшегося из скопления отмершего планктона с ничтожной примесью гуминового вещества, в виде мелких бурых комочков. В прозрачном шлифе она имеет грязно-коричневатую окраску, в существенной мере обусловленную примесью тонкорассеянного глинистого вещества. В некоторых разностях богхедов основная масса обладает более бурым оттенком, связанным, повидимому, с несколько более высоким содержанием гуминового вещества, меньшей зольностью и большей тонкостью шлифа. Вообще же мелкие комочки гуминового вещества, обладающие буроватым оттенком, встречаются очень редко и не играют существенной роли в составе этих углей.

Форменные элементы представлены исключительно битуминозными телами. На долю их в этом типе угля приходится от 28 до 36% от площади шлифа. Некоторые очень тонкие (до 1 см) прослойки богхеда, отличающиеся от других светлым буроватым оттенком, содержат еще большее количество битуминозных тел.

Битуминозные тела представлены, главным образом, водорослями двух родов: *Pila* и *Cladiscothallus*. Они отличаются хорошей сохранностью и очень светлой, почти белой окраской. Наблюдаются разновидности богхеда с преобладанием *Pila* и с преобладанием *Cladiscothallus*.

Помимо водорослей, из форменных элементов в богхедах присутствуют редкие оболочки микроспор и мелкие обрывки кутикулы. Они имеют желтую и очень редко бурую или красную окраску в тонком шлифе. Сохранность оболочек спор хорошая.

Илистый, чрезвычайно тонко отсортированный характер этого типа угля обуславливает его внешнюю однородность и значительную вязкость. Присутствие же большого количества водорослей придает углю буроватый оттенок.

При повышении содержания примеси гуминового вещества и спор, он постепенно переходит в полубогхед или кеннель.

Богхеды, как и переходные гумусово-сапропелевые угли, среди углей Подмосковского бассейна не образуют мощных прослоев. Обычно они залегают в виде тонких слоев, не превышающих 0,10 м, разделенных между собою углями переходного типа

Селижаровский угольный район

Полуматовый тонкоштриховатый уголь

Табл. VII, рис. 15

Полуматовый уголь с редкой, тонкой, блестящей штриховатостью.

В шлифе наблюдается некоторое небольшое преобладание основной массы над форменными элементами, главным образом, состоящими из микроспор. Основная масса прозрачна, однородна, светлорыжевато-коричневого цвета с красноватым оттенком. Строение ее плотное. Она заключает в себе значительное количество микроспор в виде тонких коротких штрихов желтого цвета, равномерно рассеянных по всему полю шлифа. Кроме микроспор, довольно часто можно встретить трещиноватые полоски витрена, соответствующие тонким блестящим штрихам в угле. Фюзен в виде мелких обрывков наблюдается редко. По микроструктуре это кларено-дюрен.

Среди селижаровских углей тип полуматового угля имеет небольшое распространение.

Матовый мелкозернистый уголь

Табл. VIII, рис. 16

В основном, этот тип угля под микроскопом характеризуется содержанием большого количества микроспор и фюзена. Последний является довольно значительной составной частью угля. Фюзен мелкораздроблен, но иногда встречается и в виде крупных линз с разрушенной клеточной структурой. Наряду с значительным содержанием фюзена и микроспор, цементирующее гумусовое вещество коричневого цвета, в данном случае, имеет второстепенное значение. Микроспоры желтого цвета, довольно хорошей сохранности. Они резко выделяются среди черных, фюзенизированных обрывков стеблевого растительного материала. Кутикула встречается редко, в виде коротких, тонких обрывков.

По микроструктуре это спорово-фюзеновый дюрэн, являющийся наиболее распространенным типом среди углей Селижаровского угольного района.

Сапропелит

Табл. VIII, рис. 17

Матовый, однородный уголь, плотного сложения. Хорошо загорается от спички, распространяя битуминозный запах.

Под микроскопом он обнаруживает однородную коричневую массу с примесью тонкого глинистого материала и равномерно распределяющиеся в ней водоросли из рода *Pila*, преобладающие над основной массой. Кроме водорослей встречаются мелкие микроспоры, в отдельных случаях составляющие довольно значительную часть включений. Микроспор хорошей сохранности мало, в большинстве это мелкие обрывки их. Кроме водорослей *Pila* и микроспор, наблюдаются редкие включения полос красно-бурого, витринизированного вещества, разбитого трещинами. Очень редко встречаются и мелкие обрывки фюзена.

По своей микроструктуре этот сапропелевый уголь приближается к кеннель-богхеду. Он встречается в верхней части угленосной толщи, в пластах небольшой мощности.

Боровичский угольный район

Полуматовый полосчатый уголь

Табл. IX, рис. 18

Уголь буровато-черного цвета, с бурой чертой, не очень плотный, полосчатого строения. Полосчатость выражена неопределенно. Она выражается наличием в угле послойно залегающего фюзена. Благодаря большому участию фюзена в составе угля, он легко ломается и распадается в мелочь. Неоднородность строения определяется сочетанием чередующихся между собой тускло блестящих полос, матовых зернистых линзочек и включений фюзена. Перемежаемость трех составляющих довольно тонкая и неправильная.

В шлифе уголь прозрачен. Микроструктура его тоже неоднородная. Преобладания какого-либо одного форменного элемента или ингредиента нет. Приблизительно в равных соотношениях в составе данного полуматового типа угля участвуют кутинизированные форменные элементы, обрывки сильно видоизмененных тканей и прозрачная основная масса.

Основная масса не имеет существенного значения в данном типе угля. Она прозрачная, красно-бурого цвета. При очень больших увеличениях в прожилках ее всегда почти можно заметить сохранившиеся участки клеточного строения. Последние указывают, что прожилки, кажущиеся основной массой, в большей части представляют собой не до конца еще измененные ткани растений. Участки кларена характеризуются преобладанием основной массы.

Кутинизированные форменные элементы представлены оболочками микроспор и значительно реже мегаспорами. Микроспоры распределены в угле нерав-

номерно, а обогащают тонкие прослойки дюрена. Некоторые среди них сплюснуты параллельно наслоению и тогда заметны лишь в виде узкой желтой черточки. Другие же не сплюснуты, а имеют вид кольца. Среди микроспор, особенно среди тех, которые сосредоточены в прослойках дюрена, часто бывают поломанные.

Обрывков стеблевых частей растений, хорошо сохранивших строение, в угле немного. Они представлены чаще всего фюзеном, значительно реже ксилитреном и совсем редко ксиленом. Последние два вида обрывков не имеют четких контуров, так как сливаются с окружающим бесструктурным веществом. Они тоже чаще приурочены к участкам кларена. Величина включений фюзена очень разнообразная. Среди них есть и такие, которые можно видеть в угле невооруженным глазом, и такие, которые состоят из двух-трех клеточек. Обычно они залегают параллельно наслоению, но некоторые нарушают направление общей слоистости, залегая косо к наслоению.

В виде очень редких единичных включений в данном угле попадаются водоросли.

Минеральных примесей в угле мало. Редко встречаются зернышки кварца, а в участках дюрена есть примесь глины. Кроме того, глина иногда пропитывает ткани. Таким образом, тип полуматового полосчатого угля представляет собой сочетание тонких прожилок и линзочек кларена и дюрена и содержит фюзен. По характеру исходного материала это спорово-стеблевой уголь. В куске угля участки преобладания спор, или дюрена, соответствуют матовым линзам. Тускло блестящие отвечают кларену. Полуматовый уголь связан взаимным переходом с матовым спорным углем, который характеризуется резким преобладанием в исходном материале оболочек спор. В Боровичском угольном районе описанный тип угля наиболее часто встречается в Шереховичском и Комаровском месторождениях.

Матовый грубозернистый уголь

Табл. IX, рис. 19

Уголь имеет черно-бурую окраску, довольно плотный. Он не растрескивается при лежании на воздухе и не рассыпается в мелочь. Структура его однородная, грубозернистая. В ничтожном количестве встречается фюзен в виде мелких вкраплений. Слоистость и полосчатость в угле отсутствуют.

В тонком шлифе уголь прозрачен. Основная масса не имеет существенного значения. Преобладающими оказываются кутинизированные форменные элементы, в частности оболочки микро- и мегаспор. Они имеют ярко желтую окраску, свойственную спорам слабо углефицированных углей. Многие оболочки микроспор несут следы механического измельчения. Они поломаны. То же самое нужно сказать о мегаспорах. Оболочки мегаспор встречаются значительно реже, чем микроспоры. Мега- и микроспоры, обычно, мало сплюснуты.

Остатки стеблевых частей растений так же, как и основная масса, участвуют в составе угля в ничтожном количестве. Так же, как и оболочки спор, они имеют явные следы механического измельчения. По характеру и состоянию изменения вещества клеточных стенок соответствуют ксилитрену. В виде ксилена ткани встречаются очень редко. Фюзен тоже редок и часто представлен фрагментами в две-три клеточки.

Как единичные включения, в этом типе угля встречаются планктонные водоросли.

Минеральная примесь играет заметную роль в угле. Она состоит из редких пылевидных зерен кварца и, главным образом, из тонкой светлосерой глины. Глина тонко перемешана с растительной мелочью. Иногда же она пропитывает мелкие обрывки тканей или концентрируется в виде узких линзовидных прослоек.

Обилие в угле спорового материала и загрязнение глиной определяют матовость внешнего вида его. Присутствие большого количества спор придает ему зернистое строение.

По характеру макро- и микроструктуры данный тип угля представляет споровый дюрэн. В Боровичском районе он был встречен в пласте Б Устьинского месторождения и в средней части Шереховичского пласта (штольня горы Костылевой). Данный тип связан постепенными переходами с полуматовым типом угля, который представляет собой кларен с дюреном и фюзеном. Среди других типов углей Боровичского района матовый грубозернистый уголь встречается довольно часто, но не является преобладающим.

КИЗЕЛОВСКИЙ БАССЕЙН

Ново-Кизеловское месторождение

Полублестящий неяснополосчатый уголь

Табл. X, рис. 20

Черный, тусклоблестящий хрупкий уголь, однородной или неяснополосчатой структуры. Распадается на отдельные призматической формы. Основные поверхности отдельности чрезвычайно гладкие; торцовые более неровные, образующие ряд мелких выступов и углублений.

Под лупой, а в некоторых кусках и невооруженным глазом видно, что уголь состоит из скопления мельчайших тусклоблестящих линзочек. Эти линзочки плотно примыкая друг к другу образуют, сравнительно, однородный основной фон угля, среди которого выделяются более крупные включения витрена. Эти включения выделяются не только своей величиной, но и резче выраженным блеском.

Обычно угли полублестящего типа содержат мало фюзена, но, в отличие от матовых углей, линзы фюзена достигают иногда довольно крупных размеров.

Серный колчедан чаще всего встречается в виде тонких пластинок по трещинам отдельностей или же в виде микроскопических зерен и кристаллов, разбросанных среди угольной массы.

Под микроскопом полублестящие угли имеют структуру кларенов или дюрено-кларенов. Преобладает коричнево-красное вещество гелифицированных растительных тканей, среди которого вкраплены желтые оболочки микроспор и небольшие участки черного непрозрачного вещества. Остудневшие остатки растительных тканей частично сохранились в виде линз и полос витрена и ксиловитрена, частично превратились в прозрачную основную массу. Некоторая примесь тонкодисперсной глины придает ей более сероватый оттенок по сравнению с полосами и линзами витрена.

Непрозрачные участки, наблюдающиеся в шлифах полублестящих углей, бывают двоякого рода. В одних случаях они представляют линзы и мелкие обломки фюзена, в других - хлопья и комочки коллоидального вещества, просвечивающие в наиболее тонких частях шлифа коричневатобурым цветом. Наиболее часто встречается непрозрачное вещество, состоящее из обломков фюзена. Эти обломки имеют резкие угловатые очертания и ясно выделяются среди остальных включений угля. Они приурочены к участкам аттритового типа, содержащим также наибольшее количество желтых тел. Наконец, в отдельных случаях попадаются небольшие скопления мелких кристаллов и зерен серного колчедана, которые в тонком шлифе также образуют черные непрозрачные участки.

Желтые тела полублестящих углей состоят, преимущественно, из микроспор. Мегаспоры встречаются, сравнительно, редко; обрывки кутикулы почти

совершенно отсутствуют. Общее количество кутинизированных элементов составляет не более 10, реже 20% площади шлифа.

Преобладание в углях полублестящего типа прозрачной основной массы вместе с линзочками витрена и ксило-витрена обуславливает не только ряд внешних признаков (блеск, хрупкость, наличие призматической отдельности и т. п.), но отражается также на их технологических свойствах. По сравнению с остальными типами углей Кизеловского угольного района, они дают наиболее вспученные коксовые корольки.

Тип полублестящих углей в Кизеловском угольном районе, хотя и является довольно распространенным в смысле встречаемости, но составляет незначительный процент от общего запаса угольного вещества. Он встречается тонкими слоями, средней мощностью около 0,25 м и приурочен, главным образом, к основаниям пластов. Наиболее часто этот тип можно встретить в пластах варваринской зоны, тогда как для пластов основной зоны он мало характерен.

Полуматовый штриховатый уголь

Табл. X, рис. 21

По внешнему облику это плотный уголь черного цвета со скрытозернистой структурой. На вертикальном изломе, имеющем довольно гладкую поверхность, ясно видна густая сеть тончайших тусклоблестящих штрихов, пронизывающая более матовую основу угля. Наряду с блестящими штрихами, многие угли полуматового типа богаты также включениями линз фюзена. Последние большей частью равномерно разбросаны среди угольного вещества. На вертикальном изломе кусков линзы фюзена имеют вид коротких довольно толстых штрихов, выделяющихся благодаря своему более черному цвету и шелковистому блеску. С фюзеном тесно связаны включения серного колчедана. Конкреции бывают размерами до 20 и более сантиметров в поперечнике. Некоторые из них представляют замещение серным колчеданом ткани фюзена, при достаточно ясном воспроизведении признаков его волокнистой структуры.

Внешняя неоднородность полуматового типа угля находит свое отражение и в микроструктуре. В тонком шлифе видно сложное переплетение трех основных элементов микрокартины: красно-бурой гуминовой основной массы, спор и черного непрозрачного вещества. Участки гуминовой основной массы то расщепляются на тонкие волокна, то сливаются в более широкие полосы, плавно огибающие линзы фюзена или мегаспоры и обнаруживающие неяснокомковатую структуру. Кое-где попадаются также отдельные участки со слабыми следами клеточной структуры, указывающей на происхождение этой массы из остудневших растительных тканей. В промежутках между петлями гуминовой основной массы наблюдаются светложелтые оболочки микроспор и участки черного непрозрачного вещества. При тщательном рассмотрении большая часть его оказывается состоящей из обломков фюзена. Более крупные из них иногда сохраняют признаки клеточной структуры в виде просветов клеточных полостей. Мелкие образуют темные непрозрачные скопления или же дисперсно разбросаны среди гуминовой основной массы и спор. Наряду с частичками фюзена, наблюдается также непрозрачное вещество коллоидального характера, имеющее вид мелких комочков и хлопьев с округлыми очертаниями. В особенно тонких частях шлифа они слабо просвечивают темнобурым цветом.

По сравнению с матовыми углями, являющимися дюренами, полуматовые скорее следует назвать кларено-дюренами. Споры в них составляют 15—25%, при 10—40% фюзена (или непрозрачного вещества) и 40—60% прозрачной основной массы.

Тип полуматовых штриховатых углей является наиболее распространенным в Кизеловском районе. Он входит в состав почти всех пластов, но наиболее характерен для нижнего пласта основной зоны и верхнего пласта варваринской зоны. В этих пластах полуматовый тип составляет свыше 65% всей угольной массы

Губахинское месторождение

Матовый однородный грубозернистый уголь

Табл. XI, рис. 22

Уголь матовый, однородный, плотный, с ясно выраженной грубозернистой структурой. Излом неправильный, поверхность излома шероховатая. Цвет образцов колеблется в пределах серо-черных тонов и зависит как от количества минеральных примесей, так и от содержания фюзена. Последний присутствует, главным образом, в виде мелких включений с нарушенной клеточной структурой. Распределение его равномерное. Количество фюзена составляет 3—8% от общей массы угольного вещества данной разновидности. На вертикальном изломе кусков иногда можно увидеть некоторое количество тончайших блестящих штрихов, которые, однако, не нарушают однородности угля. Только с увеличением их числа и размеров последний становится неоднородным — штриховатым. Серный колчедан попадает несколько чаще, чем в тонкозернистых углях матового типа. Он образует небольшие плотные конкреции или разбросан в виде мелких зерен среди угольного вещества.

В тонком шлифе этого угля можно различить огромное количество спор светложелтого цвета, сцементированных непрозрачной основной массой. Сохранность спор наилучшая, по сравнению со всеми остальными углями Кизеловского угольного района, причем многие споры даже представляются, сравнительно, мало сплюснутыми. Обычно микроспоры преобладают над мегаспорами, не только по количеству экземпляров, но и по общему объему спорового вещества. Значительно реже приходится наблюдать обратное соотношение.

Кроме спор и непрозрачной основной массы, в шлифах данного угля наблюдается также и то или иное количество включений фюзена и тонкие волокнообразные прожилки красноватого гуминового вещества. Последние соответствуют блестящим штрихам, заметным на вертикальном изломе кусков. Линзы фюзена небольших размеров с плохо сохранившейся клеточной структурой. Наиболее мелкие частицы фюзена, представляющие отдельные обломки клеточных стенок, различимы только на аншлифах. В тонких шлифах они сливаются с темным фоном непрозрачной основной массы.

Некоторые образцы этого угля содержат такое огромное количество спор, что могут быть названы споровыми липтобиолитами. В них цементирующее вещество сведено к минимуму, составляя не более 5—10% угольной массы. По внешнему виду это наиболее матовые разности, почти не обнаруживающие присутствия блестящих штрихов. Для них характерны также буроватый оттенок кусков и особенно сильно выраженная вязкость.

При мацерации матового угля микроспоры выделяются сравнительно легко и дают огромное разнообразие морфологических форм. Выделение мегаспор сопряжено со значительными трудностями, вследствие чего видовой состав их еще очень слабо изучен.

Угли грубозернистой разновидности матового типа встречаются почти во всех пластах Кизеловского угольного района, но наиболее часто присутствуют в рабочих пластах основной зоны. Для данного района характерно, что наиболее мощные пласты содержат больший процент матовых углей по сравнению с тонкими, которые почти нацело сложены полуматовыми и полублестящими углями.

Однородные грубозернистые угли не образуют особенно мощных слоев. Это зависит от того, что они часто чередуются со штриховатой разновидностью типа, с которой связаны рядом постепенных переходов.

Матовый однородный тонкозернистый уголь

Табл. XI, рис. 23

Уголь матовый, тонкозернистый плотный с неправильным или слабораковистым изломом. Поверхность излома довольно гладкая и нередко обнаруживает едва заметный жирный блеск. Строение данного угля настолько однородно, что на отдельных кусках его даже трудно определить направление слоистости. Заметных невооруженным глазом включений фюзена почти не наблюдается. Конкреции серного колчедана встречаются крайне редко и имеют очень мелкие размеры.

По микроструктуре этот уголь является сильно насыщенным спорами дюреном с непрозрачной или полупрозрачной основной массой. В тонком шлифе оболочки спор имеют темнооранжевый или красноватый оттенок, в отличие от желтого цвета спор в грубозернистых углях матового типа.

Наибольшую массу спорового вещества составляют микроспоры, густо и равномерно распределенные в шлифах этого угля. Среди них, в одиночку и небольшими группами, располагаются мегаспоры, большей частью представленные обломками различной величины.

Цементирующее вещество состоит из полупрозрачной основной массы, которая, повидимому, представляет смесь гуминовых и глинистых коллоидов. Только изредка попадаются прожилки прозрачной основной массы, или крошечные линзочки ксиловитрена, выделяющиеся своим более ярким красноватым цветом. Среди спор и цементирующего вещества рассеяны в большом количестве мелкие обломки фюзена, сходные с частичками непрозрачной основной массы. Размеры этих включений, обычно, лишь слегка превышают величину микроспоры. Более крупные линзы фюзена — единичны.

В шлифах микроспоры представляются несколько разрушенными, однако, при мацерации этого угля, из него выделяются споры совершенно такой же степени сохранности, как и из большинства остальных углей Кизеловского бассейна. Преобладающую роль играют микроспоры с толстой оторочкой, в частности *Zonotriletes variabilis* Waltz.

Как по внешнему виду, так и по микроструктуре уголь является типичным дюреном. Однородность и тонкозернистость угольного вещества в куске обусловлены мелкими размерами элементов исходного материала (споры, обломки фюзена). Отсутствие блеска является следствием весьма ограниченного содержания гуминовых коллоидов.

В типичном виде этот уголь встречается только в главном рабочем пласте основной угленосной зоны Кизеловского угольного района, носящего название I Калининского в коях Верхней Губахи. В данном пласте, мощностью до 4 м, разновидность матового тонкозернистого угля иногда составляет до 40% всей угольной массы. При сильном обогащении золою этот уголь переходит в особый вид плотного углистого сланца, отличительной чертой которого является тонкозернистая структура и слабораковистый излом. Местное название этого сланца «матовик».

Огромное содержание спор, при весьма незначительной роли гуминового вещества и высокой зольности делают этот уголь непригодным для коксования. Наиболее рациональным представляется его использование для газификации.

Обманковское месторождение (Чусовский угленосный район)

Полубогхед

Табл. XII, рис. 24

Черный однородный матовый уголь, напоминающий эбонит. Уголь очень плотный и вязкий; имеет раковистый излом. На поверхности излома иногда видны мелкие, блестящие штрихи.

В тонком шлифе уголь прозрачен. Сложен, преимущественно, колониями

водорослей и микроспорами, довольно равномерно распределенными в подчиненной им основной массе.

Колонии водорослей являются двумя разновидностями: 1) *Pila karpinskyi* Renault и 2) *Cladiscothallus koeppenii*. Водоросли *Pila karpinskyi* Renault — мелкие овальные тельца светложелтого цвета, иногда с красноватым оттенком, усеянные маленькими черными точками. Водоросли *Cladiscothallus koeppenii*, в сравнении с вышеописанными, имеют более крупные размеры и овальной или неправильной формы тельца, которые представляют собой сросшиеся и идущие в разных направлениях от одного центра к периферии трубочки. По количеству водорослей *Pila karpinskyi* Renault значительно больше, чем *Cladiscothallus koeppenii*.

По количеству микроспоры уступают колониям водорослей. Они представлены мелкими сплюснутыми, в большинстве своем разорванными оболочками желтого или желтого с красноватым оттенком цвета.

Основная масса смешанная. Она состоит из полупрозрачного грязно-бурого, местами с зеленоватым, коричневатым или красноватым оттенками вещества гумусово-сапропелевого типа. Этому веществу подчинены полоски, линзочки, штрихи и комочки красного цвета, относящиеся к основной массе гумусового характера. Полоски последнего, повидимому, обуславливают наличие блестящих штрихов на поверхности излома описываемого угля.

Так как в сложении угля, наряду с водорослями, принимают участие и микроспоры, этот уголь относится к гумусово-сапропелевому типу (полубогхед). По микроструктуре он очень похож на полубогхед Подмосковского бассейна.

Уголь типа полубогхед на Обманковском месторождении встречается редко и в виде тонких (мощностью до 0,16 м) ограниченных линз в нижней части пласта Основного и в верхней части нерабочего пласта I.

КАРАГАНДИНСКИЙ БАССЕЙН

Общая характеристика углей

Карагандинский каменноугольный бассейн, расположенный в северной части Казахской ССР, является одним из крупнейших угольных бассейнов в Союзе.

Угольные пласты бассейна сложены различными типами угля, перемежающимися по всей мощности пласта. Преобладают полублестящий, полуматовый и, отчасти, блестящий полосчатые типы угля.

В микроструктуре полублестящего и полуматового типов угля наблюдается переслаивание полос красно-бурого и коричнево-черного бесструктурного вещества. Содержание форменных элементов (оболочек спор и растительных тканей) варьирует в составе и колеблется от слоя к слою. В блестящем полосчатом типе угля преобладает красно-бурое вещество с небольшим количеством спор, чередующееся с фюзеном.

В Карагандинском бассейне распространены угли от газовых до коксовых, причем повышение степени углефикации наблюдается от верхних пластов к нижним. Оно отразилось на микроструктуре углей постепенным изменением цвета споровых оболочек от светложелтых в пластах верхней части угленосной толщи до красно-бурых в нижней. Различные градации цветовых оттенков споровых оболочек, постоянные для отдельных групп пластов, используются для сопоставления последних.

Кроме каменных нижнекарбонových углей, имеются небольшие разработки бурых углей юрского возраста.

Блестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XIII, рис. 25

Уголь блестящий, черный, плотный. Полосчатость неясная. На полированной поверхности угля переслаивание блестящих полос с более тонкими мато-

выми — отчетливое. Уголь разбит вертикальными трещинами на пластинчатые отдельности. Трещины заполнены кальцитом. На основной поверхности отдельностей имеются мелкие нерезко выраженные глазки. Излом угля неправильный угловатый. Черта черная.

В тонком шлифе наблюдается преобладание прозрачной буровато-красной основной массы почти без включений. Сравнительно редко можно встретить единичные споры. Слабо-комковатое коллоидное вещество основной массы имеет тонкие вертикальные трещины сокращения, характерные для витрена. Полосы витрена переслаиваются с тонкими полосами основной массы, обогащенной оболочками спор. Они соответствуют матовым полосам на полированной поверхности угля. Матовость этих полос зависит от большого количества спор. Непрозрачное вещество почти не встречается. Наблюдаются в небольшом количестве мелкие зерна пирита.

Оболочки спор имеют желтую, реже желто-оранжевую окраску и принадлежат, главным образом, микроспорам. Мегаспоры редки и чаще представлены обрывками. Среди выделенных мацерацией оболочек спор преобладают формы гладкие и со скульптурой на оболочке в виде мелких бугорков. Реже встречаются микроспоры с летучкой.

Остатки лигнино-целлюлозных тканей представлены мелкими линзами фюзена. Линзы витрена в большинстве случаев совершенно бесструктурны. Реже могут быть в них отмечены неясные намеки на клеточное строение в состоянии почти полного остудневания.

По общему облику макро- и микроструктуры уголь может быть отнесен к кларену. Исходным материалом угля является мелкораздробленный растительный материал и споры.

Блестящий неяснополосчатый тип угля в Карагандинском бассейне имеет ограниченное распространение. Он встречается, главным образом, в нижней пачке пласта Нового и в пласте Надновом.

Блестящий полосчатый уголь

Табл. XIV, рис. 26

Уголь блестящий, черный, полосчатый, хрупкий. Полосчатость угля вызвана переслаиванием широких (3—4 см мощности) блестящих полос с полосами и линзами фюзена до 6—15 мм ширины. Блестящие участки на полированной поверхности не однородны. В них наблюдаются тонкие матовые полосы. Перпендикулярно слоистости уголь разбит трещинами на тонкопластинчатые отдельности. Трещиноватость, значительное количество мощных полос фюзена и блестящего угля придают углю хрупкость. Излом неправильный, ступенчато-угловатый. Черта черная.

В тонком шлифе уголь обнаруживает преобладание бесструктурного гумусового вещества красновато-бурого цвета. Участки прозрачной основной массы переслаиваются с более тонкими полосками, обогащенными спорами. Споры хорошо различимы в отраженном свете на полированной поверхности, а в тонких шлифах в проходящем свете менее отчетливы. Здесь они имеют светло-красный, реже оранжево-красный цвет, почему слабо заметны в основной массе угля. Количественное распределение оболочек спор в различных слоях довольно неправильно. Местами встречаются сплошные скопления спор. Основная масса в спорных прослоях имеет несколько более темную окраску, чем в полосах без включений. Непрозрачное вещество встречается редко, в виде угловатых обломков или комочков.

Некоторые линзы витрена обнаруживают слабо заметное строение. Фюзен имеет хорошую сохранность клеточного строения. Местами растительная ткань оказывается превращенной частично в фюзен и частично в ксилен (см. рис. 26). Мелкие обломки фюзена встречаются и в спорных прослоях. Иногда эти фрагменты более или менее пиритизированы.

В исходном материале угля имелись лигнино-целлюлозные растительные ткани и споры. Некоторые из них сохранились в виде фюзена и ксилена, другие превратились в гумусовое коллоидное вещество.

В связи с неодинаковой степенью углефикации различных угольных пластов Караганды, в блестящем типе угля наблюдаются изменения микроструктуры. Угольное вещество приобретает более интенсивное карминово-бурое окрашивание, а для спор наблюдается изменение цвета споровых оболочек от желтого до карминово-бурого. В последнем случае присутствие спор в тонких шлифах и даже аншлифах обнаружить чрезвычайно трудно: они совершенно сливаются с основной массой, сходной по своей окраске со спорами.

В Карагандинском бассейне изменение степени углефикации в сторону ее повышения происходит, согласно правила Хильта, от вышележащих пластов к нижележащим. Уголь пласта Вышесреднего первым из пластов верхней части угленосной толщи обнаруживает ясные признаки повышения углефикации.

Блестящий полосчатый тип угля встречается почти во всех пластах Карагандинского бассейна. Он тесно переслаивается и местами замещается еще более распространенным — полублестящим полосчатым типом угля. Блестящий полосчатый уголь встречается исключительно в средней части пластов и обладает незначительной зольностью.

Полублестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XIV, рис. 27

Уголь плотный, черный. Поверхность излома сглаженная. Блеск несколько тусклый, как бы отсвечивающий. На полированной поверхности наблюдается обогащение тонкими матовыми полосами. Имеются включения линз витрена и фюзена. Линзы витрена четко отграничены от окружающего более матового вещества угля. Черта на фарфоровой пластинке черная.

Под микроскопом прозрачная основная масса красно-бурого цвета, довольно светлого оттенка. В ней равномерно рассеяны оболочки спор светло-желтого цвета, относительно большое количество которых и придает углю некоторую матовость. Местами видны скопления спор в виде тонких полос. Лигнино-целлюлозные ткани растений представлены мелкими линзами ксило-витрена, ксило-фюзена, фюзена и реже структурного витрена. Непрозрачное вещество обнаруживается в очень небольшом количестве. В большинстве случаев оно находится в виде обрывков мелкоизмельченного фюзена.

Присутствие линз ксило-витрена и фюзена, наряду с бесструктурным веществом, указывает на неодинаковую интенсивность остудневания исходного материала угля. По микроструктуре уголь является кларено-дюреном, образованным лигнино-целлюлозными тканями и спорами.

Полублестящий неяснополосчатый тип угля характерен для верхней пачки пласта Нового и почти не встречается в стратиграфически нижележащих пластах.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XV, рис. 28

Уголь довольно плотный, черный, яснополосчатый. Полосчатость вызвана чередованием матовых, полуматовых и блестящих слоев, а также линз фюзена. На изломе угля, перпендикулярном напластованию, наблюдается перемежаемость участков с преобладанием то блестящих, то матовых полос. Мощность таких комплексов полос колеблется от 4 до 6 см. В зависимости от мощности отдельных слоев, можно различать: а) широкополосчатую и б) тонкополосчатую разновидности. Последняя характеризуется тонкими полосами блестящего угля и представляет переход к полуматовому типу. Полублестящий характер угля зависит от более или менее густого расположения блестящих полос в полу-

матовой основе. Последняя имеет зернистое сложение. Уголь разбит трещинами перпендикулярно слоистости на призматические отдельности. Трещины заполнены каолинитом. Излом угля неправильный, угловато-ступенчатый. Черта черная.

Микроструктура характеризуется присутствием значительного количества непрозрачного вещества. Все полуматовые и матовые участки угля состоят из непрозрачной или малопрозрачной комковатой основной массы. В ней содержится значительное количество спор, мелких обломков и линз фюзена, а также тонкие полосы и прожилки ярко окрашенного гумусового вещества. Эти прожилки огибают включения и имеют флюидальный характер. Для участков с преобладанием непрозрачного вещества характерно присутствие мелких минеральных включений белого цвета.

Блестящим широким полосам соответствуют в тонком шлифе красновато-бурые, резко отграниченные полосы витрена. Местами они имеют довольно ясное клеточное строение. Иногда эти полосы связаны постепенными переходами с ксиленом, сохранившим отчетливую структуру растительной ткани. Фюзен представлен крупными линзами, образующими иногда прослой значительной мощности (3—4 см).

По микроструктуре уголь имеет характер дюрена, реже дюрено-кларена. В состав исходного материала угля входили лигнино-целлюлозные ткани растений и споры. Обрывки кутикулы в углях Караганды единичны и имеют плохую сохранность. Оболочки спор принадлежат, главным образом, микроспорам. Мегаспоры единичны и представлены гладкими экзинами желтого цвета.

Полублестящий полосчатый тип угля в Карагандинском бассейне имеет значительное распространение. Он слагает наиболее мощные угольные пласты бассейна. Особенно типично он выражен в пластах Верхняя Марианна, Четырехфутовый, Шестифутовый, Новый, отчасти Замечательный и другие.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XVI, рис. 29

Уголь полублестящий, широкополосчатый. Наблюдается чередование комплексов, где преобладают блестящие полосы, с участками, где преобладают матовые. Ширина этих участков по вертикали около 4 и 5 см.

Ширина отдельных полос в комплексе незначительна, около 2—3 мм. Излом угловато-ступенчатый. При разламывании угля наблюдается распадение его на куски призматической формы вдоль трещин, перпендикулярных слоистости. Черта черная.

В тонком шлифе уголь просвечивает темнокрасным цветом. Черными непрозрачными участками занята меньшая часть шлифа. Блестящие части угля образованы скоплением лигнино-целлюлозных тканей в виде довольно крупных линз и полос красноватого и красно-бурого цвета. Основная масса занимает подчиненное положение. Скопления растительных тканей переслаиваются с дюреновыми участками, соответствующими матовым частям угля. Сохранность растительных тканей, сравнительно, плохая и от клеточного строения сохранились лишь местами небольшие отверстия полостей клеток. Поэтому большая часть растительных тканей представлена в виде ксиловитрена, переходящего в участки бесструктурного вещества.

Некоторые из растительных фрагментов имеют светлокрасный цвет, другие — темнокрасный и, наконец, коричнево-бурый. Темный, но не вполне черный цвет гумусового вещества можно рассматривать как результат не вполне законченной фюзенизации. Поэтому, в пределах одного и того же растительного фрагмента, мы можем наблюдать переходы от ксиловитрена к ксилофюзену и фюзену. Растительные ткани представлены крупными обрывками различной формы, несколько удлиненными в направлении слоистости, но не параллельными ей. Между двумя соприкасающимися фрагментами часто наблюдается

незначительный слой черного фюзенизированного вещества, изредка с небольшим количеством спор. В дюреновых участках, чередующихся со скоплениями растительных тканей, основная масса является непрозрачной, но местами она прорезывается тонкими прожилками светлокрасного гумусового вещества. Эти участки содержат довольно большое количество споровых оболочек желтого и оранжевого цвета, причем преобладают микроспоры, тогда как мегаспоры встречаются только в виде более темноокрашенных обрывков.

Этот уголь преобладает в средней и отчасти нижней частях пласта Верхняя Марианна.

Полублестящий полосчатый уголь (повышенной степени углефикации)

Табл. XVI, рис. 30

По внешнему виду уголь полублестящий, черный, полосчатый. На свежем изломе уголь по своему блеску полублестящий, почти приближающийся к блестящему. На полированной поверхности более отчетливо выступают матовые полосы. Трещины, направленные перпендикулярно слоистости, разбивают уголь на пластинчатые отдельные и заполнены каолинитом. Излом угля угловатоступенчатый. Черта черная.

В тонком шлифе преобладает красно-бурая основная масса светлого оттенка. Довольно широкие слои, обогащенные спорами, имеют основную массу более темного оттенка (полупрозрачная основная масса). Она имеет как бы хлопьевидный характер и содержит большое количество споровых оболочек. Последние имеют оранжево-красный цвет, почему слабо выделяются среди основной массы. Только присутствие полупрозрачного вещества делает их контуры более определенными. Слои со спорами имеют дюреновый характер и содержат, кроме спор, мелкие обломки фюзена и единичные минеральные включения. На полированной поверхности угля эти полосы представляются матовыми. Дюреновые участки переслаиваются с неширокими полосами витрена. Витрен в данной разновидности угля имеет такое же хлопьевидно-комковатое строение, как и полупрозрачная основная масса.

Непрозрачная основная масса не наблюдается. Отсутствие непрозрачной основной массы является одним из основных признаков, заставивших выделить данную разновидность полублестящего полосчатого типа угля.

Полублестящий полосчатый уголь описанной разновидности приурочен к средней части угленосной толщи Караганды. Он переслаивается с блестящим полосчатым типом угля, обогащенным фюзеном.

Полублестящий полосчатый уголь (высокой степени углефикации)

Табл. XVII, рис. 31

Уголь имеет черный цвет, довольно значительную плотность. Излом угловатоступенчатый. Наблюдается трещиноватость с заполнением трещин, главным образом, гипсом.

На изломе, перпендикулярном напластованию, отчетливо выявляется чередование блестящих и матовых полос с более или менее крупными линзами фюзена. Полосы не одинаковы по мощности. Могут быть выделены комплексы полос с преобладанием блестящего или с преобладанием матового угля. В основном уголь имеет полублестящий характер. Черта черная.

В тонком шлифе уголь характеризуется темным карминово-бурым цветом основной массы и отсутствием окрашенных в желтый цвет оболочек спор. Эти признаки являются наиболее резкими отличиями для углей нижней части угленосной толщи (Ашляриксской) от верхней (Карагандинской).

Повышение степени углефикации, кроме изменения цвета, влияет и на плотность вещества основной массы.

Своеобразное строение имеют в шлифе участки между полосами прозрачной основной массы. Эти участки полупрозрачны и просвечивают буро-черным цветом. Местами в них наблюдаются не крупные обломки фюзена. Строение вещества полупрозрачных полос представляется мелкопористым. Просвечивающие поры заполнены минеральными примесями желтоватого цвета. При изучении этих участков в отраженном свете можно видеть мелко-измельченный растительный материал в виде беловатых и светлосерых комков и обломков. Они перемежаются с темносерым зернистым минеральным веществом. В единичных случаях среди полос можно встретить мегаспоры или их обрывки. Цвет мегаспор в шлифах карминово-бурый, не отличающийся от основной массы. В аншлифах мегаспоры имеют беловатый цвет со слабым сероватым оттенком, выявляющимся только при иммерсии. Микроспоры не различимы, так как, по-видимому, подобно мегаспорам, претерпели изменение вещества.

Полублестящий полосчатый тип угля в пластах нижней части угленосной голицы тесно перемежается с матовым углем. Кроме того, матовые полосы местами переходят в углистые сланцы.

Полуматовый однородный уголь

Табл. XVII, рис. 32

Уголь полуматовый, черный, плотный. На свежем изломе несколько отсвечивает. Полосчатость не наблюдается. Трещины кливажа отсутствуют. Излом угля неправильный. Черта черная.

В тонком шлифе преобладает красновато-бурая основная масса. В ней наблюдается большое количество минеральных примесей в виде тонких желтоватых прожилок и линз, как бы расслаивающих красно-бурое гумусовое вещество. Они имеют тонкозернистое сложение. Зернистость вызвана, по-видимому, неоднородностью минеральных примесей, частично смешанных с гумусовым веществом. Отчетливо заметны тонкие минеральные прослойки, в которых имеются мелкие разобренные зерна красноватого гумусового вещества. Последнее не образовало равномерной смеси с минеральным веществом, а выпало из раствора в виде резко обособленных комочков. Среди тонко-расслоенного гумусового вещества и минеральных примесей разбросаны обломки фюзена и обрывки мегаспор.

Мегаспоры имеют вид длинных толстостенных обрывков. Поверхность споровых оболочек — гладкая, без выступов и бугорков; цвет — красновато-оранжевый.

Кроме мегаспор, встречаются единичные округло-овальные тела красно-бурого и черного цвета.

Микроспоры достоверно неразличимы, так как цвет споровых оболочек слабо выделяется среди основной массы.

Фюзенизированные растительные ткани представлены как крупными (0,5 мм длины), так и мелкими фрагментами, напоминающими обломки клеточных стенок. Необходимо особенно подчеркнуть, что для данного типа угля характерны довольно мелкоклеточные фюзены с тонкими клеточными стенками. Форма фюзенов описываемого угля чрезвычайно разнообразна. Правильные линзы почти отсутствуют и преобладают сильно деформированные фюзены.

По внешним признакам и по микроструктуре уголь является зольным дюреном. Описанный тип угля развит в верхней части пласта Верхняя Марианна в виде слоев, 10—15 см мощности, связанных с прослоями углистого и глинистого сланца.

Матовый однородный уголь

Табл. XVIII, рис. 33

По внешнему виду уголь матовый, плотный, черный, тонкозернистый на изломе. Поверхность излома сглаженная, иногда почти раковистая. Местами на вертикальном изломе заметны тонкие редкие полосы блестящего угля. Трещиноватость не наблюдается. Черта черная.

В тонком шлифе преобладает непрозрачное и полупрозрачное вещество. Местами заметны полосы прозрачной основной массы в виде тонких прожилок.

Непрозрачная основная масса содержит большое количество спор, мелких обрывков фюзена и минеральных включений. Все включения рассеяны в основной массе равномерно, и полосчатость не наблюдается. Оболочки спор представлены, главным образом, микроспорами, но встречаются и мегаспоры. Последние иногда разорваны и имеют в шлифе (как это изображено на рисунке) вид тонких полос желтого цвета. По микроструктуре уголь является дюреном.

Матовый тип угля в пластах Карагандинского бассейна занимает подчиненное положение. Переходом между ним и полублестящим полосчатым углем являются еще более тонкие слои полуматового угля. Этот уголь сложен матовым веществом, несколько обогащенным блестящими прожилками.

Кроме обычного перехода матового угля в полублестящий полосчатый, можно отметить его постепенные переходы в углисто-глинистый и глинистый сланец. При изучении таких переходных слоев можно заметить все большее и большее обогащение минеральными примесями. Они встречаются как в виде отдельных включений, так и в виде тонкодисперсных примесей, пропитывающих вещество угля. Споры и другие мелкие обрывки растительных тканей вблизи подобного рода минеральных образований носят следы перемещения.

Матовый тип угля встречается во всех пластах угленосной толщи Караганды, изменяя характер микроструктуры, в зависимости от состава исходного материала и изменения степени углефикации от верхних к стратиграфически нижележащим пластам.

По составу исходного материала наблюдаются три основные разновидности матового угля: 1) споровый уголь; 2) уголь, образованный лигнино-целлюлозными тканями; 3) уголь, образованный гумусовым коллоидным бесструктурным веществом, равномерно перемешанным с минеральными примесями.

Изменение степени углефикации сказывается в изменении цвета спорных оболочек от желтого до красно-бурого и черного.

ДОНЕЦКИЙ БАСЕЙН

Общая характеристика углей

Донбасс представляет крупнейший каменноугольный бассейн Союза и принадлежит к типу параллических бассейнов с углями средне- и верхнекарбонového возраста. Многочисленные угольные пласты бассейна сложены, преимущественно, блестящим полосчатым углем типа кларена.

В микроструктуре угля наблюдается преобладание коллоидной гуминовой массы, прозрачной в низких степенях углефикации. Полосчатость создается, главным образом, присутствием в угле растительных остатков в различных формах превращения от фюзена до витрена включительно. Кутинизированные элементы представлены оболочками спор и кутикулой. Слои с большим содержанием кутинизированных элементов наблюдаются, относительно, редко. Еще более редко встречаются прослои с непрозрачной основной массой. Незначительность таких дюреновых прослоев проявляется в резком преобладании внешне блестящих типов угля в бассейне.

Несмотря на общую однотипность угля, в отдельных пластах и слоях можно наблюдать дюреновые разности полуматовые и матовые.

Изображение микроскопического строения этих разностей приводится для полноты характеристики углей этого важнейшего бассейна.

Главное разнообразие в свойствах углей бассейна связано, преимущественно, с изменением угольного вещества в процессе углефикации. Эти изменения закономерно протекают в однообразном по генетическому типу угле и проявляются в химическом составе угля и его микроструктуре.

Микроструктура генетических разновидностей дана по углям низкой степени углефикации (газовым), представляющим наиболее ясную картину в тонком шлифе.

Изменение микроструктуры разновидностей угля под влиянием вторичных процессов метаморфизма приводится в виде отдельной таблицы. Таблица иллюстрирует изменение кларена и дюрена донецких углей при переходе от газовых углей к коксовым. Дальнейшее изменение в проходящем свете является неясно, вследствие значительного уменьшения прозрачности угля.

Изменение микроструктуры углей Донецкого бассейна в процессе углефикации

Табл. XIX, рис. 34

Основное разнообразие свойств и химического состава углей Донецкого бассейна связано не с генетическим типом угля, а с процессом углефикации. Рис. 34 иллюстрирует изменение микроструктуры клареновых и дюреновых разностей донецких углей при переходе от газового угля к коксовому.

Изменение микроструктуры кларена от газовых углей к коксовым представлено на рис. 34, 1—2—3. В газовом угле (1) основная масса прозрачна и

Химический состав угля

Марки угля	Ингредиенты	Влага	Зола (на сухой уголь)	Летучие (на горючую массу)	На горючую массу				Удельный вес
					C	H	O + S	N	
Газовые	Кларен	4,11	3,77	35,67	—	—	—	—	—
	Дюрен	1,76	2,62	41,90	82,83	5,54	10,67	1,46	1,40
Паровично-жирные	Кларен	1,59	2,03	29,99	—	—	—	—	—
	Дюрен	1,13	9,28	34,71	85,21	5,47	7,60	1,72	1,39
Коксовые	Кларен	0,46	2,43	24,25	87,66	4,92	5,55	1,87	1,49
	Дюрен	1,56	13,47	24,58	87,60	4,05	6,67	1,68	—

имеет в проходящем свете оранжево-красную окраску. В полосах, содержащих оболочки спор, наблюдается легкое неясное потемнение основной массы. Более темные участки основной массы не имеют определенных границ и представляют только некоторую неравномерность окраски. Витрен (1, нижняя часть) по цвету и прозрачности сходен с основной массой. Неравномерность окраски витрена связана с процессом шлифования. Оболочки спор ярко желтые и резко выделяются среди основной массы.

В паровично-жирном угле (2) те же составные части угля имеют уже измененный характер. Основная масса принимает более интенсивную окраску при той же толщине шлифа. В полосах, содержащих споры, потемнение основной массы заметно значительно резче. Темные участки несколько яснее отграничены и местами начинают принимать штрихообразную форму. Витрен в шлифе имеет более неравномерную окраску. Неровности шлифованной поверхности вызывают резкое различие в оттенке, даже при незначительной разнице в толщине соседних участков шлифа. Основная масса и витрен имеют более коричневатый оттенок. Оболочки спор приобретают оранжевую окраску и очень неясно выделяются среди основной массы.

В коксовом угле (3) основная масса и витрен прозрачны лишь при очень малой толщине шлифа. Окраска шлифа становится еще более неравномерной. В атритовых участках неоднородность вещества делается еще более заметной. Частишки, темнеющие уже в паровично-жирном угле, выделяются резче и принимают более определенную штрихообразную форму. Оболочки спор совсем не выделяются, вполне сливаясь по окраске с прозрачной основной массой. В тонких шлифах клареновых углей, с содержанием летучих < 26%, среди коричневатой окрашенной основной массы различимы только линзы фюзена и более темные штрихи в атритовых участках. Эти штрихи свидетельствуют о неоднородности атритового вещества, отличающей их от полосок и линз витрена.

Дюреновые угли представляют подобное же изменение тех же компонентов (см. 4—6). В дюрене газового угля (4) все составляющие элементы ясно видны. Тонкие прожилки прозрачной основной массы *h* резко выделяются среди непрозрачного вещества. Оболочки спор имеют ярко желтую окраску и хорошо отличимы от прожилок витренообразного вещества основной массы.

В дюрене из паровично-жирного угля (5) главное изменение наблюдается в окраске кутинизированных элементов. Оболочки спор, как и в клареновых углях, принимают оранжевый или оранжево-красный оттенок. Вследствие этого они только по форме и несколько большей компактности вещества отличаются от прожилок прозрачной основной массы (см. 5). Временами трудно определить — является ли полоска оранжево-красного вещества обрывком мегаспоры,

или прозрачной основной массой среди непрозрачного вещества. В коксовом угле в дюрене еще ясно заметны различия между прозрачной основной массой и opak-веществом. Но кутинизированные элементы, как и в кларене, становятся совершенно не различимы (см. 6).

Постепенно прослеживая изменение в процессе углефикации одного и того же типа угля, можно ясно определить вторичный характер изменения отдельных составляющих. Эти наблюдения доказывают генетическую связь между углями с большим и малым количеством летучих веществ и зависимость изменения химического состава угля от вторичных воздействий факторов геологического порядка.

Блестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XX, рис. 35

По внешнему виду уголь смолисто-блестящий, черный, почти однородный. Местами наблюдается тонкая неясная полосчатость или штриховатость. Уголь, относительно, плотный, с слабо неровным, иногда полураковистым изломом.

Черта угля на фарфоровой пластинке темнокоричневая, почти черная. В тонком шлифе наблюдается преобладание коллоидного вещества основной массы, имеющего желтовато-красный оттенок. Среди основной массы довольно беспорядочно рассеяны немногочисленные оболочки микроспор s.

Основная масса бесструктурна, неправильно комковата. Лишь местами наблюдаются линзовидные участки, совершенно не содержащие форменных элементов и несущие слабые признаки клеточного строения типа ксиловитрена.

Форменные элементы равномерно распределяются среди основной массы. Реже наблюдается послойное расположение их, с повышенным содержанием спорных оболочек в отдельных слоях.

Споры сильно сплюснуты, внутренняя полость их сведена на-нет. Цвет спорной оболочки в тонком шлифе светложелтый. При мацерации угля жидкостью Шульца выделяются споры хорошей сохранности. Видовой состав спор разнообразен и характерен для углей среднего карбона. Изредка в угле наблюдаются небольшие обрывки кутикулы. Большею частью кутикула тонкая. Реже встречаются обрывки очень утолщенной кутикулы.

Остатки стеблевых тканей представлены немногочисленными очень мелкими линзочками фюзена f или отдельными обломками фюзенизированных клеточных стенок f'. Изредка наблюдаются обрывки проводящих элементов в состоянии ксилена x. Среди основной массы в единичных случаях заметны участки с клеточным строением типа структурного витрена. Обычно структурный витрен неясно отграничен и незаметно сливается с окружающей основной массой. В больших кусках угля этого типа иногда наблюдаются довольно крупные линзы фюзена. Фюзен типичный, хрупкий, марающий, с ясным волокнистым строением. От окружающего блестящего угля линзы фюзена отграничены очень резко.

Преобладание в угле коллоидного прозрачного вещества основной массы обуславливает внешний блеск угля и его относительную однородность. По макро- и микроскопическим признакам уголь является типичным атритовым клареном.

Иногда споры располагаются в угле более ясными послойными комплексами. При этом, обычно, наблюдаются и более определенные полосы, не содержащие форменных элементов и относящиеся к витрену. В большинстве случаев полосы витрена бывают бесструктурны. При таком расположении составляющих уголь уже переходит в полосчатую разновидность кларена. Блестящий неяснополосчатый уголь (атритовый кларен) наблюдается чаще всего в нижней части пластов Донецкого бассейна. В пласте I₃ Кадиевского рудника этот тип угля составляет часто всю нижнюю (по мощности) часть пласта. Переход к полосчатому кларену наблюдается, обычно, в средней части пласта.

Невысокая степень углефикации, характерная для Голубовского рудника, проявляется как во внешних признаках угля, так и в его микроструктуре. Со стороны внешних признаков о низкой степени углефикации (газовый уголь) свидетельствует относительная плотность и вязкость угольного вещества и смолистый характер блеска. В микроскопическом строении угля с низкой степенью углефикации связаны прозрачность и оранжевый оттенок основной массы, а также светложелтый цвет кутинизированных элементов.

Полублестящий штриховатый уголь

Табл. XX, рис. 36

Уголь плотный, полублестящий, с смолистым блеском и тонкой, довольно ясной полосчатостью. Излом угля крупно-ступенчатый, сглаженный. Главную массу угля составляет тонко-штриховатое, полублестящее вещество. Среди штриховатой массы рассеяны однородноблестящие линзы и полоски витрена и мелкие линзы легко марающего фюзена.

В тонком шлифе уголь прозрачен. Преобладает оранжево-красное коллоидное вещество, местами комковатое, местами однородное, с флюидальным сложением. Среди основного вещества довольно равномерно рассеяны линзы фюзена, ксилена и витрена. Полосовидные участки с комковатой основной массой h состоят из нагромождения неясно отграниченных комочков коллоидного вещества с рассеянными между ними оболочками спор и частицами opak-вещества. Комочки в основной массе расплывчатые, сливающиеся между собой. Заметны в тонком шлифе, вследствие небольших различий в окраске и прозрачности. В аншлифе комковатое сложение основной массы не проявляется.

Непрозрачное вещество представлено немногочисленными рассеянными обломками фюзенизированных клеточных стенок. Комковатое сложение основной массы приводит к неправильности расположения оболочек спор. В местах с однородно-текучим сложением основной массы h , спорные оболочки располагаются послойно. Споры сильно сплюснуты и имеют вид тонких желтых штрихов.

Остатки стеблевых тканей наблюдаются в значительном количестве и представлены всеми формами превращения растительного вещества. Фюзен встречается в виде линз различных размеров, обычно, с нарушенным клеточным строением. Наблюдаются линзы фюзена с мелкоклеточным строением ткани f и с крупноклеточным строением f_1 . В последнем случае клеточные стенки в отдельных участках как бы слились между собой, и крупные полости имеют вторичные, более или менее случайные очертания.

Ксилен присутствует в виде линз, иногда достигающих крупных размеров. Часто строение ткани в ксилене сильно расплывчато. Но темнокоричневая окраска вещества и резкость отграничения от окружающей основной массы угля заставляют относить такие линзы к ксилену x , а не к ксило-витрену. Витрен наблюдается в угле ясными полосками и линзами. Часто в витрене заметны остатки клеточного строения древесной ткани. Встречаются полоски витрена v , содержащие скопления смоляных тел g . Смоляные тельца светложелтые, довольно мелкие, образуют в витрене четковидные цепочки и по расположению соответствуют строению сердцевинных лучей на тангентальном срезе древесины.

По своему сложению уголь является типично полосчатым. Состоит из чередования атритовых полос с относительно крупными растительными остатками.

Атритовые полосы, вследствие преобладания прозрачного коллоидного вещества основной массы, имеют полублестящий характер и, несмотря на довольно значительное содержание кутинизированных элементов, стоят ближе к кларену, чем к дюрену.

Многочисленные полоски и линзы витрена усиливают блестящий облик угля.

Линзы фюзена и ксилена располагаются полосовидными комплексами, образуя более матовые прослои. По всему облику уголь должен быть отнесен к типу полосчатого кларена. Этот тип угля является преобладающим среди углей Донецкого бассейна, слагая главную массу угольных пластов. В процессе метаморфизма уголь претерпевает значительные изменения, но основные разновидности слагающих компонентов остаются различными под микроскопом.

Тусклоблестящий, неясноштриховатый уголь

Табл. XXI, рис. 37

В угле наблюдаются тонкие полоски витрена, но рис. 37 соответствует вмещающему веществу угля.

В тонком шлифе неясноштриховатое плотное вещество угля представляет своеобразную картину. Основная масса состоит из неясно отграниченных овальных комочков. Текучая основная масса наблюдается в минимальном количестве между отдельными комочками. Очень немногочисленные оболочки микроспор равномерно рассеяны в угле. В преобладающем комковатом веществе каждый комочек имеет вид уплотненного однородного сгустка. Цвет комочков оранжево-красный, размеры их неравные.

Соседние комочки отличаются друг от друга лишь вследствие слабых различий в оттенке вещества. Края комочка, обычно, несколько темнее середины. Это отличие скорее связано с изменением лучепреломления по краям компактного тельца, чем с различием в веществе. Обычно комочки мелкие, не превышающие величины 70—60 μ по длинной оси овала. В редких случаях они имеют вытянутую удлинённую форму.

По форме и отчасти по цвету комочки представляют сходство с смоляными телами, наблюдаемыми в углях.

Близость вещества комочков к смолистым или камедистым образованиям подтверждается повышенным содержанием летучих веществ в угле. По сравнению с нижней частью пласта, содержание летучих веществ в угле больше на 2,4%.

Смолообразные комочки составляют главную массу описываемой разновидности угля. Кроме них наблюдаются незначительные тонкие полоски текучей основной массы. Флюидальная основная масса неясно отделяется от смолистых комочков и слабо отличается от них несколько более темнокрасным оттенком. Из кутинизированных элементов наблюдаются немногочисленные оболочки микроспор. Микроспоры равномерно рассеяны среди смолистых комочков, сильно сплющены и имеют светложелтый цвет.

Остатки растительных тканей, сохранившие строение, в участках угля с преобладанием в основной массе смолистых комочков — отсутствуют.

Из минеральных включений наблюдаются мелкие кристаллики пирита *p.*

Смолисто-комковатая разновидность угля наблюдалась в донецких углях лишь единично. Распространение ее не выяснено и требует дальнейших исследований.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XXI, рис. 38

Уголь плотный, полублестящий, с тонким слоистым расположением полублестящих и полуматовых полосок. В последних наблюдается блестящая штриховатость, иногда переходящая в тонкую полосчатость. Рис. 38 представляет микроструктуру этих полуматовых тонкослоистых полосок.

В общей клареновой массе угля, типичного для Донецкого бассейна, наблюдаются полосовидные участки с своеобразным расположением спорных оболочек. В прозрачном гуминовом веществе основной массы заметны многочисленные оболочки микроспор. Микроспоры имеют желтый цвет и распола-

гаются тонкими слоями, параллельными напластованию. Расположение оболочек в каждом тонком слое настолько густо, что они как бы слипаются между собой, образуя компактные полосовидные скопления. Споры сильно сплющены, не сохраняют следов внутренней полости и имеют нерезкие, слегка расплывчатые очертания.

Слипание спор может быть объяснено сцеплением тонких легко подвижных оболочек в спокойной воде. Такое сцепление постоянно наблюдается при долгом стоянии с водой продуктов мацерации углей. Расплывчатость и некоторая неровность контуров споровых оболочек указывает на значительную степень разложения, обычно, стойкого вещества оболочки.

Среди тонко-полосовидно расположенных спор наблюдаются относительно крупные линзы витрена. Витрен, обычно, бесструктурен и состоит из оранжево-красного, слегка комковатого вещества, подобного основной массе, отличаясь от нее только отсутствием форменных элементов. Очертания линз довольно определены, так как подчеркиваются расположенными по границе линзы оболочками спор.

В основной массе между спорами изредка наблюдаются единичные комочки непрозрачного вещества и мелкие редкие обломки фюзенизированных клеточных стенок.

Из минеральных включений часто встречается пирит. Мелкие кристаллики пирита, обычно, вкраплены в основной массе среди оболочек спор. Кристаллическая форма пирита иногда бывает хорошо заметна, и в шлифе кубические кристаллы имеют вид мелких черных квадратиков.

Значительное содержание споровых оболочек придает этим полосам полуматовый внешний вид. Но прозрачное основное вещество сообщает им несколько сглаженный характер. Мелкая зернистость, обычная для типичных дюренов, не проявляется, вследствие отсутствия непрозрачного вещества. На полированной поверхности аншлифа матовость угля повышается.

Ясно послойное расположение составляющих уголь ингредиентов указывает на постепенность отложения растительного материала в стоячей или очень слабо текучей воде. Связь образования такой разновидности угля с последствиями затопления области накопления исходного материала угля подтверждается присутствием тонких слоев глинистого сланца в частях пласта, содержащих послойно расположенные полуматовые, богатые спорами, полосы.

В углях Донбасса эта разновидность наблюдается не часто и в Кадиевском угольном районе отмечена, преимущественно, в пластах I_4 и K_6 .

Полуматовый штриховатый уголь

Табл. XXII, рис. 39

По внешнему виду уголь является полосчатым, представляя чередование блестящих, полублестящих и полуматовых полосок. В куске полосчатость угля неясная, на полированной поверхности проявляется резче. Собственно полуматовый штриховатый уголь залегает тонкими линзовидными участками.

По микроскопическому строению полуматовые штриховатые полосы угля представляют комковатую массу с многочисленными линзочками ксилена и фюзена.

Основное вещество угля состоит из оранжево-красных бесструктурных комочков, между которыми распределяются темные частички opak-вещества и оболочки спор. Расположение комочков неправильно-слоистое, довольно беспорядочное. Неправильность расположения увеличивается присутствием многочисленных мелких и средних линз фюзена и ксилена. Вокруг этих линз отдельные комочки располагаются наиболее беспорядочно.

В большинстве случаев прозрачные комочки бесструктурны. Они соответствуют обрывкам растительного материала, более или менее сохранившим очертание, но прошедшим через студнеобразное состояние. Отдельные комочки и

прожилки прозрачного вещества обнаруживают местами остатки строения клеточной ткани.

Непрозрачное вещество располагается между прозрачными комочками. Частично это вещество представляет слегка коричневатые хлопья, частично является мелкими обрывками фюзенизированных клеточных стенок. Форменные элементы представлены, преимущественно, оболочками микроспор. Количество оболочек повышено по сравнению с блестящим и полублестящим типом угля, но относительно невелико. Споровые оболочки сильно сплюснуты, с сведенной на-нет внутренней полостью. Цвет оболочек светложелтый, очертания ясные. Споры располагаются неправильно, рассеянными среди комочков основного вещества угля. В участках с менее резко выраженной комковатостью расположение спор более послойное.

Остатки стеблевых тканей представлены многочисленными линзами ксилена и фюзена. Линзочки фюзена резко очерчены, но в пределах линзы имеют плохую сохранность клеточного строения. Стенки клеток утолщенные, как бы предварительно разбухшие. Клеточные полости неправильные, нарушенные.

Линзы ксилена менее резко очерчены. По характеру вещества они представляют типичный темнокоричневый ксилен. По сохранности клеточного строения скорее приближаются к ксиловитрену с расплывчатым клеточным строением. Весь характер микроструктуры угля свидетельствует о средней степени остуднения исходных растительных остатков. Несмотря на расплывание, изменившее или уничтожившее клеточное строение, растительные обрывки сохранили внешние очертания и не слились между собой.

Неоднородность угля, наличие opak-вещества, повышенное количество споровых оболочек и присутствие линзочек фюзена и ксилена обуславливают полуматовый характер угля и придают ему облик дюрена. При повышении в угле содержания прозрачного вещества уменьшается комковатость угля и создаются постепенные переходы к типу полосчатого кларена.

Полуматовый штриховатый уголь не образует в углях Донбасса мощных прослоек. Обычно он залегает тонкими полосками среди блестящего и полублестящего угля. Содержание полуматового штриховатого угля повышается в верхних частях пласта I_b Кадиевского района. Повышение содержания этого типа угля наблюдается в пластах I_1 и K_a в связи с непостоянными прослойками глинистого сланца и меньшей выдержанностью в строении пласта.

Полуматовый зернистый уголь

Табл. XXII, рис. 40

Плотный уголь интенсивно-черного цвета. На вертикальном изломе наблюдается ясная тонкая полосчатость. Главную массу угля составляет штриховатое, полублестящее вещество, местами переходящее в полуматовое и даже матовое. Полуматовые и матовые полосы на вертикальном изломе тонкозернисты. Узкие полоски однородноблестящего витрена расположены относительно редко. На горизонтальных плоскостях наблюдается типичный волокнистый фюзен.

Рисунок соответствует полуматовым слоям с зернистым изломом.

В тонком шлифе полуматовое вещество угля представляет картину типичного дюрена.

Основная масса состоит из непрозрачного комковатого вещества, местами пронизанного тонкими прозрачными прожилками. Наблюдается значительное количество оболочек микро- и мегаспор и многочисленные линзы фюзена и фюзено-ксилена.

В основной массе угля преобладает непрозрачное вещество. Прозрачные витренообразные участки имеют вид тонких прожилок и коротких полосок. Расположение их, в большинстве случаев, послойное.

Кутинизированные элементы представлены почти исключительно оболочками спор. Кутикула наблюдается очень редко. Микроспоры многочисленны и

равномерно рассеяны среди непрозрачной основной массы угля. Оболочки их сильно сплюснены и не сохраняют следов внутренней полости. Цвет оболочек ярко желтый, очертания резкие. Микроспоры ясно выделяются на фоне основной массы и резко отличаются по цвету от красноватых прозрачных прожилок основной массы. Мегаспоры наблюдаются в большом количестве. В большинстве случаев они представлены крупными формами с толстой гладкой оболочкой. Несмотря на сильную сплюсненность, в мегаспорах, обычно, хорошо заметна внутренняя полость. Часто она бывает заполнена основным веществом угля и даже содержит отдельные оболочки микроспор.

Остатки тканей представлены, преимущественно, линзами фюзена и ксилено-фюзена. Некоторые полосы прозрачного вещества могут быть отнесены к витрену. Фюзен представлен линзами средних размеров. Реже наблюдаются более крупные линзы, превышающие диаметр поля зрения микроскопа. Фюзен имеет, обычно, плохую сохранность клеточного строения и часто обнаруживает дуговую структуру. Линзы фюзена рассеяны довольно равномерно.

Ксилено-фюзен имеет в проходящем свете темную красновато-коричневую окраску. Клеточное строение ткани сильно нарушено, расплывчато и приближается скорее к строению ксиловитрена. Величина и расположение линз ксилено-фюзена подобны расположению линз фюзена.

К витрену могут быть отнесены более определенные участки прозрачного вещества, имеющие иногда почти линзообразную форму. Рядом постепенных переходов эти участки связываются с прожилками типичной прозрачной основной массы.

Типичными признаками дюрена в угле являются: преобладание непрозрачного вещества в основной массе, большое количество оболочек спор и многочисленные остатки тканей в форме фюзена и ксилено-фюзена.

Ясно дюреновый облик имеют полуматовые части угля. В пределах более или менее крупного куска наблюдается чередование полуматовых полос с полублестящими и блестящими. Последние в тонком шлифе имеют естественно-инной характер строения. Полублестящие полосы представляют кларен с преобладанием прозрачной основной массы, блестящие являются типичным витреном. Повышенное содержание полуматовых полос, определяющих тип угля, редко наблюдается в углях Донбасса. Наиболее ясно выраженный дюреновый уголь отмечен в Кадиевском угольном районе только для пласта 1₄.

ПЕЧОРСКИЙ БАССЕЙН

Воркутинское месторождение

Для характеристики воркутинских углей приведены описания трех типов угля. В основу разделения на типы углей этого месторождения положено разное соотношение одних и тех же составляющих, что находится в связи с особенностями технологических свойств этих типов. Все угли гумусовые, каменные, III класса по классификации Грюнера.

Блестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XXIII, рис. 41

Уголь блестящий, неоднородный, черного цвета, с неправильным угловатым изломом. Хрупкий, разбит трещинами, по которым легко разламывается. Цвет черты черный.

Неоднородность строения определяется чередованием полублестящих штриховатых слоев с однородными блестящими, сильно трещиноватыми. Совсем редко проходят узкие матовые полосы, аналогичные дюрену двух предыдущих типов и еще реже тонкие линзочки фюзена. Преобладающим является полублестящее штриховатое вещество, которое составляет около 60—75%. Однородные блестящие полосы составляют около 25—35%. Остальное приходится на дюрен и фюзен.

В тонком шлифе уголь данного типа хорошо прозрачен. Преобладает буро-красное гумусовое вещество, которое является основной массой кларена, а также образует различной ширины полосы витрена.

Основная масса чаще всего имеет плотное однородное строение (витреноподобное). Реже она бывает комковатого строения. Витреноподобная или плотная основная масса представляет правильно по слоистости вытянутые полосы или линзовидные и неправильные участки. Включения даже самых мельчайших форменных элементов в плотной основной массе почти всегда отсутствуют. Если же они наблюдаются, то залегают вытянутыми в виде тончайшей прожилки, указывая этим как бы на слияние здесь двух участков плотной массы, а не на проникновение их внутрь вещества. Комковатая основная масса не всегда бывает чистой, прозрачной. В ней, обычно, содержится примесь мелких комочков, пятнышек и линзочек темнокоричневого вещества, а также черного непрозрачного (opaque matter).

Форменные элементы не играют большой роли. К ним принадлежат оболочки микроспор, редко обрывки кутикулы и небольшое количество обрывков стеблевых тканей, сохранивших следы клеточной структуры. Микроспоры и кутикула имеют темножелтую окраску и потому не резко выделяются среди прозрачной основной массы. Чаще всего микроспоры приурочены к участкам плохо прозрачной основной массы и мелким комочкам темнокоричневой.

Остатки стеблевых частей растений по состоянию изменения вещества соответствуют витрену и реже фюзену, а также ксилено-фюзену. Последний очень редко встречается в этом типе угля. Витрен залегает мелкими линзочками и более широкими полосами. И те и другие, обычно, имеют трещины, перпендикулярные длине линзы. Довольно часто к периферии можно наблюдать переходы витрена в фюзен через ксилен.

Минеральные частицы встречаются в угле редко. Они представлены пылевидными частицами кварца. При этом чаще их можно видеть в полосках плохо прозрачной основной массы, в которых содержится также и больше микроспор.

Крупным полосам витрена в кусках угля соответствуют блестящие полосы однородного вещества, сильно разбитые трещинами и иногда покрытые мелкими глазками.

Участки кларена в куске угля представляют слои полублестящего штриховатого вещества. Штриховатость определяется блестящими штрихами и прожилками, под микроскопом соответствующими полоскам прозрачной основной массы и мелким линзочкам витрена.

Таким образом, описанный тип угля в основном является атритовым клареном с включениями витрена.

В месторождении среди других типов он занимает очень небольшое место, так как был отмечен в I и IV пластах лишь в одном разрезе и то в виде мало-мощных прослоев.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XXIII, рис. 42

Данный тип характеризуется во внешнем виде куса черным цветом и ясно выраженной полосчатостью. Полосчатость определяется довольно равномерным чередованием слоев матового зернистого вещества слегка сероватого оттенка с линзовидными полосками однородного смолисто-блестящего и полублестящего штриховатого угля. Изредка заметны различной длины линзочки мягкой разновидности фюзена, обычно, не шире 2—3 мм. Однородные блестящие полосы разбиты трещинами, перпендикулярными длине полоски. Матовое вещество не однородное, а пронизано блестящими прожилками. Раскол угля всегда проходит по этой наиболее хрупкой составной части угля и реже по фюзену. Излом кусков неправильный, угловатый. Блестящие однородные полосы часто имеют на поверхности мелкие глазки. Подсчеты макросоставляющих угля для нескольких образцов дали явное преобладание двух из четырех составляющих, именно: матовой и блестящей однородной. При этом колебания находятся в пределах от 53 до 63% для матовой составляющей и от 47 до 34% для блестящих полос. Содержание кларена, обычно, 13%, а мягкой разновидности фюзена 1—3%.

Образцы с повышенным содержанием матового вещества по химическому анализу обладают повышенным содержанием углерода (до 86,40%). Напротив, выход летучих в них меньше (26,24%) так же, как и водорода (4,86%). Коксовый королек плоский, умеренно плотный.

В тонком шлифе уголь не во всех участках прозрачен. Преобладания какого-либо одного вещества нет. Заметно довольно равномерное чередование прозрачных полос и линз буро-красного вещества с плохо прозрачными полосами и непрозрачными линзами.

Форменные элементы соприкасаются с буро-красной и темнокоричневой основной массой. Буро-красное вещество залегает более или менее вытянутыми по наслоению полосками или неправильно переплетается, образуя сетку тонких прожилок, часто изгибающихся вокруг «округло-угловатых тел», линз витрено-фюзена, ксилено-фюзена и фюзена.

Структура красно-бурой основной массы, обычно, однородная (гомогенная), а темнокоричневой — хлопьевидная или комковатая. Залегает она линзо-

образными участками. С ней всегда бывают связаны мелкие минеральные частицы и оболочки микроспор.

Кутинизированные форменные элементы принимают ничтожное участие в составе угля. Наиболее часто среди них можно видеть сильно сплюснутые оболочки микроспор. В тонких шлифах они наблюдаются редко и с трудом отличимы от вмещающей их красно-бурой основной массы. Распределение их неравномерное. Обычно они связаны с участками плохо прозрачной основной массы. В аншлифе, а тем более при изучении его поверхности с масляной иммерсией, оболочки микроспор выступают отчетливее в виде серых или черных (с иммерсией) штрихов и черточек. Кутикула встречается очень редко.

При мацерации выделение микроспор происходит, но сохранность не во всех случаях хорошая. По морфологическим признакам они не очень разнообразны и делятся на гладкие, ясно бугорчатые и неясно бугорчатые. Видовой состав спор близок к видовому составу спор кемеровских углей Кузбасса балахонской свиты.

Основным форменным элементом данного типа угля служат обрывки стеблевых частей растений, обычно, в состоянии ксилено-фюзена, витрено-фюзена, витрена и фюзена. Ксилен встречается только как редкое включение. Ксиловитрен наблюдается чаще, но относительно других — довольно редко. Вещество его, обычно, имеет коричневую окраску. Ксилено-фюзен представляет различной крупности линзы и иногда угловатые включения. В тонком шлифе они не прозрачны, лишь имеют мелкие просветы еще сохранившихся полостей клеток растительной ткани, по которым и узнается истинная природа таких включений. На аншлифе, при масляной иммерсии, они имеют белый цвет (обычное свойство вещества фюзена). Витрено-фюзен встречается реже и бывает, обычно, связан взаимными переходами с ксилено-фюзеном и полосами прозрачного витрена. Витрен представляет различной ширины полосы, которые ничем не отличаются от прозрачной основной массы, если не имеют окончания в шлифе. Вещество витрена совершенно однородно и бесструктурно. Наблюдаемые в некоторых линзах переходы к периферии в фюзен, сохранивший клеточное строение, с несомненностью указывают на древесинное происхождение витренов этого угля. Величина включений витрена очень разнообразна. Многие из них имеют по ширине до 1—1,5 см, т. е. хорошо различимы в угле и без микроскопа; в длину они достигают 5—10 см. Можно также наблюдать невооруженным глазом переходы от витрена к периферии линзы в фюзен.

Фюзен с четким, хорошо сохранившимся строением, в данном типе угля встречается не часто. Размеры включений его также разнообразны. Большая часть их хорошо заметна в куске при рассмотрении его невооруженным глазом. При этом ширина — 2—3 мм, а длина — несколько сантиметров.

Кроме перечисленных форменных элементов, нужно отметить особого рода включения, именуемые до сих пор в русской петрографии «округло-угловатыми телами». В тонком шлифе они непрозрачны, аналогичны веществу витрено-фюзена. В аншлифе они выступают в рельефе и выделяются белой окраской.

Таким образом, изображенный на рис. 42 тип угля представляет собой агрегат разнородной растительной мелочи (мелкие обрывки тканей, микроспоры, кутикула) или древесинный дюрен с довольно крупными обломками стеблевых растений и небольшим количеством основной массы. Крупные стеблевые остатки представляют собой макросоставляющие угля — витрен (блестящие однородные полосы) и фюзен. Полосы матового зернистого вещества соответствуют дюрену.

Данный тип связан постепенными переходами с блестящим клареновым углем и полуматовым полосчатым. Переход определяется преобладанием одного из двух ингредиентов, т. е. древесинного дюрена или кларена.

В месторождении этот тип имеет господствующее значение, участвуя в сложении I, IV и VIII пластов в качестве основного типа.

Сравнение данного типа угля с типами из других угольных бассейнов

обнаруживает большое сходство его с таким же типом угля Кемеровского месторождения Кузнецкого бассейна, а по соотношению прозрачного и непрозрачного вещества — еще и с доменным углем пласта Верхняя Марианна Караганды.

Полуматовый полосчатый уголь

Табл. XXIV, рис. 43

Данный тип полосчатого угля обладает наиболее резко выраженной полосчатостью от чередования самой матовой и самой блестящей составных частей воркутинских углей. Особенностью матовых слоев, помимо обычной зернистости вещества, в данном типе является также очень незначительное развитие сети блестящих штрихов и мелких полосок. Матовое вещество иногда обладает сероватым оттенком. Цвет черты черный. Излом довольно ровный, местами неправильно угловатый. Блестящие полосы по структуре однородны. Часто имеют линзовидное окончание и всегда разбиты системой вертикальных трещин, не переходящих в матовое вещество. Последнее является наиболее плотным и твердым.

Макроскопический подсчет количества каждой составляющей в угле дал 67% матового вещества и только 33% однородного блестящего. Кларен отсутствует.

В тонком шлифе уголь в большей части вещества не прозрачен. Прозрачными являются только буро-красные полосы, разбитые трещинами, и прожилки, сетчато располагающиеся между черными включениями. Преобладающим веществом оказывается черное непрозрачное или слабо просвечивающее коричневатым цветом. Кутинизированные форменные элементы в шлифах данного угля не наблюдаются и только редко встречаются в аншлифе в прожилках основной массы. Без иммерсии они почти не различимы в угле. Основным форменным элементом, определяющим также плохую прозрачность угля, являются обрывки ксилено-фюзена и витрено-фюзена.

В шлифах клеточная структура этих образований представляется очень неясной, лишь в виде мелких просветов. На аншлифе она лучше различима. Витрено-фюзены вообще не сохранили структуры. В аншлифе перечисленные форменные элементы при изучении с масляной иммерсией имеют белую окраску и выступают в рельефе. Ксилен и ксиловитрен встречаются очень редко и ничем не отличаются от обычных в других углях.

Единственными наблюдаемыми минеральными включениями являются мелкие частицы кварца.

Часть стеблевых элементов представляет настолько крупные фрагменты, что их легко можно распознать в куске при изучении невооруженным глазом. Сюда следует отнести крупные обрывки в форме витрена и реже фюзена.

Включения витрена по ширине полосы бывают от 0,5 до 1,5 см. Длина нередко доходит до 5—10 см. Иногда они дают переходы к периферии в мягкую разновидность фюзена.

Сопоставляя макроописание с микроструктурой, нужно констатировать, что матовые части, прорезанные редкими блестящими прожилками, соответствуют в шлифах участкам, сплошь состоящим из крупных линз ксилено-фюзена и витрено-фюзена, чуть-чуть сцементированным основной массой, и, таким образом, являются древесинным дюреном. Прослой прозрачного буро-красного вещества соответствуют прослоям блестящего угля. Они, обычно, представлены витреном, а реже — прожилками основной массы.

Таким образом, полосчатый уголь представляет дюрень с витреном и изредка является мягкой разновидностью фюзена. При этом дюрень оказывается очень своеобразным, образованным, главным образом, обрывками древесных частей растений.

Количественно данный тип в месторождении составляет очень небольшой процент. Он был встречен всего лишь в одном прослое в пласте IV.

КУЗНЕЦКИЙ БАССЕЙН

Общая характеристика углей

Кузнецкий бассейн, расположенный в Западно-Сибирском крае, отличается исключительным богатством запасов и разнообразием типов угля. В пределах бассейна разрабатываются угли разного возраста, принадлежащие к разным угленосным свитам. Основной базой угольного богатства бассейна являются пласты пермских свит балахонской и кольчугинской.

Кроме того, известны угли девонского и юрского возраста, имеющие меньшее значение.

Пласты балахонской свиты, относимой большинством исследователей к нижней перми, достигают большой мощности и представляют перемежаемость различных петрографических типов угля по мощности пласта. Преобладающими являются полублестящие и полуматовые типы угля. Типично блестящие разности образуют, обычно, лишь тонкие прослои в пласте.

Угли большинства месторождений балахонской свиты представляют относительно высокую степень углефикации, от паровично-жирных до тощих. Ряд пластов балахонской свиты дает основное сырье для получения металлургического кокса.

Главными месторождениями свиты являются Прокофьевское месторождение и близко связанное с ним Киселевское. Петрографические типы угля, характерные для балахонской свиты, выдерживаются во всех месторождениях.

Кольчугинской свите верхнепермского возраста подчинены пласты, сложенные более однотипным блестящим углем. В большинстве месторождений этой свиты уголь имеет невысокую степень углефикации — от длиннопламенных до паровично-жирных. Преобладающими являются газовые угли. Основным наиболее широко эксплуатируемым месторождением свиты является Ленинское (Кольчугинское) месторождение.

Угли юрского возраста, подчиненные конгломератовой свите бассейна, еще не вполне разведаны и не вступили в эксплуатацию. Юрские угли известны по отдельным образцам и по преобладающему петрографическому типу относятся к блестящим клареновым углям низкой степени углефикации. (стоят на границе между бурыми и каменными).

Кроме клареновых юрских углей, отмечены образцы дюреновых углей и единичные образцы горючего сланца.

Девонские угли Кузнецкого бассейна, залегающие в северной его части по р. Барзасу, представляют исключительное своеобразие. Барзасские угли образованы наземными органами примитивных растений типа псилофит и сложены, преимущественно, веществом кутикулы. Среди барзасских углей наблюдается ряд разновидностей, разнящихся по характеру превращения растительного вещества в уголь. По технологическим свойствам барзасские угли являются ценным сырьем для получения нефтеподобных продуктов.

Угли Балахонской свиты

Кемеровское месторождение

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XXV, рис. 44

Уголь плотный, полублестящий, с довольно ясной полосчатостью. Главная масса угля состоит из полублестящего, слегка штриховатого вещества. Вертикальный излом угля гладкий, слабо неровный. Среди полублестящего вещества наблюдаются тонкие линзы и полоски блестящего однородного витрена. Линзы фюзена немногочисленны. Блеск угля не яркий, слегка жирный. По общему облику уголь относится к дюрено-кларену. На полированной поверхности блеск угля понижается.

В тонком шлифе (рис. 44) главную массу угля составляет атритовое вещество с преобладанием прозрачной основной массы. Наблюдается относительно много линз и полосок витрена.

Атритовое вещество угля состоит из прозрачной основной массы, непрозрачного вещества и относительно небольшого количества оболочек микроспор. Прозрачная основная масса преобладает, opak-вещество равномерно распределяется среди прозрачной основной массы мелкими линзовидными комочками. Местами количество opak-вещества повышается, и прозрачная масса принимает характер сетчато-расположенных прожилок, как в полуматовом угле (см. описание следующего типа — рис. 45). Но в полублестящем угле эти прожилки, обычно, значительно шире. Цвет прозрачной массы оранжево-красный, сложение флюидальное, местами комковатое.

Кутинизированные элементы представлены оболочками микроспор. Кутикула наблюдается редко. Микроспоры имеют оранжевую окраску и нерезко выделяются среди основной массы. Количество их не велико.

По данным мацерации, микроспоры относятся к тем же типам, что и в полуматовом угле.

Мелкие обрывки растительных тканей представлены небольшими участками ксиловитрена и фюзено-ксиленом. В тонком шлифе эти обрывки, обычно, имеют темную коричневатую окраску, несмотря на расплывчатое строение. Даже черные участки с фюзеновым обликом вещества не сохраняют клеточного строения и несут признаки остудневания. Количество подобных обрывков резко увеличивается в местах с повышенным содержанием opak-вещества.

Более крупные растительные остатки представлены в угле, главным образом, витреном и отчасти фюзеном. Линзы и полосы витрена достигают довольно крупных размеров, заметны макроскопически и придают углю полосчатость. В тонком шлифе витрен прозрачен, бесструктурен, но имеет неправильно комковатый вид. Окраска витрена оранжево-красная.

Изредка в угле наблюдаются крупные, заметные невооруженным глазом, линзы фюзена. Количество фюзена ясно увеличивается в более матовых разновидностях типа, имеющих повышенное содержание opak-вещества.

По микроскопическому строению уголь представляет атритито-полосчатый дюрено-кларен.

Относительно большее количество прозрачного вещества в главной массе угля придает ему полублестящий внешний вид. Присутствие opak-вещества повышает плотность угля. Полублестящий характер главной массы угля уменьшает резкость полосчатости. По общему облику микро- и макроструктуры уголь относится к дюрено-кларену.

В пласте наблюдаются постепенные переходы полублестящего угля в полуматовый. Полублестящий тип угля составляет главную массу пласта Кемеровского. Полублестящий уголь дает относительно хорошо спекшийся кокс. Преобладание этого типа в пласте обуславливает пригодность угля пласта Кемеровского для коксования.

Полуматовый неяснополосчатый уголь

Табл. XXV, рис. 45

Уголь плотный, черный, с легким сероватым оттенком. Вещество угля полуматовое, тонкоштриховатое. Вертикальный излом ровный, поверхность излома мелкозернистая.

Главная масса угля состоит из матового вещества, пронизанного тонкими блестящими штрихами. Изредка наблюдаются более определенные полоски и линзы блестящего угля, мощностью до 2—3 мм. Среди штриховатого полуматового вещества равномерно рассеяны мелкие линзы фюзена. Уголь относительно однородный, полосчатость не типичная. По общему облику представляет дюрен. На полированной поверхности блеск угля повышается.

В тонком шлифе (рис. 45) уголь слабо прозрачен. Наблюдается преобладание темного непрозрачного вещества, пронизанного ярко окрашенными прожилками. По всему углю равномерно рассеяны довольно крупные линзы фюзена и ксилена с плохо сохранившимся клеточным строением. Основная масса угля представлена прозрачным и непрозрачным веществом. Прозрачное вещество имеет яркую оранжево-красную окраску и распределяется в угле в виде сетчато расположенных тонких прожилок. Темное непрозрачное вещество имеет слегка комковатый характер и состоит частью из мелких обломков фюзенизированных клеточных стенок, частью из бесформенных комочков коллоидного непрозрачного вещества. Состав непрозрачного вещества особенно ясно виден в аншлифе при рассмотрении с масляной иммерсией.

Кутинизированные элементы представлены, главным образом, оболочками микроспор или пыльцы. В тонком шлифе эти оболочки имеют оранжевый оттенок и плохо отличаются от прожилок прозрачной основной массы. В аншлифе они выделяются резче, заметны в большом количестве и равномерно распределяются среди основной массы угля. При мацерации угля жидкостью Шульце выделяются, главным образом, овальные тельца, с гладкой оболочкой и прямолинейной трещиной разверзания, относящиеся скорее к пыльце, чем к спорам.

Кутикула в угле наблюдается лишь в виде единичных обрывков. Остатки стеблевых тканей растений представлены, преимущественно, линзами фюзена, ксилена и частью ксиловитрена. Типичный витрен наблюдается очень редко. Фюзен и ксилен, обычно, имеют плохую сохранность клеточного строения, линзы слабо сплюснены и несколько нарушают параллельность напластования угля. Основная масса как бы обтекает эти линзы, вызывающие изгибание слоев.

В продуктах мацерации угля наблюдаются обрывки трахенд с араукариоидным расположением пор, относящиеся, повидимому, к древесине кордаит.

В угле часто наблюдаются плотные образования, округло-угловатой или овальной формы, также нарушающие параллельность напластования. Эти образования представляют некоторое сходство с склероциями грибов, описанными Штахом, но имеют менее правильное и постоянное строение. Повидимому, они являются своеобразной формой фюзенизации древесных тканей.

Крупные, заметные макроскопически, остатки древесных тканей представлены фюзеном и, в меньшей степени, витреном. Линзы фюзена частью оказываются минерализованными, частью представляют мягкий волокнистый уголь. В микроструктуре их, также как и в более мелких линзах, клеточное строение, обычно, сильно нарушено.

Полоски и линзы витрена, заметные макроскопически, под микроскопом, обычно, обнаруживают слабые остатки строения типа ксиловитрена.

Во внешнем виде угля преобладание непрозрачного вещества выражается в матовом характере угля и в его плотности. Тонкие полоски прозрачного вещества заметны в виде блестящих прожилок, пронизывающих плотную матовую массу.

По внешнему виду (плотность и матовость) и по микроскопическому строению (преобладание непрозрачного вещества и большое количество форменных элементов) этот тип угля является типичным дюреном. При повышении количества блестящих прожилок в угле и соответственном возрастании процентного содержания прозрачного вещества, уголь принимает более блестящий характер и переходит в полублестящий тип угля, относящийся уже к дюрено-кларену.

Полуматовый тип угля представляет довольно значительное распространение в угле пласта Кемеровского, но количественно уступает преобладающему полублестящему типу.

В других пластах Кемеровского месторождения полуматовый тип угля наблюдается в несколько измененном виде. Изменения типа связаны частью с более высокой степенью углефикации этих пластов, частью завязят, повидимому, от несколько иных условий образования угля.

Прокопьевско-Киселевское месторождение

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XXVI, рис. 46

Уголь яснополосчатый, цвет черный. Среди преобладающего полублестящего, обычно тонкоштриховатого вещества залегают однородноблестящие полосы витрена и линзы фюзена. Расположение полос витрена часто бывает неравномерным. Наблюдается чередование прослоев, обогащенных витреном, с прослоями полублестящего штриховатого вещества, не содержащими витрена. Полублестящая штриховатая масса угля местами принимает полуматовый характер. Линзы фюзена рассеяны в угле относительно равномерно, но в более матовых участках количество их повышается.

В тонком шлифе полублестящий уголь представляет преобладание прозрачной, оранжево-красной основной массы. Среди основной массы рассеяны немногочисленные форменные элементы и отдельные обломки и комочки не-прозрачного вещества.

Прозрачная основная масса имеет яснокомковатый характер. Часто наблюдаются мелкие линзы и комочки типа расплывчатого, сильно остудневшего ксиловитрена ху, входящие в состав основной массы. Лишь в редких местах основная масса обнаруживает текучесть, свидетельствующую о переходе вещества через сильно разжиженное состояние.

Непрозрачное вещество наблюдается в относительно небольшом количестве. Отдельные непрозрачные частички имеют вид мелких обломков фюзенизированных клеточных стенок. Лишь в редких случаях наблюдаются хлопьевидные комочки непрозрачного вещества.

В более матовых участках угля количество непрозрачного вещества резко повышается.

Кутинизированные форменные элементы представлены немногочисленными оболочками микроспор и единичными обрывками кутикулы. Оболочки микроспор с сильно сплющены и имеют вид тонких штрихов, желтых в углях относительно низкой степени углефикации и оранжево-красных в более высокоуглефицированных разностях типа.

Остатки стеблевых тканей наблюдаются в значительном количестве. По всей массе угля равномерно рассеяны линзы фюзена и ксилено-фюзена. Строение ткани в этих остатках, обычно, сильно деформировано. Линзы фюзена часто достигают размеров, заметных для невооруженного глаза. Однако количество фюзенизированных остатков в полублестящем типе угля значительно меньше, чем в полуматовом. Остудневшие остатки тканей многочисленны и представлены ксиловитреном и витреном. Последний образует определенные полосы, отграниченные от окружающего атритового вещества, хорошо заметен в куске угля и придает ему яснополосчатый характер. Ксиловитрен наблюдается, преимущественно, в виде некрупных линз с довольно расплывчатыми очертаниями.

По преобладанию гелифицированного, прозрачного в тонком шлифе, вещества и небольшому содержанию форменных элементов полублестящий полосчатый тип угля является клареном. Полосовидные прослои с повышенным содержанием непрозрачного вещества и ясно оформленных остатков тканей относятся скорее к дюрену, но в общей массе угля занимают подчиненное положение.

Повышение мощности этих прослоев и насыщенности их растительными остатками создает постепенные переходы между полублестящими и полуматовыми типами угля. В общей массе углей балахонской свиты полублестящий яснополосчатый уголь играет значительную роль. Преимущественно этим типом сложены пласты, дающие наилучший кокс.

Полублестящий неясноштриховатый уголь

Табл. XXVI, рис. 47

По внешнему виду уголь тусклополублестящий, неясноштриховатый, цвет черный, с легкими серыми оттенками. Главную массу угля в куске составляет плотное полублестящее вещество с гладкой поверхностью излома. Штриховатый характер придают углю мелкие линзочки-штрихи фюзена и витрена, рассеянные по всей массе угля. Уголь сходен с полуматовым однородным типом, отличаясь от него повышенным блеском и более ясно выраженной штриховатостью.

В тонком шлифе уголь представляет равномерное распределение прозрачного и непрозрачного вещества. Прозрачное вещество количественно преобладает. Непрозрачные частицы равномерно рассеяны среди прозрачной основной массы. В большинстве случаев непрозрачное вещество представлено мелкими обломками фюзенизированных клеточных стенок и даже мельчайшими линзочками фюзена. Равномерное распределение непрозрачных частиц среди прозрачной основной массы придает последней неяснокомковатый характер.

Из кутинизированных элементов в угле наблюдаются немногочисленные оболочки микроспор, равномерно рассеянные среди комковатой основной массы. Экзины спор сильно сплюснутые, штрихообразные, цвет их в шлифе ярко желтый.

Остатки стеблевых тканей представлены в угле, преимущественно, небольшими линзочками витрена и фюзена. Линзы витрена *v* имеют сильно вытянутую форму и не сохраняют остатков клеточного строения. Фюзен рассеян по всей массе угля в виде мелких слабо сплюснутых линз с сильно нарушенным клеточным строением. Некоторые линзы имеют угловатые очертания. В меньшем количестве, чем фюзен, наблюдаются небольшие линзы и комки ксилена *x* с сильно расплывчатым строением, имеющие в тонком шлифе красновато-коричневую окраску. Более крупные линзы витрена и фюзена достигают размеров, заметных для невооруженного глаза, и придают углю неясную штриховатость. Мелкая раздробленность растительных остатков и равномерное распределение их в угле сообщают углю относительную однородность. Преобладание прозрачного вещества обуславливает полублестящий характер угля.

Полублестящий неясноштриховатый тип угля наблюдается в пластах, относительно, редко и, обычно, постепенно переходит в полуматовый однородный уголь. При переходе большую частью наблюдается повышение зольности угля. В наиболее типичном выражении полублестящий штриховатый уголь отмечен в пласте IV Внутреннем в наклонной шахте 3 Киселевского района.

Полуматовый линзовидно-полосчатый уголь

Табл. XXVII, рис. 48

Уголь плотный, полуматовый, разбивающийся на куски неправильной формы; цвет черный, с легким сероватым оттенком. На вертикальном изломе заметны тонкие штрихи и реже более крупные линзы блестящего угля. Основное вещество угля матовое, на свежем изломе тонкозернистое. Полуматовый характер придают углю блестящие прожилки и штрихи. Кроме них в угле наблюдаются многочисленные линзы фюзена различных размеров. Ясно линзовидная форма включений фюзена и отчасти блестящего угля характерна для типа. Горизонтальные плоскости в куске угля, обычно, плохо выражены, неровны. Наиболее правильные горизонтальные поверхности несут многочисленные обломки фюзена.

В тонком шлифе уголь представляет тесное чередование прозрачного и непрозрачного вещества. Прозрачное оранжево-красное вещество основной массы образует род сети из тонких прожилок, имеющих более или менее вытянутое расположение. Промежутки между прозрачными прожилками заняты комковатым темноокрашенным веществом и линзами фюзена или ксилена.

Среди комковатого непрозрачного вещества рассеяны оболочки спор, редкие обрывки кутикулы и крупинки минеральных примесей. Кутинизированные элементы по цвету близки к прозрачной основной массе и плохо выделяются в тонком шлифе. Остатки растительных тканей многочисленны, разнообразны по размерам и представлены всеми формами превращения от витрена до фюзена включительно. Линзы витрена сильно уплощены и при небольших размерах почти не отличимы от более мощных прожилок основной массы. Ксилолитрен в тонком шлифе обнаруживается реже, но в аншлифе наблюдается в относительно большом количестве.

Наиболее часты остатки тканей в форме ксилено-фюзена и фюзена. В большинстве случаев клеточное строение ткани сильно нарушено. Реже наблюдаются линзы фюзена с хорошо сохранившимся клеточным строением. Размеры линз очень разнообразны. Наряду с многочисленными мелкими линзочками, длиной меньше 1 мм, наблюдаются линзы до 2 даже 3 см в длину.

Кроме определенных линзовидных остатков растительных тканей, в угле встречаются округлые или овальные тела, связанные с остатками тканей рядом постепенных переходов. Наблюдаются два главных типа этих тел: с веществом типа фюзена и с веществом типа витрена. Первые *b* имеют вид сильно оплывших тел с закругленными очертаниями. По характеру вещества близки к фюзену и несут остатки деформированных клеточных полостей. Вторые *b*, имеют сходство с смоляными телами, но по цвету не отличимы от прозрачной основной массы и витрена. Количество подобных тел местами бывает велико.

Кроме органических составляющих, в этом типе угля часто наблюдаются примеси минеральных крупинок. В некоторых разновидностях типа эта примесь бывает относительно велика.

Значительное содержание непрозрачного комковатого вещества и мелких обломков фюзена придает углю матовый характер и обуславливает тонкую зернистость поверхности излома. Сетчато-расположенные прозрачные прожилки соответствуют блестящим штрихам, заметным в угле.

При повышении мощности и увеличении количества прозрачных прожилок описываемый тип угля дает переходы к полублестящим типам. В пластах Прокопьевского месторождения полуматовый линзовидно-полосчатый уголь играет значительную роль в пластах средней части свиты. В пластах верхней подсвиты этот тип угля образует лишь отдельные прослои. В других месторождениях балахонской свиты подобный тип угля наблюдается также относительно часто.

Полуматовый однородный уголь

Табл. XXVII, рис. 49

Уголь очень плотный, однородно-полуматовый, сероватого цвета. Раскалывается на куски неправильной формы. Излом угля часто полураковистый. Поверхность излома сглаженная, отсвечивающая. Иногда в угле наблюдаются очень мелкие рассеянные линзочки фюзена.

В тонком шлифе уголь представляет беспорядочное нагромождение мелко-раздробленных растительных остатков и комочков прозрачного и непрозрачного вещества. Прозрачное вещество имеет красный цвет и расположено отдельными комочками и тонкими прожилками среди преобладающего непрозрачного вещества. Последнее состоит преимущественно из обломков фюзенизированных клеточных стенок и мелких линзочек фюзена.

Кутинизированные элементы представлены оболочками микроспор, рассеянными среди комковатой основной массы. Оболочки спор с относительно немногочисленны, слабо сплюснуты и не имеют строго послойного расположения. Кроме отдельных оболочек, встречаются компактные скопления их, соответствующие содержимому недозрелого спорангия.

Наиболее четкими и многочисленными растительными остатками являются обломки стеблевых частей растений. В большинстве случаев они представлены

фюзеном. Линзы фюзена, обычно, имеют несколько нарушенную клеточную структуру, типа дуговой структуры. Иногда наблюдаются остатки с расплывчатым клеточным строением типа ксилено-фюзена. Кроме таких более определенных линз, встречаются включения с округленными очертаниями, по характеру вещества и структуры близкие к ксилено-фюзену.

Большое количество фрагментов фюзена, сохраняющих достаточную твердость во всех стадиях образования, обуславливает отсутствие правильной слоистости в расположении комочков основной массы и оболочек спор. Однако в общем расположении составляющих угля все же наблюдается определенная послойность.

Кроме органических остатков, в угле постоянно присутствуют минеральные примеси, в виде мелких крупинок, равномерно распределенных среди органического вещества. Наблюдаются также гнездообразные глинистые включения.

Растительные остатки, входящие в состав угля, довольно равномерно раздроблены и редко достигают размеров, заметных невооруженным глазом. Эта раздробленность материала проявляется в однородности внешнего вида угля. Присутствие фюзенообразного вещества делает уголь матовым, но тонко распределенные комочки прозрачной основной массы сообщают ему слабый блеск.

При увеличении крупности растительных фрагментов, как фюзенизированных, так и витренизированных, полуматовый однородный тип угля переходит в штриховатую и даже линзовидно-полосчатую разность.

Полуматовый однородный тип угля наблюдается в пластах Киселевского и Прокопьевского месторождений относительно часто. Обычно он образует определенные прослои, редко достигающие мощности больше 0,20 м. Наиболее однородный характер уголь этих прослоев, обычно, имеет в середине слоя, а в верхней и нижней частях является штриховатым.

Прослои полуматового однородного угля, обычно, хорошо выдерживаются в пластах и могут служить руководящими для сопоставления пластов.

Угли Кольчугинской свиты

Блестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XXVIII, рис. 50

По внешним признакам уголь черный, блестящий, относительно хрупкий. Главная масса угля состоит из неясноштриховатого блестящего вещества. Небольшие линзочки и полосы однородного витрена неясно выделяются среди общей блестящей массы угля. Фюзен наблюдается очень редко, в виде единичных, относительно крупных линз. Уголь имеет неровноступенчатый излом. Наблюдаются разновидности и прослои с более или менее выраженной штриховатостью главной массы угля.

В тонком шлифе уголь вполне прозрачен. Наблюдается резкое преобладание оранжевой основной массы. Среди основной массы более или менее равномерно рассеяны оболочки микроспор и тонкие полосы кутикулы. Не-прозрачные частички наблюдаются в очень небольшом количестве. Основная масса большею частью однородна и бесструктурна. Лишь изредка наблюдаются линзовидные участки с неяснокомковатым строением. Эти линзы соответствуют еще не вполне смешавшимся с основной массой обрывкам гелифицированных растительных тканей. Однако расплывчатость их настолько велика, что выделять их из основной массы не всегда возможно. Среди основной массы постоянно встречаются также участки, состоящие из чередования тонких расплывчатых оранжевых и красноватых полосок. Такие участки соответствуют полоскам кутикулы, как бы растворяющейся в основной массе. Разложение стойкого вещества кутикулы и смешение его с основной массой, повидимому, и придает последней ярко оранжевый оттенок.

Кроме расплывающихся полосок кутикулы, последняя наблюдается в угле и в хорошо сохранившемся состоянии (рис. 50 А). В этих случаях полоски

кутикулы имеют ярко желтый цвет и четкие очертания. Такой же желтый цвет имеют и оболочки микроспор, равномерно рассеянные по всей массе угля *s*.

Остатки стеблевых тканей присутствуют в угле в очень небольшом количестве. Кроме отмеченных выше линзочек ксиловитрена, входящих в состав основной массы, встречаются мелкие линзы фюзена и ксилена и обломки фюзенезона, ксилена и непрозрачных частичек повышается (рис. 50B). Такие участки соответствуют более штриховатым по внешнему виду полоскам в угле. Однородноблестящие полоски витрена, заметные на полированной поверхности угля, в тонком шлифе, обычно, вполне бесструктурны и неясно отграничены от основной массы. По блестящему внешнему виду и преобладанию основной массы уголь является типичным клареном.

В углях Ленинского месторождения и вообще в пластах Кольчугинской свиты блестящий клареновый уголь резко преобладает.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XXIX, рис. 51

По внешнему виду уголь этого типа представляет ясную полосчатость. Наблюдаются блестящие, полублестящие и местами даже полуматовые полосы и рассеянные линзы фюзена, достигающие 1,5—2 см в длину. Иногда фюзен образует тонкие прослойки.

Блестящие составные части угля представлены, преимущественно, витреном, часто представляющим полосы до 1 см мощностью. Полублестящие и более редкие полуматовые полоски имеют тонкоштриховатое сложение. Среди угольного вещества часто наблюдаются глинистые линзочки и прослойки.

В тонком шлифе уголь также является яснополосчатым. Наблюдается чередование полос типичных кларена и витрена с полосами, имеющими комковатую основную массу и повышенное содержание оболочек спор и комочков непрозрачного вещества. К последним полосам, обычно, приурочены и крупные линзы фюзена, заметные невооруженным глазом.

Витрен *v* образует определенные ясно ограниченные полосы и линзы, имеет в шлифе красновато-оранжевый цвет и почти никогда не несет остатков клеточного строения.

Кларен представлен типичной разновидностью с резким преобладанием прозрачной основной массы и немногочисленными оболочками спор и полосками кутикулы. Полосы кларена, обычно, бывают широки и занимают площадь больше поля зрения микроскопа. Прослой с комковатой основной массой и повышенным содержанием растительных остатков занимают подчиненное положение и лишь в редких случаях могут быть отнесены к типичному дюрену. По соотношению основной массы, непрозрачного вещества и форменных элементов они являются скорее дюрено-клареном, реже кларено-дюреном. Основная масса таких полос имеет более темный, коричневатый оттенок, чем в кларене, и мелкокомковатое сложение. Частицы непрозрачного вещества мелкие и равномерно рассеяны среди буроватых прозрачных комочков. Оболочки спор *s* беспорядочно распределяются среди комковатой основной массы. Количество кларена залегают крупные и мелкие линзы фюзена и ксилено-фюзена *f*, редко наблюдаемые в клареновых участках угля. Кроме того, встречаются округло-угловатые тела *b*, нарушающие послойность расположения мелких растительных остатков. Среди комковатой основной массы рассеяны мелкие минеральные крупинки. Присутствие минеральных примесей повышает матовость этих прослоев.

Яснополосчатый характер угля связан, преимущественно, с наличием прослоев дюрено-кларена и кларено-дюрена и приуроченными к этим прослоям включениями фюзена. При уменьшении количества и мощности таких про-

слоев, создаются постепенные переходы от полублестящего полосчатого типа угля к блестящему неяснополосчатому.

В пластах Ленинских копей полублестящий полосчатый тип угля имеет меньшее значение, чем блестящий неяснополосчатый.

МИНУСИНСКИЙ БАССЕЙН

Блестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XXIX, рис. 52

Уголь блестящий, относительно плотный, почти однородный. Блеск угля яркий смолистый. Излом сглаженно-ступенчатый. Полосчатость в куске почти не заметна. На полированной поверхности яснее выступает чередование более однородных блестящих полос с полублестящими штриховатыми прослоями. По внешнему виду уголь представляет типичный кларен.

В тонком шлифе уголь прозрачен. Наблюдается преобладание прозрачной оранжево-красной основной массы. Среди основной массы рассеяны желтые кутинизированные элементы и единичные мелкие обломки фюзена. Кроме того, наблюдаются крупные ячеистые тела, относимые к водорослям.

Основная масса является преобладающей составной частью угольного вещества. Местами она сплошная, однородная, местами имеет комковатое сложение. Наблюдаются отдельные участки, не содержащие форменных элементов, но не имеющие определенных границ, характерных для витрена.

Кутинизированные элементы представлены оболочками микроспор и полосками кутикулы.

Микроспоры рассеяны среди основной массы не вполне равномерно. Наблюдаются полосы с повышенным содержанием оболочек и полосы бедные ими. Границы между этими полосами не резкие и изменение в содержании спор в соседних участках угля, обычно, происходит постепенно. Оболочки спор, сильно сплюснуты; внутренней полости споры в шлифах не заметно. Цвет спор светложелтый. При мацерации угля жидкостью Шульце выделяются споры прекрасной сохранности. Наиболее часто встречаются крупные микроспоры с широкой оторочкой и более мелкие споры с поверхностью, покрытой бугорками. Относительно часты и споры треугольной формы с редкими шипиками и хорошо выраженной трехлучевой трещиной разверзания. Мегаспоры наблюдаются единичными экземплярами. Обычно они не крупные и имеют гладкую поверхность.

Кутикула встречается часто и образует иногда очень длинные, тянущиеся через весь шлиф полоски. Во многих случаях хорошо выражена зубчатость внутреннего края. Цвет кутикулы яркожелтый.

Водоросли наблюдаются в довольно большом количестве и принадлежат к роду *Pastillus cellulosus* Zalesky. Они представляют довольно крупные колонии (до 0,5 см), состоящие из отдельных клеток-комочков с остатками полости клетки. Присутствие этого рода водоросли характерно для минусинских углей.

Остатки древесных тканей в блестящем неяснополосчатом угле наблюдаются очень редко. Они представлены или очень расплывчатыми линзами ксиловитрена или мелкими обрывками ксилено-фюзена. Последние, обычно, наблюдаются в полосах, богатых спорами и имеющих комковатую основную массу.

По микроструктуре уголь представляет атритовый кларен, образованный сильно раздробленным остудневшим растительным материалом.

Преобладание прозрачной, остудневшей основной массы обуславливает блестящий характер угля. Отсутствие крупных фрагментов тканей и постепенность переходов от более богатых спорами участков к почти не содержащим спор делает уголь неяснополосчатым, почти однородным.

При повышении содержания форменных элементов блестящий неясно-полосчатый уголь принимает полублестящий характер.

В пластах Черногорских копей неяснополосчатые блестящий и полублестящий типы угля являются преобладающими.

ТУНГУССКИЙ БАССЕЙН

Полублестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XXX, рис. 53

Полублестящий уголь черного цвета. Разбит вертикальными трещинами, заполненными кальцитом. Цвет черты черный. Структура неяснополосчатая. На поверхности, параллельной наслению, заметны кусочки шелковисто-блестящего фюзена.

В тонком шлифе уголь плохо прозрачен. Характеризуется значительным развитием основной массы темного коричневатого-красного цвета. В нее погружены форменные элементы в виде обрывков стеблевых частей растений. Кутинизированные форменные элементы не наблюдаются, видимо, вследствие довольно высокой степени углефикации. Основная масса плохо прозрачна и слегка комковата в тонком шлифе. В аншлифе выглядит однородной, светлосерого цвета.

Обрывки стеблевых частей растений выделяются в виде более или менее четких включений с плохо сохранившимся клеточным строением. По измененности вещества они соответствуют фюзену с нарушенным или сплывшимся клеточным строением. Некоторые из них представляют формы, промежуточные между ксиленом и фюзеном (ксилено-фюзен). Есть небольшое количество округло-овальных и угловатых тел. Они так же, как фюзен, непрозрачны в тонком шлифе. В аншлифе перечисленные форменные элементы, в противоположность шлифу, имеют ясно очерченные резкие контуры. Фюзен и округло-овальные тела выступают в рельефе аншлифа и выделяются белой окраской среди основной массы светлосерого цвета. Величина обрывков стеблевых частей растений разнообразна от микроскопически мелких в 2—3 клеточки до заметных невооруженным глазом на полированной поверхности угля. К ним же можно отнести мелкие линзочки витрена (не шире 2—3 мм). Витрен по микроскопическому строению бесструктурен. В тонком шлифе витрен не отличим от основной массы, а в аншлифе имеет так же, как основная масса, светлосерую окраску, но не содержит посторонних включений. Из других включений в угле присутствуют в небольшом количестве мелкие минеральные частицы. Преобладание в угле основной массы придает ему вид полублестящего. Полоски витрена, представляющиеся в угле блестящими, определяют полосчатую структуру его, так же как и более крупные послойно распределенные включения фюзена.

По характеру микроструктуры уголь представляет собой кларен с мелкими включениями фюзена, ксилено-фюзена и витрена. Отсутствие видимых кутинизированных элементов можно объяснить степенью углефикации.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XXX, рис. 54

Внешне уголь полублестящий, с жирным блеском, хрупкий. Цвет в куске черный. Черта коричневатая-черная. Излом неправильный угловатый. Структура полосчатая. Полосчатость обусловлена чередованием не резких, но довольно ясных узких полуматовых полос с более широкими блестящими.

По микроструктуре уголь неоднороден, а состоит из чередования кларена и дюрено-кларена. Преобладающим веществом является кларен, главным образом, состоящий из основной массы. Основная масса хорошо прозрачная,

буровато-красная, плотная. Кутинизированные форменные элементы представлены микроспорами и, редко, обрывками кутикулы. Микроспоры заметны в виде желтых, не ярко выделяющихся среди буровато-красной основной массы, сплюснутых телец. Распределены они в угле неравномерно: обогащают полосы дюрено-кларена. На аншлифе микроспоры имеют серую окраску, значительно более темную, чем у основной массы. Остатки стеблевых частей растений по характеру вещества соответствуют ксилену и фюзену с сильно или слабо сплывшимися клетками. В аншлифе фюзен резко выдается по рельефу, имеет четкие контуры и белую окраску, чем отличается от светлосерой основной массы. Обрывки стеблевых остатков чаще встречаются в полосках дюрено-кларена, чем в чистом кларене. Некоторые остатки представляют бесструктурный витрен. Витрен образует мелкие линзочки и по цвету сходен с основной массой. Границы линзочек очень неясные, сливающиеся с основной массой.

Из других форменных элементов нужно отметить довольно редкие округлые тела. В аншлифе они имеют такую же белую окраску, как и фюзен, и высокий рельеф.

Минеральное вещество составляет малую примесь в угле. Оно состоит из редко рассеянных мелких зерен и иногда линзовидных участков глины.

Крупных обрывков растительных тканей, сохранивших строение, не наблюдается. Полосы дюрено-кларена соответствуют полуматовым участкам в куске угля. Блестящие — отвечают кларену. Таким образом, по характеру микроструктуры уголь представляет кларен с узкими полосками дюрено-кларена. Удельный вес его в формировании пласта, так же, как и участие в месторождении, пока не известны.

Полублестящий уголь

Табл. XXXI, рис. 55

Для описания имелся только один тонкий шлиф. В шлифе уголь не везде прозрачен. Основными компонентами, входящими в состав угля, являются: стеблевые части растений, прозрачная и плохо-прозрачная основная масса. Кутинизированные форменные элементы не имеют существенного значения.

Для микроструктуры характерна не вполне выраженная слоистость, которая зависит от чередования тонких прожилок прозрачной и полупрозрачной основной массы. Впечатление слоистости усиливается присутствием удлиненных обрывков стеблевых частей растений.

Темнокоричневая основная масса представляет различной ширины небольшие линзочки и мелкие комочки, внедренные в прозрачную массу. Прозрачная основная масса имеет красно-бурую окраску. Соотношение между прозрачным и непрозрачным веществом приблизительно равно и иногда изменяется в сторону увеличения содержания прозрачного вещества.

Кутинизированные форменные элементы представлены преимущественно золотисто-желтыми оболочками микроспор. Кутикула встречается редко в виде обрывков. Она имеет расплывающиеся контуры и довольно темную окраску, близкую к окраске основной массы. Остатки стеблевых частей растений в основном представлены различной крупности обрывками коровых тканей. Есть также обрывки древесинной ткани. Степень и характер изменения стеблевых остатков соответствует ксиловитрену и витрену. Реже можно наблюдать фюзен, ксилен и структурный витрен с сохранившимися годичными кольцами.

Характерным включением нужно считать довольно часто встречающиеся желтые образования. Они имеют неправильную, иногда удлиненную форму. Многие из них обнаруживают строение из отдельных таблитчатых образований, т. е. распавшуюся и сильно видоизмененную ткань. В виде предположения желтое вещество можно считать суберином, пропитывающим коровую ткань. Изредка наблюдаются черные непрозрачные образования фюзенового характера. Форма их, обычно, неправильна. Часто они обтекаются окружающим веществом.

Матовый полосчатый уголь

Табл. XXXI, рис. 56

Уголь взят из естественного обнажения и поэтому является выветрелым. Рыхлый, легко рассыпающийся в мелочь уголь черно-бурого цвета с тонко-полосчатой структурой. Полосчатость структуры обусловлена чередованием тонких полосок слабо поблескивающего угля (витрена) с матовыми (дюрена и фюзен). Фюзен угловатыми кусочками различной крупности сплошь покрывает поверхность, параллельную наслоению. Представлен мягкой разновидностью.

В тонком шлифе уголь прозрачен, обладает ясной полосчатостью от довольно равномерного чередования спорового дюрена с линзами фюзена и, обычно, более узкими полосками витрена.

Основная масса присутствует двух видов: прозрачная и слабо прозрачная или почти непрозрачная. Прозрачная основная масса имеет красно-бурую окраску. Плохо-прозрачная представляет мелкие линзочки и комочки темно-коричневого и иногда почти черного цвета.

Кутинизированные форменные элементы представлены почти исключительно желтыми оболочками микроспор. Сохранность их хорошая. Очень редко можно встретить крупные желтые оболочки, напоминающие мегаспоры. Видовой состав микроспор, выделенных мацерацией, разнообразен.

Обнаружено несколько экземпляров вида микроспоры, похожего на вид, присутствующий в углях кольчугинской свиты Кузбасса.

Остатки стеблевых частей растений имеют вид бесструктурного витрена, фюзена, реже ксилена и ксиловитрена. Витрен представляет различной величины полосы и мелкие линзочки, разбитые трещинами, перпендикулярными их длине. Окраска витрена красно-бурая, аналогичная цвету прозрачной основной массы.

Фюзен представляет различной величины включения, среди которых много крупных. Для фюзена характерно плохо сохранившееся клеточное строение. Клеточные стенки часто несколько сплывшиеся, и полости клеток поэтому неправильные и мелкие, а, кроме того, также нарушенные. Иногда наблюдаются переходы от фюзена к ксилено-фюзену, просвечивающему темнокоричневым цветом.

Примесь минерального вещества незначительна. Минеральные частицы представляют редкие зернышки минерала белого цвета.

Полосы дюрена, обогащенного микроспорами, соответствуют матовым полосам в куске угля. Крупные полосы витрена являются слабо блестящими и представляют самостоятельный ингредиент. Крупные включения фюзена соответствуют угловатым кусочкам угля волокнистого строения, которые сплошь покрывают параллельную наслоению поверхность угля.

По характеру макро- и микроструктуры уголь является полосчатым, образованным чередованием трех ингредиентов: дюрена, витрена и фюзена.

КРЫМ

Бешуйское месторождение

Гагат

Табл. XXXII, рис. 57

По внешнему виду гагат Бешуйского месторождения выделяется ровным смоляным блеском, черным цветом, ярко выраженным раковистым изломом и вязкостью, которой он обязан своими превосходными поделочными свойствами. В кусках гагата нередко можно видеть строение древесины. Таким образом, гагат является витреном древесного происхождения, но не обладающим основным свойством витренов — хрупкостью.

Микроструктура гагата также типично витреновая. Местами обнаруживается бесструктурное весьма неоднородное оранжево-бурое вещество, местами неясная древесная структура. Ткань является трудно определимой, но в ней все же можно видеть рядовое расположение клеток и сердцевинные лучи, характерные для вторичной древесины. Такая микроструктура, обнаруживающаяся и во всех других гагатах, находится в соответствии с внешним видом гагата и указывает на особые условия сохранения и превращения в уголь древесной ткани. Гагаты встречаются изредка в виде линз в пласте угля, а чаще в виде желваков в породах кровли. Количество их, обычно, небольшое.

ЗАКАВКАЗЬЕ

Ткварчельское месторождение

Полублестящий однородный уголь

Табл. XXXIII, рис. 58

В куске данный тип угля характеризуется выраженным блеском каменных углей невысокой степени углефикации (1-я разновидность)¹. Цвет его в куске черный. Черта тоже черная. Уголь довольно плотный. Очень часто с этим типом связаны струйчато-конусовидная и глазковая отдельности. Структура его однородная. Единственным ингредиентом, слагающим данный тип угля, является кларен.

В шлифе уголь хорошо прозрачен и однороден. Преобладающее вещество представляет гумусовую основную массу комковатого сложения, в которой форменные элементы встречаются чрезвычайно редко. Редко можно заметить едва видимые обрывки кутикулы, а также экзины пыльцы и микроспор. Кутикула иногда окружает линзы вещества такого же сложения, как у основной массы, представляющие видоизмененные остатки листьев.

¹ В Ткварчельском месторождении все угли принадлежат клареновому типу и, на основании мелких различий микроструктуры, разделены на три разновидности.

В продуктах мацерации в ничтожном количестве была обнаружена пыльца и в небольшом количестве микроспоры. Микроспоры присутствуют в большем количестве, чем пыльца.

Иногда в шлифе встречаются мелкие линзочки бесструктурного витрена, почти вполне слившиеся с окружающим веществом основной массы. У них еще сохранились трещины усыхания и неясные контуры. Минеральные включения в данной разновидности редко рассеяны в основной массе, во-первых, в виде мелких зерен пирита, во-вторых, прожилок карбонатов по трещинам и затем мелких линзочек глины.

Таким образом, блестящий клареновый уголь Ткварчельского месторождения представляет гумусовый уголь, по микроструктуре характеризующийся исключительным преобладанием основной массы и ничтожным содержанием форменных элементов.

Внутренняя гомогенность вещества, слагающего уголь, находит полное отражение в однородности структуры угля в куске. Она является результатом сильного остудивания исходного растительного материала при превращении его в уголь.

Данный тип угля имеет постепенные переходы в другие типы. Во-первых, он может переходить в зольный клареновый уголь, полосчатого строения при загрязнении принесенными минеральными частицами (глиной). Во-вторых, в полублестящий клареновый уголь второй разновидности, описание которого и рисунок приведены дальше. Переход во вторую разновидность зависит от увеличения количества кутинизированных форменных элементов.

Распространение угля описанного типа связано с пластами I, I^a и I^b. В пластах II, II^a, II^b и II^c он встречается реже.

По отношению к общей массе угля данный тип или разновидность составляет, приблизительно, третью часть общего количества угольных прослоев.

Полублестящий штриховатый уголь

Табл. XXXIII, рис. 59

В куске уголь черного цвета, полублестящий (2-я разновидность). Черта черная. Уголь плотный. При внимательном изучении куска обнаруживается неясноштриховатое строение. В образцах, переходных к первой разновидности, выступает большая однородность вещества и более сильный блеск. Струйчатоконусовидная и глазковая отдельности довольно редко бывают связаны с данной разновидностью. Единственным ингредиентом, участвующим в формировании данной разновидности, является кларен.

В шлифе уголь хорошо прозрачен. Преобладающее вещество представляет комковатую и однородную основную массу. В отличие от микроструктуры угля первой разновидности данный уголь в шлифе менее однороден. Неоднородность микроструктуры определяется относительно большей насыщенностью кутинизированными форменными элементами. В таблице дано сравнение результатов подсчета количества кутинизированных форменных элементов на 1 мм² в обеих разновидностях по трем образцам для каждой.

Форменные элементы	1-я разновидность				2-я разновидность			
	обр. 248	обр. 50	обр. 208	среднее	обр. 132	обр. 320	обр. 421	среднее
Микроспоры	1,2	15	8	8	29	20	77	38
Кутикула	0	0	0,8	0,3	3	2,2	2,0	2,0

Кутикула, обычно, окружает линзы красно-бурого вещества, имеющего местами клеточное строение. Эти линзочки, окруженные со всех сторон кутикулой, представляют остатки листьев. Микроспоры и пыльца распределены в основной массе неравномерно. Ими обогащены отдельные полоски, имеющие одновременно и более темную окраску основной массы. В продуктах мацерации были обнаружены в небольшом количестве пыльца и в несколько большем числе микроспоры. В шлифах кутикула и микроспоры имеют окраску от темно-бурой до золотисто-желтой.

Из других включений нужно отметить мелкие линзочки витреноподобной основной массы. Вещество их комковатое. Контуры неясные. Какие бы то ни было форменные элементы в них отсутствуют.

Фюзен можно считать совершенно отсутствующим в данном типе, так как он был встречен всего лишь в количестве 1—2 линзочек, приблизительно, на 300 изученных образцов.

Минеральные включения в виде мелких зерен пирита, линзочек глины и пылевидных зерен кварца рассеяны довольно равномерно в угле в небольшом количестве.

Кварц и линзочки глины чаще приурочены к полоскам, обогащенным микроспорами.

Полублестящий уголь второй разновидности представляет собой мелко-аттитовый кларен. Присутствие заметного количества форменных элементов, неравномерное распределение их и мелкие линзочки витреноподобной основной массы придают углю в куске штриховатое строение. При увеличении количества глины и зерен кварца вторая разновидность так же, как и первая, дает переходы в полосчатый зольный уголь.

В месторождении описанный тип наиболее распространен. Он участвует в формировании всех пластов, как основной тип. В первых пластах он представлен образцами, наименее сильно насыщенными кутинизированными форменными элементами, близкими в этом отношении к первой разновидности, изображенной на рис. 58.

Тквибульское месторождение

Смоляной липтобиолит

Табл. XXXIV, рис. 60

Уголь матовый. Цвет угля буровато-коричневый, отличный от более черных углей всех остальных типов месторождения. Уголь плотный, вязкий (нехрупкий), лишенный всяких следов отдельности. Излом неправильный, угловатый. Иногда в нем встречаются линзы блестящего угля — витрена. На изломе иногда видны отдельные крупные (до 1 см) включения овальной или неправильной формы с некоторым тусклым блеском и раковистым изломом, чуть просвечивающие на ребрах. Это — крупные включения смолы. Иногда иголки этой смолы можно увидеть на поверхности образцов угля.

Химический состав этого оригинального угля таков:

W ^а	A ^а	S ^а _{общ.}	V ^а	C	H	N	O + S
4,70	29,20	2,16	63,0	80,45	6,95	1,54	11,04

Он показывает резкие отличия от обычного гумусового угля и несколько приближается к составу Верхне-Суйфунского рабдописита.

По микроструктуре смоляной липтобиолит также сближается с рабдописитом. Он состоит, как это видно в прозрачном шлифе (рис. 60), из скопления бесструктурных желтых смоляных телец разных размеров, от 1 см до микро-

скопических. Они сцементированы довольно темной коричнево-бурой массой, иногда с волокнами разложившихся тканей. Количество такой цементирующей массы ничтожно и в большинстве случаев смоляные тела склеены между собой без ее участия. Изредка в ней находятся обрывки кутикулы и микроспоры. Местами видны мелкие круглые скопления сернистого железа.

Смоляной липтобиолит может переходить в смоляные горючие сланцы, обогащаясь глиной, или, обогащаясь гумусовыми примесями, — в смешанный уголь с обилием смоляных телец в гумусовой массе.

В некоторых пластах Тквибульского месторождения описанный липтобиолит составляет весьма значительную или даже преобладающую часть угля.

Кутикуловый уголь-сланец

Табл. XXXIV, рис. 61

Этот уголь представляется сланцеватым, матовым, легко дробящимся на плитки. На плоскостях наслоения видны вытянутые полосы, напоминающие отпечатки листьев мезозойских растений. При выветривании уголь легко расслаивается на отдельные листики. Часто его уже нельзя назвать углем: вследствие обилия минеральных примесей он превращается в сланец.

Микроструктура этого интересного типа углей и сланцев очень характерна. Обычно можно отметить обилие хорошо сохранившихся желтых полосок тонкой зубчатой кутикулы, окружающей со всех сторон вытянутые и несколько сплюснутые полосы бурого полупрозрачного вещества. В этих полосках иногда можно различить признаки некогда существовавшего клеточного строения с клетками, вытянутыми нормально к протяжению кутикулы. Мы могли бы такие полосы назвать ксиловитреном. В них следует видеть изменившуюся и гелифицированную внутреннюю ткань (паренхиму) листа, превратившуюся в ксиловитрен или даже в бесструктурную основную массу. Иногда с этими листовыми остатками бывают связаны и желтые смоляные тела, очевидно, присутствовавшие в листьях в качестве капелек смолы.

Таким образом, как это видно на рисунке, данный уголь происходит из сплошного накопления листьев. Между отдельными листьями (или хвоями) видна желтая масса, вероятно, глинистая, цементирующая накопление. Если ее очень много и листья составляют только включения в ней, то уголь переходит в углистый сланец или даже в глинистый сланец с отдельными органическими включениями. Зольность его поэтому всегда велика.

Описанная разность встречается в виде прослоев в угле. Количество ее трудно поддается учету.

ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН УРАЛА

Челябинское месторождение (рэт-лейас)

Блестящий полосчатый уголь

Табл. XXXV, рис. 62

Блестящий полосчатый уголь, состоящий из двух основных компонентов: кларена и витрена. Последний находится в виде мелких включений и в виде полос, до 1 см толщины. По блеску он мало отличается от кларена. Излом полураковистый. Цвет черты темнобурый, почти черный.

Микроструктура угля, в основном, характеризуется наличием преобладающей гумусовой, основной массы и находящихся в ней довольно крупных остатков стеблевого растительного материала, главным образом, в виде витрена.

Под микроскопом вещество угля прозрачное. Преобладающая гумусовая масса имеет красноватый оттенок. Строение ее в некоторых частях слегка комковатое, напоминающее строение гелифицированных растительных тканей.

Витрена, находящегося в основной массе в виде полос и линз, довольно много. По цвету он мало отличается от основной массы и в некоторых случаях, как бы сливается с ней. Мелкие включения, обычно, бесструктурны, более же крупные обнаруживают строение древесины. Кроме витрена, основная масса включает в себе редкие, мелкие обрывки фюзена. К включениям желтого цвета относятся: кутикула и микроспоры. Первая представлена в значительном количестве, последние — единичны. Кутикула имеет плохую сохранность, в большинстве случаев расплывшаяся, местами совершенно сливающаяся с основной массой.

Блестящий, полосчатый уголь, является наиболее распространенным типом среди разновидностей челябинских углей пласта I.

Полублестящий однородный уголь

Табл. XXXVI, рис. 63

Полублестящий однородный клареновый уголь, черного цвета. Излом полураковистый. Цвет черты темнобурый.

Под микроскопом уголь характеризуется преобладанием основной массы двух цветов: красно-бурой и желто-оранжевой и включений в ней небольшого количества кутинизированных элементов. Основная масса неоднородна: красно-бурого цвета, гумусовая, желто-оранжевого цвета кутикуловая, образовавшаяся в значительной степени за счет расплывшейся в гумусовой массе кутикулы. Последняя либо располагается в виде параллельных (1-я разновидность) полосок (рис. 63 А), либо окружает линзовидные участки, напоминающие линзы ксиловитрена (2-я разновидность). При этом она обнаруживает иногда зубчики, характерные для кутикулы (рис. 63 В). Сохранившиеся форменные элементы желтого цвета представлены небольшим количеством микроспор и пыльцы в виде коротких штрихов и редкими, крупными мегаспорами с бахромчатым наружным краем и сплюсненной полостью тела (рис. 63А). Те и другие располагаются в основной гумусовой массе неравномерно.

Тип полублестящего, однородного кларенового угля, является основной разновидностью челябинских бурых углей.

Полуматовый грубополосчатый уголь

Табл. XXXVII, рис. 64

Полуматовый полосчатый уголь черного цвета. В основном это плотный, кларенового типа уголь с мелкими полублестящими включениями витрена, переслаиваемый довольно выдержанными крупными полосами фюзена, представляющего собою смесь мелких обломков. Излом неровный. Цвет черты темнобурый.

Под микроскопом, в проходящем свете, вещество угля неоднородно. Состоит оно из гуминовой красно-бурой массы, кутикуловой желто-оранжевой массы и фюзена. Основная масса в сравнении с общим количеством включений имеет второстепенное значение. Отдельные бурые, малопрозрачные участки ее иногда носят следы клеточной структуры. Очень много мелких округлых комочков, образовавшихся в результате гелификации обрывков тканей, превратившихся в основную массу. Включения форменных элементов, главным образом, составляет фюзен. Он находится в большом количестве. Форма, величина и характер расположения его в основной массе весьма разнообразны. Чаще он встречается в виде продолговатых, довольно крупных линз, с деформированной клетчатой структурой, и мелких обрывков, утеравших клеточное строение ткани. Кроме фюзена, остатки высшей растительности находятся в виде небольших линз ксилена, ксиловитрена и витрена темнокрасного цвета различных оттенков. Из кутинизированных элементов, находящихся в основной массе, обрывки микроспор и пыльцы желтого цвета довольно многочисленны. Сохранность их плохая. Что же касается кутикулы, то сохранившейся в этом типе угля

она встречается очень редко, в виде мелких обрывков оранжевого цвета, а иногда — в виде неполного окружения линз ксилена. Большая часть кутикулы разрушилась и превратилась в основную массу желто-оранжевого цвета.

Тип полуматового угля значительно отличается от полублестящего типа угля, как по внешнему виду, так и по микроструктуре. Внешняя матовость его определяется под микроскопом наличием преобладающего количества включений форменных элементов, среди которых центральное место занимает фюзен.

ПРИКАСПИЙСКИЙ УГОЛЬНЫЙ РАЙОН

Ягманское месторождение

Блестящий неяснополосчатый уголь

Табл. XXXVIII, рис. 65

Плотный смолисто-блестящий неяснополосчатый уголь. Форма кусков неправильная. Горизонтальные, параллельные напластованию поверхности не выражены. Вертикальный излом слегка неровный, местами полураковистый. На свежем изломе уголь блестящий, почти однородный. Среди тонкоштриховатого блестящего вещества неясно выделяются небольшие однородно-блестящие линзочки. Фюзена не наблюдается.

В отдельных случаях на кусках угля заметны струйчатые поверхности скопления.

В тонком шлифе наблюдается преобладание прозрачного, коричневато-красного коллоидного вещества. Среди этой основной массы угля рассеяны ярко желтые кутинизированные элементы. Местами заметны линзообразные участки, не содержащие форменных элементов. Часто они ограничены полоской кутикулы, но иногда очень неясно отделяются от окружающей массы.

Основная масса угля состоит из прозрачного, слегка комковатого гумусового вещества, яркого коричневато-красного оттенка в проходящем свете. Комковатый характер основной массы неодинаково сильно выражен в разных частях угля. В местах, содержащих значительное количество оболочек спор или пыльцы, наблюдается слоисто-текучее расположение основного вещества. Наиболее ясно комковатость заметна в участках, не содержащих форменных элементов. Неопределенность границ этих участков требует отнесения их к основной массе, не позволяя выделять как самостоятельные элементы микроскопической картины. По исходному материалу основная масса представляет результат сильного остудневания (гелификации) мелкоизмельченного растительного материала. Отмеченные комковатые участки соответствуют остаткам растительных тканей, сохранившим в процессе остудневания относительную компактность.

Кутинизированные элементы представлены тонкими оболочками микроспор и пыльцы и полосками кутикулы. Оболочки спор мелкие, сильно сплюснутые, светложелтые. Распределение спор по всему углю довольно равномерное, но в пределах поля зрения микроскопа наблюдается группировка в послойные комплексы. Количество спорных оболочек в угле относительно невелико.

Кутикула наблюдается в угле в виде тонких, довольно длинных полосок. Часто кутикула в вертикальном шлифе угля образует замкнутые овалы с серединой, заполненной слегка комковатым гумусовым веществом, сходным с окружающей основной массой. Эти овалы представляют поперечные разрезы узких листьев (хвои), где поверхностный слой кутикулы хорошо сохранился, а ткани мезофилла образовали бесструктурное комковатое вещество.

При матерации выделяются оболочки пыльцы и спор и обрывки кутикулы прекрасной сохранности. Среди пыльцы первое место занимает пыльца *Gymnophyta*, представленная несколькими формами. Наблюдается также пыльца хвойных, обычно, имеющая худшую сохранность. Споры количественно уступают

пыльце и, преимущественно, представлены мелкими тонкостенными формами треугольных очертаний с гладкой оболочкой. Кутикула в продуктах мацерации обнаруживает строение эпидермиса из удлинённых клеток с гладкими стенками. Во многих случаях наблюдались хорошо выраженные устья. Часто кутикула представляет обрывки замкнутого чехла, одевающего с поверхности лист игольчатой формы. Такая форма обрывков кутикулы в продуктах мацерации находится в полном соответствии с наличием в вертикальном шлифе поперечных разрезов хвои, окруженных кутикулой.

Остатки тканей, сохранивших клеточное строение, наблюдаются в угле лишь в виде небольших линз ксиловитрена или структурного витрена. Остатки клеточного строения в большинстве случаев очень расплывчаты. Внешние границы линз неясны, сливающиеся с окружающей основной массой.

Фюзен и фюзенообразное вещество непрозрачной основной массы в угле фактически отсутствуют. Очень редко наблюдаются единичные мелкие обломки или штрихи темной или черной окраски, не имеющие значения в характеристике типа угля.

Преобладание коллоидного гумусового вещества обуславливает блестящий, относительно однородный, внешний вид угля. По всем микроскопическим и внешним признакам уголь является типичным клареном.

Блестящий клареновый уголь с остатками кутикулы листьев типичен для месторождения. Преобладание гелифицированной основной массы и присутствие в исходном материале значительного количества листьев при низкой степени углефикации угля обуславливают повышенный выход дегтя при полукоксовании.

По сравнению с близкими по возрасту и местонахождению углями Туаркырского месторождения, ягманские угли резко отличаются повышенным содержанием водорода и более высоким процентом летучих веществ. Эти различия в химическом составе связаны, с одной стороны, с преобладанием в ягманских углях прозрачной основной массы и, с другой стороны, с присутствием в туаркырских углях большого количества фюзена.

Туаркырское месторождение

Полуматовый тонкополосчатый уголь

Табл. XXXVIII, рис. 66

Черный, довольно хрупкий, рыхлый уголь. Главную массу угля составляет матовое зернистое вещество, пронизанное тонкими, параллельно расположенными, блестящими полосками. Наблюдается значительное количество крупных линз фюзена. Уголь легко разбивается на неправильно плитчатые куски с горизонтальными плоскостями, покрытыми мягким сильно марающим фюзеном.

В тонком шлифе уголь слабо прозрачен. Наблюдается большое количество линз фюзена и значительное содержание непрозрачного комковатого вещества в основной массе. Прозрачное гуминовое вещество имеет вид тонких разветвляющихся прожилок. Кутинизированные элементы заметны в очень небольшом количестве.

Атритовое вещество в угле довольно равномерно перемежается с линзами фюзена, образующими послойные комплексы. В основной массе атритовых участков тонкие прожилки прозрачного вещества изгибаются вокруг комковатых черных или темнобурых пятен непрозрачного вещества и мелких линзочек ксилена и фюзена.

Кутинизированные элементы представлены единичными оболочками микроспор. Микроспоры, обычно, сплюснуты, но обнаруживают остатки внутренней полости. Кутикула наблюдается чрезвычайно редко.

Мелкие фрагменты растительных тканей, рассеянные в атритовом веществе угля, обычно, представлены фюзеном и фюзено-ксиленом. Линзочки

фюзена большей частью не сохраняют клеточного строения и имеют вид сплошных черных пятен с единичными неправильными просветами. Ксилен в мелких линзах представляет значительное расплывание вещества с уничтожением клеточной структуры, хотя по темнокоричневой окраске вещества часто приближается даже к ксилено-фюзену. Такую же темную коричневатую-красную окраску имеют некоторые линзы и полосы, по форме и очертаниям, сходные с витреном.

Крупные остатки растительных тканей представлены преимущественно фюзеном. Линзы фюзена образуют целые прослои и покрывают горизонтальные поверхности угля.

В шлифе фюзен, обычно, представляет несколько измененное строение клеточной ткани. Полости клеток видны ясно, резко очерчены, но заметно деформированы. Деформация клеток и всего строения ткани происходит за счет спадения клеточных стенок, образующих местами сплошную черную массу без просветов. Сохранившиеся просветы клеток ясно уменьшены и имеют измененные очертания. Относительно часто наблюдаются переходы фюзена в ксилен.

Полоски витрена, заметные во внешнем виде угля, в тонком шлифе прозрачны, ясно отделяются от комковатого атритового вещества и часто несут остатки клеточного строения древесины.

Значительное содержание фюзена и непрозрачного вещества в основной массе обуславливает матовый характер угля.

Несмотря на малое количество кутинизированных элементов, уголь должен быть отнесен к дюрону. Признаками дюрона являются матовый внешний вид, обилие непрозрачного вещества в основной массе и большое количество остатков растительных тканей в состоянии фюзена и ксилена.

Полуматовый уголь, богатый фюзеном, типичен для Туаркырского района. Наблюдаемые разновидности отличаются по содержанию полосок витрена и большей или меньшей примеси глинистого вещества. Но основным признаком — большое содержание непрозрачного вещества в основной массе и значительное количество фюзена — остаются общими для всех разновидностей.

Угли Туаркырского района относятся к тому же юрскому возрасту, что и угли Ягманского месторождения. Ботанический состав углей, по данным мацерации, один и тот же. Различия в типе угля между этими месторождениями указывают на различия в процессах образования углей.

СРЕДНЕАЗИАТСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ФЕРГАНА)

Сулюктинское месторождение

Матовый однородный уголь

Табл. XXXIX, рис. 67

Уголь матовый, черного цвета, на воздухе коричневеющий, относительно однородный, преимущественно рыхлый. Основное матовое вещество состоит из раздробленных элементов, компактно прилегающих друг к другу. Мягкость и способность марать указывают на присутствие и широкое распространение фюзена. Последний, очевидно, распределяется равномерно и не имеет определенной ориентации, вследствие чего уголь имеет землистый характер и неправильный излом с зернистой поверхностью.

В прозрачном шлифе уголь плохо прозрачен или непрозрачен. По микроструктуре представляет комбинацию фюзеновых, ксилено-фюзеновых, ксиленовых и ксиленовитреновых тканей, различаемых по оттенку и по форме полостей клеток. Цементирующее вещество, хотя бы в виде отдельных прожилок, как правило, отсутствует и наблюдается лишь в исключительных случаях. Кутинизированных форменных элементов и минеральных включений также не наблюдаются.

Ксиленовые ткани являются преобладающими. В проходящем свете они полупрозрачные, коричневого цвета; в отраженном свете имеют очень небольшой рельеф и сероватый оттенок; можно наблюдать постепенный переход ксиленовых тканей к тканям типа ксиловитрена. Фюзеновые ткани ксилено-фюзеновые и ксиловитрено-фюзеновые в проходящем свете непрозрачные и почти неотделимые друг от друга.

В отраженном свете фюзен отличается более светлым оттенком и более сильным рельефом.

Уголь представляет комбинацию стеблевых элементов, находящихся в различных стадиях превращения. Во внешнем виде фюзено-ксиленовые ткани, слагающие всю массу вещества и выявляющиеся лишь под микроскопом, проявляются в матовом характере, хрупкости и рыхлости угля.

В Сулюктинском месторождении данный тип угля слагает преобладающую часть пласта.

При соответствующем уменьшении количества фюзеновых тканей и увеличении ксиленовых и ксиловитреновых, уголь становится более блестящим и переходит в ксиленовую разновидность. При увеличении количества красных прожилок, встречаемых, обыкновенно, случайно и редко, уголь приобретает штриховатое строение и приближается к кизыл-кийскому матовому типу.

Шурабское месторождение

Полублестящий штриховатый уголь

Табл. XL, рис. 68

Уголь по внешнему виду характеризуется черным цветом, темнокоричневой чертой, легкостью, довольно большой плотностью и тонкоштриховатым сложением, переходящим в некоторых участках в почти совершенно однородное. Из минеральных включений, обычно, попадаются узкие прослойки, обогащенные глинистым материалом. Местами уголь имеет раковистый излом. На поверхности отдельности наблюдаются глазки, в центре которых находится пленочка пирита.

В тонком шлифе уголь хорошо просвечивает и представляет прозрачную основную массу красновато-коричневого цвета и неяснокмковатого строения, в котором равномерно рассеяны пыльца и микроспоры. В виде тонких полосок желтого цвета, микроспоры и пыльца располагаются параллельно напластованию. Кутикула в виде мелких, слабо волнистых обрывков попадает чрезвычайно редко. Из стеблевых частей растений преобладают линзочки витрена, реже ксилена и еще реже — фюзена. Витрен в виде мелких линзочек, часто с хорошо видимым строением и с годичными кольцами; ксиловитрен не имеет четких контуров и почти сливается с основной массой. Фюзен попадает в виде мелких обломков, очень редко сохранивших клеточное строение. По микроструктуре уголь может быть отнесен к микроспоровому дюрено-кларену.

Крупные, заметные макроскопически, остатки древесных тканей представлены исключительно линзами витрена; под микроскопом они чрезвычайно часто обнаруживают остатки строения. Полости клеток иногда заполнены смолой.

На внешнем виде преобладание прозрачной основной массы с довольно большим количеством спор отражается в полублестящем характере угля. Линзочки витрена отвечают блестящим штрихам, которые нарушают однородность угля.

По внешнему виду (полублестящий характер) и по микроскопическому строению (прозрачная основная масса, довольно сильно обогащенная микроспорами), данный тип угля нужно отнести к полублестящему дюрено-кларену.

В Шурабском месторождении он встречается в небольшом количестве и концентрируется, главным образом, в верхней и нижней частях пласта. Очень близко к нему стоит кларен, состоящий, главным образом, из стеблевых элемен-

тов и отличающийся почти исключительно по микроструктуре, а не по внешнему виду и химическим свойствам.

Матовый однородный уголь

Табл. XL, рис. 69

По внешнему виду уголь однородный, преимущественно рыхлый и хрупкий, матовый, черного цвета, на поверхности быстро буреющий. Элементы, составляющие его матовую массу, чрезвычайно раздроблены. Сильная хрупкость, выражающаяся в способности марать и раскрашиваться при мельчайшем прикосновении к нему, указывает на присутствие во всей массе угля большого количества фюзена. Последний распределяется равномерно, но не имеет определенной ориентации, почему, очевидно, уголь и колется на куски неправильной формы. Основное вещество угля иногда пронизывают чрезвычайно тонкие (1,0—1,5 мм) матовые линзочки фюзена и более блестящие ксилена; как те, так и другие образуют штриховатость. Из минеральных включений следует отметить наличие равномерно распределяющихся небольших желваков пирита, имеющих диаметр до 3 см, и вторичного гипса, выполняющего трещины до 1 см шириной.

Под микроскопом уголь представляет фюзено-ксиленовый агрегат, совершенно не содержащий прозрачной или непрозрачной основной массы. Цементирующее вещество в нем отсутствует и лишь наблюдаются плотно прилегающие, в различном направлении ориентированные обломки и обрывки фюзена и ксилена. Другие составные элементы в данном типе угля, как правило, отсутствуют.

В проходящем свете, вследствие недостаточной тонкости шлифа, примерно 50% тканей принимается за фюзен. В отраженном свеге по структуре большинство тканей должно быть отнесено к ксилену; на это указывают разбухшие стенки клеток, маленькие полоски клеток, низкий рельеф и сероватый оттенок. Фюзен же в аншлифах с иммерсией несколько более светлый, чем ксиленовые ткани, и имеет более резкий рельеф.

По микроструктуре уголь может быть отнесен к однородному типу угля, который состоит из фюзеновых и ксиленовых тканей с преобладанием последних. Крупные, заметные макроскопически древесные ткани почти отсутствуют. Фюзено-ксиленовые ткани, составляющие всю массу вещества угля и выявляющиеся лишь под микроскопом, во внешнем виде проявляются в матовом характере, в хрупкости и рыхлости угля. Отдельные более отчетливые и правильно ориентированные линзочки ксилена или фюзена макроскопически выявляются в тонкой штриховатости.

Матовый тип угля является преобладающим в Шурабском месторождении и составляет основную 10—12-метровую пачку угольного пласта.

Чрезвычайно близко к нему стоит ксиленовый тип угля, который отличается полуматовым блеском, полнейшей однородностью, ксиленовым и ксилитреновым микроскопическим строением.

Кизыл-Кийское месторождение

Матовый штриховатый уголь

Табл. XLI, рис. 70

Макроскопически уголь черного цвета, на поверхности несколько коричневеющий, матовый, хрупкий и довольно рыхлый. Матовое вещество угля довольно равномерно пронизано блестящими, полублестящими и матовыми линзочками, образующими штриховатость, которая нередко переходит в тонкую полосчатость. Минеральные включения, как правило, отсутствуют. Рыхлость и хрупкость угля свидетельствуют о наличии фюзена.

Химический состав

W ^a	A ^c	S ^c	C	H	N	O + S	Гуминовые кислоты
19,24	7,73	0,81	79,49	3,65	0,69	16,16	4,2

В тонком шлифе уголь слабо прозрачен. Наблюдается преобладание фюзеновых, ксиленовых и ксиловитреновых тканей, пронизанных прожилками различной ширины. Фюзеновые ткани представляют линзы и обломки черного цвета, различной величины, иногда с хорошо сохранившимся клеточным строением; часто наблюдается не фюзен, а ксиловитрено-фюзен и еще чаще ксилен и ксиловитрен. Последние и являются преобладающими. В прозрачном шлифе они темнокоричневого цвета, слабо прозрачные. Особенно резко преобладание ксиленовых тканей проявляется в отраженном свете, где можно, благодаря рельефу и оттенку, наблюдать, что большая часть фрагментов, относимых в проходящем свете к фюзену, оказывается в отраженном свете ксиленом. Ксиленовые ткани в аншлифах сероватые, почти без рельефа и имеют несколько оплывшие клетки. Фюзен же более светлый и имеет более четкий рельеф. Все древесные ткани компактно прилегают друг к другу и образуют фюзено-ксиленово-ксиловитреновый агрегат. Прожилки, пронизывающие уголь, преимущественно тонкие, совершенно однородные, витреноподобные, желтовато-коричневого цвета. Они разделяют и вместе с тем цементируют древесные ткани и располагаются преимущественно параллельно напластованию угля, но иногда расходятся в различных направлениях. Кутинизированные элементы, в виде микроспор и собранных в складки кутикул, являются эпизодическими и случайными.

Из минеральных включений довольно редко, но попадают зерна пирита и некоторые элементы глинистого материала. Крупные, заметные макроскопически, древесные ткани представлены сравнительно мелкими линзочками витрена и чрезвычайно редко фюзена. Линзы витрена, обычно, под микроскопом не обнаруживают структуры и даже комковатости, фюзен же показывает иногда довольно хорошей сохранности клеточное строение.

Во внешнем виде угля преобладающие фюзена, ксилена и ксиловитрена проявляется в матовости и хрупкости; тонкие полоски прозрачного вещества макроскопически заметны в виде блестящих линзочек. По внешнему виду (матовость и хрупкость) и по микроскопическому строению (преобладание фюзена, ксилена и ксиловитрена с тонкими прозрачными прожилками) этот уголь может быть отнесен к штриховатому фюзено-ксиленовому типу.

При уменьшении количества блестящих прожилок в угле и соответственном возрастании процентного содержания фюзено-ксиленовых тканей, уголь принимает более однородный характер и переходит в матовый однородный фюзено-ксиленовый тип угля, встречаемый в Шурабе и Сулюкте. И, наоборот, при увеличении количества и ширины красных прожилок и при соответственном уменьшении процентного содержания фюзено-ксиленовых тканей, уголь принимает полосчатый, а не штриховатый характер, аналогичный описанному в Кок-Янгакском месторождении.

Матовый штриховатый уголь в Кызыл-Кийском месторождении составляет значительную часть пласта.

Матовый полосчатый уголь

Табл. XLI, рис. 71

Уголь матовый, относительно плотный, темнокоричневого цвета, полосчатого строения. Основное матовое вещество является преобладающим и вмещаю-

шим. Оно относительно однородно, если не считать отдельные неравномерно распределяющиеся тонкие более блестящие штрихи. В преобладающем матовом веществе наблюдаются линзы полублестящего и еще более матового угля, от 0,3—1,5 см ширины и до 15 см длины. Матовые линзы имеют интенсивно черный цвет, ясное волокнистое строение и жирный блеск. Как те, так и другие располагаются параллельно плоскостям наложения. Минеральные включения встречаются почти исключительно в виде пирита, приуроченного к линзам матового волокнистого угля.

В прозрачном шлифе уголь представляет комбинацию трех составных элементов: дюрена с полупрозрачной основной массой и большим количеством кутинизированных элементов, агрегата фюзено-ксиленовых тканей, пронизанных прозрачными прожилками, и витрена.

Дюрен, а в некоторых случаях кларено-дюрен, представляет сочетание основной массы, оболочек микроспор и пыльцы, линзочек фюзена и витрена. Основная масса полупрозрачная, коричневого цвета, при большом увеличении ($\times 150$) комковатого строения. Оболочки микроспор и пыльцы в виде тонких желтых тел располагаются в основной массе неравномерно, иногда в виде больших скоплений, а иногда в незначительном количестве. Линзы витрена неравномерно пронизывают основную массу. Они тонки, небольшого протяжения, оранжево-коричневого цвета. Обломки фюзена сравнительно мелкие, большей частью с нарушенной клеточной структурой.

Крупные линзы блестящего и матового угля, заметные макроскопически и образующие полосчатость, представляют остатки древесных тканей, находящиеся в состоянии витрена и фюзено-ксилена. Витрен под микроскопом оранжево-коричневого цвета, чаще однородный, бесструктурный, но нередко структурный, разбитый трещиноватостью. Фюзено-ксиленовые ткани представляют плотно-прилегающие друг к другу черные и темнокоричневые фрагменты, иногда с хорошим клеточным строением, иногда же почти без него; почти всегда они пронизаны оранжевым, а чаще оранжево-коричневым прозрачным веществом.

Во внешнем виде угля преобладание дюрена проявляется в матовости и относительной плотности; прозрачный витрен отвечает блестящим линзам, полупрозрачный фюзено-ксилен — волокнистым, интенсивно черным, матовым линзам. Уголь представляет комбинацию дюрена, витрена и ксилено-фюзена.

В Кызыл-Кийском месторождении этот тип угля составляет метровую пачку нижней части пласта. Перехода к другим типам не наблюдается, если не считать в некоторых случаях кларено-дюреновый характер преобладающего матового вещества и несколько иную комбинацию (в количественном отношении) витрена и фюзена.

Кок-Янгакское месторождение

Блестящий однородный уголь

Табл. XLII, рис. 72

Уголь плотный, черный, относительно однородный. Вещество угля блестящее, тонкоштриховатое. Вертикальный излом ровный. Поверхность излома гладкая. Главная масса угля состоит из блестящего вещества, неравномерно пронизанного еще более блестящими штрихами, которые имеют ширину до 1—2 мм.

В более однородных участках наблюдаются элементы раковистого излома. По общему облику уголь представляет кларен.

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен. Наблюдается исключительно прозрачное вещество, в котором равномерно рассеяны микроспоры и пыльца. Основная масса угля прозрачная, красновато-оранжевого цвета, при увеличении в 200—250 раз обнаруживает комковатое строение. Кутинизированные элементы

представлены обрывками пыльцы и микроспор и кутикулой. Микроспоры и пыльца располагаются в угле равномерно, параллельно напластованию угля, в виде тонких коротких полосок ярко желтого цвета. Они составляют, примерно 6—7% основной массы. При мацерации угля выяснилось, что количество пыльцы и микроспор, примерно, одинаковос. Среди пыльцы наблюдались формы, относящиеся к хвойным и саговым растениям. Кутикула в угле встречается чаще всего в виде единичных оранжево-желтых прямых обрывков и лишь иногда имеет замкнутые контуры. Кроме кутинизированных элементов из желтых включений попадают тела несколько светлее и крупнее спор, которые скорее всего могут быть отнесены к смоляным образованиям. Стеблевые элементы представлены витреном, реже ксиловитреном и чрезвычайно редко фюзеном. Витрен встречается в виде оранжево-красных однородных, довольно отчетливо выделяющихся линзочек. Ксиловитрен представляет комковатое вещество, не содержащее включений и почти сливающееся с окружающей его основной массой. Фюзен — в виде мелких, редко встречающихся обломков.

Крупные, заметные макроскопически, древесные ткани представлены витреном и ксиловитреном. Первые под микроскопом иногда обнаруживают хорошо сохранившееся клеточное строение, но чаще оказываются бесструктурными. Вторые, обычно, комковатые. Во внешнем виде преобладание прозрачного вещества выражается в блестящем характере угля и его плотности. Линзочки витрена во внешнем виде проявляются в форме штрихов.

По внешнему виду (блеск и плотность) и по микроскопическому строению (прозрачность основной массы и равномерное распределение 6—7% микроспор) этот тип угля относится к дюрено-кларену. При соответственном возрастании процентного содержания прозрачного вещества и при уменьшении количества микроспор, уголь переходит в чисто клареновый, который имеет также довольно большое распространение в Кок-Янгакском месторождении. Данный тип составляет, примерно, 50% всех кок-янгакских углей. Кроме первого пласта, он встречается в нулевом, шестом и Мощном.

Полублестящий штриховатый уголь

Табл. XLIII, рис. 73

Уголь черного цвета, полублестящий, плотный, относительно однородный. Основное вещество полублестящее. Оно равномерно пронизано более блестящими линзочками, имеющими от 1—3 мм ширины и образующими штриховатость, в некоторых случаях переходящую в полосчатость.

Излом неровный, поверхность излома гладкая. Минеральные включения в виде отдельных, относительно крупных линзочек углистого сланца.

Химический состав

W ^л	A ^c	S ^c	C	H	N	O + S	V	Гуминовые кислоты
10,44	6,01	0,38	79,27	5,53	1,02	13,18	43,38	следы

В тонком шлифе уголь хорошо просвечивает и представляет сочетание прозрачной основной массы с небольшим количеством кутинизированных элементов и линзочками витрена. Основная масса однородная, красновато-оранжевого цвета. Кутинизированные элементы представлены мелкими, сплюснутыми, светло-желтого цвета обломками микроспор и пыльцы, значительно реже — обрывками слабо волнистой кутикулы. Стеблевые элементы наблюдаются в виде линзочек витрена и фюзена. Витрен отличается чрезвычайной однородностью, красновато-оранжевым цветом и почти полным отсутствием контуров. Окружающая его основная масса почти с ним сливается, и он может быть отличим

лишь по трещинам и по отсутствию в нем включений и слоистости. Линзочки фюзена большей частью мелкие, с хорошо сохранившимся клеточным строением. Крупные древесные ткани, заметные макроскопически, почти отсутствуют, если не принимать во внимание отдельные блестящие полосы блестящего угля, которые под микроскопом представляют почти однородный витрен.

Во внешнем виде преобладание прозрачной основной массы с очень небольшим количеством включений, выражается в полублестящем плотном характере угля. Линзочки витрена создают штриховатость. Уголь представляет типичный кларен.

В Кок-Янгакском месторождении он слагает почти весь пласт Мощный и шестой, большую часть первого пласта и отдельные слои нулевого и пятого. При увеличении содержания оболочек микроспор и пыльцы и при соответственном уменьшении линзочек витрена, он переходит в дюрено-клареновый однородный тип угля.

Полуматовый полосчатый уголь

Табл. XLIII, рис. 74

Уголь плотный, черный, полуматовый, полосчатый. Вертикальный излом ровный, поверхность излома мелкозернистая. Главная масса угля состоит из полуматового вещества, в котором отчетливо выделяются неравномерно распределяющиеся линзы блестящего угля, разбитые перпендикулярной трещиноватостью, имеющие ширину до 1 см и образующие полосчатость. Кроме этих линз полуматовую массу пронизывают тонкие линзочки блестящего и матового угля, имеющие до 1 мм ширины и создающие штриховатость. Из минеральных включений встречается пирит в виде небольших вытянутых конкреций.

В тонком шлифе уголь неполностью прозрачен. По микроструктуре он представляет скопление фюзено-ксиленовых тканей, пронизанных чрезвычайно тонкими гелифицированными прожилками, которые чередуются с более широкими линзами витрена и, очень редко, кларена.

Уголь состоит почти исключительно из стеблевых элементов, часть которых находится в состоянии фюзена, другая — ксилена, ксиловитрена и витрена. Фюзен встречается в виде относительно крупных линз, с хорошо сохранившейся клеточной структурой. Он сменяется линзами ксилофюзена или темно-коричневого ксилена или ксиловитрена, которые являются преобладающими и также представлены относительно крупными линзами с хорошо сохранившейся растительной структурой. Коричневые линзы ксилена, ксиловитрена и фюзена часто разделены между собой красными, однородными, тонкими прожилками, которые иногда носят флюидальный характер. Они располагаются не строго параллельно напластованию угля, а в различных направлениях и не только между тканями, но и в самих тканях. Эти тонкие прожилки являются продолжением линз витрена. Последние, так же, как и они, коричневатого-красного цвета, большей частью совершенно однородные. Они не имеют строго линзообразной формы и этим отклоняются от типичного витрена. Но вещество их носит витренообразный характер. Иногда эти красные полосы представляют кларен, в котором наблюдаются включения фюзена, ксилена и ксиловитрена. Кутинизированные элементы в виде оболочек спор, пыльцы и кутикулы являются случайными и, как правило, почти совершенно отсутствуют.

Крупные, заметные макроскопически, остатки древесных тканей представлены почти исключительно полосками и линзами витрена; они под микроскопом не обнаруживают строения и совершенно однородны. Во внешнем виде угля преобладание ксиленовых и фюзеновых тканей выражается в его матовом характере и на поверхностях излома в зернистости. Полоски прозрачного вещества, заметные в виде блестящих прожилок, образуют штриховатость; широкие полосы прозрачного вещества образуют полосчатость.

В Кок-Янгакском месторождении данный тип угля занимает небольшое место и встречается в виде слоев от 0,10—0,30 м, особенно в I и V пластах.

Нарынское месторождение

Полуматовый полосчатый уголь

Табл. XLIV рис. 75

Уголь полуматовый, плотный, черного цвета, полосчатого строения. Основное полуматовое вещество является преобладающим и вмещающим. В нем равномерно рассеяны более блестящие штришки, нарушающие относительную однородность. Кроме того, в нем имеются линзы и полосы блестящего угля от 0,2—0,7 см ширины и до 10 см длины и линзы матового угля от 0,1 до 0,5 см ширины и до 5—6 см длины. Последний мягкий, марающий с заметным волокнистым строением и сероватым оттенком. Количество блестящих линз в угле несколько больше, чем матовых. Как те, так и другие распределяются в основном полуматовом веществе неравномерно.

Под микроскопом также наблюдаются три составные части. Основное вещество в проходящем свете просвечивает и представляет комбинацию красноватых, совершенно однородных прозрачных линз и прожилок с полупрозрачными линзами кларено-дюрена. Основная масса последних красновато-коричневого цвета, комковатого строения, плохо просвечивающая. В ней довольно равномерно распределяются оболочки микроспор и пыльцы ярко желтого цвета, черные, угловатые, довольно мелкие обломки фюзена, отдельные смоляные тела и мелкие белые минеральные включения в виде отдельных зерен. Вместе все это представляет дюрен, чередующийся с витренообразным веществом.

Крупные линзы блестящего и матового угля, заметные макроскопически, представляют остатки древесных тканей в состоянии витрена и фюзено-ксилена. Витрен под микроскопом большей частью бесструктурный, но иногда наблюдается клеточное строение хорошей сохранности. Линзы фюзена под микроскопом оказываются агрегатом ксилена, фюзена и ксиловитрено-фюзена. Все фрагменты компактно прилегают друг к другу и пронизаны тонкими гелифицированными прожилками. Часто фюзенизированные элементы хорошо сохранили остатки растительной структуры в виде годичных колец и клеточного строения. Во внешнем виде угля преобладание дюреновой составной части проявляется в полуматовости и плотности. Ксилено-фюзеновый агрегат соответствует матовым волокнистым сероватым включениям, однородный или структурный витрен — блестящим полосам или линзам. Уголь представляет комбинацию кларено-дюрена, витрена и фюзено-ксилена.

В Нарынском месторождении он слагает почти весь четвертый пласт, третий и второй.

КАРАГАНДИНСКИЙ УГОЛЬНЫЙ РАЙОН

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. XLV, рис. 76

Уголь полублестящий, в основной своей массе однородный, с крупными линзовидно полосчатыми включениями блестящего, варообразного угля. Куски блестящего угля на свежем изломе иногда позволяют обнаружить строение древесины с годичными кольцами.

В тонком шлифе уголь просвечивает красновато-бурым цветом, обусловленным преобладанием бесструктурного гумусового вещества. Наиболее сохранившиеся растительные остатки представлены в виде линз структурного витрена с отчетливо выраженными кольцами осенней и весенней древесины. Чаше растительные остатки встречаются в виде удлиненных линз ксиловитрена, ограниченных тонкой городчатой (в поперечном разрезе) кутикулой. Некоторые растительные остатки деформированы и представлены линзообразными полосами, ограниченными кутикулой только с одной стороны. Другая часть этих линзообразных включений сливается с бесструктурной основной массой.

Последняя образует главную массу угля и имеет неоднородное строение. В ней наблюдаются более темные коричнево-бурые полосы, а также прожилки желто-оранжевого вещества. Последнее, повидимому, является расплывшимися остатками смол. Продукты разложения последних частично смешались с гумусовой основной массой, придавая ей более светлые оттенки.

Коричневатый цвет некоторых частей основной массы, повидимому, вызван наличием минеральных примесей. Ими же обусловлен и не вполне блестящий внешний вид угля. Описываемый тип угля является клареном, образованным лигнино-целлулозными растительными тканями.

Он составляет большую часть пласта Федоровского.

Полуматовый однородный уголь

Табл. XLV, рис. 77

Уголь полуматовый, плотный, однородный, при высыхании растрескивающийся. Цвет коричнево-черный. На поверхности, параллельной напластованию, наблюдаются фрагменты фюзена, реже обломки мелких веток растений, превращенных в уголь.

В тонком шлифе уголь просвечивает коричневато-бурым цветом. Под микроскопом можно видеть неоднородность строения угля. Наблюдается большое количество тесно переслаивающихся обрывков кутикулы в виде тонких полос желтого и оранжевого цвета, вытянутых параллельно слоистости. Некоторые из них огибают мелкие линзы красно-бурого, гумусового, бесструктурного вещества (или ксиловитрена). Последние являются остатками листьев или стеблевых частей растений. Кроме обрывков кутикулы, наблюдаются еще мелкие включения желтого цвета (споры), представленные в шлифе, перпендикулярном напластованию, в виде мелких штрихов. Более крупные овально-линзовидные включения являются остатками смол, входивших в состав растений. Лишь небольшая часть растительных остатков сохранилась в состав растений. Лишь не сохранивших кутикулу листьев. Большая часть растительных остатков деформировалась и разложилась. Создалось обогащение залежи более стойкими при разложении смолами и кутинизированными остатками растений. Полуразложившиеся остатки лигнино-целлулозных тканей потеряли свою клеточную структуру и слились, образуя более или менее однородную основную массу. Местами в основной массе наблюдается комковатость, а также более темные оттенки. Кроме того, может быть отмечено присутствие мелких, неправильной формы включений черного цвета. Они являются фюзенизированными растительными остатками с неясной клеточной структурой. Насыщенность угля форменными элементами заставляет отнести его к дюрену.

При мацерации удалось выделить пыльцу цикадофит и хвойных растений, что указывает на мезозойский возраст бурых углей Карагандинского района.

Описываемый тип угля встречается, главным образом, в виде отдельных прослоев, чередуясь с другими типами угля.

КУЗНЕЦКИЙ БАССЕЙН

Угли конгломератовой свиты

Блестящий неясноштриховатый уголь

Табл. XLVI, рис. 78

Смолисто-блестящий, почти однородный уголь. На вертикальном изломе наблюдается слабая тонкая штриховатость. Излом угля гладкий, местами раковистый.

В тонком шлифе наблюдается преобладание прозрачной однородной основной массы. Среди основной массы рассеяны немногочисленные оболочки спор и редкие полоски кутикулы. Основная масса в проходящем свете имеет яркую оранжево-красную окраску. Вещество основной массы однородно; легкая комковатость, заметная в шлифе, связана, главным образом, с неровностями шлифовки. Местами наблюдаются участки и полоски, имеющие более темную окраску, но закономерности в расположении этих участков не обнаруживается.

Форменные элементы представлены в угле исключительно оболочками спор или пыльцы и полосками кутикулы. Оболочки спор мелкие, сильно сплюснуты и рассеянно расположены среди основной массы. Цвет их светложелтый, очертания довольно резкие. Кутикула встречается как в виде отдельных обрывков, так и в виде замкнутых полосок, ограничивающих линзовидный участок витренообразного вещества. Такие линзы, окруженные кутикулой, соответствуют поперечному разрезу узкого листа. Кутикула часто имеет слегка оранжевую окраску и несколько расплывчатые очертания, что свидетельствует о набухании и разложении кутикулы. Такое разбухание нередко наблюдается с углях с преобладающим количеством гелифицированного вещества. Разложение вещества оболочек спор наблюдается значительно реже.

Оформленные остатки растительных тканей в угле не наблюдались. Присутствие фюзена не отмечено ни в шлифе, ни в образце угля. Преобладание прозрачной ярко окрашенной основной массы и незначительное количество форменных элементов сообщают углю облик типичного кларена. Внешняя однородность, полураковистый излом и смолистый блеск угля связаны с его преимущественным составом из однородного гелифицированного вещества. Кутинизированные элементы настолько тонки, что составляют очень незначительную часть всей массы угля. Их присутствие проявляется лишь в легкой штриховатости вертикального излома.

Клареновый тип угля наблюдался в большинстве образцов из конгломератовой свиты, подвергавшихся исследованию.

Полуматовый слоистый уголь

Табл. XLVI, рис. 79

По внешнему виду уголь черный, плотный, с тонкослоистым сложением. На плоскостях наслоения матовый, на вертикальном изломе имеет слабый блеск. Поверхность вертикального излома гладкая, неясноштриховатая. Слоистое сложение угля проявляется в форме кусков, образующих плитки небольшой толщины. На плоскостях напластования заметен фюзен.

В тонком шлифе угля наблюдается равномерно-послойное расположение многочисленных кутинизированных элементов среди прозрачного гумусового вещества.

Основная масса угля имеет в проходящем свете довольно темную буровато-красную окраску и комковатое сложение. Этот комковатый характер придает основной массе некоторую неоднородность. Отдельные полоски отличаются интенсивностью окраски и степенью прозрачности в тонком шлифе.

Форменные элементы угля состоят из многочисленных оболочек спор и пыльцы, полосок кутикулы и фрагментов растительных тканей, сохранивших остатки клеточного строения.

Оболочки спор тонки и представлены мелкими сильно сплюснутыми формами. Мацерация угля жидкостью Шульце показала, что большинство этих оболочек относится не к спорам, а к пыльце. Среди пыльцы наблюдались многочисленные экземпляры пыльцы хвойных и саговообразных растений, характерных для юрского времени.

Кутикула встречается в угле в большом количестве. Обрывки кутикулы часто достигают значительной длины и имеют, обычно, четкие определенные очертания. Часто заметны полосы кутикулы, непрерывно огибающие участок

витренообразного вещества. Такие участки соответствуют поперечному разрезу листа или хвои, с сохранившейся кутикулой и превращенным в гумусовую студнеобразную массу мезофиллом. В этой массе иногда наблюдается неясная комковатость, вследствие неполного слияния отдельных остудневших клеток в общую массу. В некоторых разрезах внутренний край кутикулы сохраняет ясную зубчатость, соответствующую расположению клеток эпидермиса. В продуктах мацерации угля наблюдались многочисленные обрывки кутикулы, несущие прекрасно сохранившийся отпечаток строения эпидермиса.

В шлифе все кутинизированные элементы имеют ярко желтую окраску, вследствие низкой степени углефикации угля.

Остатки растительных тканей в угле представлены фюзеном, ксиленом, ксиловитреном и витреном. Витрен имеет форму линз и полосок, хорошо отграниченных от основной массы. От основной массы он отличается более компактным характером вещества и, часто, более интенсивной окраской. Обычно в линзах витрена наблюдаются слабые остатки клеточного строения ткани. Переходными между ксиловитреном и витреном являются линзы и полосы, состоящие из столбчатых рядов клеток. Сплюснутость клеток, их вытянутость в тангентальном направлении и правильное расположение рядов напоминают строение коровой ткани. Остатки тканей подобного типа наблюдаются в угле в большом количестве. Но, наряду с ними, встречается и типичный ксиловитрен с неправильно-комковатой структурой.

Ксилен присутствует, относительно, редко. Фюзен представлен отдельными линзами, резко выделяющимися среди основной массы. Количество его, относительно, невелико.

Прозрачность и коллоидный характер основной массы угля обуславливает легкий блеск вертикального излома. Но большое присутствие кутинизированных элементов сообщает углю плотность и понижает блеск. Таким образом, и по внешним и по микроскопическим признакам уголь имеет облик дюрена.

Ярко желтый цвет кутинизированных элементов и обилие остудневших остатков тканей с сохранившейся клеточной структурой указывают на низкую степень углефикации угля. По влажности (16,31%) и содержанию летучих (59,28%) уголь должен быть отнесен к группе бурых. Отнесение в группу бурых углей не противоречит микроскопическому строению угля. Однако химический состав может быть несколько изменен выветрелостью угля, взятого из неглубокой выработки. По микроскопическому строению его скорее можно отнести к углям, стоящим на границе между бурыми и каменными.

В отдельных образцах юрских углей Кузбасса, подвергавшихся исследованию, дюреновый тип угля количественно уступал образцам типа кларена.

Вследствие разрозненного характера исследованных образцов, распространенность дюренового типа угля в конгломератовой свите остается недостаточно освещенной.

ИРКУТСКИЙ БАССЕЙН

Черемховское месторождение

Полублестящий однородный уголь

Табл. XLVII, рис. 80

Макроскопически уголь черного цвета. Очень плотный, полублестящий, относительно однородный. Черта темнокоричневая. Излом неровно-угловатый. Некоторые плоскости покрыты глазками. Главная масса угля состоит из полублестящего вещества, довольно равномерно пронизанного тонкими (до 1 мм) блестящими линзочками, образующими штриховатость. Иногда эти линзочки достигают 2—3 мм мощности и выделяются более отчетливо. Уголь по внешнему виду представляет кларен.

В тонком шлифе уголь состоит из прозрачной основной массы с небольшим количеством включений кутинизированных и стеблевых элементов. Основная масса угля красного, а в более тонких участках шлифа оранжево-красного цвета, при небольшом увеличении совершенно однородна и носит коллоидный характер. При увеличении в 300—400 раз можно рассмотреть, что она состоит из отдельных красных комочков, часто сцементированных более светлым веществом. Кутинизированные элементы представлены полосками кутикулы и оболочками микроспор и пыльцы. В вертикальном разрезе угля последние рассеяны среди основной массы в виде тонких единичных ярко желтых полосок. При мацерации смесью Шульце кроме микроспор выделяются круглые и овальные тельца, большая часть которых является пылью саговообразных растений. Кутикула в шлифе желтого или оранжевого цвета в виде довольно длинных слабоволнистых полосок. Зубчики сохранились не во всех обрывках. Стеблевые элементы представлены бесструктурным витреном, структурным витреном и ксиловитреном. Часть этих элементов носит черты строения коровых тканей. Чаще всего встречается ксиловитрен. Участки последнего сливаются с окружающей основной массой и не имеют четких контуров. Стенки некогда существовавших клеток почти совершенно разбухли и встречающиеся просветы этих бывших клеток не имеют определенной формы. Крупные и заметные макроскопически остатки древесных тканей представлены линзочками витрена, которые под микроскопом часто обнаруживают остатки клеточного строения типа структурного витрена и ксиловитрена. По микроструктуре уголь представляет кларен. Преобладание прозрачной основной массы, наблюдаемое под микроскопом, во внешнем виде угля отражается в его полублестящем характере. Такая же микроструктура в других бассейнах, где угли имеют более высокую степень углефикации, соответствует блестящему типу угля. По макроскопическим и микроскопическим данным описанный тип угля представляет кларен невысокой степени углефикации. Полублестящий тип угля в рабочей части пласта Главного, Черемховского месторождения, является наиболее распространенным и количественно преобладающим.

Полуматовый однородный уголь

Табл. XLVII, рис. 81

Макроскопически уголь черного цвета с коричневатым оттенком. Черта темнокоричневая. Плотный, относительно однородный. Главная масса угля состоит из полуматового вещества, довольно равномерно пронизанного тонкими (1 мм) линзочками блестящего угля, образующими штриховатость. Мощность этих линзочек иногда достигает 1—2 мм. Излом гладкий. Поверхность излома иногда очень мелкозернистая. По всей массе угля рассеяны зернышки пирита.

В тонком шлифе основная масса угля красного цвета с буроватым оттенком, пронизана большим количеством минеральных включений и содержит очень незначительное количество форменных элементов. Основная масса носит комковатый характер; она состоит из отдельных красных комочков, часто сцементированных более светлым гуминовым веществом, а иногда плотно прилегающих друг к другу. Кутинизированные элементы представлены оболочками микроспор, мегаспор, пыльцы и обрывками кутикулы. Мегаспоры встречаются в очень незначительном количестве в виде желтых гладких целых или разорванных оболочек. Микроспоры и пыльца на вертикальном разрезе угля рассеяны среди основной массы отдельными тонкими, желтыми полосками — штрихами. При мацерации выяснилось, что большую часть этих оболочек составляет пыльца саговых растений. Кутикула попадает отдельными полосами, более или менее значительного протяжения, а иногда и скоплениями слабоволнистых, параллельно расположенных полос. Зубчики сохранились не во всех экземплярах.

Стеблевые элементы представлены линзами бесструктурного и структурного витрена, ксиловитрена, часть которого произошла из коровой ткани, и,

очень редко, — мелкими обрывками фюзена. В последнем довольно хорошо сохранилось клеточное строение. Ксиловитрен часто сливается с окружающей его основной массой. Стенки некогда в нем существовавших клеток совершенно разбухли, и просветы на месте бывших полостей клеток почти отсутствуют.

Из других форменных элементов редко и в небольшом количестве встречаются мелкие водоросли овальной формы, бледножелтого цвета, которые при увеличении в 250—300 раз обнаруживают видимую ячеистую структуру.

Минеральные включения являются наиболее существенным элементом в полуматовом типе угля. Основная масса пронизана гнездышками, небольшими линзочками и прослойками глинистого материала. Последний в проходящем свете имеет серовато-желтый цвет, но состоит, преимущественно, из отдельных чрезвычайно мелких зернышек. При скрещенных николях часть из них имеет волнистое погасание и может быть отнесена к кварцу, а часть — к зернам каолина. Высокодисперсная часть минеральных включений придает основной массе буроватый оттенок.

Относительно крупные, заметные невооруженным глазом, остатки древесных тканей, представленные тонкими линзочками витрена, под микроскопом обнаруживают остатки строения и отвечают структурному витрену и ксиловитрену.

По микроструктуре уголь данного типа принадлежит к кларену с большим количеством минеральных включений. Пресобладание прозрачной основной массы с большим количеством минеральных включений под микроскопом, во внешнем виде отражается в полуматовости угля и в большом удельном весе.

Полуматовость, а по микроскопическому строению прозрачная основная масса с минеральными включениями соответствуют зольному кларену. При уменьшении количества минеральных включений и соответственного возрастания гумусового вещества уголь становится полублестящим и по микроструктуре относится к чистому и типичному кларену невысокой степени углефикации. По количеству и распространению полуматовый тип угля в рабочей части пласта Главного, Черемховского месторождения, стоит на втором месте. Значительно большим распространением пользуется полублестящий тип угля.

Плитчато-листоватый уголь

Табл. XLVIII, рис. 82

Уголь плитчато-листоватого сложения, но на отдельные тонкие пластинки расслаивается плохо. Горизонтальные плоскости совершенно матовые, темно-коричневого цвета; местами на них наблюдаются тонкие листовидные тела. На вертикальных плоскостях видны черные блестящие линзочки витрена.

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен. Наблюдается чередование желтых полос кутикулы с гелифицированной тканью, преимущественно, в виде витрена и ксиловитрена. Кутикула располагается плотно прилегающими друг к другу параллельными слабоволнистыми рядами. Часто эти ряды кутикулы сливаются между собой и образуют основную массу ярко желтого цвета. При увеличении в 600 раз можно наблюдать, что основная масса имеет коллоидное строение. Доказательством того, что образование полос ярко желтого цвета связано с расплыванием кутикулы, служит факт отхождения от них гонких полосочек типичной кутикулы с хорошо сохранившимися зубчиками.

Линзы витрена и ксиловитрена располагаются среди образовавшейся из кутикулы желтой массы. Они относятся не к остаткам древесных тканей, а к гелифицированной внутренней части листа. Линзы витрена и ксиловитрена имеют разнообразную величину, начиная с точечного комочка и достигая образований, видимых макроскопически. Витрен встречается двух типов: обыкновенные линзы с совершенно однородным и коллоидным веществом и витрен структурный с видимым клеточным строением. Ксиловитрен представляет линзы, в которых видны отдельные комочки, являющиеся результатом разбухания клеточных стенок, полости которых совершенно заплыли и невидимы. Из мине-

ральных включений встречаются мелкие зерна пирита, располагающиеся также среди кутикулы. Во внешнем виде угля присутствие расплывшейся и слившейся кутикулы выражается в плитчатом и матовом характере горизонтальных поверхностей, по которым почти всегда происходит раскол и которые являются поверхностью кутикулы. Линзы витрена и кsilовитрена во внешнем виде выражаются в блестящем характере отдельных полосок, хорошо видимых на вертикальных плоскостях. По макроскопическим признакам (плитчатость и листоватость) и по микроскопическому строению (преобладание кутикулы и среди нее линз витрена и кsilовитрена) этот тип угля может быть отнесен к кутикуловому дюрену или кутикуловому липтобиолиту, имеющему сходство с барзасским плитчатым липтобиолитом. При повышении количества блестящих составных частей в угле (витрена и кsilовитрена), происходит соответствующее уменьшение количества кутикулы, уголь принимает блестящий, почти однородный характер. Под микроскопом в таких случаях видны уже не изолированные линзы витрена, а красновато-оранжевая основная масса. Отдельные обрывки кутикулы уже носят характер включений. Уголь переходит в блестящий тип угля, относящийся к кларену.

Плитчато-листоватый тип угля в Черемховском месторождении имеет очень небольшое распространение.

Хахарейское месторождение

Сапроколлит

Табл. XLVIII, рис. 83

По внешнему виду этот тип угля матовый, однородный тонкозернистый и массивный (т. е. неслоистый), чем сходен с богхедами. Только более зольные его разновидности приобретают несколько слоистое и даже сланцеватое сложение. Излом его близок к раковистому. Цвет коричневый, цвет черты желто-бурый или светлорыжий. Очень характерен химический состав. Он обнаруживает высокое содержание летучих, водорода и большой выход первичного дегтя, что свойственно чистым сапропелитам:

W ⁴	A ^c	S ^c	V ⁴	C	H	O + N	Деготь
2,34	6,92	0,41	80,58	72,16	9,29	18,53	48,13

По микроструктуре хахарейский уголь отличается своеобразными чертами среди сапропелитов. Микроскоп даже при больших увеличениях не обнаруживает наличия структур, которые можно было бы принять за разложившиеся талломы водорослей. Весь шлиф представляет собой желтую бесструктурную основную массу, судя по цвету, определенно сапропелевого характера. В ней разбросаны мелкие обрывки бурых, темнорыжих, почти черных тканей высших растений. При больших увеличениях иногда можно обнаружить тонкие полоски, напоминающие микроспоры. Основная масса имеет местами линзовидное или чечевицеобразное сложение, при котором обособляются участки более светлого и более темного буроватого вещества. Такой характер несут и некоторые современные бесструктурные сапроколлы, почему хахарейский и подобные ему сапроколлиты и предложено выделить в особую группу сапроколлитов.

Мельчайшие минеральные частицы и видимые под микроскопом кварцевые зерна иногда сосредоточиваются в отдельных линзах основной массы. Здесь же встречаются округлые или вытянутые белые минеральные включения, напоминающие коккоферы.

Матовый цвет угля, массивное сложение и его тонкая зернистость согласуются с сложением его основной массы.

Хахарейский плотный сапроколлит образует лишь тонкую (до 20 см)

пачку в общем угольном пласте, сложенном из чередования гумусовых и сапропелевых углей. Последние состоят из более зольных и слоистых разностей, по природе, однако, близких к вышеописанной.

Матаганское месторождение

Сапроколлит

Табл. XLIX, рис. 84

Матаганский сапропелит черного цвета. Черта светлорусая, почти желтая. Весьма плотный, выламывается в виде плит. Вязкий и легко поддается обработке, напоминая черное дерево или эбонит. Излом раковистый. Блеск матовый, весьма однородный. Сложение весьма тонкозернистое. Удельный вес (1,12) очень мал.

Химический состав

W ²	A ^c	S ^c	C	H	O + N	Деготь
1,26	10,14	2,70	78,69	10,41	7,29	48,8

Характерно высокое содержание водорода и большое количество первичного дегтя высокого качества, дающего повышенный выход легких фракций.

Тонкие шлифы весьма прозрачны и обладают общим желто-оранжевым колоритом. Преобладающим компонентом является основная масса, в которой выделяются мелкие голубые кристаллы минеральных включений. Бесструктурное вещество состоит, однако, из мелких линзовидных и вытянутых по напластованию комочков, то более темных, то более светлых, что придает веществу как бы текучий (флюидальный) характер. Среди основной массы на очень тонких шлифах можно заметить овальные бесструктурные тела с неясными очертаниями, которые можно принять за разложившиеся и сливающиеся с основной массой талломы водорослей. В редких, совершенно единичных, случаях в них можно различить подобие ячеистого строения, однако, весьма неясного. Вследствие потери структуры водорослей матаганский сапропелит приближается к хахареysкому и может быть причислен к группе сапроколлитов или служить переходом к ним.

Среди мелких включений в шлифе встречаются бурые или черные обрывки тканей высших растений, составляющих, однако, ничтожную примесь.

Такая тонкозернистая и однородная текстура из отдельных тесно слипшихся комочков сапропелита определяет плотное сложение самого сапропелита, его раковистый излом и матовый блеск. Желтизна основной массы, малая зольность, отсутствие существенной примеси видимых гумусовых элементов и химический анализ подтверждают чисто сапропелевое происхождение матаганского угля. «Плита» сапропелита составляет только часть пласта угля по мощности.

Зорино-Быковское месторождение

Гумусово-сапропелевый уголь

Табл. XLIX, рис. 85

Хрупкий, однородный уголь, черного цвета. Сложение массивное. Блеск матовый. Уголь разбивается в горизонтальном и вертикальном направлениях, образуя сплюснутую шаровую отдельность. Излом раковистый, особенно хорошо заметный на выпуклых горизонтальных поверхностях отдельности. Цвет черты темнокоричневый. Уголь загорается от спички не сразу и при удалении последней быстро гаснет, продолжая некоторое время тлеть.

Химический состав

Удельный вес	W ^л	A ^л	V ^л	K ^л	V ^г	K ^г	C	H	N	O + S	Смола	Вода	Газ	Полу-кокс
1,28	7,75	13,83	39,07	39,35	49,82	50,18	76,05	6,03	1,61	16,31	14,4	15,0	9,8	60,8

Характер кокса: не спекается, порошок.

В тонком шлифе угля наблюдается, преимущественно, однородная плотная основная масса, светлокоричневого цвета. Она включает в себе большое количество комочков гумусового вещества, от чего и сама кажется слегка комковатой. Если она и не является чисто гумусовой, то преобладание в ней гуминовых веществ все же совершенно очевидно.

Форменные элементы, наблюдаемые среди основной массы, представлены, главным образом, микроспорами и пылью. На рисунке они имеют вид тонких штрихов желтого цвета. Нередко, однако, среди них можно встретить и мелкие обрывки кутикулы. В несколько меньшем количестве встречаются водоросли. Они имеют округленно-овальную форму тела с слегка извилистыми краями. Внутри тела вокруг центральной полости расположены ячеистые углубления. По морфологическим признакам эти водоросли относятся к одному из видов рода *Rha*. В гумусово-сапропелевом угле, они, так же, как и микроспоры, имеют лучшую сохранность, чем в сапропелевом угле «зорините» (см. деталь в правом углу рисунка). Сохранность водорослей может быть поставлена в связь с консервирующим действием гумусового вещества.

Белые округлые включения, равномерно распределенные среди основной массы угля, представляют собою зерна кварца.

Описываемый гумусово-сапропелевый уголь интересен как переходный к сапропелитам.

Мощность его составляет от 0,25 до 0,60 м. От «зоринитов» он отделяется тонким прослоем породы до 0,02 м. Это близкое соседство с промышленными углями, а также и химические свойства гумусово-сапропелевых углей делают их интересными также и в промышленном отношении, как увеличивающими запас перегонных углей месторождения.

Сапропелевый уголь

Табл. L, рис. 86

Крепкий сапропелит, черного цвета. В матовой основе его наблюдается тонкая, тусклоблестящая штриховатость. Структура плотная. Отдельность горизонтальная. Излом по вертикали — смесь раковистого с угловато-неровным. Цвет черты коричневый. Уголь загорается от спички и горит ровным коптящим пламенем.

Удельный вес	W ^л	A ^л	V ^л	K ^л	V ^г	C	H	N	O + S	Смола	Вода	Газ	Полу-кокс
1,09	2,00	13,08	62,60	22,32	73,71	81,79	8,93	1,24	8,04	40,8	6,0	8,0	45,2

Под микроскопом, в прозрачном шлифе вещество угля неоднородно. Состоит оно из преобладающей сапропелево-гумусовой массы светлокоричневого цвета и сапропелевой желтой массы, находящейся в первой в виде крупных линзовидных участков.

Форменные элементы сапропелево-гумусовой массы составляют редкие гелифицированные ткани высших растений, микроспоры, пыльца и зерна кварца. Остатки высшей растительности представлены в виде линз темнокрасного цвета, иногда окруженных желтой кутикулой. Микроспоры и пыльца в шлифе имеют

вид мелких черточек желтого цвета. Зерна кварца соответствуют округлым белым включениям, равномерно рассеянными по всей площади шлифа.

В сапропелевой массе находится большое количество линзочек и комочков гумусового вещества (см. деталь в правом углу рисунка), кроме которых встречаются микроспоры и водоросли *Pila* (см. деталь рисунка). Последние имеют очень нежную структуру и несколько расплывчатые очертания тела¹.

Зоринский сапропелит, благодаря наличию микроспор, пылицы и водорослей с значительным количеством основной массы, представляет собою несколько своеобразный тип среди сапропелитов Иркутского бассейна. В силу этих отличительных его свойств, он назван «зоринитом» от Зоринского месторождения.

В пласте угля «зориниты» представляют собою пачку, мощностью от 0,25 до 0,65 м. Мощность и определенность пачки и технологические свойства зоринитов дают возможность говорить о них, как о перегоночных углях, имеющих вполне промышленное значение.

Буртинское месторождение

Сапропелит

Табл. I, рис. 87

По черному цвету и по плотности он приближается к матаганскому. Излом раковистый, иногда струйчатый. Сложение весьма тонкозернистое. Уголь матовый, но легко принимающий полировку. Химический анализ показывает состав, близкий к составу сапроколитов, но отклоняющийся от них в сторону гумусовых углей.

W ^л	A ^c	S ^c	V ^c	C	H	O + N	Деготь
2,61	9,70	0,53	72,4	79,31	8,24	12,45	40,0

Микроскопическая картина представляется неоднородной. В сапропелевой или смешанной буровой основной массе из округленных комочков рассеяны единичные талломы колониальных водорослей *Pila* с ячеистым строением. Кроме этих несомненно сапропелевых элементов, видны и темные красно-бурые линзовидные участки, иногда несущие следы бывшего клеточного строения. Они напоминают разрезы листьев или хвои. Мелкие обрывки такого же вещества видны по всему шлифу. Они представляют собой остатки гелифицированных тканей высших растений. Поэтому, буртинский сапропелит не является чистым сапропелитом, а носит смешанные черты.

Плотный буртинский сапропелит в виде «плиты» составляет только одну пачку или слой в довольно мощном пласте, главным образом, гумусовых углей.

Жилкинское месторождение

Гумусово-сапропелевый уголь

Табл. LI, рис. 88

Сапропелит из Жилкинского месторождения Иркутского бассейна имеет темнобурый цвет и такую же черту. Блеск его матовый, но обладает некоторой шелковистостью, зависящей от наличия тончайших включений блестящего угля

¹ Более подробная характеристика их дается при описании гумусово-сапропелевого угля этого же месторождения, где они имеют лучшую сохранность.

или, точнее, витренизованных остатков тканей. Излом раковистый, но несколько шероховатый. Сложение плотное.

Химический состав его приведен в таблице.

W^a	A^c	V^r	S_N^c	C	H	N
5,10	18,45	56,0	0,68	76,75	7,72	1,37

По микроскопической картине уголь неоднороден и состоит из чередования более темных (бурых) и более светлых (желто-бурых) полос. Первые состоят, преимущественно, из гумусовой массы, в которой рассеяны водоросли *Pila*. Последние в большом числе находятся в светлых участках, преобладаая здесь над основной массой. Этот тип угля близко подходит к установленному М. Д. Залесским типу касянита.

Кроме этих основных элементов, можно встретить и единичные обрывки кутикулы и отдельные микроспоры, а также мелкие включения кsilовитрена или витрена, которые соответствуют мелким штрихам блестящего угля на общем матовом фоне.

ЗАБАЙКАЛЬЕ

Гусино-озерское месторождение

Полублестящий штриховатый уголь

Табл. LI, рис. 89

Уголь черного цвета. Плотный, хотя и разбит редкими неправильными трещинами. Цвет черты коричневато-черный. Блеск угля не сильный. Строение неоднородное штриховатое. Штриховатость зависит от наличия блестящих однородных линзочек и штрихов, расположенных параллельно наслоению в тускло-блестящем веществе. Размеры штрихов колеблются в длину от 2—3 мм до 3 см. Крупные встречаются редко. Ширина штрихов, обычно, 1—1½ мм. Редко достигает 2½ мм. Поверхность наслоения угля всегда матовая от тонкого налета глины. Излом угля полураковистый, редко неправильный угловатый. Некоторые куски, повидимому, благодаря присутствию большого количества глины, имеют плитчатую форму. Единственными ингредиентами, различимыми в угле невооруженным глазом, являются кларен и мелкие линзочки витрена. Очень редко в некоторых образцах на поверхности наслоения можно наблюдать мелкие фрагменты фюзена.

В шлифе уголь хорошо прозрачен, за исключением узких каемок вдоль трещин. Непрозрачность вдоль трещин объясняется изменением вещества, вследствие окисления при выветривании. Преобладающим является прозрачное красное-бурое гумусовое вещество кsilовитренового характера. Флюидальная и однородная основная масса отсутствует. Уголь представляется образованным из тесно соприкасающихся, потерявших резкость контуров, мелких линзочек кsilовитрена. В небольшом количестве между ними рассеяны светложелтые оболочки микроспор или пыльцы. Кутикула встречается очень редко, замкнуто окружая линзочки кsilовитрена. Кроме того, наблюдаются как бы плавающими среди кsilовитренового вещества мелкие линзочки витрена. Витрен почти всегда бесструктурен, часто разбит трещинами, перпендикулярными длине линзочки. Очень редко можно наблюдать переходы бесструктурного вещества витрена в структурное (структурный витрен). Контурные линзочки не резкие. Из других форменных элементов единично встречаются мелкие светложелтые тельца несколько неправильной округло-овальной формы. Вероятнее всего, они относятся к смоляным тельцам.

Минеральная примесь очень редко представлена мелкими зернами кварца.

Чаше можно видеть примесь глины, тонко примешанной к растительному аттриту. Распределение ее не вполне равномерное. Обычно она обогащает узкие слойки. В куске они выражены матовым налетом на поверхностях наслоения.

Таким образом, данный тип представляет мелкоаттритовый клареновый уголь с мелкими линзочками витрена.

Видимые под микроскопом мелкие линзочки бесструктурного витрена соответствуют в куске однородным блестящим штрихам. Ксиловитреновое вещество, состоящее из мелких сильно остудневших обрывков растительных тканей, соответствует тусклоблестящему, заключающему штрихи витрена.

Значение описанного типа в пласте, а тем более в месторождении, точно неизвестно. Приблизительно, можно судить, что он является обычным для третьего пласта и слагает небольшой мощности слой.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. LII, рис. 90

Уголь черного цвета, хрупкий, трещиноватый. Излом неровный, угловатый, иногда слабо раковистый. Цвет черты черный с коричневатым оттенком. Блеск самых блестящих составных частей не сильный, а тусклый, свойственный углям низкой степени углефикации (бурым). Строение неоднородное, полосчатое. Полосчатость определяется наличием однородных блестящих линзовидных включений в штриховатом веществе, матовыми слоями из довольно крупных фрагментов фюзена и полуматовыми штриховатыми, обогащенными глиной. Матовые слои пронизаны блестящими прожилками. Раскол угля по наслоению, обычно, происходит или по слоям фюзена или по слоям, содержащим глину. В последнем случае поверхность наслоения всегда матовая.

В шлифе уголь прозрачен, если шлиф приготовлен не из матовой части, состоящей из фюзена. Преобладания какого-либо одного вещества или ингредиента не наблюдается. Характер микроструктуры определяется скоплением разнородного растительного материала, претерпевшего неодинакового рода процессы превращения. Правильного чередования слоев нет. Одни слои состоят из довольно крупных фрагментов фюзена. Кусочки фюзена окружаются и разделяются тонкими прожилками красно-бурой основной массы. Слои такого рода довольно редки. Другие представляют преобладание сильно остудневшего мелкоаттритового материала, т. е. кларен. Затем, третьего рода слойки обогащены тонкими нитями кутикулы. Наконец, есть еще полосы кларена, слабо загрязненные глиной, тонко-смешанной с органическим веществом, и широкие полосы витрена.

Основная масса не имеет преобладающего значения в этом типе угля. Она представляет собой красно-бурое гумусовое вещество однородной или ксиловитреновой структуры.

Кутинизированные форменные элементы представлены светложелтыми оболочками микроспор или пыльцы и нитями кутикулы. Последняя всегда замкнуто окружает линзы красно-бурого комковатого или однородного витреноподобного вещества. В некоторых из них наблюдаются трещинки, перпендикулярные длине линзочки. Многие фрагменты кутикулы, благодаря совсем исчезнувшему внутреннему веществу, непосредственно соприкасаются друг с другом. Микроспоры приурочены к полоскам кларена, залегая в нем между линзами ксиловитрена и полосками основной массы.

Остатки стеблевых частей растений частью представлены относительно крупными обломками фюзена. Фюзен очень часто бывает связан постепенными переходами к витрену через ксилен (от одного конца включения к другому). Другая форма превращения стеблевых остатков — это коричневые ксилены. Такого рода обрывки редки. Они характеризуются довольно хорошо сохранившимся клеточным строением и слабой прозрачностью клеточных стенок. Наконец, третьей формой, в которой находятся в этом типе угля остатки стеблевых

тканей, служат витрен и кsilовитрен. Витрен представляет различной величины линзочки. Размеры их изменяются от очень мелких видимых в куске угля, как штрихи, до крупных в 0,5 см шириной. Некоторые среди них отвечают структурному витрену. Другие же представляются вполне однородными бесструктурными. Иногда мелкие линзочки витрена окружаются кутикулой.

Ксиловитреновые мелкие линзочки в основном образуют участки кларена. Они настолько остуднели, что стоят на грани почти полного слияния друг с другом в основную массу ксиловитренового характера. Из других форменных элементов в данном типе, особенно в участках преобладания кутикулы, встречаются желтые тельца. Своей формой и характером вещества они похожи на включения смолы. Минеральная примесь не играет большой роли в угле. К ней принадлежат единичные пылевидные зернышки кварца и небольшое количество глины. Глина приурочена, обычно, к отдельным слоям.

Таким образом, полосчатый тип угля представляет агрегат совершенно не отсортированных растительных остатков. В нем в равной мере присутствуют довольно крупные и мелкие обрывки стеблевых частей растений, а также остатки листьев. Крупные остатки заметны в куске угля невооруженным глазом, в виде блестящих однородных линз витрена и включений волокнистого фюзена. Более мелкие и остудневшие образуют слои кларена, соответствующие в куске слоям полублестящего штриховатого угля. Значение типа в месторождении неизвестно. Повидимому, в пласте он играет меньшую роль, чем вышеописанный полублестящий клареновый штриховатый уголь (рис. 89).

Букачачинское месторождение

Блестящий штриховатый уголь

Табл. LII, рис. 91

Уголь по внешнему виду характеризуется черным цветом, хорошим блеском, почти черной чертой, штриховатостью, средней плотностью и средней хрупкостью. Главная масса угля состоит из блестящего вещества, довольно равномерно пронизанного тонкими (до 1,5—2 мм) блестящими линзочками витрена, образующими штриховатость. Иногда эти линзочки достигают большей ширины, в таких случаях наблюдается тонкая полосчатость. Почти на всех поверхностях отдельности находятся глазки. Они имеют самый разнообразный диаметр, начиная с 1 мм и доходя до 2—3 см. Поверхности глазков покрыты тонкими пленочками пирита. Иногда в такого рода угле наблюдается ступенчатый излом. Макроскопически уголь представляет типичный кларен.

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен и представляет основную массу, в которой довольно равномерно рассеяны оболочки пыльцы и линзы витрена.

Основная масса оранжево-красного или красновато-оранжевого цвета, совершенно прозрачная. Характерным для нее является комковатое строение. Комки, вероятно, представляют результат полного остудневания отдельных клеток растительной ткани. Кутинизированные элементы представлены пылью, микроспорами и кутикулой. Микроспоры и пыльца (при мацерации угля жидкостью Шульце выяснилось, что преобладает последняя) встречаются в виде тонких полосок, светложелтого цвета, равномерно распределяющихся по основной массе угля. Кроме того, попадаются скопления компактно друг к другу прилегающих спор или пыльцы. В них отдельные оболочки расплылись и настолько слились между собой, что стали неразличимыми. Кутикула также встречается довольно часто. Характерным для нее является явление расплывания, вследствие чего она часто почти совсем сливается с основной массой; в таких случаях кутикула принимает оранжевый оттенок.

Из стеблевых частей растения преобладают линзы витрена и ксиловитрена. Фюзен встречается чрезвычайно редко. Витрен и ксиловитрен попадаются в основной массе угля в виде различной величины линз. Последние довольно



часто имеют не строго линзообразную форму. Цвет витрена и кsilовитрена более темный, чем у основной массы. Фюзен наблюдается в виде мелких обломков, имеющих хорошую клеточную структуру.

Минеральные включения встречаются в виде желтых, довольно крупных овальных тел каолина, мелких зерен кварца и пирита. По микроструктуре уголь представляет типичный кларен.

Мелкие блестящие линзочки, заметные макроскопически, под микроскопом представляют витрен и реже кsilовитрен. Во внешнем виде преобладание прозрачной основной массы с небольшим количеством включений выражается в блестящем характере угля. Линзочки же витрена или кsilовитрена макроскопически проявляются в виде тонких равномерно-распределяющихся по углю штрихов. По внешнему виду — блестящий штриховатый характер, по микроскопическому строению — преобладание прозрачной основной массы с небольшим количеством включений, позволяют этот тип угля отнести к клареновому штриховатому типу.

Пласт II-бис в Букачачинском месторождении, судя по одному разрезу, сложен почти исключительно таким типом угля.

Блестящий полосчатый уголь

Табл. LIII, рис. 92

Уголь по внешнему виду характеризуется черным цветом, почти черной чертой, полосчатым сложением, сильной хрупкостью и средней плотностью. Главная масса угля представляет неравномерное чередование 0,3—1,0-сантиметровых матовых и блестящих линз и полос. Матовые линзы и полосы пронизаны тонкими блестящими штрихами, которые имеют толщину 1—2 мм и представляют линзочки витрена. По горизонтальным плоскостям наблюдаются тонкие примазки волокнистого угля (фюзена). Линзы матового и блестящего угля имеют небольшую протяженность и часто быстро выклиниваются. От преобладания тех или других зависит степень блеска, характер излома и хрупкость. В блестящих частях излом угловатый, остроугольный, в матовых — неровный. Макроскопически уголь представляет грубое чередование дюрена и кларена.

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен и представляет чередование участков прозрачной основной массы, сильно обогащенной микроспорами, с участками основной массы, почти свободной от микроспор и вообще каких-либо включений, и линзами витрена. Основная масса угля представлена прозрачным и очень редко полупрозрачным веществом оранжево-красного или коричневатого строения; большей же частью она почти однородна.

Кутинизированные элементы встречаются почти исключительно в виде оболочек пыльцы, которые под микроскопом наблюдаются в форме тонких полосочек желтого цвета. Они концентрируются в отдельных участках основной массы угля и располагаются строго параллельно напластованию. Мегаспоры попадают чрезвычайно редко. Кутикула в угле наблюдается довольно часто в виде яркожелтых, неравномерно распределяющихся обрывков, которые иногда имеют замкнутые контуры.

Остатки стеблевых тканей представлены, преимущественно, линзами витрена, значительно реже линзами кsilовитрена и обломками фюзена. Витрен встречается в виде различной величины линз; он представляет однородное вещество красновато-оранжевого цвета. Обломки фюзена имеют хорошо видимую клеточную структуру. Встречаются иногда овальной формы смоляные тела.

Минеральные включения представлены небольшим количеством зерен кварца, иногда каолина и, довольно часто, пирита. По микроструктуре уголь может быть отнесен к полосчатому типу угля, который состоит из чередующихся между собой линз дюрена, витрена и кларена.

Крупные, заметные макроскопически, остатки древесных тканей предста-

влены, главным образом, витреном; под микроскопом они очень редко обнаруживают строение. Ксиловитрен встречается еще реже.

Во внешнем виде преобладание линз полупрозрачной или прозрачной основной массы, сильно обогащенной пылью, выражается в матовом характере отдельных полос или линз угля.

По внешнему виду (чередование блестящих и матовых составных частей угля) и по микроскопическому строению (чередованию участков основной массы, сильно обогащенных форменными элементами с линзами витрена или кларена) этот тип обнаруживает типичную полосчатую структуру.

Пласт I в Букачачинском месторождении сложен почти исключительно таким типом угля. II пласт Букачачинского месторождения сложен углем несколько иного типа, но стоит к этому довольно близко. Изменение типа связано, повидимому, с несколько иным условием образования угля.

ЛЕНСКИЙ БАССЕЙН (ЯКУТИЯ)

Булунское месторождение

Блестящий неяснополосчатый уголь

Табл. LIV, рис. 93

Уголь блестящий, черного цвета, плотный. На изломе, перпендикулярном наслоению, наблюдается тонкая полосчатость. Она вызвана переслаиванием тонких до 1—2 мм полосок матового и блестящего угля. Излом неправильно-ступенчатый.

В тонком шлифе уголь просвечивает светлокрасным цветом. В прозрачной желтовато-красноватой массе h наблюдается некоторая неоднородность строения. Она выражается мелкой комковатостью и тонкими темнокоричневыми штрихами. Штрихи расположены параллельно слоистости и, возможно, показывают границу между отдельными обрывками растительных тканей. В основной массе наблюдается значительное количество обрывков кутикулы лимонно-желтого цвета с отчетливыми зубчиками на внутренней стороне. В шлифе можно наблюдать участки замкнутой кутикулы в виде сплющенного овала, напоминающего лист в разрезе. Внутренняя часть листовой пластинки превратилась в бесструктурное вещество, лишь местами сохраняя клеточную структуру в виде ксиловитрена xv . Наружная поверхность клеточек листового эпидермиса, о чем можно судить по кутикуле, была ровная c_1 или выпуклая c_2 . Толщина кутинового слоя была, повидимому, неодинаковая. Одна сторона листовой пластинки имеет более толстую кутикулу c_1 , чем другая c_2 .

На основании микроскопического изучения угля, можно предполагать, что он образован, главным образом, скоплением листьев, представляя собой типичный мезозойский клареновый уголь.

Полуматовый однородный уголь

Табл. LIV, рис. 94

Уголь полуматовый, плотный, однородный, излом сглаженный, иногда неясно раковистый. Под лупой можно различить мелкие линзочки витрена. Черта темнокоричневая.

В тонком шлифе уголь просвечивает светлокрасным цветом. Под микроскопом в шлифе можно видеть, что уголь образован большим количеством обрывков кутикулы золотисто-желтого цвета. Кроме того, встречаются крупные, желто-оранжевые смоляные тела g и красновато-бурые участки с более или менее ясным строением растительной ткани xv . Большая часть обрывков кутикулы образует сплошную массу желто-бурого цвета. Подобные участки в угле преобладают.

Отдельные обрывки кутикулы в виде тонких полос сохраняются более чет-

кими, главным образом, в том случае, если они непосредственно связаны с растительными обрывками лигнино-целлюлозных тканей. Эти ткани имеют вид обрывков неправильной формы. Обычно в них заметна структура, как это видно на рисунке. Клеточки имеют таблицеобразную форму. При мацерировании угля удается выделить обрывки кутикулы и произвести изучение формы клеточек эпидермиса и устьиц. Преобладает кутикула с удлинненными клетками эпидермиса. Изредка встречаются обрывки с извилистыми стенками. Кроме кутикулы выделяется пыльца хвойных и типа цикадофит.

Фюзенизированные растительные ткани отсутствуют. Форменные элементы распределены не вполне параллельно напластованию, представляя нагромождение почти без участия основной массы. Последняя образована почти исключительно продуктами разложения кутикулы, что можно установить по желтоватому оттенку вещества между отдельными форменными элементами.

ДАЛЬНЕ-ВОСТОЧНЫЙ КРАЙ

Сучанское месторождение

Полублестящий неяснополосчатый уголь

Табл. LV, рис. 95

Полублестящий уголь черного цвета, дающий переходы от полосчатого к неяснополосчатому. Цвет черты черный. В куске уголь не прочен, а легко рассыпается в мелочь, состоящую из кусочков, размером 2—4 см. Поверхность их покрыта зеркалами скольжения и мелкими глазками. Вследствие этого, рассмотреть строение в куске бывает очень трудно. Полированная поверхность угля выглядит неоднородной, полосчатого строения. Полосчатость обусловлена чередованием однородных блестящих полос витренового характера и неоднородных полублестящих и полуматовых. Кроме того, встречаются линзочки фюзена до 1 см в длину и по ширине в доли миллиметра.

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен. Преобладающую часть составляет красно-бурое комковатое гуминовое вещество. В нем проходят узкие неясные полосы более темного вещества. Форменные элементы представлены обрывками стеблевых частей растений, неясно видимыми оболочками микроспор или пыльцы и обрывками кутикулы. Стеблевые остатки растений не имеют преобладающей роли в составе угля. Они представляют собой различной крупности обрывки, в той или иной степени еще сохранившие клеточную структуру. По измененности вещества клеточных стенок большая часть соответствует фюзену, часто с сильно сплывшимися клеточными стенками. Некоторые представляют формы, промежуточные между фюзеном и ксиленом. Последние в аншлифе при изучении с иммерсией по оттенкам стоят между светлосерой основной массой и белой окраской фюзена. В аншлифе все форменные элементы выступают довольно резко и отчетливо. Фюзеновые ткани наиболее резко выступают в рельефе. По сравнению с другими компонентами, они выделяются желтоватой окраской вещества клеточных стенок. Полости клеток нередко бывают заполнены минеральным веществом. К сильно видоизмененным обрывкам стеблевых частей растений следует отнести также линзочки витрена. Витрен совершенно бесструктурен и в тонком шлифе не отличим от основной массы. В аншлифе он резко выделяется по отсутствию посторонних включений и ограниченности контуров. Также яснее на аншлифе заметны и кутинизированные форменные элементы. В аншлифе они очень слабо выступают в рельефе и имеют более темносерую окраску, чем основная масса. Вследствие довольно высокой степени углефикации в тонком шлифе, они едва заметны. Кутикула и оболочки микроспор бывают приурочены к узким участкам более темного вещества.

Из других включений следует отметить изредка встречающиеся угловатые и округлые тельца фюзенового облика. В тонком шлифе они непрозрачны, часто разбиты трещинками, которые в некоторых случаях заполнены минераль-

ным веществом. В аншлифе, подобно фюзену, они резко выступают в рельефе. Также редким включением являются наблюдаемые в тонком шлифе овально-удлиненные тела ярко красной окраски. По своей природе они являются смолой или камедью, выполняющей специальные ходы и полости в ткани. Ярко красная окраска их определяется степенью углефикации.

Преобладание в угле прозрачной основной массы придает этому типу угля полублестящий вид.

Как генетический тип, данный клареновый уголь является наиболее распространенным в пластах средней свиты. Большая часть пластов образована только таким типом. Под влиянием степени углефикации, описанный тип кларенового угля, соответствующий классу паровично-жирных, переходит в коксовые и далес в тощие в одних и тех же пластах. Переходы его к углям более низкой степени углефикации не изучены. При переходе же к более высоким классам технической классификации Грюнера, наблюдается постепенная потеря прозрачности угля в тонком срезе, постепенное исчезновение кутинизированных форменных элементов и смолы, а затем уже и обрывков стеблевых частей растений. Перечисленные включения постепенно сливаются с окружающей бесструктурной массой.

Гумусово-липтобиолитовый уголь

Табл. LV, рис. 96

Тусклоблестящий уголь черного цвета. Цвет черты со слабым коричневым оттенком. Структуру в куске угля рассмотреть нельзя, так как все поверхности его являются конусовидными поверхностями отдельности.

В тонком шлифе уголь прозрачен. Преобладающим веществом является гумусовая основная масса буровато-красного цвета. В ней присутствуют довольно крупные включения красного цвета. Форма их не совсем правильная, овально-удлиненная. В аншлифе они слегка выступают в рельефе и выделяются более темной серой окраской, чем у гумусовой основной массы. По своей природе эти включения являются смолистыми или камедистыми телами, аналогичными таким же в угле Верхне-Суйфунского месторождения, но сильнее углефицированными и поэтому имеющими красную, а не желтую окраску.

Остатков тканей выших растений, сохранивших более или менее ясное клеточное строение, нет. Главная масса их витренизована и имеет вид редких линзочек бесструктурного витрена.

Из кутинизированных форменных элементов можно с большим трудом различить только единичные обрывки кутикулы. По цвету кутикула почти вполне одинакова с красно-бурой гумусовой основной массой.

Минеральное вещество в значительной степени загрязняет уголь. Оно состоит из тонкой глины и мелких песчинок, более или менее равномерно рассеянных по всей массе угля и обогащающих отдельные прослойки.

Таким образом, по характеру микроструктуры это — зольный кларено-дюреновый уголь.

Удельный вес его в месторождении незначителен, но в настоящий момент еще точно не выяснен. Судя по данным микроскопического анализа, можно ожидать повышенный выход летучих, смолы и повышенное содержание золы.

Верхне-Суйфунский угольный район $J_3 - Cr_1$

Полублестящий неяснополосчатый уголь

Табл. LVI, рис. 97

Уголь довольно хрупкий, полублестящий, черного цвета. Цвет черты черно-коричневый. Излом неправильный. Строение неяснополосчатое, изредка переходящее в однородное. В угле наблюдается чередование блестящих одно-

родных линз и полос с более тусклыми, обогащенными минеральным веществом. Горизонтальная поверхность блестящих линз матовая и у некоторых имеет тонкую параллельную ребристость. Редко заметны мелкие линзочки фюзена. Есть прослой тонкой глины, представляющие сцементированные и пропитанные глиной остатки растений.

Химический состав

W ¹	A ^c	S ^c	V ^r	C	H	N	O + S
4,77	23,70	0,30	41,1	76,42	5,50	0,55	17,53

Уголь не спекается.

В тонком шлифе уголь прозрачен. В угле преобладает прозрачное гумусовое вещество красного цвета. Оно имеет вид однородных витреновых полос или тонко смешано с пылевидными зернами кварца. Участки однородного и неясно тонкополосчатого угля характеризуются незначительным количеством минеральных частиц и часто состоят из линз кsilовитрена или витрена.

Кутинизированные элементы представлены кутикулой, микроспорами и пылью. Они не имеют существенного значения в угле. В тонком шлифе эти включения имеют желтую окраску. Кутикула представлена тонкими узкими полосками с мелкими зубчиками или без них. Она встречается или обрывками или замкнуто окружает линзы кsilовитрена и витрена. В аншлифе она выступает в рельефе и характеризуется темной окраской.

При масляной иммерсии кутикула окрашивается в желтоватый цвет. При мацерации жидкостью Шульце выделяется кутикула с гладкими и извилистыми отпечатками клеточных стенок эпидермиса. Она, обычно, сложена и при разрывании только на одной стороне ее имеются устья. Среди выделенной пыли есть пыльца типа *Saccodophyta* и хвойных. Микроспор встречается несколько видов, близко не определенных. Стеблевые остатки в шлифах преобладают. Они представлены бесструктурным и редко структурным витреном, кsilовитреном и очень редко фюзеном. Последний почти всегда имеет сплывшиеся клетки.

Включения смолистых или камедистых тел редки. В глинистых прослойках наблюдаются сетчатые тела, напоминающие склероции грибов.

Крупные включения древесины, видимые в куске угля, как блестящие однородные линзы витрена, представляют бесструктурный витрен. Преобладание в угле прозрачного гумусового вещества и гелифицированных обрывков растительных тканей определяет полублестящий характер внешнего вида угля. Наличие линз и полос витрена, а также послойно распределенных минеральных частиц определяет полосчатую структуру в куске угля. По петрографическим признакам уголь является гумусовым и отвечает кларену, образованному, преимущественно, за счет стеблевого материала.

Увеличение количества минеральных частиц приближает уголь к сланцу. Увеличение же смолистых или камедистых тел делает его переходным к липтобиолиту. Участие типа полублестящего гумусового угля в рабочем пласте незначительно, в виде отдельных прослоев.

Матовый уголь-рабдописсит

Табл. LVII, рис. 98

Уголь матовый, с мелкой блестящей штриховатостью, плотный, бурого цвета, повышенного удельного веса. Цвет черты коричневый с желтым оттенком. Излом довольно ровный. Поверхность излома зернистая. Уголь образован отдельными палочками, в изломе блестящими и просвечивающими густым корич-

невато-красным цветом. Длина палочек от 2 до 5 мм. Поперечное сечение их 1 мм и меньше. Расположение беспорядочное, более или менее параллельное наслению. Изредка встречаются линзы однородного блестящего угля. На вертикальном изломе некоторых из них можно видеть еще сохранившуюся растительную структуру в виде концентрических годичных колец. Цементирующим веществом угля является матовое однородное вещество бурого цвета.

Химический состав

W ⁺	A ^c	S ^c	V ^r	C	H	N	O + S
2,72	58,70	0,15	66,5	66,72	7,49	0,49	25,30

Уголь не спекается. Для более чистых разностей А. Н. Криштофович приводит данные выхода летучих в 80,47%. Результаты сухой перегонки в лабораторных условиях:

Дегтя	24,03%
Кокса с золой	61,50 "
Воды	4,00 "
Газа и потерь	10,20 "

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен. Он состоит из желтых или оранжево-желтых тел. Форма их овально-вытянутая, округлая или неправильная. Эти тела представляют срезы мелких палочек, отмеченных при описании внешнего вида угля. По определению А. Н. Криштофовича, они являются смолой или камедью, заполнявшей специальные смоляные ходы древних растений. В аншлифе они слабо выдаются в рельефе и имеют серую окраску. С масляной иммерсией приобретают желтовато-оранжевую окраску. Масса, цементирующая эти тела, состоит из небольшого количества темнокоричневого гумусового вещества и большего числа очень мелких обломочных зерен кварца. Цементирующее вещество играет подчиненную роль в составе угля и поэтому желтые тела часто тесно прилегают друг к другу.

Кутинизированные форменные элементы обнаруживаются лишь при мацерации угля жидкостью Шульце. Они представлены нежными и тонкими обочками пыльцы и микроспор. Количество их ничтожно. Линзы блестящего угля под микроскопом обнаруживают растительную структуру, по состоянию изменения соответствующую структурному витрену.

Во внешнем виде угля присутствие палочек смолы или камеди придает некоторую неоднородность и зернистое строение его вертикальному излому. Матовость угля обусловлена большой загрязненностью минеральным веществом. Благодаря почти исключительному преобладанию в составе угля смолистых или камедистых образований, этот тип угля, названный А. Н. Криштофовичем рабдописситом, является липтобнолитом.

При уменьшении количества смолистых или камедистых палочек и увеличении минеральной части, уголь переходит в сланец. При увеличении количества включений древесины и гумусового вещества, рабдописсит переходит в полублестящий полосчатый уголь.

В формировании рабочего пласта Липовецких копей рабдописсит играет значительную роль. В районе дер. Ильичевки участие его в виде самостоятельных прослоев менее значительно.

КАМЧАТКА

Полублестящий неяснополосчатый уголь

Табл. LVIII, рис. 99

Уголь черного цвета. Блеск очень слабый, тусклый; более сильный наблюдается только у включений витрена. Одни участки угля содержат мельчайшие блестящие линзочки, создающие на вертикальном изломе впечатление штриховатости. Другие имеют крупные включения структурного витрена. Толщина линз витрена от 0,5 до 2 см. Они всегда разбиты системой параллельных трещин, не переходящих в клареновую часть образца. Вследствие неравномерного распределения крупных включений витрена, уголь в одних кусках выглядит более однородным, в других — менее однородным. Однородные куски обладают полураковистым изломом. При лежании уголь легко растрескивается и распадается на мелкие куски неправильной формы. Кроме того, в угле есть трещины отдельности. Некоторые из них заполнены пленками гипса и покрыты железистыми натекми. Внешне уголь имеет признаки бурого.

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен. Преобладающим является красно-бурое вещество. Кутинизированные форменные элементы встречаются редко. К ним относятся единичные микроспоры или оболочки пыльцы. Они имеют очень светлую желтую окраску.

В очень большом количестве присутствуют сильно остудневшие обрывки растительных тканей. Они имеют самую разнообразную величину обрывков, но преобладающими являются мелкие. Многие обрывки тканей еще сохранили неясные следы клеточной структуры. Их правильнее назвать структурным витреном. Другие же находятся в состоянии кsilовитрена и бесструктурного витрена.

Довольно часто между обрывками тканей попадают мелкие сетчатые тела. Изредка можно видеть мелкие зерна смолы. Они залегают или внутри ткани или совершенно изолированно. Редкими форменными элементами являются обрывки коричневато-желтой ткани с крупными прямоугольными клетками.

Примесь глины распределена в угле неравномерно. Она обволакивает обрывки тканей тонкими прожилками желтовато-серого цвета или встречается мелкими линзочками.

Таким образом, уголь данного типа представляет загрязненный глиной кларен с включениями витрена. Обрывки тканей, видимые в шлифе как мелкие включения витрена и кsilовитрена, в куске угля соответствуют мелким блестящим штрихам. Уголь является гумусовым бурым углем. Удельный вес его в месторождении неизвестен.

Полублестящий полосчатый уголь

Табл. LVIII, рис. 100

Уголь очень плотный, черного цвета. Имеет неоднородный состав. Он образован чередованием блестящих полос, полуматовых и редко полублестя-

щих. Блестящие полосы представляются вполне однородными. Ширина их около 0,5 см. Полуматовые и полублестящие полосы играют главную роль в сложении угля. Они обладают штриховатостью от присутствия мелких блестящих черточек и линзочек. Излом угля неправильный — нерезко угловатый.

В тонком шлифе уголь хорошо прозрачен. В прозрачную красно-бурую основную массу в большом количестве погружены желтые тельца и реже мелкие, сильно остудневшие обрывки стеблевых частей растений.

Мелкие желтые включения представляют собой оболочки микроспор и пыльцы, микроскопические зерна смолы и, редко, обрывки кутикулы. Преобладающими являются микроспоры или пыльца и мелкие зернышки смолы. Смола встречается в трех видах залегания. Во-первых, отдельными частицами, во-вторых, небольшими скоплениями и, в-третьих, совсем редко, внутри клеточной ткани.

Мелкие обрывки растительных тканей по характеру и степени остуднения соответствуют ксиловитрену и структурному витрену. Многие из них принадлежат обрывкам коровых тканей. Изредка встречаются поперечные срезы мелких цилиндрических частей растений с четким клеточным строением. Вещество клеточных стенок выглядит темнокоричневым.

Нарушающими мелкоаттритовый характер угля являются крупные линзы витрена. Витрен имеет несомненно древесное происхождение и состоит из двух типов ткани, наблюдаемых в одной линзе. Наружная, обычно более светлая, тянется узкой полосой вдоль линзы и имеет несколько рыхлое строение. Внутренняя же является более плотной, остудневшей и имеет более темную окраску.

В куске угля мелкие обрывки остудневших тканей выражаются в виде мелких блестящих штрихов. Крупные витрены соответствуют блестящим однородным полосам, а полуматовые и полублестящие отвечают мелкоаттритовому веществу. При этом полублестящие стоят ближе к кларену, так как слабо насыщены желтыми тельцами. Полуматовые же, преобладающие, отвечают дюрено-кларену. Минеральная часть представлена лишь ничтожным количеством мелких зерен кварца и тонкодисперсной глиной.

Таким образом, уголь данного типа представляет сочетание витрена с мелкоаттритовым дюрено-клареном и клареном. В Крутогоровском месторождении он был встречен в пласте 4 и 4-бис. Но в пласте 4-бис он сильнее насыщен желтыми тельцами.

УКРАИНА

Александрійское месторождение

Землистый малозольный уголь

Табл. I.IX, рис. 101

Уголь шоколадно-коричневого цвета. В руднично-влажном состоянии мягкий, мажущий; при высыхании становится более плотным. Некоторые образцы при этом распадаются на отдельные, напоминающие комковатую структуру черноземов. По мере окисления угля, куски его приобретают более темную, бурую окраску.

Несмотря на крайне слабо выраженные плоскости напластования, уголь не является однородным. На вертикальном изломе образцов заметны участки, то более темной, то более светлой окраски, соответствующие включениям менее разложившихся обрывков растительных тканей. В отдельных случаях можно наблюдать также линзы минеральных веществ инфильтрационного характера.

Некоторые слои этих углей богаты включениями лигнитов, размеры которых в отдельных случаях достигают 2 и более метров в длину. Большая часть их принадлежит различным частям стволов хвойных растений. При обогащении примесью глины, угли данного типа становятся более плотными и приобретают сероватый оттенок.

По микроструктуре они разделяются на две разновидности: первая из них (рис. 101А) может быть названа ксиленовым дюреном, так как представляет беспорядочное нагромождение обрывков всевозможных растительных тканей с довольно ясными следами клеточной структуры. Эти обрывки бывают самой различной величины, начиная от очень мелких, состоящих всего лишь из нескольких клеток, и кончая настоящими «щепками», различимыми даже невооруженным глазом.

Среди них чаще всего попадают линзочки древесины хвойных с темно-оранжевыми капельками смолы, и кусочки желтой суберинизованной коровой ткани с плоскими, тангентально удлинёнными клетками.

Наряду с обрывками хорошей сохранности, наблюдаются также сильно разложившиеся, напоминающие по структуре кsilовитрен. Наконец, некоторый, хотя и незначительный процент составляет вещество основной массы, образовавшейся из наиболее мелких и сильно остудневших частиц.

Характерным признаком этих углей является весьма ограниченное содержание кутинизированных элементов. Полоски кутикулы попадают сравнительно редко, а зерна пыльцы составляют лишь десятые доли процента от общей массы исходного вещества. Таким образом, главная роль в образовании угля принадлежит стеблевым тканям высших растений.

Иногда в довольно большом количестве попадают черные «сетчатые тела», встречающиеся также в ряде других бурых углей третичного возраста.

Вторая разновидность (рис. 101В) больше напоминает обыкновенный клареновый уголь. По составу исходного материала она совершенно сходна с предыдущей, но отличается только тем, что растительные ткани в ней подвергались более сильному остудневанию. Значительная часть их превратилась в мелкокомковатую основную массу, которая в шлифах нормальной толщины имеет желто-коричневую окраску, иногда с легким оранжевым оттенком.

Среди этого доминирующего фона выделяются отдельные комочки более темного цвета. Одни из них обнаруживают слабые признаки клеточной структуры, другие являются совершенно однородными и представляют уплотненные сгустки остудневшего растительного материала.

Кое-где попадают также включения сравнительно мало разложившихся тканей по типу того, которое изображено в правом верхнем углу прилагаемого рисунка. Обрывок принадлежит коровой ткани, которая, несмотря на смятость, не утратила характерных признаков своего строения. Среди основной массы заключены единичные зерна пыльцы, мелкие обрывки кутикулы, а также упоминавшиеся при описании первой разновидности черные округлые «сетчатые тела».

Сравнивая обе описанные разновидности, можно заметить, что главное отличие между ними заключается в степени разложения исходного материала. В то время как первая состоит, преимущественно, из форменных элементов типа ксилена и кsilовитрена и должна быть отнесена к дюрену, во второй преобладающую роль играет основная масса, т. е. эта разновидность является клареном.

Различия в микроструктуре слегка отражаются на внешнем виде образцов. Угли клареновой разновидности отличаются большей плотностью и буроватым оттенком; дюреновые, наоборот, легче рассыпаются в мелочь и имеют более светлую окраску. Это объясняется тем, что в первой из них более развита коллоидная часть, играющая роль цемента, тогда как вторая представляет груды плохо сцементированных обрывков полуразложившихся растительных тканей.

В угольном пласте обе разновидности связаны цепью постепенных переходов.

В Александрийском месторождении малозольные угли занимают, главным образом, нижнюю треть пласта, образуя толщу в 2—3 м, почти не прерываемую прослойками пустой породы. Отдельные слои в пределах этой толщи обнаруживают незначительные различия по цвету, плотности и характеру излома.

Уголь в куске темнобурого цвета, с более или менее сильно выраженным серым оттенком. Содержит значительную примесь минерального вещества, как в виде тонкодисперсной глины, так и в виде более грубого кластического материала, чаще всего представленного мелкими, сильно окатанными зернами кварца. В зависимости от преобладания того или иного типа минеральных примесей, уголь бывает либо рыхлым землистым, либо, наоборот, очень плотным, напоминающим углистую глину. В руднично-влажном состоянии эти свойства выражены менее резко, и обе разновидности, сравнительно, мало отличаются друг от друга. При высыхании же, глинистая становится очень плотной, твердой, а содержащая грубый кластический материал, наоборот, приобретает способность рассыпаться в мелочь.

Многие образцы содержат также примесь мельчайших частичек слюды, друзы кристаллов гипса, а изредка — мелкие конкреции серного колчедана.

Слоистость в углях данного типа выражена довольно слабо. Наиболее ясно она видна в тех образцах, которые обнаруживают ритмичное накопление растительного и минерального материала, но они встречаются довольно редко.

Под микроскопом этот уголь состоит из скопления мелких, сильно остудневших частичек растительных тканей, перемешанных с обломками кварца и других минеральных включений.

Растительный детрит в своей массе является далеко не однородным. Отдельные частицы, входящие в его состав, различаются по форме, цвету и степени остудневания. Основной фон шлифа образуют мельчайшие обрывки растительных тканей буровато-коричневого цвета, почти не сохранившие следов клеточного строения. Среди них выделяются более темные, как бы уплотненные комочки витреновой или ксиловитреновой структуры. Большей частью они имеют округлые или несколько овальные очертания.

Наряду с ними, наблюдаются также частички оранжевого или янтарно-желтого цвета. Первые из них чаще всего являются совершенно бесструктурными и напоминают зерна смолы. Среди вторых многие имеют признаки клеточного строения, причем в тех случаях, когда имеется продольный срез ткани, клетки имеют вытянутую форму.

Из прочих элементов растительного происхождения наблюдаются в довольно большом количестве своеобразные «сетчатые тела», относимые многими авторами к склероциям грибов. Они имеют округлые очертания и размеры от 0,05 до 0,1 мм.

Характерной особенностью этих углей является почти полное отсутствие признаков слоистости.

По общему расположению различных частей исходного вещества, их форме и степени раздробленности можно судить о том, что уголь данного типа имеет аллохтонное происхождение. Растительный материал носит следы перетолжения и принесен одновременно с кластическим. Более крупные обрывки растительных тканей, разбухая, приняли округлую форму, мелкие почти слились между собою, образовав основную массу угля. Но, в отличие от углей более высокой степени углефикации, основная масса этих углей не является однородной, а имеет зернистую или мелкокомковатую структуру.

В Александрийском месторождении зольные угли занимают среднюю и верхнюю части пласта. Некоторые слои, помимо примеси грубого кластического материала, содержат также известное количество тонкорассеянной глины. Под микроскопом такие угли имеют более серый оттенок основной массы.

В Пасековском месторождении Воронежской области большая часть углей относится к данному типу.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	Стр. 5
Девонские угли	
Кузнецкий бассейн (З. В. Ергольская)	8
Барзасские месторождения	8
Плитчатый уголь (8). Плотный „сливной“ уголь (9). Варообразный уголь (10).	
Нижнекарбоновые угли	
Подмосковный бассейн	11
Болоховский угольный район (Ю. А. Жемчужников, И. Э. Вальц, Л. И. Сарбеева)	11
Полублестящий однородный уголь (11). Полуматовый однородный уголь (11). Полуматовый неяснополосчатый уголь (12). Полуматовый полосчатый уголь (12). Матовый однородный грубозернистый уголь (12). Матовый однородный мелкозернистый уголь (13). Матовый яснополосчатый уголь (14). Сапропелево-гумусовый уголь (оболенскит) (15). Кеннель (16). Полубогхед (17). Богхед (18).	
Селижаровский угольный район (О. Ф. Грачева)	19
Полуматовый тонкоштриховатый уголь (19). Матовый мелкозернистый уголь (20). Сапропелит (20)	
Боровичский угольный район (Е. С. Корженевская)	20
Полуматовый полосчатый уголь (20). Матовый грубозернистый уголь (21).	
Кизеловский бассейн	22
Ново-Кизеловское месторождение (И. Э. Вальц)	22
Полублестящий неяснополосчатый уголь (22). Полуматовый штриховатый уголь (23).	
Губахинское месторождение (И. Э. Вальц)	24
Матовый однородный грубозернистый уголь (24). Матовый однородный тонкозернистый уголь (25).	
Обманковское месторождение (Чусовский угленосный район) (Г. В. Буряк)	25
Полубогхед (25).	
Карагандинский бассейн (А. А. Любер)	26
Общая характеристика углей	26
Блестящий неяснополосчатый уголь (26). Блестящий полосчатый уголь (27). Полублестящий неяснополосчатый уголь (28). Полублестящий полосчатый уголь (28). Полублестящий полосчатый уголь (повышенной степени углефикации) (30). Полублестящий полосчатый уголь (высокой степени углефикации) (30). Полуматовый однородный уголь (31). Матовый однородный уголь (31).	
Среднекарбоновые угли	
Донецкий бассейн (З. В. Ергольская)	33
Общая характеристика углей	33
Изменение микроструктуры углей Донецкого бассейна в процессе углефикации (33). Блестящий неяснополосчатый уголь (35). Полублестящий штриховатый уголь (36). Тусклоблестящий неясноштриховатый уголь (37). Полублестящий полосчатый уголь (37). Полуматовый штриховатый уголь (38). Полуматовый зернистый уголь (39).	
Пермские угли	
Печорский бассейн (Е. С. Корженевская)	41
Воркутинское месторождение	41
Блестящий неяснополосчатый уголь (41). Полублестящий полосчатый уголь (42). Полуматовый полосчатый уголь (44).	
Кузнецкий бассейн (З. В. Ергольская)	45
Общая характеристика углей	45
Угли Балахонской свиты	45

	Стр.
Кемеровское месторождение	45
Полублестящий полосчатый уголь (45). Полуматовый неяснополосчатый уголь (46).	
Прокопьевско-Киселевское месторождение	48
Полублестящий полосчатый уголь (48). Полублестящий неясноштриховатый уголь (49). Полуматовый линзовидно-полосчатый уголь (49). Полуматовый однородный уголь (50).	
Угли Кольчугинской свиты	51
Блестящий неяснополосчатый уголь (51). Полублестящий полосчатый уголь (52).	
Минусинский бассейн (З. В. Ергольская)	53
Блестящий неяснополосчатый уголь (53).	
Тунгусский бассейн (Е. С. Корженевская)	54
Полублестящий неяснополосчатый уголь (54). Полублестящий полосчатый уголь (54). Полублестящий уголь (55). Матовый полосчатый уголь (56).	
Юрские угли	
Крым	57
Бешуйское месторождение (Ю. А. Жемчужников)	57
Гагат (57)	
Закавказье	57
Ткварчельское месторождение (Е. С. Корженевская)	57
Полублестящий однородный уголь (57). Полублестящий штриховатый уголь (58).	
Тквибульское месторождение (Ю. А. Жемчужников)	59
Смоляной липтобиолит (59). Кутикуловый уголь-сланец (60).	
Восточный склон Урала	60
Челябинское месторождение (рвт-лейас) (О. Ф. Грачева)	60
Блестящий полосчатый уголь (60). Полублестящий однородный уголь (61). Полуматовый грубополосчатый уголь (61).	
Прикаспийский угольный район (З. В. Ергольская)	62
Ягманское месторождение	62
Блестящий неяснополосчатый уголь (62).	
Туаркирское месторождение	63
Полуматовый тонкополосчатый уголь (63).	
Среднеазиатские месторождения (Фергана) (А. И. Гинзбург)	64
Сулюктинское месторождение	64
Матовый однородный уголь (64).	
Шурабское месторождение	65
Полублестящий штриховатый уголь (65). Матовый однородный уголь (66).	
Кизыл-Кийское месторождение	66
Матовый штриховатый уголь (66). Матовый полосчатый уголь (67).	
Кок-Янгакское месторождение	68
Блестящий однородный уголь (68). Полублестящий штриховатый уголь (69). Полуматовый полосчатый уголь (70).	
Нарынское месторождение	71
Полуматовый полосчатый уголь (71).	
Карагадинский угольный район (А. А. Любер)	71
Полублестящий полосчатый уголь (71). Полуматовый однородный уголь (72).	
Кузнецкий бассейн (З. В. Ергольская)	72
Угли конгломератовой свиты	72
Блестящий неясноштриховатый уголь (72). Полуматовый сланцевый уголь (73).	
Иркутский бассейн	74
Черемховское месторождение (А. И. Гинзбург)	74
Полублестящий однородный уголь (74). Полуматовый однородный уголь (75). Плитчато-лиственный уголь (76).	
Хазарейское месторождение (Ю. А. Жемчужников)	77
Сапроколит (77).	

Магаганское месторождение (Ю. А. Жемчужников)	Стр. 78
Сапроколит (78).	
Зорино-Быковское месторождение (О. Ф. Грачева)	78
Гумусово-сапропеливый уголь (78). Сапропелевый уголь (79).	
Буртинское месторождение (Ю. А. Жемчужников)	80
Сапроелит (80).	
Жилкинское месторождение (Ю. А. Жемчужников)	80
Гумусово-сапропелевый уголь (80).	
Забайкалье	81
Гусино-озерское месторождение (Е. С. Корженевская)	81
Полублестящий штриховатый уголь (81). Полублестящий полосчатый уголь (82).	
Букачачинское месторождение (А. И. Гинзбург)	83
Блестящий штриховатый уголь (83). Блестящий полосчатый уголь (84).	
Ленский бассейн (Якутия)	85
Булунское месторождение (А. А. Любер)	85
Блестящий неяснополосчатый уголь (85). Полуматовый однородный уголь (85).	
Дальне-Восточный край (Е. С. Корженевская)	86
Сучанское месторождение	86
Полублестящий неяснополосчатый уголь (83). Гумусово-липтобиолитовый уголь (87).	
Верхне-Суифунский угольный район $I_3 - Cr_1$	87
Полублестящий неяснополосчатый уголь (87). Матовый уголь-рабдописит (88).	
Третичные угли	
Камчатка (Е. С. Корженевская)	90
Полублестящий неяснополосчатый уголь (90). Полублестящий полосчатый уголь (90).	
Украина (И. Э. Вальц)	91
Александрийское месторождение	91
Землистый малозольный уголь (91). Землистый зольный уголь (93).	

THE ATLAS OF THE MICROSTRUCTURES OF THE USSR COALS

EXPLANATORY TEXT

Compiled by the scientific workers of the Coal Petrography
Section of the Central Scientific Geological and Prospect-
ing Institute (ZNIGRI): G. V. BURIK, I. E. WALTZ,
A. I. GINSBURG, O. F. GRACHOVA, Z. V. ERGOLSKAYA,
G. A. JEMTCHUJNIKOV, E. S. KORZHENEVSKAYA,
A. A. LUBER, L. I. SARBEYEVA

Edited by

G. A. JEMTCHUJNIKOV and Z. V. ERGOLSKAYA

Translated by *E. M. Glass* and edited by *A. N. Kryshfovich*

PREFACE

The Atlas offered to the attention of readers throws some light on the microstructure of coals found in the most important coal basins of the USSR.

A certain disproportion in the illustrations of separate geological systems may be explained historically by the different degree of attention paid to different coal fields according to their economical development. This disproportion also reflects to some extent the natural distribution of our coal resources according to their geological age.

Therefore the Paleozoic coals (Lower and Middle Carboniferous and Permian) are the best represented in this Atlas, the Mesozoic are considerably worse represented, and the Tertiary are almost untouched.

The necessary additions will be given in the next installments of the Atlas in proportion to the accumulation of data.

The Atlas consists of coloured drawings from thin sections as seen in transmitted light. These drawings come sufficiently near to the natural colouring of coal in thin slices and correspond to the petrogenetic types of coal, characteristic of different coal basins and coal fields. As completely transparent thin sections can be obtained only from coals of lower degree of coalification the majority of the types of microstructure represented in the Atlas belong to that stage of metamorphism. In the Donets basin and some others, as shown in table XIX, we have a whole scale of coals of different degree of coalification, from the long-flame coal up to the anthracite.

However, the alteration in coal during the process of coalification does not change the mutual distribution of components characteristic of each type. Only the characteristic features of these components are differently manifested in thin section. Therefore the most complete idea of the characteristic feature of coal types is given by the inclusion of those possessing the best-marked structure, and belonging to coal of a comparatively low rank.

Regular alternation of coal constituents during the process of coalification is shown in table XIX for coals ranging from gas coals to coking coals. Thus within these limits the table XIX may serve as a scale which enables us to judge of the degree of coalification of the coal types investigated.

Further alterations from coking coals to anthracites observed in polished sections will be the subject of a special paper to be read at the XVII Session of the International Geological Congress¹ and cannot be illustrated in the Atlas which only includes coloured drawings from thin sections.

The advantage of coloured drawings consists in the vivid and natural idea they give of the way and degree of participation of form elements and structureless mass in composition of the coal. For example, in several cases only the difference in shades in thin section enables us to distinguish a colonial alga from decomposed accumulation of microspores, or from a resinous body, and a fragment of megaspore from a cuticle etc.

¹ Z. V. Ergolskaya, The alteration of coals during the process of coalification.

Only in thin section is the yellow structureless groundmass of sapropelites and saprocillites so distinctly distinguishable from the brown and red-brown matter of the humites. It would hardly be possible to understand the phenomenon of dissolution of yellow bodies (cuticle, algae) in humic mass otherwise than in transparent thin sections.

The main purpose of the Atlas is to show the variety of genetic and petrographical types of the USSR coals and their distribution in space and geological time. This juxtaposition enables us to form a series of generalizations, which will be dealt with in detail in a special paper by Prof. G. A. Jemtchujnikov at the XVII Session of the International Geological Congress ¹.

The main principles can be formulated as follows:

The varieties of humites, constituting the most widely distributed group of fossil coals belong to three principal types: clarain, durain (spore-durain type with opaque groundmass) and fusain-xylain, besides their corresponding banded varieties. These structural differences are connected with diversity in the initial material of coal, as well as with the conditions of transformation of organic remains into coal matter, i. e. broadly speaking, with the genesis. This gives us the right even now, without waiting for the exact interpretation of all genetic features, to consider the pronounced structural and material differences of coal types to be genetic at the same time, and to speak about petrogenetic types of coal.

The types of microstructure represented in the Atlas show also the material difference in coals corresponding to their technological properties. The typical sapropelites and liptobiolithes are clearly defined by their structure. They constitute a perfect raw material for the production of liquid fuel, affording an increased yield of primary tar with a small content of phenols. They are distinguishable by their specific elementary composition, as shown by chemical analysis usually quoted in the text (a high percentage of hydrogen and volatile matter) ².

Among the humites several durains abounding in yellow bodies and therefore coming close to liptobiolithes can be also considered as possible raw material for distillation.

Judging by the sum total of known facts vitrain and the groundmass of clarain in humic coals cake better than the dull components of the same coal. At a certain degree of coalification a sufficient content of these components characterises the best coking coals.

Fusain-xylain elements and coals are non-caking and, when in great admixture, reduce the caking capacity of other coals. They do the same work in distillation.

Both these factors influencing the technological properties of coal—the petrographical composition and degree of coalification—are thus determined according to their microstructure. This enables us to use the Atlas and the coalification scale for the prognosis of the technological properties of the coal investigated.

From a geological point of view certain stratigraphical regularities in the distribution of types according to their geological age, are of interest. Even the first perusal of the Atlas shows the reader that the typical spore (especially megaspore) durains with an opaque and semitransparent groundmass are met with (as a widespread phenomenon) only in the Carboniferous and especially frequently in Lower Carboniferous coals. The Permian durains are not uniformly spore-durains and usually reveal a considerable content of fusain and xylain elements. Mesozoic durains rich in pollen grains are rarely met with and contrary to durains of the Lower Carboniferous, usually possess a transparent groundmass. For the coal varieties comes to the fore, constituting the main mass of coals in the paralic basins of Europe, in particular, in those of the Donets basin.

¹ G. A. Jemtchujnikov. Petrogenetic typisation of the USSR coals.

² The analyses of humites are not given because one and the same type shows in different degrees of coalification quite different values for the content of volatile matter and elementary composition.

Lower Permian coal of Petchora, Kuznetsk basin and Lower Jurassic coals of Ferghana are characterised by an abundance of opaque matter and fusain-xylain fragments sometimes determining the main type of coal for whole seams. Apparently, such coals do not frequently occur in other geological systems.

A closer acquaintance with the diversity of coal basins and coal fields of the USSR will point out a series of more precise and certain laws. Thus the accumulation of data, concerning the petrogenetic classification of coal types of the USSR, permits us now and will permit still more in the future, to give stratigraphic generalizations and, to a certain degree, to determine the age of the coals, taking however into consideration all possible paleogeographical changes (provinces etc.).

In many cases the types of coal and their alternation in the seam may serve as useful material for the correlation of coal-bearing series and even separate coal seams.

Thus the Atlas of the microstructures of coal is of great use in the comparative study and prognosis of the age and properties of the coals of the USSR and those of the foreign coal fields.

The present first installment of the Atlas includes the coals petrographically studied in the Coal Petrography Section of the Central Geological and Prospecting Institute (ZNIGRI) in Leningrad till 1936. Only the main types of coals of principal deposits are described.

The drawings are accompanied by short descriptions of respective petrographical types of coal.

The material of the Atlas is arranged according to the geological age of the deposits in the ascending order. Within the limits of one age the material is arranged geographically: from West to East¹; within each basin—from humic coals to liptobioliths and sapropelites; within the humic coals from brighter types to duller ones.

The Atlas is compiled collectively by the scientific workers of the Coal Petrography Section of the Central Geological Institute for Scientific Research under the general revision of G. A. Jemchujnikov (Senior geologist of ZNIGRI) and Z. V. Ergolskaya (Geologist of ZNIGRI). All the drawings are painted from nature as seen under the microscope by V. A. Franck, using the Abbe drawing apparatus.

For the convenience of using this book the editors have found it necessary to publish separately an atlas of drawings and the explanatory text.

To every drawing of the given atlas there is a short description of the coal-type in the explanatory text (forming a special book). This description includes not only the microstructure but also other data. All the descriptions are given uniformly shaped. They are arranged in the same order as are the drawings in the atlas and are supplied with a table of contents.

¹ With the exception of the Ukrainian brown coals which are given at the end of the Atlas.

KUZNETSK BASIN

The barzas deposit

Slabby coal

Plate I, fig. 1

The coal has a slabby-foliated structure. Splits easily into thin leaf-like laminae. The horizontal planes of the coal are dull, greyish-black. Here and there on the horizontal planes are easily distinguished ribbon-like bodies of varying breadth.

The foliated structure of the coal is particularly well shown on the transversal (vertical) fracture. The fracture of each separate thin lamina is black and brilliant. Thin mineral adhesions are seen between these laminae. The streak of the coal is light-brown.

In vertical thin section a sharp alternation of orange-yellow and dark bands appears which represent flattened and tightly compressed plant shoots. The yellow bands *c* correspond to the cuticle of the stems. The dark bands *v* are formed by inner tissues of stem altered into a vitrain-like matter. Mineral adhesions and, in several places, a brown mass—as product of intense decomposition of vegetable matter—are seen in the interstices between stems compressed together *v'*. The coal in whole is made up of accumulated stems, belonging to some plants of *Psilophyta* type, and consists predominantly of cuticle. The cuticle is of yellow-orange colour and partly bears the vestiges of the cellular structure of the epidermis *c'*. Sometimes are seen cross sections of stomata *s* with hardly visible guard cells.

Chemical composition

Proximate analysis				Ultimate analysis					Colour of ash
Moisture	Dry coal			Dry, ash-free coal.					
	Ash	Sulphur	SO ₄ sulph.	C	H	N	O + S	C : H	
2.95	21.59	0.90	0.04	75.98	7.52	0.44	16.06	10.1	light-brown

On the edges of the transversal section of the stem is seen the curvature of the cuticle-layer on the opposite side of the flattened stem. Occasionally the exines of large microspores can be seen in the interstitial matter between the layers.

After the maceration of the coal by means of Schultze-reagent the cuticle reveals the structure of epidermis. Stomata shaped formations are seen surrounded by a series of encircling thick-walled cells.

In several cases short conical papillae are visible on the cuticle. The vitrain-like matter of the inner part of the stem eventually preserves some vestiges of spiral thickening of tracheids.

The slabby-foliated character of the coal is dependent on its composition of tightly compressed stems clad by cuticle. The presence of interstitial mineral adhesion facilitates the splitting of coal into thin layers. The vitrainization of the inner parts of the stem lends lustre to the fracture surface of each fragment.

The slabby variety of coal represents the most widespread kind of Barzas coals and occurs in every deposit.

The rich content of cuticles, due to the decreasing amount of other parts of the stem, enables us to refer this type of coal to the cuticular liptobolite. As a liptobolite the slabby coal gives a great yield of oil-products and is used as chemical raw material.

Compact "confluent" coal

Plate I, fig. 2

Very compact "confluent" coal produced in large blocks of irregular shape. In fresh fracture the coal matter is bright, vitreous, black with a distinct brownish tint. Amidst the bright brownish-black coal matter are seen grey streaks of ash, forming either fine or larger folds and revealing the original laminated structure and the strongly crumpled character of coal.

The horizontal surfaces of the coal blocks are greyish and usually covered with clayey admixtures. Pyrite accumulations are often noticeable.

Chemical composition

Proximate analysis			Ultimate analysis			
Air-dried sample	Moisture-free		Dry ash-free			
Moisture	Ash	Vol. matter	C	H	N	O + S
0.66	32.06	87.7	82.02	10.10	0.44	7.44

In thin section the coal is quite transparent and is vivid yellow-orange in colour. The groundmass consists of a yellowish-orange homogeneous matter cut through by minute, irregularly scattered fissures of contraction. Amidst this groundmass are disposed darker brownish-red fragments, usually of elongated band-like form. These fragments are very often strongly crumpled in accordance with the general character of coal. Separate band-like fragments reveal evidences of structure, noticeable in organisms, constituting the principal slabby variety of Barzas coals. These vestiges of structure prove that the initial matter of the slabby as well as of the confluent coal is one and the same. The yellowish-orange main coal matter corresponds to cuticle layers, confluent into a homogeneous mass. The confluence is possibly due to a tectonic influence, which caused the strongly crumpled character of the layers. The brownish-red band-like portions correspond to fragmentary remains of inner parts of shoots, transformed into a vitrain-like matter. Mineral admixtures are concentrated in thin, often bow-shaped streaks, corresponding to intercalated mineral adhesions characteristic of the slabby coal. Thus a close resemblance is revealed throughout the whole structure of the confluent type of coal and the structure of the slabby type. Alterations in the disposition and interrelation of coal constituents are chiefly explained by a secondary influence causing the confluence of layers and the confluence of the strips of the cuticle into a homogeneous mass.

In microstructure the confluent coal of the deposit № 2 is similar to the pitch-like coal of the Kamzhal deposit, differing from it by the paler yellow tint of the groundmass. The essential differences between these two types of coal consist in their outward appearances.

The compact confluent coal is characteristic of deposit № 2, where it predominates in the majority of the pits. In other primary deposits this type of coal is as yet unknown.

Owing to the prevalence of slightly altered chemical matter of the cuticle, the compact coal presents a valuable raw material for distillation yielding about 40% of tar.

Chemical composition

Proximate analysis				Ultimate analysis				Colour of ash
Moisture	Dry coal			Dry ash-free coal				
	Ash	Sulphur	SO ₄ sulph.	C	H	N	O + S	
1.11	13.68	0.62	0.10	80.69	9.59	0.33	9.38	Grey

Pitch-like coal

Plate II, fig. 3.

A very compact coal, black, homogeneous, with a bright pitch lustre and conchoidal fracture. The edges of the splinters have a translucent orange tint. The streak is light-brown, almost yellow. The surfaces of the lumps are covered with a brown crust of weathered matter characteristic of this type.

In thin section the coal is perfectly transparent. The predominance of bright yellow homogeneous matter is noticeable. Sometimes this matter has pinkish shade.

Brown debris mainly of irregular form are scattered throughout the yellow homogeneous matter. Their distribution shows irregular stratification with strong bending of the layers. The mineral admixtures in the coal occur in the form of irregular often curved portions and are sharply defined amid the coal matter.

In certain cases the brown debris bear traces of structure of plant shoots. The relics of spiral tracheids somewhere may be observed. In places are observed bodies corresponding to the guard cells of stomata of the plants composing the slabby type of the Barzas coal. These vestiges of anatomical structure prove the origin of the pitch-like coal from the same plants as the slabby coal. The yellow groundmass of the coal is composed of the layers of cuticle agglomerated in one mass.

Such a formation of the yellow matter is confirmed by observing the transitional varieties of coal between the slabby and the pitch-like types. The marked bending of the layers in the coal points to a considerable crumpling of the seam. The manifestation of tectonic influence is confirmed by the angle of dipping of the seam nearly 90°.

The confluence of separate cuticle layers is obviously due to metamorphism of the coal. Coal of this type is observed only in two adits of the I deposit.

By the predominance of the cuticles the pitch-like type of the Barzas coal is referred to liptobiolithes. The alteration due to metamorphism requires the distinction of this type in a group of metamorphosed liptobiolithes.

The pitch-like coal is a valuable chemical raw material.

MOSCOW BASIN

Bolokhovo Coal District

Semi-bright homogeneous coal

Plate II, fig. 4

Semi-bright coal, characterized by its lustre and also by its homogeneity. Usually it has no fusain on jointing faces as it is common in laminated varieties. The fracture of this coal is smooth conforming with its massive texture. It may be called semi-bright only relatively and in fresh state, for after exposure it quickly grows dull.

By microstructure this coal is a typical clarain. The structureless groundmass with a slightly fluidal structure has brownish-red colour, far more red than the cementing matter in all other types of Moscow basin. This groundmass contains a relatively small number of yellow structural elements. These are commonly the microspores (as shown on the figure) and more rarely shreds of cuticle.

Other inclusions are very seldom met with. Fusain is noticed only sporadically in a form of fine rounded inclusions of an obviously allochthonous character.

Notwithstanding its feeble lustre the coal generally never goes beyond the limits of clarain.

Semi-dull homogeneous coal

Plate III, fig. 5

Compact coal with even fracture. Rather dim lustre, but differing from that of the dull coal. Almost black in colour. This coal becomes more readily fissured than dull coal. Banding is not expressed, the coal being homogeneous.

In microstructure this type of coal is characterized by a red-brown or brown transparent groundmass, amidst which yellow exines of microspores are sharply prominent. Fine lenses of gelified and fusainized tissues are also seen in small numbers. The brown (not red), colour of the groundmass is due to disseminated clay admixtures, which also explain its high ash content (up to 23%) of this type of coal. The inner cavities of the spores are clearly visible. As regards quantity the groundmass prevails over the structural elements. Still, spores and inclusions with preserved structure of plant tissues are rather numerous and the coal must be classified as clarain-durain.

The coal is semi-dull because of the absence of the opaque groundmass. Its lustre does not attain to the semi-bright grade owing to the abundance of structural elements and also because this is a brown coal.

Although this type of coal is sufficiently widespread still compared with the dull type, it has an inferior significance.

Semi-dull indistinctly banded coal

Plate III, fig. 6

In external appearance the coal is characterized by somewhat laminated structure due to a rather large amount of fusain adhesions on the bedding planes

and to fine fragments of fusain in the coal itself. The characteristic laminated structure of this coal is due to a regular interbanding of a dull coal (durain) with coal enriched by fusain.

The microstructure of this type presents a microsporic durain or a clarain-durain with a transparent groundmass and an abundance of fusain bands and pockets, frequently arranged in regular alternation with durain sections. Typical fusain with well preserved structure of plant tissues in vertical as well as in horizontal section are characteristic of the microscopic picture. Besides, fine elongated opaque bands, sharply outlined, are scattered throughout the thin section representing seemingly broken pieces of fusainized tissues.

By its microstructure this coal is distinctly banded but by macrostructure this banding is sometimes indistinct. It occurs in all sections and at an increased content of fusain, is not infrequently connected with transitions to semi-dull coals.

Semi-dull banded coal

Plate IV, fig. 7

The banded structure of this type of coal is due to bands of vitrain now thicker now thinner and of greatly varying length. As regards its quantity vitrain is also predominant over fusain, the admixture of the latter being relatively insignificant and extremely fluctuating. The main mass of this coal is not dull but semi-dull.

The microstructure of this type reflects the banded structure, characteristic of the external appearance of this coal. As shown on the figure, bands of attrital matter are interbanded with homogeneous bands of fissured vitrain. The latter are also distinguishable for their somewhat brighter and purer reddish colouring from more heterogeneous and slightly dirty-transparent brown groundmass of the attrital matter. Besides lumps of gelified mass, large and rather numerous microspores and fine needles of opaque matter—fragments of fusain—are also shown in the attrital matter. Small fusain lenses with fine cellular structure are met with locally. Opaque matter is sometimes concentrated in close proximity to spore exines and appears to envelop them. Some of the vitrain bands show a mottled appearance somewhat resembling the cellular structure of xylovitrain.

This type of coal does not occur in all sections and constitutes not more than 10%, but it is very constant along the strike.

Apart from vitrain bands it differs from the semi-dull homogeneous type by a higher content of fusain.

Dull homogeneous coarse-grained coal

Plate IV, fig. 8

Dull coal, dark-brown in colour rather friable and with a coarse-grained structure. It breaks easily into lumps of irregular shape with rough fracture planes. A large number of flattened exines of megaspores from 0.5 to 2.0 mm in size is noticeable on the fracture. The megaspores are dark-brown in colour or slightly rust-coloured. At their large accumulation the coal assumes a dark-brownish shade. Besides the megaspores an appreciable admixture of fusain is observed, particularly clearly visible on the bedding plane. In contrast to the semi-dull and banded coals, here the fusain fragments are very fine and reveal a grading by sizes due to sedimentation.

The layers of megaspore coals are very often strongly contaminated by mineral admixtures, particularly by quartz grains. Pyrite inclusions are hardly ever met with.

Microscopically the coal represents a durain, composed of megaspores, fusain and a small amount of humic-clayey groundmass with inclusions of microspores. The estimation of several separate areas in thin sections ascertained that the above named elements of the original material are represented in following quantities:

26—40% of spores, 30—45% of fusain, 15—39% of groundmass together with vitrain and xylovitrain inclusions.

The admixture of a finely-dispersed clay adds a greyish-brown tint to the transparent groundmass.

In transmitted light the exines of megaspores show varying shades from lemon-yellow to deep-orange. The megaspores are in a medium state of preservation. From the general number of specimens no more than 50% are intact, the other representing broken pieces of varying size.

The fusain lenses occur in accumulation and are closely pressed together, thus forming entire black areas cut only by lumens of cell cavities. The plant structure of fusain is somewhat disorganized, this being probably due to the transportation of plant remains by water or wind to the place of deposition. Some of the lenses are of a xylain-fusain and even vitrain-fusain nature. These lenses are cut into separate opaque sections by a system of fissures, perpendicular to the long axis.

The humic groundmass with the vitrain and xylovitrain lenses plays an unimportant part in the composition of this coal. As shown on the figure it is completely absent in places. The friable composition of coal in block is due to the abundant admixture of fusain and the limited content of humic cement.

Layers of dull megaspore coal may occur in nearly every humic coal seam of the Moscow basin.

In the Obolenskoye deposit thin interlayers of megaspore coal (2—3 cm thick) were met with also among sapropelic coal, always containing also fine fragments of fusain.

In the Pobedenskoye deposit the megaspore coals are greatly contaminated with an admixture of fine quartz grains bearing traces of rounding. This sign as well as the grading of the plant material points to the allochthonous character of the accumulation of the coal described.

Dull homogeneous fine-grained coal

Plate V, fig. 9

In its external appearance the coal is dull, compact with a homogeneous fine-grained structure. The fracture is irregular, the colour dark-grey with a brownish tinge. The colour of the streak on the streak-plate is dark-grey.

In vertical fracture of pieces fine, regularly distributed fusain particles are visible, which do not impair the homogeneous structure of the coal.

Pyrite inclusions are closely connected with fusain. They appear in microscopic crystals filling the cell cavities of fusain as well as in the form of concretions of varying size, confined mostly to the occurrence of fusain.

A high content of mineral admixtures, reaching in some cases 30 and more per cent, is characteristic of this dull type of coal. In this they are compared to their disadvantage with other types of coal in which the amount of mineral admixtures does not exceed 15—20%.

Microscopically the coal consists of fine highly gelified fragments of plant tissues intermixed with a large number of microspores and finely crashed fusain. Thus the thin section gives the impression of a mixture of light-yellow, red-brown and black particles. The lumps of gelified tissues still partly preserve their contours but in most cases they are completely diffident forming the almost homogeneous matter of the transparent groundmass. Its colouring in the thin section may be either red-brown or brownish in dependence on the amount of mineral admixtures.

The yellow bodies vary greatly in composition and in number. The predominant inclusions mostly are microspores occupying up to 30—40% of the area of the thin section. Inclusions of megaspores and cuticles occur more rarely. Thus the coals of the fine-granular variety of the dull type are mainly microsporic durain coals. In the cases, when a sufficiently large amount of megaspores occurs together with

microspores, the external appearance of coal becomes not fine but medium-granular.

Fusain inclusions are present in appreciable quantity (20—40%). These are mostly fine fragments consisting only of several more or less disorganized cells, but a certain amount of large lenses attaining 1 cm in length is also to be met with. Besides the inclusions of typical fusain with angular outlines, particles of vitrain-fusain may also be observed. Owing to their more rounded and swollen outlines and almost complete absence of cell cavities, the vitrain-fusain fragments closely resemble the lumps of opaque groundmass of the bituminous higher rank coals.

In the dull fine-granular coals besides the structural elements already mentioned may also occur small lenses of vitrain, xylovitrain and xylain as well as various inclusions of a more accidental character. These are resin grains, sclerotia of fungi and fragments of light-yellow bark tissue.

As mineral inclusions seen under the microscope, grains and crystals of pyrite are particularly often met with, either singly scattered or gathered in large accumulations. The majority of them are confined to the places of occurrence of fusain lenses. Small lenses of yellowish-grey pure clay are occasionally encountered. In other cases the presence of clay admixtures is revealed only by the greyish tint of the humic mass.

Dull distinctly-banded coal

Plate V, fig. 10

Dull, middle- or fine-grained coal containing rare but wide vitrain bands. The colour of the pieces is dark-grey. The fracture irregular, in parts step-like. The streak is grey with a brownish tinge. In the Bolokhovo deposit the coals of this type excel in a higher content of finely dispersed mineral admixture which frequently approaches the coaly clay.

In proportion to the dessication the pieces of coal break into horizontal slabby layers along the vitrain inclusions, thus revealing that the latter represent large fragments of gelified plant tissue on the surface of which different patterns of Lycopodiales bark are often to be seen.

In thin section the microscope shows accumulation of yellow exines of microspores in large numbers, intermingled with fusain fragments. Wide vitrain and xylovitrain bands cut by a dense network of fissures are spread amidst the spore exines.

Among these yellow bodies, besides microspores, rare specimens of megaspores and shreds of cuticle are also observed. These inclusions are not constant components of the given coal although in several cases they may be present and even in appreciable quantity.

The cementing matter represents a transparent humic-layey groundmass. It shades from reddish-brown to grey-brown in dependence on the content of the finely dispersed mineral admixture. In several cases the humic part consists of a minutest stem attritus embedded in a clayey matter, in other cases it is of a colloidal nature and is finely intermixed with clay.

In this coal the vitrain bands are of a brownish shade in contrast to the brighter red shade of the same bands in semi-dull coals (see fig. 7). This phenomenon must be explained by the influence of the clay medium on the gelified matter of plant tissues.

Layers of the dull distinctly-banded coal with vitrain occupy in the Bolokhovo deposit a definite stratigraphical position maintained along the strike. Owing to that they constitute one of the marking horizons confined to the lower part of the seam.

The distinctly-banded dull type of coal may occur almost in every deposit of the Moscow basin. In some of them (for instance, in the Shchokino deposit) these coals have a relatively low ash content but are distinguishable by their higher content of fusain.

The percentage of the dull distinctly-banded coal in respect to all other types attains 4—12%.

Sapropelic-humic coal (obolenskite)

Plate VI, fig. 11

In its outward appearance it is a heterogeneous (striated) compact coal possessing a tarnished semi-dull lustre. The pieces are of dark-grey, slightly brownish colour. The heterogeneous character of the coal is due to the presence of rather numerous, thin gelified fragments of plant tissues having a brighter lustre as compared to the surrounding mass. The width of these fragments does not exceed 1 mm, their length attaining 2 cm. A regular distribution of these lenses in the layers is characteristic of the coal. However, owing to their more or less uniform arrangement in the whole mass of the coal, they do not lend in a laminated texture.

The heterogeneity of the coal is very distinctly reflected on the character of its fracture. A semi-conchoidal and in some places even a conchoidal fracture proper to sapropelic types of coals, as well as a smooth or step-like characteristic of semi-dull humic coals may be observed in one and the same piece.

Chemical composition of obolenskite

Proximate analysis			Ultimate analysis				Dry distillation				
Air-dried	Moisture-free	Vol.	C	H	N	O + S	Tar	Semi-coke	Gas and losses	Bitum. A on air-dry sample	Humic acids
Moisture	Ash	matter									
23.65	12.23	53.20	74.16	4.95	1.14	19.75	11.6	54.8	9.4	3.73	11.75

According to its microscopic structure, the coal of this type represents an accumulation of highly gelified fragments of plant tissues now and then alternating with small portions of sapropelic groundmass.

The brownish-red gelified matter of plant tissues plays a predominant part in the coal composition. Their larger fragments have the character of vitrain and xylovitrain, the minute ones being nearly confluent with one another form a sort of humic groundmass. The latter in separate portions is characterized by a grey-brownish tint which testifies to the presence of an admixture of decomposed sapropelic material. In such portions a large amount of algae is usually observed.

Portions of pure sapropelic groundmass are very rarely observed. Usually they have an irregular lenticular form, elongated along the stratification. The sapropelic groundmass is distinguished by a homogeneous granular structure and yellowish-brown colour in transparent thin section.

The structural elements are represented chiefly by algae of the genus *Cladocothallus Koeppenii*, more seldom by minute specimens of the genus *Pila*. Both are of a yellow colour and have distinct outlines. Inclusions of algae are present chiefly in portions of pure sapropelic mass. The algae occupy 5—8% of the area of the thin section. Of other bituminous inclusions, exines of microspores are observed, occupying 3—4% of the area of the thin section. The exines are of a light-yellow colour, their outlines are distinct. In contrast to algae exines of microspores are very seldom encountered among the portions of pure sapropelic groundmass.

From structural elements belonging to plant tissues the above mentioned lenticular inclusions of vitrain, xylovitrain and single minute fragments of fusain (frequently consisting of 3—5 cells in all) may be observed.

The heterogeneity of the constitution of the given type manifested in the presence of sapropelic material together with the predominant humic one, as has

been already mentioned above, is very distinctly reflected on its exterior habitus (lustre, colour, fracture), as well as on its chemical composition.

The transition from obolenskite to pure humic coals proceeds by means of their gradual enrichment by inclusions of exines of microspores and vitrain and sometimes of fusain, and of a simultaneous decrease of sapropelic elements (groundmass and algae). Consequently the coal becomes less viscous and does not display a conchoidal fracture. The brownish colour of the pieces disappears as well, being substituted by a grey or nearly black tint.

The coal becomes dull when considerably enriched with spores, fragments of fusain and finely dispersed clayey matter.

In the explored coal-pit the transition from obolenskite to sapropelic coals bears a considerably sharper character than that to humic ones.

The coal of obolenskite type encountered among the coals of Moscow Basin has no practical importance, its separate interlayers not exceeding 0.12 m.

From the scientific point of view it is of great interest being a transitional sapropelic-humic coal.

Cannel coal

Plate VI, fig. 12

In its external appearance this coal is homogeneous, fine-granular, compact. The lustre is very feeble, slightly greasy. The general homogeneity and compactness of this type of coal is not disturbed by rarely met fine, comparatively very brilliant fragments and minute fragments of fusain (dull ones). By their structure they are near to pure sapropelic coals. Still the feeble greasy lustre and the less clearly marked conchoidal fracture oblige to distinguish the coal described as a special intermediate humic-sapropelic type.

In thin plates this type of coal possesses the capacity of igniting from a match and burns with a candle flame which goes out immediately the match is withdrawn.

In microstructure the cannel-like coal of the Obolenskoye and Bolokhovo deposits consists of a fine-granular sapropelic groundmass of a brownish tint in which seem to swim numerous fine lumps and fibres of humic matter laminated and uniformly distributed throughout the mass. The quantity of these lumps varies greatly in different specimens of this type of coal.

The degree of the lustre of separate lumps varies respectively, for it depends exclusively on the admixture of humic matter.

The greater part of these lumps and fibres is structureless. They correspond to the small fragments of plant material which have passed through the gelified state but have still preserved their contours (vitrain).

The structural elements are represented chiefly by exines of microspores. They are rather uniformly distributed throughout the groundmass and form significant accumulations only in parts. The spore exines are in a perfect state of preservation with well marked outlines, and are light-yellow coloured.

Apart from microspores scarce colonies of algae of the genus *Pila* and individual shreds of cuticle and megaspores occur as bituminous inclusions in this type of coal. The algae are equally in a good state of preservation. They are light-yellow in colour.

The general area occupied in the thin section by the bituminous bodies does not exceed 11%.

The remains of shoot tissues besides the numerous gelified fragments of a vitrain type are represented by small individual xylain and fusain lenses with a well preserved cellular structure. Occasionally fine opaque structureless inclusions are met with in the groundmass of the coal, corresponding mostly to fragmentary cells of fusain.

The mixed humic-sapropelic nature of this type of coal is shown by gelified fragments of higher order plants and spores exines. This as well as the colloidal sapropelic groundmass and algae colonies is the cause of the intermediate character of its external features and chemical composition. The homogeneity of structure due to

fine dressing of the original material of this type of coal, and the more pronounced sapropelic nature of its composition distinguish the cannel coal, from another intermediate type—the obolenskite.

Transitional types between the cannels and sapropelic coals are imperceptible in external appearance because these coals hardly differ from one another in their morphological features.

Among the coals of the Moscow basin the cannel coals composing definite interlayers in the seams are of rather essential significance.

Semi-boghead coal

Plate VI, fig. 13

In its outward appearance the coal is dull, fine-grained, homogeneous and viscous. It has a conchoidal fracture and possesses a darker, nearly black colour when compared to pure varieties of sapropelic coals. On the streak-plate it leaves a dark-brown streak. In a thin plate it takes fire at the contact with a burning match but gets extinguished as soon as the match has been removed. With the increase in the coal of the content of mineral admixtures attaining 40% (clayey semi-bogheads) the hardness of its pieces decreases and the coal acquires a greyish colour. Such varieties of semi-bogheads resemble very much the sapropelic clay both in outward appearance and in chemical composition.

Chemical composition of semi-boghead

Semi-boghead	Proximate analysis			Ultimate analysis				Dry distillation		
	Air-dried	Dry	Dry ash-free	Dry ash-free				Tar	Bitumen. A on air-dry sample	Humic acids
	Moisture	Ash	Volat. matter	C	H	N	O + S			
Pure semi-bituminous coal . . .	16.73	17.66	54.77	77.88	5.78	1.45	15.39	1.56	1.95	9.45
Clayey semi-bituminous coal . .	12.30	39.88	57.78	68.79	5.75	1.25	24.21	120	1.54	6.74

As to its microscopic structure, the semi-boghead is characterized by a highly developed sapropelic groundmass with a small amount of admixture of humic matter in the form of fine lumps and thin fibres and with a rather considerable number of bituminous structural bodies.

The colloidal fine-grained sapropelic groundmass is characterized by a greenish-brownish colour. In the clayey semi-boghead coal it has a lighter brownish shade, in result of a fine intermixing of organic material with mineral one. In cases when a certain amount of humic matter is added to the groundmass the latter acquires a slightly reddish shade.

The lumps and thin shreds of humic matter, characterized by reddish colour, correspond to fragments of plant tissues having lost their structure in result of a strong gelification but having preserved their outlines. They are irregularly disseminated amidst the sapropelic groundmass.

The structural elements are represented almost exclusively by bituminous bodies constituting from 11% (in the clayey semi-boghead coal) to 30% (in pure semi-boghead coal) of the area of the thin section. The colonies of algae and exines of microspores are predominating. Both are characterized by a good state of pre-

servation. The colour of the exines of microspores is yellow, whereas the algae have a light-yellow colour in the transparent thin section. Among the algae representatives of the genus *Pila* are encountered as well as those of *Cladiscotallus*. The algae of the genus *Reinschia* are observed only in single specimens. Besides the algae and exines of microspores, fragments of cuticle and megaspores may be as well encountered in the layers of semi-boghead coals.

Bituminous bodies are more or less regularly distributed throughout the groundmass of the coal.

The remains of stem tissues besides the already described gelified fibres are represented by individual, rare fragments of fusain usually with a highly destroyed structure of the cellular tissue.

The presence of a comparatively considerable admixture of humic matter and exines of spores in the composition of the coal of the given type distinguishes it from the pure sapropelic coals both as to its outward appearance (darker colour and lesser viscosity) as well as to its chemical and technological properties.

The transition of semi-boghead coal into boghead one is externally almost imperceptible and proceeds gradually. The transitions of semi-boghead coals into humic coals or into sapropelic-humic ones is on the contrary always abrupt.

The semi-boghead coal is rather often encountered among the coals of the Moscow basin. Usually it occurs in comparatively thin interlayers (0.05—0.24 mm) amidst humic or intermediate type of coals as well as among sapropelic ones.

Boghead coal

Plate VII, fig. 14

In its outward appearance this coal is characterized by a homogeneous character, considerable viscosity and dull lustre. Its pieces and its streak are of a greenish-brown colour. The fracture is roughly conchoidal. In a thin plate it burns with a bright steady flame, exhaling a smell of burned caoutchouc.

Chemical composition of boghead

Proximate analysis			Ultimate analysis				Dry distillation		
Air-dried	Moisture free	Dry ash-free	Dry ash-free				Tar	Bitumen A on air-dried sample	Humic acids
Moisture	Ash	Vol. matter	C	H	N	O + S			
7.02	17.65	68.95	74.37	7.91	0.99	16.73	32.8	1.79	3.44

As to its microscopic structure, the coal of the boghead type represents a sapropelic groundmass of colloidal character with a comparatively large amount of bituminous inclusions.

The groundmass consists of organogeneous silt formed by the accumulation of the dead plankton with an insignificant admixture of humic matter in the shape of small brown lumps. In transparent thin section it has dirty-brownish colour due in a considerable degree to the admixture of thinly dispersed clayey matter. In some varieties of boghead the groundmass possesses a browner colour, connected apparently with a higher content of humic matter, a smaller ash content and a greater thinness of the thin section. Generally the fine lumps of humic matter, possessing a brownish colour are very seldom met with and therefore do not play an important part in the constitution of these coals.

The structural elements are represented exclusively by bituminous bodies. From 28 to 36% of the area of the thin section are presented by these bodies in

the coal of this type. Some very thin (not exceeding 1 cm) interlayers of boghead coals distinguished by their light-brown colour, contain a still larger amount of bituminous bodies.

The bituminous bodies are chiefly represented by algae of two genera: *Pila* and *Cladiscotallus*. They are characterized by a good state of preservation and a light, nearly white colour. Several varieties of boghead coals are observed, some of them containing more *Pila* and other more *Cladiscotallus*.

Besides algae, from the structural elements, rare fragments of microspores and fine shreds of cuticle are present in the boghead coals. In thin section they have a yellow, and very rarely a brown or red colour. The exines of spores are in a good state of preservation.

The outward homogeneity and considerable viscosity of this type of coal is due to its silty very finely sorted character, whereas the presence of a large amount of algae lends the coal a brownish colour. With the increase of the content of admixture of humic matter and spores, it gradually changes into semi-boghead or cannel coals.

The boghead, as well as the intermediate, humic-sapropelic coals of the Moscow basin do not form any thick interlayer. They usually occur in the form of thin strata which do not exceed 0.10 m and are separated from one another by coals of an intermediate type.

Selizharovo Coal District

Semi-dull finely striated coal

Plate VII, fig. 15

Semi-dull type of coal with rare, fine and brilliant striation.

In the thin section a certain, not large, predominance of the groundmass over the structural elements, consisting mainly of microspores, is observed. The groundmass is transparent, homogeneous, of light-brown colour with a reddish shade. Its structure is compact. It contains a considerable amount of microspores, in a form of short thin yellow streaks uniformly dispersed throughout the entire field of thin section. Besides microspores fissured bands of vitrain are not unfrequently encountered, corresponding to thin brilliant streaks in the block of the coal. Fine-fusain fragments are rare. By its microstructure this coal belongs to clarain-durain.

Among the Selizharovo coals the semi-dull type of coal has a limited development.

Dull fine-grained coal

Plate VIII, fig. 16

Under the microscope this coal is in general characterized by a large content of microspores and fusain. The latter makes a rather considerable part of the coal. It is finely crushed, though sometimes occurs in large lenses with destroyed cell structure. Besides the considerable content of fusain and microspores, the cementing humic matter of brown colour is of minor importance in this coal. Yellow microspores appear in a well preserved state. They stand out sharply amidst the black fusainized fragmentary stem parts of plant material. Cuticle in a form of short thin shreds is rare.

Judging by the microstructure this coal is a spore-fusain durain belonging to the most widely developed type among the coals of Selizharovo district.

Sapropelitic coal

Plate VIII, fig. 17

A dull homogeneous coal with a compact structure. Ignites easily from a match exhaling a bituminous smell.

Under the microscope the coal shows a homogeneous brown mass with an admixture of thin clayey material and with uniformly distributed algae of the genus

Pila, predominating over the groundmass. Besides the algae, fine microspores are encountered, sometimes constituting a rather considerable part of the inclusions. Well preserved microspores are rare, in most cases they occur in fine broken pieces. Besides the algae *Pila* and microspores, scarce inclusions in a form of bands of a red-brown vitrainized matter cut by fissures is to be noticed. Fine fragments of fusain are also very rare.

By its microstructure this sapropelic coal approaches to cannel-boghead. It occurs in the upper part of the coal-bearing series in seams of medium thickness.

Borovichi Coal District

Semi-dull banded coal

Plate IX, fig. 18

Brownish-black coal with a brown streak, not very compact, with an indistinct banded structure due to the presence of fusain arranged in layers. Owing to the large content of fusain the coal breaks easily and crumbles into slack. The heterogeneity of structure is explained by the alternation of successive dull-brilliant bands with dull granular lenses and fusain inclusions. The alternation of these three constituents is rather delicate and irregular.

The coal is transparent in thin section. Its microstructure is equally heterogeneous. No predominance of any structural element or ingredient is noticeable. Cutinized structural elements, fragments of strongly altered tissues and transparent groundmass participate in the composition of the given semi-dull type of coal in nearly equal proportions.

The groundmass has no essential significance in the type of coal described. It is transparent and red-brown in colour. At high magnification its streaks almost always reveal the cell structure still preserved. The latter indicates that the streaks which seem to be the groundmass mostly represent incompletely altered plant tissues. The clarain areas are characterized by the prevalence of the groundmass.

The cutinized structural elements are represented by exines of microspores and far more rarely by megaspores. The microspores are unequally distributed in the coal and enrich the thin intercalations of durain. Some of them are flattened down parallel to stratification and in that case appear in thin yellow streaks only. The others are flattened and have a ring-shaped appearance. The microspores are frequently broken, especially when concentrated in durain intercalations.

The fragments of plant tissues of the stem parts with structure preserved are few. They are mostly represented by fusain, considerably more rarely by xylovitrain and sparingly by xylain. The last two kinds of fragments have ill-defined contours because they are confluent with the surrounding structureless matter. They are also most frequently confined to clarain areas. The fusain inclusions vary greatly in size. Some of them may be recognized by the naked eye; the others do not exceed 2—3 cells. They occur commonly parallel to stratification, but some of them disturbing the general lamination, occur obliquely to stratification.

Algae occur in this type of coal as very rare individual inclusions.

Mineral admixtures are rare, quartz grains are scarce. Durain areas have clay admixtures and besides that the tissues are sometimes impregnated with clay. Thus this semi-dull banded type of coal presents an alternation of thin streaks and lenses of clarain and durain and contains fusain. By the nature of the original material it is a coal consisting of spores and parts of shoot. In the block of the coal the portions with predominant spores or durain correspond to the dull bands. The bands with a dull lustre correspond to clarain. By a series of intergradual transitions the semi-dull coal is connected with the dull spore-coal characterized by an excessive prevalence of spore exines in the initial material. In the Borovichi coal district the described type of coal occurs mostly in the Sherekhovichi and Komarovo deposits.

Dull coarse-grained coal

Plate IX, fig. 19

The coal is blackish-brown in colour, rather compact. It does not fissure on exposure to the air nor crumble into slack. Its structure is homogeneous, coarse-grained. Fusain, in the form of small inclusions, occurs in insignificant quantity. Lamination and banding are lacking.

In thin section the coal is transparent. The groundmass does not play any important part. Cutinized structural elements, namely the exines of micro- and megaspores, are predominant. They are of bright-yellow colour characteristic of the spores of lower rank coal. Most exines of microspores bear traces of a fine mechanical crushing: they are broken. The same may be said of megaspores. The exines of megaspores are considerably less frequent than the microspores themselves. Usually the mega- and microspores are but slightly flattened.

Fragmentary stem parts of plants participate in the composition of the coal in an insignificant quantity, equally with the groundmass. As well as the spore exines they clearly bear evidence of a fine mechanical crushing. The matter of the cell walls by its nature and state of transformation corresponds to xylovitrain.

In the form of xylain the tissues occur very rarely. Fusain is also rare and is often represented by tissue fragments consisting of 2—3 cells.

As single individual inclusions in this type of coal, planktonic algae are to be met with.

A mineral admixture plays an appreciable part in the coal. It consists of a few dust-like quartz grains and mostly of thin light-grey clay.

The clay is finely intermingled with minute plant debris. Sometimes the clay impregnates the fine fragments of plant tissues or concentrates in the form of thin lenticular intercalations.

The abundance of spore material and the contamination by clay causes the dull appearance of the coal. The presence of a large number of spores imparts a granular structure.

According to the characteristics of macro- and microstructure the type of coal described belongs to spore-durain. In the Borovichi district it occurred in the Seam B of the Ustye deposit and in the middle part of the Sherekhovichi Seam (adit of the Kostyleva Mountain). By a series of gradual transitions the given type is connected with the semi-dull type of coal representing clarain with durain and fusain. Among other types of coal in the Borovichi district the dull coarse-grained coal occurs rather frequently but is not prevalent.

KIZEL BASIN

Novo-Kizel Deposit

Semi-bright indistinctly banded coal

Plate X, fig. 20

Black, brittle coal with a dull lustre and a homogeneous indistinctly banded structure. Joints prismatic. The principal joint planes are extremely smooth; the supplementary are less even forming a series of small projections and hollows.

When examined with a magnifying lens, and in some pieces with the naked eye, the coal shows accumulation of finest dull-shining lenses. The latter are so closely pressed one to another as to form a comparatively homogeneous background, amidst which the larger vitrain inclusions are noticeable. These inclusions are distinguishable not only by their size but also by a more sharply pronounced lustre.

Usually, the semi-bright type of coal contains little fusain, but here, contrary to the dull coals, the fusain lenses attain sometimes rather large size.

Pyrite occurs mostly in a form of thin plates along the joint planes or as microscopic grains and crystals, scattered throughout the coal mass.

Under the microscope the semi-bright coals reveal the structure of clarain or durain-clarain. The brownish-red matter of gelified plant tissues predominates, and among it yellow exines of microspores and small portions of black opaque matter are scattered. Gelified remains of plant tissues are partly preserved in form of lenses and vitrain and xylovitrain bands, partly transformed into transparent groundmass. A certain admixture of finely-dispersed clay imparts a greyer shade compared with bands and lenses of vitrain.

The opaque areas noticeable in thin sections of the semibright coals are of two kinds. They either represent lenses and fine fragments of fusain or flakes and lumps of colloidal matter, translucent in the thinnest parts of thin section with a dark-brownish colour. Opaque matter consisting of fusain fragments is most frequently present. These fragments have sharp angular contours and stand out clearly amidst other inclusions. They are confined to areas of attrital type, which contain the largest amount of yellow bodies. Finally, in several cases occur small accumulations of fine crystals and grains of pyrite, which also form black opaque portions in thin section.

The yellow bodies of the semi-bright coals consist chiefly of microspores. Megaspores are comparatively rarely present, the cuticle shreds are almost absent. The general amount of cutinized elements attains not more than 10%, rarely 20% of the area of thin section.

The predominance in the coals of semi-bright type of the transparent groundmass together with vitrain and xylovitrain lenses is not only the cause of a series of external features (lustre, brittleness, prismatic jointing etc.), but equally influences their technological properties. Compared to other types of coal from the Kizel coal district they produce the most swollen coke-button.

The type of semi-bright coals from the Kizel Coal district, though rather frequently met with represents only an insignificant percentage of the total supply of coal matter. This coal occurs in the form of thin strata of medium thickness of about 0.25 m, mainly developed at the base of the strata. Most frequently this type may be met with in the seam of the „Varvarinskaya Zone“, but it is not characteristic for the seam of the „Principal Zone“.

Semi-dull striated coal

Plate X, fig. 21

In external appearance the coal is dense, black in colour with an obsolete grain structure. The vertical fracture has a rather smooth surface and clearly reveals a dense network of finest dull-shining streaks running throughout the duller mass of the coal.

Together with the brilliant streaks many coals of this semi-dull type are also rich in inclusions of fusain lenses. The latter are mostly uniformly scattered amidst the coal matter. In vertical fracture of coal pieces the fusain lenses appear in short rather thick streaks distinguishable because of their blacker colour and silky lustre.

Pyrite inclusions are closely connected with fusain. The concretions are of 20 and even more centimetres in diameter. Some of them represent the replacement of fusain tissue by pyrite with a rather clear reproduction of the evidence of its fibrous structure.

The external heterogeneity of the semi-dull type of coal is reflected in microstructure. The thin section shows a complicated interlacement of the three principal elements of the microstructure: the red-brown humic groundmass, spores and black opaque matter. The areas of humic groundmass sometimes split into thin fibres, or join together in wider bands, smoothly curving round the fusain lenses or megaspores, and reveal an indistinctly-lumpy structure. Isolated areas with slight traces of cell structure are also met with locally, indicating the origin of this mass from gelified plant tissues. In the interstices between the meshes of the humic groundmass light-yellow exines of microspores and areas of black opaque matter are observed. At careful examination it appears to consist largely of fusain fragments.

The larger ones sometimes preserve evidence of cell structure in the form of the lumina of the cell cavities. Small fragments form dark opaque accumulations or are dispersely scattered amidst the humic groundmass and spores. Equally to fusain fragments an opaque matter of a colloidal nature is also to be observed in the form of small lumps and flakes with rounded outlines. In particularly thin parts of thin section they are poorly translucent with a dark-brown colour.

Compared with the dull coals belonging to durain, the semi-dull should be more properly called clarain-durain. The spores constitute from 15 to 25% with 10 to 40% of fusain (or opaque matter) and 40 to 60% of transparent groundmass.

The semi-dull striated type of coal is the most widely developed in the Kizel district. It enters into the composition of nearly all seams but is particularly characteristic of the lower seam of the "Principal Zone" and the upper seam of the "Varvarinskaya Zone". In these seams the semi-dull type composes over 65% of the entire mass of coal.

The Gubakha Deposit

Dull homogeneous coarse-grained coal

Plate XI, fig. 22

Dull, homogeneous and compact coal with a well pronounced coarse-grained structure. The fracture is irregular, the fracture plane rough. The colour of the specimens varies within the limits of greyish-black shades and depends on the amount of mineral admixtures as well as on the content of fusain. The latter occurs mainly in a form of small inclusions with a disorganized cell structure. Its distribution is uniform. The content of fusain is 3 to 8% of the general mass of the coal matter.

In vertical fracture of pieces sometimes some extremely thin brilliant streaks may be noticed, which, however, do not disturb the homogeneity of the coal. Only with an increase of their number and size the coal becomes heterogeneous and striated. Pyrite occurs more often than in fine-grained coals of the dull type. It forms small coherent concretions or is dispersed, as fine grains, throughout the coal matter.

In thin section a large number of light-yellow spores cemented with an opaque groundmass may be recognised. The spores are in a best state of preservation compared with all other coals of Kizel coal district; moreover, many of them are comparatively little flattened. The microspores usually predominate over the megaspores, in number as well as in general volume of spore matter. The reverse proportion is more rarely noticeable.

Apart from spores and opaque groundmass a more or less considerable amount of fusain inclusions and thin fibre-like streaks of red-brown humic matter are noticed in thin sections of the coal described. The latter correspond to the brilliant streaks visible on the vertical broken surface of the coal pieces. Small fusain lenses with poorly preserved cell structure are also observed. The finest shreds of fusain representing cell wall fragments are to be discerned in polished sections only. In thin sections they are confused with the dark opaque groundmass.

Several specimens of this coal contain such a huge amount of spores that they may be taken for spore-liptobioliths. They contain quite an insignificant amount of cementing matter, composing not more than 5—10% of the coal mass. In external appearance these are the dullest varieties hardly revealing the presence of brilliant streaks. Their characteristic feature is the brownish tint of the pieces and a well-marked viscosity.

At maceration of the dull coal the microspores are rather easily disengaged displaying a great variety of morphological forms. The separation of the megaspores presents great difficulties, therefore their specific composition has as yet been very poorly investigated.

The coarse-grained varieties of the dull type of coal occur in nearly all seams of the Kizel coal district, but are more frequently present in the working seams

of the principal zone. The greater percentage of dull coals in thicker seams compared with the thin ones, which are almost entirely composed of semi-dull and semi-bright coals is a characteristic feature of this district.

Homogeneous coarse-grained coals do not form particularly thick layers. It depends on their frequent alternation with the striated varieties of the type with which they are bound by a series of gradual transitions.

Dull homogeneous fine-grained coal

Plate XI, fig. 23

Fine-granular, dull and compact coal with irregular or slightly conchoidal fracture. The fracture face is rather smooth and often has hardly discernible greasy lustre. The structure of this type of coal is so homogeneous that it is difficult to determine the direction of its cleavage. Fusain inclusions visible to the naked eye are almost lacking. The concretions of pyrite occur extremely rare and are of microscopical size.

According to its microstructure this coal is a durain rich in spores with an opaque or semi-transparent groundmass. In thin section the spore exines are of dark-orange or reddish colour, thus differing from the yellow colour of the spores in coarse-granular varieties of dull coal.

The spore matter is largely composed of microspores densely and uniformly distributed in thin section. Small groups of isolated broken megaspores of varying size are distributed amidst them.

The cementing matter consists of a semi-transparent groundmass, apparently a mixture of humic and clayey colloids. Streaks of transparent groundmass or minute xylovitrain lenses distinguishable by their brighter red-brown colour are but seldom met with. Small fragments of fusain similar to the particles of opaque groundmass are scattered among the spores and cementing matter in large numbers. Usually, these inclusions exceed but slightly the size of microspores. Larger fusain lenses are few.

In thin section the microspores appear somewhat decayed, although at maceration spores are disengaged in the same state of preservation as that of the majority of other coals of the Kizel basin. Microspores with a thick rime, namely *Zonotriletes variabilis* Walte, are prevalent.

By its external appearance as well as by its microstructure the coal is a typical durain. The homogeneity and fine graining of the coal matter in block is due to the fine nature of the elements of the original material (spores, fragments of fusain). The absence of lustre is explained by the sparse content of humic colloides.

In its typical appearance this coal is met with only in the main working seam of the principal coal-bearing zone of the Kizel coal district known as the "1st Kalininsky" seam of the Upper Gubakha coal-mine. In the given seam, attaining 4 m in thickness, this variety of dull fine-granular coal sometimes runs up to 40% of the total mass of coal.

When highly enriched with ash this coal passes into a special variety of compact shales with a characteristic fine granular structure and a slightly conchoidal fracture. This shale is called locally "matovik" (dull coal).

Owing to the abundance of spores as well as the insignificant rôle played by humic matter and the high ash content this coal is unfit for coking. Its use for gas-production appears to be most rational.

Obmankovo Deposit (Chusovaya coal-bearing region)

Semi-boghead coal

Plate XII, fig. 24

Black, homogeneous, dull coal resembling ebonite. It is very compact and viscous, and has a conchoidal fracture. Fine, brilliant streaks are sometimes visible on the fracture plane.

In thin section the coal is transparent. It is chiefly constituted by colonies of algae and microspores rather regularly distributed in the groundmass on which they largely preponderate.

The colonies of algae are of two varieties. 1) *Pila Karpinskyi* Renault and 2) *Cladiscothallus Koeppenii* Renault. The algae *Pila Karpinskyi* are minute black dotted oval bodies of light yellow colour having sometimes a reddish tint. The algae *Cladiscothallus Koeppenii* are of a larger size when compared to the above described ones; they are small bodies of an oval or irregular shape, which are made of ducts diverging radially from one centre.

The algae *Pila Karpinskyi* are present in a larger amount than *Cladiscothallus Koeppenii*.

The microspores are yielding in quantity to the colonies of algae. They are represented by small, flattened, generally broken exines of yellow or yellow-reddish colour.

The groundmass is mixed. It consists of semi-transparent dirty-brown matter of humic-sapropelic type, having now and then a greenish, brownish or reddish tint. The small bands, lenses, streaks and lumps of red colour belonging to the groundmass of humic character are much less developed than this matter.

The presence of shining streaks on the fracture plane of the described coal is apparently due to the bands of the latter.

As in the constitution of the coal, together with algae, microspores take part as well, this coal may be considered as humic sapropelic type (semi-boghead coals).

According to its microstructure it bears a great resemblance to the semi-boghead coals of the Moscow basin.

The coal of semi-boghead type in the Obmankovskoye deposit is rarely met with in the shape of thin (not exceeding 0.16 m in thickness) limited lenses in the lower part of the "Principal seam" and in the upper part of the unworkable seam I.

KARAGANDA BASIN

General characteristic of the coals

The Karaganda coal basin situated in the northern part of the Kazakh SSR is one of the largest coal basins in the Union.

The coal beds of this basin are made up of different types of coal, alternating through the whole thickness of the seam. Semi-bright, semi-dull and partly bright banded types of coal predominate.

The microstructure of the semi-bright and semi-dull types reveals an interbanding of red-brown and brown-black structureless matter. The content of structural elements (spore exines and plant tissues) varies in composition and fluctuates from one layer to another. A red-brown matter with a small content of spores alternating with fusain, predominates in the bright banded type of coal.

The coals occurring in the Karaganda basin vary from gas to coking coals, the increase of the degree of coalification being observed from the upper seams down to the lower ones. It is expressed in the microstructure of coals by a gradual alteration in the colour of the spore exines, shading from light-yellow in the seams of the upper part of the coal-bearing strata up to red-brown in the lower ones.

The difference in shades of the spore exines invariable for separate groups of seams is made use of for their correlation.

Besides Lower Carboniferous coals there are Jurassic brown coals mined too though in a small quantity.

Bright, indistinctly-banded coal

Plate XIII, fig. 25

A bright, black and compact coal. The banding is indistinct. On the polished surface the interchanging of bright bands with thinner dull bands is distinctly noticeable. The coal is cut by vertical fissures into lamellar joints. The fissures are filled with calcite. On the main surface of the joints fine, slightly defined "eyes" are observed. The fracture is irregularly angular. The streak is black.

In thin section the prevalence of transparent brownish-red groundmass, almost without inclusions, is noticeable. Individual spores occur comparatively seldom. The somewhat lumpy colloidal matter of the groundmass shows fine vertical fissures of contraction, characteristic of vitrain. The portions of vitrain type are intercalated with fine bands of groundmass rich in spore exines. They correspond to the dull bands on the polished surface of the coal. The dullness of these bands depends on the large amount of spores. Opaque matter is almost lacking. Fine grains of pyrite occur in small numbers. The spore exines have a yellow, more rarely a yellow-orange tint and belong chiefly to microspores.

The megaspores are few and appear more frequently as shreds. Among the spore exines disengaged by maceration prevail forms with sculpturing on exines in form of small tubercles or smooth. Microspores with wings are found sparingly.

The remains of lignin and cellulose plant tissues are represented by small fusain lenses. The lenses of vitrain are for the most part completely structureless. Still more, rarely may be noticed indistinct traces of the structure of plant tissues, almost completely gellified.

By its features revealed in general appearance and its microstructure, the coal may be referred to the clarain type.

The mother stuff of the coal is fine plant detritus and spores.

The bright, indistinctly-banded type of coal has a restricted distribution in the Karaganda basin. It occurs chiefly in the lower parts of the "Novyi seam" and the "Nadnovyi seam".

Bright banded coal

Plate XIV, fig. 26

A bright, black, brittle and banded coal. The banded structure of the coal is due to the frequent interchange of wide (3—4 cm in thickness) bright bands with bands and lenses of fusain from 6 to 15 mm of breadth. The bright on the polished surface portions are not homogeneous, for thin dull bands are seen in them. Perpendicular to the stratification the coal is broken by fissures into finely-laminated joints. The fissure character and the considerable amount of thick bands of fusain and of bright coal add brittleness to the coal. The fracture is irregular, scalariform and angular. The streak is black.

In thin section the coal shows the predominance of structureless humic matter of a reddish-brown tint. The portions of the transparent groundmass are intercalated with thinner layers enriched by spores. The spores are clearly discernible in reflected light on the polished surface. In thin section in transmitted light they are less conspicuous and are of a light-red, seldom orange-red, colour and therefore faintly visible in the groundmass. The quantitative distribution of spore exines is rather irregular in different layers. Somewhere accumulations made entirely of spores are seen. The groundmass in the spore layers has a somewhat darker tint, than in the bands without inclusions. The opaque matter occurs sparingly in form of angular fragments or lumps.

Some lenses of vitrain reveal a faintly visible structure. Fusain reveals a well preserved cellular structure.

In places plant tissues are altered partially into fusain or xylain (see fig. 26). Minute fusain fragments occur in spore layers. Occasionally these fragments are more or less altered into pyrite.

The original material of the coal contained lignin-cellulose plant tissues and spores. Some of them are preserved in the form of fusain and xylain, other have changed into humic colloidal matter.

In connection with the different degree of coalification of the various coal seams of Karaganda, alterations of microstructure are observed in the bright type of coal. The coal substance assumes a more intense carmin-brown colouring, and the spores show the alteration in colour of the spore exines from yellow to carmin-brown. In the latter case it is very difficult to detect the presence of the:

spores in thin sections and even in polished sections. They are completely confused with the groundmass which is similar to the spores in colour.

The increase in the degree of coalification in the Karaganda basin proceeds according to Hilt's law—from the upper seams down to the lower ones.

The coal of the seam Vyshešredniy is the first of the seams of the upper part of the coal-bearing series that shows clear signs of higher coalification.

The bright banded type of coal occurs nearly in all the seams of the Karaganda basin. It is closely interbanded and locally replaced by a more widely distributed semi-bright banded type of coal.

The bright banded coal occurs exclusively in the middle part of the seams and has an insignificant ash content.

Semi-bright indistinctly banded coal

Plate XIV, fig. 27

The coal is compact, black. The surface of the fracture is smooth. The lustre is somewhat dim, as if reflected. On the polished surface an enrichment with fine dull streaks is visible. Inclusions of vitrain and fusain lenses are present. The vitrain lenses are well conspicuous among the surrounding duller coal matter. The streak on the plate is black.

Under the microspore is seen the transparent groundmass of red-brown colour of a rather light shade. Spore exines of light-yellow colour are uniformly scattered in the groundmass. The relatively large amount of spores imparts a sort of dullness to the coal. An enrichment by spores in the form of fine streaks is noticed locally. The lignin-cellulose plant tissues are represented by small lenses of xylovitrain, xylofusain, fusain and rarer by structural vitrain. The opaque matter is detected in a very small quantity. For the most part it occurs in fragments of very finely crushed fusain.

The presence of xylovitrain and fusain lenses, on a level with structureless matter, proves different strength of gelification of the primaeval coal material. By its microstructure the coal belongs to the clarain-durain type, formed by lignin-cellulose tissues and spores.

The semi-bright indistinctly-banded type of the coal is characteristic of the upper parts of the Seam Novyi and hardly occurs in the stratigraphically lower seams.

Semi-bright banded coal

Plate XV, fig. 28

A rather compact, black coal, distinctly banded. The banded structure is due to the alternation of dull, semidull and bright layers as well as fusain lenses. In fracture at the right angle to the bedding-plane an alternation of portions with a predominance of bright or dull bands is noticeable. The band-complexes vary in thickness from 4 to 6 cm. According to the thickness of separate bands the a) wide-banded and b) thin-banded varieties may be distinguished. The latter is characterized by thin streaks of bright coal and represents a transition to semi-dull coal.

The semi-bright character of the coal is due to a more or less dense arrangement of bright bands in a semi-dull groundmass of granular structure.

The coal is cut by fissures perpendicularly to the lamination into prismatic joints. The fissures are filled with kaolinite. The fracture is irregular, angular-scaliform. The streak is black.

The microstructure of this coal is characterized by the presence of a considerable amount of opaque matter. All the semi-dull and dull portions of the coal consist of opaque or faintly-transparent lumpy groundmass. It contains a considerable amount of spores, fine fragments and lenses of fusains, as well as thin bands and streaks of brightly coloured humic matter. These streaks round the inclusions and are of a fluidal character.

The presence of fine mineral inclusions of a white colour is characteristic of areas with the predominance of opaque matter.

Reddish-brown, sharply defined bands of vitrain correspond in thin section to the brilliant wide bands. In places they show a rather distinct structure of plant tissues. Occasionally, these bands are connected by transitional stages with a xylain preserving a distinct structure of plant tissues.

Fusain is represented by large lenses, sometimes forming layers of considerable thickness (3—4 cm).

By its microstructure the coal has the appearance of durain, more rarely of durain-clarain. Lignin-cellulose plant tissues and spores contributed to the composition of the primaeval material. Shreds of cuticle are few in the Karaganda coals and in a poor state of preservation. The spore exines belong chiefly to microspores. The megaspores are scarce and represented by smooth yellow exines.

The semi-bright banded type of coal is widely distributed in the Karaganda basin. It constitutes the most important coal seams of the basin. It is especially typically expressed in the seams: Upper Marianna, Chetyrekhtovoyi, Shestifutovyi, Novyi, part of Zamechatelnyi and others.

Semi-bright banded coal

Plate XVI, fig. 29

A semi-bright coal, widely banded. An alteration of complexes where bright bands are predominant with portions where dull ones are prevailing takes place. In vertical section these layers attain 4—5 cm in width. The width of separate bands in the complex is insignificant, about 2—3 mm. The fracture is scalariform-angular. The coal breaks into lumps of prismatic form along fissures perpendicular to stratification. The streak is black.

In thin section the coal is translucent with dark-red tint. Black opaque areas occupy the lesser part of the thin section. The bright parts of the coal are formed by accumulation of lignin-cellulose tissues in the form of rather large lenses and bands of reddish and red-brown colour. The groundmass is inferior in significance. The accumulations of plant tissues are interstratified with durain areas corresponding to the dull parts of the coal. The plant tissues are in a rather poor state of preservation and the only traces of cell structure are the partly preserved lumina of the cell cavities. Therefore the greater part of plant tissues appears in a form of xylovitain passing into portions of structureless matter.

Some of the plant fragments have a light-red, the other—dark-red and even brown colour. The dark but not entirely black colour of the humic matter may be the result of noncompleted process of fusainization. Therefore in one and the same plant fragment we may notice transitions from xylovitain to xylofusain and fusain. The plant tissues are represented by large fragments of different shape, somewhat elongated in the direction of stratification, but not quite parallel to it. An insignificantly thin layer of black fusainized matter, enriched now and then with a small number of spores, is often noticed between two contiguous fragments. In durain areas, alternating with the accumulations of plant tissues, the groundmass is opaque, but, in places, it is cut through by thin streaks of light-red humic matter. These areas contain a rather considerable quantity of spore exines of yellow and orange colour, with the prevalence of microspores, whereas the megaspores occur only in the form of darker coloured shreds.

This type of coal predominates in the middle and partly in the lower parts of the seam "Upper Marianna".

Semi-bright banded coal (of high degree of coalification)

Plate XVI, fig. 30

In external appearance the coal is semi-bright, black and banded. The fresh fracture has a semi-bright lustre approaching to bright. On the polished surface the dull bands predominate in number.

Fissures, perpendicular to stratification, cut the coal into lamellar joints. The joint fissures are filled with kaolinite. The fracture is scalariform. The streak is black.

In thin section a red-brown groundmass of a light shade predominates. The

groundmass of the rather wide spore-rich bands is of a darker shade (a semi-transparent groundmass). It has a somewhat flaky appearance and contains a large amount of spore exines. The latter are orange-red in colour and therefore scarcely differ from the groundmass. Only the presence of semi-transparent matter makes their outlines more distinct. The layers rich in spores are of durain character and contain, besides spores, fine fragments of fusain and single mineral inclusions. On the polished surface of the coal these bands appear dull.

The durain portions are interchanging with rather narrow vitrain bands. Vitrain in this variety of coal has the same flaky and lumpy structure as the semi-transparent groundmass.

No opaque groundmass is observed.

The lack of opaque groundmass is one of the main indications which lead us to distinguish this variety of semi-bright banded type of coal.

The semi-bright banded coal of the variety described is confined to the middle part of the coal-bearing strata of Karaganda. It is interchanging with the bright banded coal enriched by fusain.

Semi-bright banded coal (of high degree of coalification)

Plate XVII, fig. 31

A black coal, rather compact. The fracture is scalariform-angular. The coal is a fissured one, having fissures filled mainly with gypsum.

On the fracture surface at right angle to the bedding-plane alternation of bright and dull bands with more or less large fusain lenses is distinctly discernible. The bands are unequal in thickness. Band complexes with the predominance of either bright or dull may be distinguished. In the main the coal has a semi-bright character. The streak is black.

In thin section the coal is characterized by the dark brown colour of the groundmass and the absence of yellow coloured spore exines. These characteristic features present the most striking difference between the coals of the lower part of the coal-bearing Ashlarik series and those of the upper part (Karaganda series).

The increase in the degree of coalification besides changing the colour, influences the compactness of the ground mass matter.

The areas between the bands of the transparent groundmass reveal in thin section a peculiar structure. They are semitransparent and translucent with brownish-black colour. In places rather small fragments of fusain are noticeable. The structure of the semi-transparent bands appears finely-porous. The translucent pores are filled with mineral admixtures of a yellowish tint. On examining these areas in reflected light one may discern very finely crushed vegetable material in form of whitish and light-grey lumps and debris. They alternate with the darkgrey granular mineral matter. In certain cases megaspores or their shreds may be met among the bands. The colour of the megaspores in thin sections is carmine-brown, not differing from the groundmass. In polished sections the megaspores have a whitish colour with a slight greyish shade, appearing only on immersion. The microspores are not detectable, apparently, because they have undergone an alteration of substance the same as the megaspores.

The semi-bright banded type of coal is closely intercalated with the dull coal in the seams of the lower part of the coal-bearing strata. Besides, in places, the dull bands pass into shales.

Semi-dull homogeneous coal

Plate XVII, fig. 32

Semi-dull black, compact coal. Slightly reflecting in fresh fracture. No banding or cleavage fissures noticeable. Fracture irregular, streak black.

In thin section predominates a reddish-brown groundmass. A great quantity of mineral admixtures is noticeable in it. They have the form of thin yellow streaks and lenses which seem to disfoliate the reddish-brown humic matter. The structure of these mineral admixtures is fine-granular. The graining is probably due to the

heterogeneity of the mineral admixtures which are partly mixed with humic matter. Thin mineral layers with fine isolated grains of reddish humic matter are clearly distinguishable. The latter has fallen out of the solution in the shape of sharply isolated lumps forming mixtures with the mineral matter. Fragments of fusain and shreds of megaspores are scattered amidst the finely foliated humic matter and mineral admixtures.

The megaspores appear as long shreds with thick walls. The surface of the spore exines is smooth, without prominence or tubercles and of a reddish-orange colour. Besides megaspores individual roundish-oval bodies of red-brown and black colour are met with. The microspores cannot be correctly discerned because the colour of the spore exines differs very little from that of the groundmass. The fusainized plant tissues appear as large (0.5 mm in length) as well as small fragments similar to fragments of cell walls. It is necessary to emphasize that for the given type of coal a rather fine-cellular fusain with thin cell walls is characteristic.

The form of the fusain in the coal described is extremely various. Regular lenses are almost lacking and badly deformed fusain prevailing.

By its external features and its microstructure the coal belongs to the asheous durain. The described type of coal is developed in the upper part of the seam "Upper Marianna" in layers from 10 to 15 cm thick associated with layers of coaly shales and shales.

Dull homogeneous coal

Plate XVIII, fig. 33

By its appearance the dull coal is compact, black, finegrained in fracture. The surface of fracture is smooth, sometimes almost conchoidal. Thin rare bands of bright coal are noticeable somewhere on the vertical surface. No fissures are seen. The streak is black.

In thin section the predominance of opaque and semitransparent matter is noticeable. Bands of transparent groundmass in shape of thin streaks are noticed here and there.

The opaque groundmass contains spores, fragmentary debris of fusain and mineral inclusions in large numbers. All the inclusions are uniformly scattered throughout the groundmass and there is no banded structure to be seen. The spore exines are represented chiefly by microspores, though megaspores occur likewise. The latter are sometimes broken and appear in thin section in the form of thin yellow bands (as shown on the figure). By its microstructure this coal belongs to durain.

The dull type of coal occupies a secondary position in the seams of the Karaganda basin. Between them are still thinner layers of semi-dull coal serving as an intermediate variety. This coal is composed of dull matter somewhat enriched by bright streaks.

Besides the usual transition of dull coal into semi-bright banded one, its gradual changing into coaly shale and shale may be pointed out. At the examination of such transitional layers an increasing enrichment by mineral admixtures may be noticed. They occur as separate inclusions as well as in the form of finely dispersed admixtures impregnating the coal substance. Spores and other minute fragments of plant tissues in the vicinity of such kind of mineral formations bear traces of shifting.

The dull type of coal occurs in all seams of the coal bearing strata of Karaganda, changing the characteristic features of the microstructure in dependence on the composition of the original material and on the change of the degree of coalification, from the upper seams to the stratigraphically lower ones.

According to the composition of the original material three principal varieties of dull coal are observed: 1) spore coal, 2) coal composed of lignin-cellulose tissues, 3) coal composed of humic colloidal structureless material uniformly mixed with mineral admixtures.

The change of the degree of coalification is shown in the alteration of colour of the spore exines from yellow to reddish-brown and black.

DONETS BASIN

General characteristic of the coals

The Donets basin is one of the largest coal-basins of the Soviet Union and belongs to the paralic basins of Middle and Upper Carboniferous. The numerous coal seams of this basin are mainly composed of bright banded coal of clarain type.

In the microstructure of the coal we notice prevalence of colloidal humic mass, being transparent in low degrees of coalification. The banding is mainly due to the presence of plant remains in different forms of transformation from fusain to vitrain inclusively. The cutinized elements are represented by spore exines and cuticle. Layers with great content of cutinized elements are comparatively rare. Still more rarely occur bands with opaque groundmass. The insignificance of these durain bands is shown by the marked prevalence in the basin of externally bright types of coal.

Notwithstanding the general homogeneity of the coal in separate seams and layers the semi-dull and dull varieties may also be observed. Figures of the microscopic structure of these varieties are given for a more complete characterization of the coals of this most important basin.

The main variety in the properties of the coals of this basin is chiefly connected with the alteration of the coal matter during the process of coalification. These alterations proceed regularly in a genetically uniform type of coal and are manifested in the chemical composition of the coal and its microstructure.

The microstructure of genetical varieties is given for the coals of a lower degree of coalification (gas coals) displaying the clearest picture in thin section.

The alteration in the microstructure of the coal varieties under the influence of secondary processes of metamorphism is given in a separate table form. This table illustrates the alteration of clarain and durain in the Donets coal in transition from gas coals into coking coals. Further alteration in transmitted light is shown indistinctly owing to the considerable decrease in the transparency of the coal.

Alteration of the microstructure of the Donets Basin Coals during the process of coalification

Plate XIX, fig. 34

The essential variety in the properties and chemical composition of the Donets basin coals is bound up not with their genetic type, but with the processes of coalification. Fig. 34 illustrates the alteration of the microstructure of clarain and durain varieties of the Donets coals at their transition from gas coals into coking coal.

Chemical composition of coal

Mark	Ingredients	Proximate analysis			Ultimate analysis				Spec. grav.
		Moisture	Ash	Vol. matter	C	H	O + S	N	
Gas coal	Clarain durain	4.11 1.76	3.77 2.62	35.67 41.90	— 82.83	— 5.54	— 10.67	— 1.46	— 1.40
Fat coal	Clarain durain	1.59 1.13	2.03 9.28	29.99 34.71	— 85.21	— 5.47	— 7.60	— 1.72	— 1.39
Coking coal	Clarain durain	0.46 1.56	2.43 13.47	24.25 24.58	87.66 87.60	4.92 4.05	5.55 6.67	1.87 1.68	1.49 —

The alteration of clarain microstructure graduating from gas coal into coking coal is shown in fig. 34, 1, 2, 3. In gas coal (1) the groundmass is transparent and has an orange-red tint in transmitted light. The bands containing spore exines show a slightly darker groundmass. The darker areas of the groundmass have no distinct outlines and show only some unevenness of colour. Vitrain (1, lower part) is similar with the groundmass in colour and transparency. The unevenness in the colouring of vitrain is caused by grinding thin sections. Spore exines are of a vivid yellow colour and stand out sharply from the groundmass.

In a fat coal (2) the same constituents of the coal already change their character. The groundmass assumes a more vivid colour at the same thickness of thin section. In bands containing spores, the groundmass grows considerably darker. The dark portions are somewhat more distinctly outlined and begin to assume locally a streaky appearance. In thin section vitrain has a more uneven colouring. The unevenness of the polished surface causes great change in shade, even at an insignificant difference in the thickness of adjacent areas in thin section. Both the groundmass and vitrain have a more brownish shade. The spore exines assume an orange colour and are hardly discernible amid the groundmass.

In coking coal (3) the groundmass and vitrain are transparent only in thinnest sections. The colour of the section becomes still more uneven. In attrital parts of thin section, the heterogeneity of the matter is still more noticeable. The particles which already grow darker in fat coal, are sharply defined and assume a more distinct streak-like character. The spore exines are completely obliterated and indistinguishable in colour from the transparent groundmass. Only fusain lenses and darker streaks in attrital portions may be recognized among the brownish-coloured groundmass of thin section of clarain coals which contain < 26% of volatile matter.

These streaks bear witness to the heterogeneity of the attrital matter, distinguishing it from the bands and lenses of vitrain.

Durain coal shows a similar alteration of the same components (see 4—6). In the durain of a gas coal (4) all its constituent elements are clearly visible. Thin streaks of transparent groundmass *h* are sharply defined among the opaque matter. The spore exines are of a bright-yellow colour and easily distinguishable from the streaks of a vitrain-like matter of the groundmass.

In the durain of a fat coal (5) the main change is noticeable in the colouring of the cutinized elements. The spore exines, the same as in clarain coals, assume an orange or orange-red tint.

Owing to that they are distinguished from the streaks of the transparent groundmass only by their shape and somewhat greater compactness of the matter (see. 5). It is sometimes hard to distinguish whether the strip of an orange-red matter represents a shred of a megaspore or of the transparent groundmass among the opaque matter. In durain of a coking coal the difference between the transparent groundmass and the opaque matter is still evident. But the cutinized elements become completely indiscernible as in clarain (see 6).

Tracing the gradual change during the process of coalification in one and the same type of coal the secondary character of the alteration of separate constituents may be clearly determined.

These observations prove the genetic connection between the coals with a great and small content of volatile matter and the dependence of the alteration in chemical composition of the coal on the secondary influences of geological agents.

Bright indistinctly-banded coal

Plate XX, fig. 35

In external appearance the coal has a pitch lustre, being black, almost homogeneous. In places a fine indistinct banding or striation is noticeable. The coal is relatively compact, with slightly irregular, sometimes semi-conchoidal fracture. The streak is dark-brown, almost black.

In thin section a predominance of colloidal matter of the groundmass with a yellowish-red tint is noticeable. A few exines of microspores (*S*) are rather irregularly scattered throughout the groundmass.

The groundmass is structureless, irregularly lumpy. Lenticular portions without any structural elements and bearing faint evidence of cell structure of a xylovitrain type are observed locally.

The structural elements are uniformly distributed amid the groundmass. Layer-like arrangement with higher content of spore exines in separate layers is more rarely noticeable.

The spores are strongly flattened, their inner cavity disappearing entirely. In thin section the spore exines are of light-yellow colour. After the maceration of the coal by Schultze's solvent the spores are disengaged in a good state of preservation. The spores vary greatly specifically being all characteristic of the Middle Carboniferous. Occasionally small shreds of cuticle are observed in the coal. The cuticle is mostly thin, shreds of thickened cuticle are met with more rarely.

The remains of stem tissues are represented by several very fine fusain lenses / or by separate fragments of fusainized cell-wall f_1 . Occasionally fragments of conducting elements in a xylain state x are observed.

In individual cases, among the groundmass we notice portions with cellular structure of the type of structural vitrain. Usually the structural vitrain is indistinctly outlined and is imperceptibly confused with the surrounding groundmass.

In big blocks of this type of coal, rather large lenses of fusain are sometimes observed. The fusain is typical, brittle, soiling, with distinctly-fibrous structure. The fusain lenses are very sharply separated from the surrounding bright coal.

The external lustre of the coal and its relative homogeneity is explained by the predominance of the colloidal transparent matter of the groundmass. According to its microscopic structure and external features the coal is a typical attrital clarain.

Sometimes the spores are arranged in more distinct layer complexes. In such cases are observed better defined bands without structural elements, belonging to vitrain. In the majority of cases these bands of vitrain are structureless. With such an arrangement of its constituents the coal already passes into the banded variety of clarain. The bright indistinctly-banded coal (attrital clarain) is observed mostly in the lower part of the Donetsk basin strata. In the seam L_3 of the Kadievka mine this type of coal often constitutes the whole lower part of the seam. The transition to banded clarain occurs usually in the middle part of the seam.

A rather low degree of coalification, being characteristic of the Golubovka mine, is shown both in the external features of the coal as well as in its micro-structure. A relative compactness and viscosity of the coal matter and its pitchy lustre are the external evidences of the low degree of coalification (gas coal). In microscopic structure of the coal the low degree of coalification is connected with the transparency and the orange tint of the groundmass, as well as the light-yellow colour of the cutinized elements.

Semi-bright striated coal

Plate XX, fig. 36

The coal is compact, semi-bright with a resin lustre and fine rather distinct banding. The fracture is coarse-scalariform, smoothed. The main mass of the coal consists of finely striated semi-bright matter. Uniformly-bright lenses and bands of vitrain and small lenses of slightly soiling fusain are scattered amid the striated mass.

In thin section the coal is transparent. Orange-red colloidal matter, partly lumpy, partly homogeneous with a fluidal structure, is preponderating. Lenses of fusain, xylain and vitrain are rather uniformly scattered throughout the groundmass. Band-like areas with a lumpy groundmass h^2 consist of an accumulation of indistinctly-outlined lumps of colloidal matter with spore exines and particles of opaque matter distributed among them. These lumps in the groundmass are confluent one with another. Owing to a slight difference in shade and their transparency they are visible in thin section. In polished section the lumpy structure of the groundmass is not revealed.

The opaque matter is represented by a few scattered fragments of fusainized cell walls.

The lumpy structure of the groundmass causes the irregular arrangement of the spore exines. In places with uniformly fluidal structure of the groundmass h_1 the spore exines are arranged in layers. The spore exines are strongly flattened and appear as thin yellow streaks.

The remains of shoot tissues are noticed in considerable quantity and in all stages of decomposition of plant matter. Fusain occurs as lenses of varying sizes, usually with a deformed cell structure. Fusain lenses with fine-cellular f and large-cellular f_1 structure of tissue are noticeable. In the last case the cell walls of separate areas appear as confluent one with another, and large cavities show secondary outlines, more or less casual.

Xylain occurs in a form of lenses attaining sometimes considerable sizes. The structure of the tissue in xylain is often very diffuent. But due to the dark-brown colour of the matter and its clear-cut margins to the surrounding groundmass of the coal these lenses must be referred to xylain x and not to xylovitrain. Vitrain appears in the coal as distinct bands and lenses. Traces of cell structure of the woody tissues are often visible in vitrain. Vitrain bands v containing accumulations of resinous bodies r are met with. The resinous bodies are of a light-yellow colour and rather small; they form rosary-like chains in vitrain and by their arrangement are conformable to the structure of medullary rays on the tangential section of the wood.

By its structure the coal is of characteristic banded type. It consists of an alteration of attrital bands with relatively large plant remains.

Owing to the predominance of transparent colloidal matter in the groundmass, the attrital bands have a semi-bright appearance and notwithstanding the rather considerable content of cutinized elements they are nearer to clarain than to durain.

Numerous bands and lenses of vitrain increase the bright appearance of the coal.

The fusain and xylain lenses are arranged in layer complexes forming duller partings. By its appearance the coal must be referred to the banded clarain type.

This type of coal is predominant among the coals of the Donets basin, constituting the main mass of coal seams. During the process of metamorphism the coal undergoes considerable alteration, but the principal varieties of its constituents are still distinguishable under the microscope.

Dull-bright, indistinctly-striated coal

Plate XXI, fig. 37

Thin bands of vitrain are observed in the coal, but the fig. 37 corresponds to the groundmass of the coal.

In thin section the compact matter of the coal with its indistinctly-striated character presents an original picture. The groundmass consists of indistinctly-defined ellipsoidal lumps. A fluidal groundmass appears in minimum quantities between the separate lumps. Few microspore exines are uniformly scattered throughout the coal. On the predominant lumpy matter each lump appears in the form of compressed homogeneous clots. The colour of the lumps is orange-red, the size uneven.

The difference between the adjoining lumps is expressed in faint shades of the substance. The margins of the lumps are usually somewhat darker than the middle part. This difference is more probably connected with the alteration of the refraction on the margins of the compact body, than with the difference in the matter.

Usually the lumps are small not exceeding 60—70 μ along the longer axis of the ellipsoid. On rare cases they have an elongated form.

By their form and partly by their colour the lumps show a similarity with the resinous bodies, observed in the coals.

The similarity of the substance of the lumps with the resin and gummi bodies is confirmed by the higher content of volatile matter in the coal. On comparison with the lower part of the seam the content of volatile matter in the coal exceeds by 2.4%.

The resin-like lumps compose the groundmass of the variety of coal described. Besides these lumps insignificant thin bands of fluidal groundmass are noticed. The fluidal groundmass is indistinctly separated from the resin lumps and differs from them faintly by a somewhat more dark-red shade. From the cutinized elements the exines of microspores are shown in small numbers. The microspores are uniformly scattered among the resin lumps, they are strongly flattened and are of a light-yellow colour.

In portions where the resin lumps predominate in the groundmass the remains of plant tissues with preserved structure are absent.

Only the fine grains of pyrite *p* are noticeable as mineral inclusions.

The resinous-lumpy variety of coal has been observed in the Donets basin coal only in individual cases. Its distribution is not as yet cleared out and demands further investigation.

Semi-bright banded coal

Plate XXI, fig. 38

Compact, semi-bright coal with finely foliated arrangement of semi-bright and semi-dull bands. The latter have a bright striation, sometimes changing into fine banding. The microstructure of these semi-dull delicately laminated bands is shown on the fig. 38.

In the general clarain mass of coal characteristic of the Donets basin band-like portions are noticeable with a peculiar arrangement of spore exines. Numerous exines of microspores are distinguishable in the transparent humic matter of the groundmass. The microspores are of a yellow colour and arranged in fine layers parallel to the bedding plane. The arrangement of the spores in each layer is so thick, that they seem to stick together, thus forming compact bandlike accumulations. The spores are strongly flattened without any traces of inner cavity and have indistinct slightly diffused outlines.

The sticking together of the spores may be explained by the cohesion of very mobile exines in calm water. Such a cohesion is always noticed in products of coal maceration after long standing in water.

The indistinct character and a certain unevenness of outlines of spore exines point to a considerable degree of decomposition of the usually firm substance of spore exines.

Rather large lenses of vitrain are noticeable among the finely band-like arranged spores. Usually vitrain is structureless and consists of orange-red, slightly-lumpy matter similar to the groundmass and differs from the latter only by lack of structural elements. The outlines of the lenses are rather distinctly marked as they are emphasized by the spore exines disposed on the margin of the lens. Occasionally individual lumps of opaque matter and fine rare fragments of fusainized cell walls may be seen among the spores in the groundmass.

Pyrite is frequent as a mineral inclusion. Usually small grains of pyrite are disseminated among the spore exines in the groundmass. Sometimes the crystal form of pyrite is easily distinguishable and in thin section the cubic crystals appear as fine black squares.

The considerable amount of spore exines adds a semi-dull appearance to these bands. But the transparent groundmass imparts them a somewhat smoothed character. The fine granulation characteristic of typical durain does not appear owing to the lack of opaque matter. The dullness of the coal increases on the surface of the polished section.

The distinctly stratified arrangement of the ingredients composing the coal, points to the graduation in the deposition of plant material in stagnant or very slow running water. The connection between the formation of this coal variety and the consequences of inundation in the region, where the deposition of the original coal material took place, is confirmed by the presence of thin layers of shales in those parts of the coal which contain layers of semi-dull bands enriched by spores.

Among the Donets basin coals this variety is seldom met with and in the Kadiievka coal district is marked mostly in the seams l_4 and k_8 .

Semi-dull striated coal

Plate XXII, fig. 39

Externally the coal has a banded structure and presents an alternation of bright, semi-bright and semi-dull bands. In a piece of coal the banding is indistinct but on a polished surface it is shown more clearly. The real semi-dull striated coal occurs in thin lenticular bands.

The microscopic structure of the semi-dull striated bands of coal presents a lumpy mass with numerous small xylain and fusain lenses.

The groundmass of the coal consists of orange-red structureless lumps with dark particles of opaque matter and spore exines distributed among them. The lumps are arranged in irregular layers, rather disorderly. This disarrangement is increasing by the presence of numerous fusain and xylain lenses of medium and minor size. Around these lenses the separate lumps are arranged in the most disorderly manner.

The transparent lumps are in most cases structureless. They correspond to the fragments of plant which have passed through the state of gelification and have more or less preserved their outlines. In places, remains of cell structure are shown as isolated lumps and streaks of transparent matter.

The opaque matter is distributed between the transparent lumps. It presents, partly, flakes of light-brownish colour, partly minute debris of fusainized cell walls. The structural elements are represented mainly by exines of microspores. Compared with the bright and semi-bright type of coal the amount of exines is greater but relatively small. The spore exines are strongly flattened, with almost completely destroyed inner cavity. The exines are light-yellow coloured and have distinct outlines. The spores are irregularly arranged, dispersed among the lumps of the

groundmass. In portions of less sharply expressed lumpy character the spores are arranged in layers.

The remains of shoot tissues are represented by numerous xylain and fusain lenses. The fusain lenses are sharply outlined but the cell structure in them is in a poor state of preservation. The cell walls are thickened as if they had formerly been swollen. The cell cavities are irregular and deformed.

The xylain lenses are less sharply outlined. By the character of their matter they belong to the typical dark-brown xylain. By the state of preservation of cell structure they are near to the xylovitrain with diffused cell structure. The character of the microstructure of the coal points to the middle degree of gelification of the original plant remains. Notwithstanding the difference which has altered or destroyed the cell structure the plant debris have preserved their external outlines and are not confused.

The heterogeneity of the coal, the presence of opaque matter, the increased amount of spore exines and the presence of fusain and xylain lenses cause the semi-dull character of the coal and give it a durain appearance. At the increase of the transparent matter in coal its lumpy character weakens and gradual transitions to a banded clarain type take place.

The semi-dull striated coal forms no thick layers in the Donets basin coals. It occurs, commonly, in thin bands amidst the bright and semi-bright coal. Its content increases in the upper parts of the seam I_3 in the Kadievka district. An increased content of this type of coal is noticed in seams I_4 and k_6 in connection with inconstant intercalations of shales and lesser stability in the structure of the seam.

Semi-dull granular coal

Plate XXII, fig. 40

A compact, deeply black coal with a distinct delicate banding noticeable on the vertical fracture. The main mass of the coal consists of a semi-bright matter of striated appearance, in places passing into a semi-dull and even dull matter. In vertical fracture the semi-dull and dull bands are finely granular. Thin bands of a uniformly-bright vitrain are distributed rather scarcely. A typical fibrous fusain is seen on the horizontal planes.

The figure shows semi-dull layers with granular fracture.

In thin section the semi-dull matter presents an aspect of a typical durain. The groundmass consists of opaque lumpy matter with fine transparent streaks running through it in places. A considerable amount of exines of micro- and megaspores is observed, as well as numerous fusain and fusain-xylain lenses.

The opaque matter is dominating in the groundmass. Transparent vitrain-like areas have an aspect of thin streaks and short strips. They are usually arranged in layers. The cutinized elements are represented almost exclusively by spore exines. The cuticle is rarely observed. The microspores are abundant, being uniformly scattered throughout the opaque groundmass. Their exines are strongly compressed and retain no evidence of inner cavity. They are bright-yellow in colour with sharply defined outlines. The microspores stand out from the groundmass and are most conspicuous, sharply differing by their colour from the transparent reddish streaks of the groundmass.

Megaspores occur in great numbers. They are generally represented by large forms with a thick and smooth spore coating. Notwithstanding their strongly flattened condition, the inner cavity is usually well shown. It is frequently filled with the ground substance of coal and contains even exines of separate microspores.

The remains of plant tissues appear predominantly as fusain and xylain-fusain lenses. Some of the bands of transparent matter may be referred to vitrain. Fusain is represented by lenses of medium sizes. Larger lenses, exceeding the diameter of the field of vision of the microscope, are more rarely shown. The cell structure of fusain is usually poorly preserved, fusain often reveals an arc-structure. Fusain lenses are rather uniformly distributed.

In transmitted light the xylain-fusain is of dark reddish-brown colour. The cell structure of the tissue is strongly distributed, confused and approaches more nearly to the xylovitrain structure.

The size of the xylain-fusain lenses and their distribution are similar to that of the fusain lenses.

The more distinctly defined areas of the transparent mass sometimes of an almost lenticular shape may be referred to vitrain. These areas are bound up with the streaks of the typical transparent groundmass by a series of intermediate stages.

The characteristic signs of durain in the coal are the following: the predominance of opaque matter in the groundmass, the great amount of spore exines and the abundance of tissue remains in a form of fusain and xylain-fusain.

The semi-dull parts of the coal have a clearly durain appearance. One and the same, more or less large block of coal shows an alteration of semi-dull bands with semi-bright and bright ones. In thin section the latter naturally have a different kind of structure. The semi-bright bands represent clarain with a predominant transparent groundmass, the bright ones are a typical vitrain.

An increased content of semi-dull bands determining the type of coal are rarely noticed in the Donets coal. The most clearly defined durain coal in the Kadievka coal district is confined to the seam l_1 .

PECHORA BASIN

The Vorkuta Deposit

Three types of coal are given in order to characterize the Vorkuta coals. The subdivision of the coals of this deposit into types is performed on the principle of different ratio of its constituents, this standing in connection with the peculiarities of the technological properties of these types. All the coals are humic, bituminous of the III class of the Gruner's classification.

Bright, indistinctly-banded coal

Plate XXIII, fig. 41

A bright, heterogeneous coal of black colour with irregular angular fracture. Brittle, cut by fissures along which it easily splits. The colour of the streak is black.

The heterogeneous character of structure is due to the alternation of semi-bright striated layers with homogeneous bright, strongly fissured ones. Very seldom occur narrow, dull bands, analogous to the durain of the two preceding types and even more rarely thin lenses of fusain. The semi-bright striated matter is predominant constituting about 60—75%. Homogeneous, bright bands form about 25—35%. The remainder is distributed between durain and fusain.

In thin section this coal is well transparent. The red-brown humic matter which constitutes the groundmass of clarain as well as forms vitrain bands of various width is predominant.

The groundmass has chiefly a compact, homogeneous (vitrain-like) structure. More seldom it is of lumpy structure. The vitrain-like or compact groundmass presents small bands stretched regularly along the cleavage or lenticular and irregular areas. Any inclusions of even the finest structural elements in the compact groundmass are nearly absent. If they are observed they occur stretched in the form of very thin streaks thus indicating here a sort of confluence of two portions of the compact mass but not their penetration into the matter. The lumpy groundmass is not always pure and transparent. It usually contains admixture of minute lumps, stains and lenses of the dark-brown matter as well as of the black opaque one.

The structural elements do not play any considerable part. To these belong exines of microspores, rarely fragments of the cuticle and a small amount of fragments of cormophyta, having observed traces of cellular structure. The microspores and the cuticle have a dark-yellow colour and are therefore not clearly revealed in the transparent groundmass. The microspores are mostly adjusted to portions of a poorly transparent groundmass and to the minute lumps of the dark-brown one.

The remains of the stem parts of plants correspond according to the state of the alternation of the matter to vitrain, more seldom to fusain, as well as to xylain-fusain. The latter is very rarely encountered in this type of coal. The vitrain occurs in minute lenses and larger bands. Both usually have fissures perpendicular to the

length of the lens. Transitions of vitrain into fusain through xylain near to the periphery may be rather often observed. Mineral particles are seldom encountered in the coal. They are represented by dust-like quartz particles, being more often observed in small bands of poorly transparent groundmass containing also a larger amount of microspores.

To the large bands of vitrain in coal pieces correspond the brilliant bands of homogeneous matter strongly cut by fissures and sometimes covered by small eyes.

The portions of clarain in a piece of coal represent layers of semi-bright striated matter. The striated character is due to the brilliant streaks and veins corresponding under the microscope to the bands of transparent groundmass and minute lenses of vitrain.

Thus, the described type of coal is in the main an attrital clarain with inclusions of vitrain.

In the deposit among other types it occupies a very insignificant place, having been revealed in the seams I and IV only in one section and even then in the form of thin intercalations.

Semi-bright banded coal

Plate XXIII, fig. 42

The given type is characterized in the external appearance of the piece by its black colour and distinctly pronounced banding. The banding is determined by a rather regular alternation of layer of dull granular matter of a slightly greyish shade with small lenticular bands of homogeneous, pitch-brilliant and semi-bright striated coal. Now and then lenses of a soft variety of fusain of different length, usually not exceeding 2—3 mm, are to be noticed. Homogeneous, brilliant bands are cut by fissures perpendicular to the length of the band. The dull matter is not homogeneous being pierced by brilliant streaks. The coal breaks up along this more brittle constituent and more seldom along the fusain. The fracture of pieces is irregular and angular. Brilliant, homogeneous bands often have small eyes on the surface. The calculation of the macroscopic constituents of the coal for several specimens have shown an evident predominance of two out of four constituents, namely the dull and the bright-homogeneous ones, the variations being limited within 53—63% for the dull constituent and from 34—47% for the brilliant bands. The contents of clarain is usually 13% and of the soft variety of fusain from 1 to 3%.

The samples with higher contents of the dull matter possess according to the chemical analysis a high carbon ratio (up to 86.40%). On the contrary, the yield of volatile matters in them is less (26.24%) as well as of the hydrogen (4.86%). The coke-button is flat, moderately compact.

In thin section the coal is not transparent in all the portions. No predominance of any matter is observed. A rather regular alternation of transparent bands and lenses of brown-red matter with but slightly transparent bands and opaque lenses is noticed.

The structural elements come in touch with the brown-red and dark-brown groundmass. The brown-red matter occurs in bands more or less extended along the stratification plane or it is irregularly interwoven, forming a network of thin streaks often bending around the "rounded angular bodies", vitrain-fusain, xylain-fusain and fusain lenses.

The structure of the red-brown groundmass is usually homogeneous, whereas that of the dark-brown groundmass is flaky or lumpy. It occurs in lenticular portions. Fine mineral fragments and exines of microspores are usually connected with it.

Cutinized structural elements play an insignificant part in the constitution of the coal. Most often strongly flattened exines of microspores may be seen among them. In thin sections they are seldom observed and but with difficulty distinguished from the red-brown groundmass in which they are enclosed. Their distribution is

irregular. Usually they are connected with areas of poorly transparent groundmass. In the polished section and the more when examining its surface with oil-immersion, the exines of microspores appear more distinctly in the form of grey or black (by immersion) streaks and lines. The cuticle is very seldom encountered.

By maceration the microspores become more visible but the preservation is not in all cases good. As to their morphological properties they are not very diversified and are subdivided into smooth, distinctly tubercular and indistinctly tubercular. The constitution of spores as to their specific composition is proximate to that of the spores of Kemerovo coals in the Kuznetsk basin of the Balakhonka series.

The principal structural element of the given type of coal are fragments of shoot-parts of plants usually in the state of xylain-fusain, vitrain-fusain, vitrain and fusain. Xylain is encountered only as a rare inclusion. Xylovitrain is more often observed, but still rather seldom in comparison to others. Its matter is usually of a brown colour. Xylain-fusain presents lenses of different size and sometimes angular inclusions. In thin section they are opaque. Only some lumina of still preserved cell-cavities of plant tissues exist serving as indicators of the true origin of these inclusions. On a polished section by oil-immersion they have a white colour (usual property of fusain matter). Vitrain-fusain is rarer encountered and is usually connected by mutual transitions with xylain-fusain and bands of transparent vitrain. The vitrain represents small bands of varying width, which, if they do not terminate in thin section, differ in nothing from the transparent groundmass. The vitrain matter is altogether homogeneous and structureless. The observed, near to the periphery, transitions of some lenses to fusain, having preserved a cellular structure, point out undoubtedly to the wood origin of vitrains of this coal. The size of vitrain inclusions varies greatly. Many of them have a size up to 1—1.5 cm in width, i. e. may be distinctly seen in the coal to an unaided eye. In length they attain from 5 to 10 cm. The grading of vitrain into fusain near to the periphery is also visible with the naked eye.

The fusain with a distinct and well preserved structure in the given type of coal is not often met with. The size of its inclusions is also varying. Most of them are clearly visible in the piece to a naked eye, being 2—3 mm in width whereas their length attains several centimeters.

Besides the enumerated structural elements, it is necessary to note some inclusions, of a special kind, which have been named up to now in the petrography of this country as "rounded-angular" bodies. In thin section they are opaque, analogous to vitrain-fusain matter. In a polished section they are distinctly pronounced in the relief and are conspicuous by their white colour. Thus the type of coal represented on fig. 42 is an aggregate of heterogeneous plant debris (minute fragments of plant tissues, microspores, cuticle) or woody durain with rather large fragments of cormophytes and a small amount of groundmass. Large shoot remains represent the major constituents of the coal—vitrain (brilliant, homogeneous bands) and fusain. Bands of dull granular matter correspond to durain.

The given type is connected by gradual transitions with the bright clarain coal and the semi-bright banded one. The transition is determined by the predominance of one of the two ingredients, i. e. the woody durain or clarain. This type is of greatest importance for the deposit taking part in the constitution of the I, IV and VIII seams as the principal type.

The comparing of the given type of coal with coals from other coal basins reveals its great resemblance to the same type of coal of the Kemerovo deposit in the Kuznetsk basin. By the ratio of the transparent and opaque matter it comes near the blast-furnace coal of the seam "Upper Marianna" in the Karaganda region.

Semi-dull banded coal

Plate XXIV, fig. 43

This type of banded coal has the most sharply expressed banding due to alternation of the dullest constituents with the most brilliant ones of the Vorkuta coals.

Besides the usual granular property of the matter the characteristic feature of the dull layers in this type is the insignificant development of the network of bright streaks and fine bands. The dull matter is sometimes of a greyish tint. The streak is black. The fracture is rather even, in places—irregular-angular. The bright bands are homogeneous in structure. They often have a lenticular ending and are always cut by a system of vertical fissures, never passing into the dull matter which is the most compact and the hardest. The macroscopic estimation of each constituent in the coal gives the following results: dull matter 67% and homogeneous bright matter only 33%. Clarain is absent.

In thin section the coal is mostly composed of opaque matter. Only the brownish-red bands cut by fissures and the reticulately arranged streaks between the black inclusions are transparent. The black opaque matter, or that feebly translucent with brownish tint is predominant. The cutinized structural elements are not noticed in thin section and only in polished sections they are rarely met with in the veinlets of the groundmass. It is almost impossible to discern them without immersion. The principal structural element which likewise causes the poor transparency of the coal are the fragments of xylain-fusain and vitrain-fusain.

In thin section the cellular structure of these formations appears very indistinctly, only as fine lumina. It may be better discerned in polished section. Vitrain-fusains have not preserved the structure. In polished section on examination with oil immersion the named structural elements are of a white colour and are prominent in relief. Xylain and xylovitrain occur very rarely and do not differ from the usual ones in other coals.

The only mineral inclusions noticed are fine quartz grains.

A part of shoot elements presents large enough fragments, which may be discerned in a block of coal when examined with a naked eye. To these belong large fragments in a form of vitrain and more rarely fusain.

The inclusions of vitrain bands attain from 0.5 to 1.5 cm in width and not unfrequently 5—10 cm in length. Sometimes near the periphery they pass into a smooth variety of fusain.

Comparing the external description with the microstructure one must state, that the dull parts cut through by rare brilliant streaks correspond in thin section to the portions entirely consisting of large xylain-fusain and vitrain-fusain lenses slightly cemented by the groundmass, and therefore represent a woody durain. Layers of transparent brown-red matter correspond to layers of bright coal and are commonly represented by vitrain and more rarely by streaks of the groundmass.

Thus this banded coal is a durain with vitrain and rarely a soft variety of fusain. Besides this, the durain appears to be peculiar, formed largely by fragments of the woody parts of plants.

Quantitatively the type described constitutes a very low percentage in the deposit. It has been met only once in one layer of the seam IV.

KUZNETSK BASIN

General characteristic of the coals

The Kuznetsk coal basin situated in the Western-Siberian Region is remarkable for the exceptionally abundance of coal reserves and for variety of coal types. Within the limits of the basin coals of different ages and subordinated to several coal-bearing series are mined. The main base of the coal resources of this basin are the seams of the Permian Balakhonka and Kolchugino series.

The Devonian and Jurassic coals are of lesser importance.

The seams of the Balakhonka series claimed by the majority of investigators to be Lower Permian, attain a great thickness and present in each seam an alternation of different petrographic types of coal. Semi-bright and semi-dull types of coal are predominant. The typically bright varieties usually form only thin intercalations in the seam.

The coals from the majority of the deposits belonging to the Balakhonka series are of a relatively high degree of coalification ranging from fat coals to lean coals. A set of seams of the Balakhonka series is the principal reserve for metallurgical coke.

One of the major deposits of this series is that of Prokopievsk and the Kiselevsky coal-mine which is closely connected with it. The petrographic characteristics of the coal of the Balakhonka series are constant in all deposits.

To the Kolchugino series of the Upper Permian age are subordinated seams made up of more homogeneous bright coal. In the majority of the deposits of this series the coal is of lower degree of coalification—from longflamed coal to fat coals. Gas coal is predominant. The principal and most exploited deposit of this series is the Leninsk (former Kolchugino) deposit.

The Jurassic coals belong to the Conglomerate series of the basin and are as yet not fully explored and not mined. They are known in separate samples and by their predominant petrographic type are referred to a bright clarain type of coal of a low degree of coalification (they stand half way between brown coal and bituminous).

Besides usual clarain coals of Jurassic age, some specimens of durain coal and unique specimens of bituminous shales are reported.

The Devonian coals of the Kusnetsk basin occurring in its northern part along the Barzas River display an extraordinary peculiarity. The Barzas coals are made with shoots of primitive land plants (*Psilophyta*) and are largely composed of cuticle matter. Among the Barzas coals may be observed many varieties differing in the character of transformation of plant tissues into coal. Considering their technological properties the Barzas coals are a valuable stuff for producing oil by distillation.

Balakhonka series coals

The Kemerovo Deposit

Semi-bright banded coal

Plate XXV, fig. 44

The coal is compact, semi-bright with a rather distinct banded structure. The main mass of the coal consists of semi-bright, slightly striated matter. The surface of vertical fracture is smooth, slightly uneven. Amid the semi-bright matter are seen fine lenses and bands of bright homogeneous vitrain. The lenses of fusain are few. The lustre of the coal is not bright, slightly greasy. By its general appearance the coal belongs to the durain-clarain type. The lustre of the coal diminishes on the polished surface.

In thin section (fig. 44) the main mass of the coal consists of attritus matter with predominant translucent groundmass. Comparatively numerous lenses and bands of vitrain are observed. The attritus matter of the coal consists of transparent groundmass, opaque matter and of a comparatively small amount of microspore exines. The transparent groundmass predominates. The opaque matter is uniformly distributed as fine lenticular lumps amid the groundmass. In certain places the amount of opaque matter increases and then the transparent mass assumes a reticular arrangement of veinlets as in the semi-dull coal (see the description of the following type, fig. 45). But in the semi-bright coal those veins are usually considerably wider. The transparent mass is of an orange-red colour, texture fluidal, locally lumpy.

The cutinized elements are represented by exines of microspores. The cuticle occurs rarely. The microspores have an orange colour, stand out slightly from the groundmass and are few in number.

According to the maceration results the microspores belong to the same types as those in the semi-dull coal.

Minute debris of plant tissues are represented by minor areas of xylovitrain and fusain-xylain. In thin section these debris in spite of their diffused structure are usually of a dark-brown tint.

The cell-structure is not preserved even in the black areas filled by a substance of a fusain character; these areas bear traces of gelification. The amount of such debris increases noticeably in places with a higher content of opaque matter.

Larger plant debris are represented in coal chiefly by vitrain and partly by fusain. The lenses and bands of vitrain attain rather large dimensions, are visible to a naked eye and impart a banded appearance to the coal. In thin section vitrain is transparent, structureless, but has an irregular lumpy appearance. The colour of vitrain is brownish-red.

Large lenses of fusain visible to an unaided eye are observed rather rare. The amount of fusain increases markedly in duller varieties of the type with a higher content of opaque matter.

By its microscopic structure the coal represents the attritus-banded type of durain-clarain.

The comparatively greater amount of transparent matter in the main mass of the coal gives it a semi-bright appearance. The presence of opaque matter increases its density. The semi-bright character of the main mass of the coal diminishes the prominence of its banding. By the general appearance of micro- and macrostructure the coal may be classified as belonging to the durain-clarain type.

Gradual transitions from a semi-bright coal to a semi-dull one are observed in the seam. The semi-bright coal composes the main mass of the Seam Kemerovsky. The semi-bright coal yields a relatively well caking coke.

The predominance of this type in the seam makes the coal fit for coke manufacturing.

Semi-dull indistinctly-banded coal

Plate XXV, fig. 45

The coal is compact, black with a slight greyish tinge. The matter of the coal is semi-dull with fine striation. The surface of vertical fracture is even and finely granular.

The groundmass of the coal consists of dull matter with fine streaking of bright bands. More distinct bands and lenses of bright coal of about 2 to 3 mm in thickness are found sparingly. Small lenses of fusain are uniformly scattered amid the striated semi-dull matter. The coal is relatively homogeneous, the banded structure non-typical. By general aspect it must be referred to durain. The lustre of the coal increases on its polished surface.

In thin section (fig. 45) the coal is slightly transparent. The prevalent dark opaque matter is crossed by brightly coloured fine streaks. Rather large lenses of fusain and xylain with badly preserved cell structure are uniformly scattered through the whole mass of coal. The groundmass of the coal consists of transparent and opaque matter. The transparent matter of a bright orange-red colour is observed in the coal as reticulately disposed thin veinlet. The dark opaque matter is of somewhat lumpy character and consists partly of small debris of fusainized cell walls, partly of shapeless lumps of colloidal opaque mass. The composition of the opaque matter is particularly distinct in polished section observed with oil immersion.

The cutinized elements are represented for the most part by exines of microspores or of pollen. These exines have an orange tinge in thin section, and are hardly distinguishable from the veinlets of the transparent groundmass. In polished section they are more distinctly visible, occur in large amount, and are uniformly distributed through the groundmass of coal. The maceration of coal by means of Schultze reagent disengages principally the oval bodies with smooth envelope and rectilinear slit of dehiscence, belonging rather to the pollen than to the spores.

The cuticle appears in the coal only as isolated fragments. The debris of the shoot tissues are represented for the most part by lenses of fusain, xylain and partly of xylovitrain. A typical vitrain is observed very rarely. The cell structure of fusain and xylain is usually badly preserved. The lenses of fusain and xylain are slightly flattened and therefore somewhat disturb the parallel stratification of

the coal. The groundmass seems as to flow round these lenses, which cause the flexure of the layers.

In the products of maceration of the coal occur fragments of tracheids with araucaroid disposition of pits, belonging evidently to the xylain of Cordaites.

Compact bodies of rounded angular or oval form which are often observed in the coal also disturb the parallel foliation. These formations are somewhat similar with Sclerotia of fungi, as described by Stach, but their structure is less regular or constant. They are, evidently, a peculiar form of fusainization of plant tissues.

Large debris of plant tissues, easily visible, are represented by fusain and in less degree by vitrain. The lenses of fusain are partly mineralized, partly represent a soft fibrous coal. In microstructure their cell structure, as well as in smaller lenses, is usually strongly damaged.

The bands and lenses of vitrain, visible to naked eye, under the microscope usually display faint vestiges of the xylovitrain type.

The prevalence of the opaque matter is expressed in the exterior of the coal by its dull character and its compactness. Thin bands of transparent matter are visible as bright veinlets crossing the compact dull mass.

By its appearance (density and dullness) and by its microscopic structure (prevalence of opaque matter and a great amount of structural elements) this type of coal is a typical durain. At the increase of the amount of bright streaks in the coal and corresponding increase of the percentage of the content of transparent matter the coal assumes a more lustrous character and passes into the semi-bright type of coal, belonging to the durain-clarain class.

The semi-dull type of coal is fairly developed in the coal of the Seam Kemerovsky, but the semi-bright type predominates in amount.

In other seams of the Kemerovo deposit the semi-dull type occurs in somewhat altered form. The alteration of the type is due partly to a higher degree of coalification of these seams, partly, apparently, depends on some different conditions of the formation of the coal.

The Prokopyevsko-Kisseliorskoye Deposit

Semi-bright banded coal

Plate XXVI, fig. 46

The coal is distinctly banded and black. Uniformly bright vitrain bands and fusain lenses occur among the predominant semi-bright matter usually finely-striated. The distribution of vitrain lenses is often irregular. An alternation of successive layers rich in vitrain with interlayers of semi-bright striated matter lacking in vitrain is observed. The semi-bright striated mass of the coal assumes in places semi-dull appearance. The fusain lenses are somewhat uniformly scattered throughout the coal but they are more abundant in duller parts.

In thin section the semi-bright coal presents prevalence of transparent, orange-red groundmass. Few structural elements and isolated fragments and lumps of opaque matter are scattered amidst the groundmass.

The transparent groundmass has a distinctly lumpy character. Very small lenses and lumps of a swollen highly gelified xylovitrain *xv* making parts of groundmass are frequently met with. Only in places and very rarely the groundmass reveals a fluidal character indicating the evolution of the matter through a very liquidified state.

The opaque matter is noticed in a relatively small quantity. The individual opaque particles have appearance of minute fragments of fusainized cell walls. Only in rare cases flake-like lumps of opaque matter are to be noticed. In duller parts of the coal the amount of opaque matter sharply increases.

The cutinized structural elements are represented by few exines of microspores and single shreds of cuticle. The exines of microspores *s* are strongly flattened and appear in a form of thin, yellow streaks in the coals of relatively low degree

of coalification and of an orange-red colour in the coals of higher degree of coalification of this type.

A considerable amount of the remains of shoot tissues is noticeable. Fusain and xylain-fusain lenses are uniformly scattered throughout the whole mass of coal. The structure of the tissues in these remains is usually greatly deformed. Fusain lenses frequently attain sizes visible to the naked eye. However the fusainized remains occur in the semi-bright type of coal in an appreciable smaller quantity than in the semi-dull varieties. Gelified tissue remains are numerous and are represented by xylovitrain and vitrain. The latter forms distinct bands clearly differing from the surrounding attrital matter and is easily recognizable in the block of coal giving it a distinctly-banded appearance. Xylovitrain is observed mainly in a form of rather small lenses with somewhat diffused outlines.

Judging by the predominance of gelified matter transparent in thin section, and by the small amount of structural elements, this semi-bright banded coal is a clarain. The band-like interlayers with an increased content of opaque matter and remains of tissues with preserved structure, belong rather to durain, occupying a subordinated position in the general mass of coal.

The thickening of these interlayers and growing of quantities of plant remains leads to gradual transitions between the semi-bright and the semi-dull types of coal. The semi-bright banded type of coal plays an important part in the general mass of the coals of the Balakhonka series. The seams producing the best coke are almost entirely formed of this type of coal.

Semi-bright indistinctly-striated coal

Plate XXVI, fig. 47

In its outward appearance, the coal is dim semi-bright, indistinctly striated, black in colour with slight grey shades. The main mass of the coal as taken in a piece consists of a compact semi-bright matter with a smooth fracture surface. The striated character of the coal is due to the minute lenses-streaks of fusain and vitrain scattered in the whole mass of the coal. The coal presents a great likeness to the semi-dull homogeneous type being distinguished from it by a stronger lustre and more distinctly pronounced striated character.

In thin section the coal shows a regular distribution of the transparent and opaque matter. The former predominates in quantity. The opaque particles are equally scattered amidst the transparent groundmass. In most cases the opaque matter is represented by small fragments of fusainized cell walls and even by minute lenses of fusain. The equal distribution of opaque particles in the transparent groundmass supplies the latter an indistinctly lumpy character.

From the cutinized elements in the coal a few exines of microspores may be observed regularly scattered amidst the lumpy groundmass. The exines of the spores are strongly flattened, streak-like and in thin section have a vivid yellow colour.

The remains of stem tissues are chiefly represented in the coal by small lenses of vitrain and fusain. The lenses of vitrain *v* have an elongated shape and do not preserve any traces of cellular structure. Fusain is disseminated in the whole mass of the coal in the form of small slightly flattened lenses with highly decomposed cellular structure. Some of the lenses have angular outlines. Small lenses and lumps of xylain *x* of highly diffluent structure and having in thin section a reddish-brown colour are observed in a smaller quantity than fusain. Larger lenses of vitrain and fusain attain sizes visible to an unaided eye and give the coal an indistinctly striated character. The crushing of plant remains and their regular distribution in the coal communicate the latter a comparative homogeneity. The semi-bright character of the coal is due to the predominance of the transparent matter.

The semi-bright indistinctly striated type of coal is comparatively seldom observed in seams and usually grades into a semi-dull homogeneous coal. By the transition the ash content in the coal usually increases. The semi-bright striated

coal is most typically pronounced in Seam IV, „Vnutrenny“ in the slope №3 of the Kisseliovsky district.

Semi-dull lenticularly-banded coal

Plate XXVII, fig. 48

The coal is compact, semi-dull, breaking into blocks of irregular form. The colour is black with slight greyish tinge. In vertical fracture thin streaks and more rarely larger lenses of bright coal are noticeable. The main matter of the coal is dull; in fresh fracture finely granular. The semi-dull appearance of the coal is due to brilliant veinlets and streaks. Besides them numerous fusain lenses of varying sizes are noticeable. The clearly-cut lenticular shape of fusain inclusions and partly of bright coal is characteristic of this type. The horizontal planes in the block of coal are usually ill-defined and uneven. The most regular horizontal surfaces bear numerous fragments of fusain.

In thin section the coal presents a close alternation of transparent and opaque matter. The transparent orange-red matter of the groundmass forms a kind of network of thin veinlets with a more or less elongated arrangement. The interstices between the transparent veinlets are filled with a lumpy dark-coloured matter and with fusain or xylain lenses.

Spore exines, rare shreds of cuticle and grains of mineral admixtures are scattered throughout the lumpy opaque matter. The cutinized elements by their colouring approach the transparent groundmass and are hardly distinguishable in thin section. The remains of plant tissues are numerous, varying in size, displaying all stages of transformation from vitrain to fusain, inclusive. The vitrain lenses are strongly flattened and when being small are almost indistinguishable from thicker veinlets of the groundmass. Xylovitrain is more rarely shown in thin section, but in polished section it appears in a relatively large quantity.

Fragments of tissues in a form of xylain-fusain and fusain are most frequent. In the majority of cases the cell structure of tissues is strongly disturbed. Fusain lenses with a well-preserved cell structure are noticed more rarely. The lenses vary greatly in size. Beside numerous minor lenses less than 1 mm some lenses up to 2 cm, even 3 cm in length are present.

Besides lenticular fragments of plant tissues rounded or oval bodies which show gradual transitions to the fragments or tissues occur in the coal. Two main types of these bodies are noticeable: one with a matter of fusain type and the other with a matter of vitrain type. The first *b* appear in a form of considerably swollen bodies with rounded outlines. By the nature of their matter they stand near to fusain and bear traces of deformed cell cavities. The second *b*₁ are similar to resinous bodies, but in colour indistinguishable from the transparent groundmass and vitrain. They occur locally in large numbers.

Besides organic constituents admixtures of mineral grains are often noticed in this type of coal. In some varieties these admixtures occur in relatively large numbers.

The considerable content of lumpy opaque matter and of fine fragments of fusain imparts a dull appearance to the coal and causes the fine granular character of the fracture surface. The transparent veinlets arranged in a network correspond with brilliant streaks visible in the coal.

At the increase in thickness and number of transparent veinlets the described type of coal leads to transitions into semi-bright types. In the coal seams of the Prokopievskoye deposit the semi-dull lenticularly-banded type of coal plays a considerable rôle in the middle part of the series. In the seams of the upper subseries this type of coal forms only isolated interlayers. In other deposits of the Bala-khonka series this type of coal is also relatively frequent.

Semi-dull homogeneous coal

Plate XXVII, fig. 49

Very compact coal of greyish colour, uniformly semi-dull. Breaks into lumps of irregular shape. The fracture is frequently semi-conchoidal. The fracture plane

is smoothed and reflecting. Occasionally very small fusain lenses are dispersed in the coal.

In thin section the coal presents a disorderly accumulation of finely crushed plant debris and lumps of transparent and opaque matter. The transparent matter is red in colour and is arranged in separate lumps and thin streaks among the prevalent opaque matter. The latter consists largely of fragmentary fusainized cell walls and minute fusain lenses.

The cutinized elements are represented by exines of microspores, scattered amidst the lumpy groundmass. Spore exines (S) are relatively scanty, slightly flattened and show no regular arrangement in layers. Besides individual exines, compact accumulation of spores are found, which correspond to the content of the immature sporangia.

The most clearly outlined and numerous plant fragments are the fragmentary stem parts. In most cases they are represented by fusain. The fusain lenses have commonly a somewhat deformed cell structure of a type of an arc-like structure. Fragments with a swollen cell structure of a xylain-fusain type are sometimes to be met with. Apart from such distinct lenses, other inclusions with rounded outlines are noticeable, which approach to xylain-fusain by the nature of their matter as well as by their structure.

The great amount of fusain fragments which have preserved sufficient hardness in all stages of formation, is the cause of the absence of regular stratification in the arrangement of lumps of the groundmass and of the spore exines. Nevertheless a defined laminated arrangement is noticeable in the general distribution of the coal constituents.

Apart from the organic remains, mineral admixtures in a form of fine grains uniformly scattered, among the organic matter are always to be seen. Clay inclusions in shape of pockets are noticeable too. The plant remains participating in the composition of the coal are uniformly crushed and rarely attain sizes visible to the naked eye. This crushed state of the matter is expressed by the homogeneity of the external appearance of the coal. The presence of fusain-like matter makes the coal dull, yet the finely distributed lumps of transparent groundmass impart to it a feeble lustre.

On the increase in sizes of plant fragments, fusainized as well as vitrainized, the semi-dull homogeneous type of coal passes into the striated and even lenticularly-banded variety.

The semi-dull homogeneous type of coal occurs rather often in the seams of Kisselovo and Prokopievsk deposits. It commonly forms definite layers seldom attaining more than 0.20 m in thickness. Usually this coal is most homogeneous in the middle part of these layers appearing striated in their upper and lower parts.

The interlayers of semi-dull homogeneous coal are usually very constant in the seams and therefore can serve as guide seams for correlation purposes.

Kolchugino Formation Coals

Bright indistinctly-banded coal

Plate XXVIII, fig. 50

In his outward appearance the coal is black, bright and comparatively brittle. The main mass of the coal consists of indistinctly-striated bright matter. Small lenses and bands of homogeneous vitrain are indistinctly visible amidst the whole brilliant mass of the coal. Fusain is very seldom observed. It is encountered only in the shape of individual comparatively large lenses. The coal has an irregular step-like fracture. Varieties and interlayers with a more or less pronounced striated character of the main mass of coal are met with.

In thin section the coal is perfectly transparent. A marked predominance of the orange groundmass is observed. Exines of microspores and thin shreds of cuticle are more or less equally scattered in the groundmass. Opaque particles

are observed in a very scanty number. The groundmass is chiefly homogeneous and structureless. Lenticular portions with indistinct lumpy structure are but seldom met with. These lenses correspond to fragments of gellified plant tissues which have not as yet been altogether mixed with the groundmass. They are, however, so indistinctly outlined, that it is not always possible to distinguish them from the groundmass. Portions composed by alternation of thin indistinctly outlined orange and reddish bands are constantly met with in the groundmass. These portions correspond to fragments of cuticle which appears as if dissolved in the groundmass. The decomposition of the resistant matter of the cuticle and its mixing with the groundmass apparently gives the latter its vivid orange colour.

Besides the diffident shreds of cuticle, the latter is observed in the coal in a well preserved state (fig. 50 A). In these cases the fragments of cuticle have a vivid yellow colour and distinct outlines. The exines of microspores uniformly disseminated in the whole mass of coal S possess the same yellow colour as well.

The remains of stem tissues are present in the coal but in a very small amount. Besides the above mentioned minute lenses of xylovitrain which take part in the composition of the groundmass, small lenses of fusain and xylain and fragments of fusainized cell wall are met with. In some portions of the coal the amount of fusain, xylain and opaque particles increases (fig. 50 B). Such portions correspond to more striated, as to their outward appearance, bands in the coal. The uniformly bright bands of vitrain, visible on the polished surface of the coal in thin section are usually totally structureless and indistinctly separated from the groundmass. According to their brilliant outward appearance and predominance of the transparent groundmass, the coal belongs to a typical clarain.

In the coals of the Leninsk deposit and generally in the seams of the Kolchugino series the bright clarain coal is markedly predominant.

Semi-bright banded coal

Plate XXIX, fig. 51

The external appearance of this coal presents a distinct banding. Bright, semi-bright and partly even semi-dull bands are noticeable as well as scattered fusain lenses attaining sometimes 1.5—2 cm in length. Occasionally, fusain occurs in thin interlayers.

The bright constituents of the coal are represented mainly by vitrain, frequently forming bands up to 1 cm in thickness. The semi-bright and more rare semi-dull bands have a finely-striated structure. Clayey lenses and interlayers are often met with among the coal matter.

In thin section the coal appears likewise distinctly banded. An alternation is noticeable of typical durain and vitrain bands with bands containing a lumpy groundmass and an increased content of spore exines and lumps of opaque matter. Large fusain lenses visible to an unaided eye are confined to the latter bands.

Vitrain *v* forms definite clearly outlined bands and lenses, has a reddish-orange colour in thin section and almost never bears traces of cell structure.

Clarain is represented by typical variety with a marked predominance of transparent groundmass and a small amount of spore exines and cuticle shreds. The clarain bands are commonly wide and occupy an area exceeding the microscope field of vision. Interlayers with a lumpy groundmass and a higher content of plant tissues occupy an inferior position and only in rare cases may be referred to the typical durain. By the proportion of the groundmass, opaque matter and structural elements they are sooner durain-clarain and more rarely clarain-durain. The groundmass of these bands has a more dark-brownish shade than that of durain and has a fine-lumpy structure. Particles of opaque matter are fine and uniformly scattered amongst brownish transparent lumps. Spore exines *s* are disorderly distributed among the lumpy groundmass. They are more numerous than in durain, although relatively not abundant. Large and small fusain and xylain-fusain lenses *f*, rarely noticed in the durain sections of coal, occur among durain-clarain. Besides them

rounded-angular bodies *b* impairing the stratified arrangement of minute plant remains are also to be met with. Fine mineral grains are scattered amidst the lumpy groundmass. The presence of mineral admixtures increases the dull character of these interlayers.

The well defined banding of the coal is connected with the presence of durain-clarain and clarain-durain interlayers as well as fusain inclusions confined to these interlayers. At the decrease in quantity and in thickness of such interlayers, gradual transitions from semi-bright banded to a bright indistinctly banded type of coal take place.

In the seam of Leninsk Coal-Mines the semi-bright banded type is less important than the bright indistinctly-banded type of coal.

MINUSSINSK BASIN

Bright indistinctly-banded coal

Plate XXIX, fig. 52

Bright, rather compact, and almost homogeneous coal. The lustre is bright and resinous. The fracture is smoothed scalariform. In the block the banding is hardly visible. On the polished surface the alternation of bright bands with semi-bright striated interlayers is more distinctly visible. By its external appearance the coal is a typical clarain.

The coal is transparent in thin section. A transparent orange-red groundmass predominates. Yellow cutinized elements and small single fragments of fusain are scattered throughout the groundmass. Besides them large alveolar bodies considered as algae are also noticeable.

The groundmass is the predominant constituent of the coal matter. In parts it is compact and homogeneous and in parts it has a lumpy structure. Several portions are noticeable not containing any structural elements nor showing any clearly defined contours characteristic of vitrain.

The cutinized elements are represented by exines of microspores and shreds of cuticle.

The microspores are not quite uniformly scattered throughout the groundmass. Bands with increased content of exines may be seen equally to those poor in exines. The boundaries between these bands are not sharp and the alteration in the content of spores in the adjoining sections of coal proceeds gradually. The spore exines are strongly flattened, the inner cavities not being visible in thin sections. The colour of the spores is light-yellow. On maceration of coal by means of Schultze's solution perfectly preserved spores are yielded. Larger microspores with wide rims and smaller spores with the surface covered by tubercles are most often met. Spores of a three-cornered shape with rare spines and well-marked tri-radiate slit of dehiscence occur rather often. Megaspores are noticed in individual specimens. Usually they are not large and have a smooth surface.

The cuticle occurs frequently and sometimes forms long bands crossing the whole thin section. In most cases the indentation of the inner borders is well marked. The cuticle is bright-yellow coloured.

Algae are noticed in rather large numbers and belong to the species *Pastillus cellulosus* Zalesky. They represent rather large colonies (up to 0.5 cm), consisting of individual cells-lumps with preserved remains of cell cavity. The presence of this type of algae is characteristic of the Minussinsk coals.

The remains of woody tissues are very rare in the bright indistinctly-banded type of coal. They are represented by xylovitrain lenses with swollen outlines or by fine fragments of xylain-fusain. The latter are usually noticed in bands enriched by spores and having a lumpy groundmass.

By its microstructure the coal represents an attrital clarain formed from finely-crushed gellified plant material.

The bright appearance of the coal is due to the predominance of the transparent gelified groundmass. The indistinctly-banded, almost homogeneous appearance of this coal is owing to the absence of large fragments of tissues, and to the gradual transition from portions rich in spores to those almost lacking in them.

At the increase in the content of structural elements the bright indistinctly-banded coal assumes semi-bright appearance.

In the seams of the Chernogorsky Mines the indistinctly-banded bright and semi-bright types of coal are predominant.

TUNGUSKA BASIN

Semi-bright indistinctly banded coal

Plate XXX, fig. 53

Semi-bright black coal. Cut by vertical fissures filled with calcite. The streak is black. The structure indistinctly banded. Pieces of silky-bright fusain are seen on the surface, parallel to stratification.

In thin section the coal is slightly transparent. It is characterized by considerable development of the groundmass of dark brownish-red colour. Structural elements appear as fragmentary parts of shoots embedded in the groundmass. The cutinized structural elements are lacking, apparently because of the rather high degree of coalification. The groundmass is slightly transparent and somewhat lumpy in thin section. In polished section it appears homogeneous and light-grey in colour.

The fragmentary parts of shoots are conspicuous as more or less distinct inclusions with poorly preserved cell structure. Owing to the alteration of the matter they may be referred to fusain with a decomposed or confused cell structure. Some of them represent intermediate grades between xylain and fusain (xylain-fusain). Roundish-oval and angular bodies occur in small quantities. They are also not transparent in thin section, as fusain. In polished section all above mentioned structural elements, in contrast to the aspect of thin section, show clearly defined, sharp outlines. Fusain and roundish-oval bodies are conspicuous in the relief of polished section and are distinguished by their white colour amid the light grey groundmass. The size of the fragmentary parts of shoots varies from microscopically fine particles, consisting of 2—3 cells, up to fragments visible to the naked eye on the surface of polished section. Small vitrain lenses (not exceeding 2—3 mm) can be referred to them. Vitrain does not show any structure under microscope. In thin section vitrain is undiscernible from the groundmass, and in polished section it is of the same light-grey colour as the groundmass, but does not contain strange inclusions. Among other inclusions a small amount of fine mineral particles is seen in the coal. The semi-bright appearance of the coal is due to the predominance of the groundmass. Bright streaks of vitrain determine its banded structure; the same as the larger inclusions of fusain distributed in the layers.

By the character of microstructure the coal may be referred to a clarain with fine inclusions of fusain, xylain-fusain and vitrain. The lack of recognizable cutinized elements may be explained by the degree of coalification.

Semi-bright banded coal

Plate XXX, fig. 54

In its external appearance the coal is semi-bright with a greasy lustre, brittle. In blocks the colour is black. The streak is brownish-black, the fracture — irregular, angular. Banded structure, due to the alternation of narrow, distinctly though not sharply defined semi-dull bands with wider bright bands.

The coal is not homogeneous in microstructure, but reveals the alternation of clarain and clarain-durain. The predominant substance is clarain, consisting chiefly of groundmass. The groundmass is quite transparent, brownish-red in colour, compact. The cutinized structural elements are represented by microspores and rarely

by debris of cuticles. The microspores are visible in form of yellow flattened bodies not very conspicuous amid the brownish-red groundmass.

They are unequally distributed in the coal and enrich the durain-clarain bands. In polished section the microspores have a grey tint, considerably darker, than that of the groundmass. The remains of shoot parts of the plants correspond to xylain and fusain with more or less fused cells. The fusain is most conspicuous in the polished section, has distinct outlines and is white in colour which distinguishes it from the light-grey groundmass. The fragmentary shoot remains are met more frequently in the bands of durain-clarain, than in pure clarain. Some of the remains represent structureless vitrain. Vitrain occurs as small lenses of the same colour as the groundmass. Its boundaries are very indistinct, fusing with the groundmass.

Among other structural elements deserve noticing rather rare rounded bodies. In polished section they have the same white colour as the fusain and are projecting as high relief.

The coal has a small admixture of mineral matter. It consists of sparsely distributed small grains and occasionally of lenticular portions of clay.

There are no large fragments of plant tissues with preserved structure. The bands of durain-clarain correspond to the semi-dull bands in a block of coal. The bright bands correspond to clarain. Thus, by the character of its microstructure the coal represents clarain with narrow bands of durain-clarain. Its significance in the formation of the seam, as well as of that of the deposit is as yet unknown.

Semi-bright coal

Plate XXXI, fig. 55

Only a thin section was at hand for description.

The coal is transparent not throughout the whole thin section. The main components contributing to the composition of the coal are: parts of plant shoots, transparent and hardly transparent groundmass. The cutinised structural elements are not essential. Not clearly defined stratification due to the alternation of thin bands of transparent and semi-transparent groundmass is characteristic of the microstructure. The stratified appearance is emphasized by the presence of elongated fragments of parts of plant shoots.

The dark-brown groundmass is represented by small lenses of varying width and by minute lumps included in the transparent mass. The transparent groundmass is of reddish-brown colour. The proportion of the transparent and opaque matter is nearly equal, sometimes changing to the predominance of the transparent matter.

The cutinized structural elements are chiefly represented by golden-yellow exines of microspores. The cuticle occurs scarcely and in fragments. It has indistinct shapes and is of rather dark colour, resembling the colour of the groundmass. The fragments of shoot parts are represented chiefly by fragments of cortical tissues of varying size. Fragments of wood tissues are also present. The degree and the character of alteration of the shoot fragments corresponds to xylovitrain and vitrain. Fusain, xylain and structural vitrain with preserved annual rings are rarely present.

Not unfrequent are the inclusions of yellow bodies, which must be considered as characteristic. They are of irregular, sometimes elongated shape. Many of them reveal a structure consisting of separate tabular bodies, i. e. a decomposed and essentially altered tissue.

Supposedly the yellow matter be held to be suberine impregnating the cortical tissue. Black opaque bodies of fusain type are rarely found. Their shape is usually irregular. They are often circumflued by surrounding matter.

Dull banded coal

Plate XXXI, fig. 56

The sample is taken of natural exposure and the coal is consequently weathered. Friable, crumbling away into slack of blackish-brown colour. Finely striated

structure, due to alternation of thin bands of feebly glistening coal (vitrain) and dull bands (durain, fusain). The surface parallel to stratification is completely covered with fusain in form of angular particles of varying sizes. The fusain is represented by its soft variety.

In thin section the coal is transparent, reveals distinct bands due to regular alternation of the three ingredients: spore-durain, fusain lenses and usually more narrow vitrain bands.

The groundmass appears in two forms: transparent, and poorly transparent or almost opaque. The transparent groundmass is of reddish-brown tint. The slightly transparent groundmass is represented by small lenses and lumps, dark-brown and sometimes almost black in colour.

The cutinized structural elements are represented almost exclusively by yellow exines of microspores in a good state of preservation. Large yellow exines resembling megaspores occur very rare. The specific composition of microspores received by maceration shows a great variability.

Few specimens of microspores are found, resembling those occurring in the coals of the Kolchugino series of the Kuznetsk basin.

The fragments of parts of plant shoots have the appearance of structureless vitrain, fusain, rarer xylain and xylovitrain. Vitrain is represented by bands of varying size and small lenses broken by cracks perpendicular to their length. The colour of vitrain is reddish-brown, analogous with the colour of the transparent groundmass.

Fusain is represented by inclusions of varying size, among which many are large. A poorly preserved cell structure is characteristic for fusain. The cell-walls are often rather diffused, the cavities of the cells are therefore irregular and insignificant and besides that also disturbed.

Transitions from fusain to xylain-fusain of translucent dark-brown colour occur sometimes.

The admixture of mineral matter is insignificant. The mineral particles represent rather scarce grains of some white mineral.

Bands of durain enriched by microspores correspond to the dull bands in hand specimen. Large bands of vitrain are slightly bright, and represent an independent ingredient. Large inclusions of fusain correspond to angular particles of coal of fibrous structure covering throughout the surface of coal parallel to the stratification.

By its macro- and microstructure the coal appears a banded coal formed by alternation of three ingredients: durain, vitrain and fusain.

CRIMEA

The Beshuy Deposit

Jet. Plate

XXXII, fig. 57

In its external appearance the jet of Beshuy deposit is distinguished by its black colour, even pitch-lustre, clearly-defined conchoidal fracture and viscosity owing to which it proves an excellent material for odd-work.

In pieces, the jet often reveals a woody structure. Thus, the jet is a vitrain of woody origin lacking the principal property of vitrain—brittleness.

The microstructure of jet also that of a typical vitrain. In places it reveals a structureless, altogether homogeneous matter of orange-brown colour; now and then indistinctly woody structure may be observed. The tissue presents some difficulties to be clearly discerned, but the arrangement of cells in rows and the medullary rays, characteristic of the secondary wood, may be still observed.

Such a microstructure displayed in all other jets proves in correspondence with the external appearance of jet and points out to the peculiar conditions of preservation and transformation of woody tissue into coal. Jets are sometimes met with in the shape of lenses in coal seams and more often in the form of nodules in the rocks of the roofing. Their amount is usually scanty.

TRANSCAUCASIA

The Tkvarcheli Deposit

Semi-bright homogeneous coal

Plate XXXIII, fig. 58

In the block this type of coal has a characteristic lustre of low rank bituminous coal (1st variety)¹. It is black in colour and its streak is also black. The coal is rather compact. A fluidal conic jointing as well as eye-jointing are very frequently met with. Its structure is homogeneous. Clarain is the only ingredient that composes this type of coal.

The coal is transparent and homogeneous in thin section. The predominant matter is a humic groundmass of a lumpy structure with extremely scarce structural elements. Hardly discernible shreds of cuticle and exines of microspores and pollen are very occasionally met with. Sometimes the cuticle surrounds lenses of the same matter as the groundmass representing altered leaf fragments. The mace-

¹ All coals of the Tkvarcheli deposit belong to the clarain type and are divided into three varieties according to some slight differences in microstructure.

ration products reveal an insignificant quantity of pollen and a small number of microspores. The microspores are more abundant than the pollen.

Small lenses of structureless vitrain almost completely confluent with the surrounding groundmass are also occasionally met with in thin section. They still preserve cracks of desiccation and indistinct outlines. In the variety described the mineral inclusions are sparingly scattered through the groundmass in the form of fine grains of pyrite and as streaks of carbonates along fissures and finally as fine clay lenses.

Thus the bright clarain type of coal of the Tkvarcheli deposit is a humic coal characterized as regards its microstructure by extraordinary prevalence of groundmass and insignificant content of structural elements.

The inner homogeneity of the matter composing the coal is completely expressed in the homogeneous structure of the coal in the block. It is a result of high gelification of the original plant material at its transformation into coal.

This type of coal has gradual transitions into other types. First, it may pass into clarain ash coal with a banded structure when soiled with mineral particles (clay). Secondly, it may pass into semi-bright clarain type of the second variety, the description and the figure of which are given further. The transition into the second variety depends on the increase of the amount of cutinized structural elements.

The distribution of this type of coal is connected with the seams I, I^a and I^b. In the seams II, II^a, II^b and II^c it is less frequent.

In relation to the general mass of coal this type or variety constitutes approximately the third part of the general amount of coal seams.

Semi-bright striated coal

Plate XXXIII, fig. 59

In the block the coal is compact, black and semi-bright (2nd variety). The streak is black. On a careful examination of a block the coal reveals an indistinct striated structure. In specimens intermediate to the first variety a greater homogeneity of matter and a more intensive lustre is noticeable. The fluidal conic and the ocular jointing are rather seldom connected with this variety. The only ingredient participating in the formation of the given variety is clarain.

The coal is very transparent in thin section. The predominant matter represents a lumpy homogeneous groundmass. Contrary to the microstructure of the first variety of coal, this coal is less homogeneous in thin section. The heterogeneity of microstructure is due to a relatively greater abundance of cutinized structural elements. The table gives the results of the estimation of the quantity of cutinized structural elements for 1 mm² in both varieties for three specimens of each.

Structural elements	1st variety				2nd variety			
	Spec. 248.	Spec. 250	Spec. 208	Average	Spec. 132	Spec. 320	Spec. 421	Average
Microspores . . .	1.2	15	8	8	29	20	77	38
Cuticles	0	0	0.8	0.8	3	2.2	2.0	2.0

The cuticle usually surrounds lenses of red-brown matter, which partly have a cell structure. The small lenses surrounded by cuticle represent leaf fragments. Microspores and pollen are irregularly distributed in the groundmass. Only separate bands with darker red-brown colouring of the groundmass are enriched with micro-

spores and pollen. In maceration products a small quantity of pollen was found and a somewhat larger quantity of microspores. In thin sections the cuticle and microspores are dark-brown to golden-yellow in colour.

Among other inclusions small lenses of a vitrain-like groundmass may be noticed. Their matter is lumpy and the outlines indistinct. They are lacking in any structural elements.

Fusain may be counted absent in this variety, because it has been met only in 1 or 2 lenses out of nearly 300 specimens examined.

Mineral inclusions in the shape of fine grains of pyrite, clay lenses, and pelitic quartz grains are scattered in small numbers rather uniformly throughout the coal.

Quartz and small clay lenses are more often confined to bands rich in microspores.

The semi-bright coal of the second variety represents a fine-attrital clarain. The presence of a preciable amount of structural elements; their irregular distribution and small lenses of a vitrain-like groundmass impart a striated appearance to the coal in block. On the increase of the amount of clay and quartz grains the second variety like the first passes into banded ash coal.

The described type is the most widely developed in the deposit. It participates in the formation of all seams as the principal type. In the first seams it is represented by specimens less enriched with cutinized structural elements, near in this respect to the first variety shown in fig. 58.

The Tkvibull Deposit

Resinous liptobliolith

Plate XXXIV, fig. 60

The coal is dull. The colour darkish-brown, differing from the blacker coals of all other types of the deposit. The coal is compact, viscous (not brittle) without any traces of jointing. The fracture is irregularly angular. Lenses of bright coal — vitrain — are sometimes met with. On the broken surface are occasionally noticeable separate large (up to 1 cm) inclusions of oval or irregular shape, with somewhat dull lustre and conchoidal fracture slightly translucent on the edges, being large inclusions of resin. Sometimes the needles of this resin are to be seen on the surface of the coal specimens.

Proximate analysis				Ultimate analysis			
Air-dried	Moisture-free		Dry ash-free	Dry ash-free			
Moisture	Ash	Sulphur	Vol. matt.	C	H	N	O + S
4.70	29.20	2.16	63.0	80.45	6.95	1.54	11.04

The chemical composition of this peculiar coal is as follows. It reveals a great difference from the common humic coal and approaches somewhat the composition of the rhabdopissite of the Upper Suifum basin.

The microstructure of the resinous liptobliolith is also near to that of the rhabdopissite. As shown in transparent thin section (fig. 60) it consists of an accumulation of structureless yellow resinous bodies of varying sizes from 1 cm to microscopic ones. They are cemented by a rather dark-brown mass, sometimes with fibres of decomposed tissues. The amount of such cementing mass is insignificant and in the majority of cases the resinous bodies stick together without it. Frag-

ments of cuticle and microspores are occasionally found in it. Locally, fine rounded accumulations of sulphurous iron are noticeable.

The resinous liptobiolith may pass into bituminous shales, and when enriched with clay or humic admixtures—into a mixed coal with abundant resinous bodies in the humic mass.

In some seams of the Tkivuli deposit the liptobiolith described constitutes a very considerable and even prevalent part of the coal.

Cuticular coal-shales

Plate XXXIV, fig. 61

This coal appears schistous, dull, readily breaking into plates. Elongated bands resembling leaf impressions of some Mesozoic plants are discernible on the bedding planes. On denudation the coal splits readily into separate sheets. Frequently it cannot even be called coal: owing to the abundance of mineral admixtures it passes into a shale.

The microstructure of this peculiar type of coal and shale is very characteristic. Abundant and well preserved yellow bands of thin serrate cuticle are usually completely surrounding the elongated and somewhat flattened bands of the semi-transparent matter. In these bands may sometimes be discerned evidences of former cell structure with cells normally elongated according to the growth direction of the cuticle. These bands could be called xylovitrain. They must be considered as altered and gelified inner tissue (parenchima) of leaves, transformed into xylovitrain, and even into a structureless groundmass. Sometimes these leaf remains are connected with yellow resinous bodies, evidently resin drops in their former state.

Thus, as shown in the figure, this type of coal originates from a pure accumulation of leaves.

A yellow, apparently clayey mass, cementing the accumulation is visible between the separate leaves or conifer needles.

In some cases such mass predominates over the leaves to such a degree that the latter appear as merely inclusions, and then the coal passes into coaly shale or even shale with scattered organic inclusions. Its ash content is therefore always very high.

The variety described occurs as interlayers in the coal seam. Its quantity is difficult to estimate.

THE EASTERN SLOPE OF THE URALS

The Cheliabinsk Deposit (Rhetic)

Bright banded coal

Plate XXXV, fig. 62

Bright banded coal consisting of two main components: clarain and vitrain. The latter occurs in fine inclusions and bands up to 1 *cm* thick. By its lustre it hardly differs from clarain. The fracture is semi-conchoidal. The colour of the streak is dark-brown, almost black.

The microstructure of the coal is in the main characterized by the presence of predominant humic groundmass and rather large remains of stem material embedded in the groundmass, chiefly in the form of vitrain.

Under the microscope the coal matter is transparent. The predominant humic mass has a reddish shade. Its structure is in parts slightly lumpy, resembling the structure of gelified plant tissues. Vitrain in the form of bands and lenses is rather abundant in the groundmass. In colour it hardly differs from the groundmass and sometimes appears to be confluent with it. Fine inclusions are usually structureless, the larger revealing woody structure. Besides vitrain the groundmass contains rare fine fragments of fusain. To the yellow inclusions belong the cuticle occurring in

large numbers, and unitary microspores. The cuticle is poorly preserved, it is mostly swollen and in parts completely confluent with the groundmass.

The bright banded coal is the most widely developed type among the varieties of the Cheliabinsk coals of the Seam I.

Semi-bright homogeneous coal

Plate XXXVI, fig. 63

Semi-bright, homogeneous clarain type of coal, black in colour. The fracture is semi-conchoidal, the streak dark-brown.

Under the microscope the coal is characterized by the predominance of the groundmass of two colours: red-brown and yellow-orange and by the small amount of cutinized elements included in it. The groundmass is heterogeneous: the red-brown is a humic matter while the yellow-orange represents cuticular mass, formed largely by cuticle diffuent in the humic groundmass. The cuticle is arranged either in parallel bands (1st variety, fig. 63A), or surrounds lenticular portions, resembling lenses of xylovitrain (2nd variety). Sometimes it reveals indentations characteristic of cuticle (fig. 63B).

Preserved structural elements of yellow colour are represented by a small amount of microspores and pollen in short streaks, and by large megaspores with fringy external borders and flattened cavity of their body (fig. 63A). They are all irregularly distributed in the humic groundmass.

The semi-bright homogeneous clarain type of coal is the main variety of the Cheliabinsk brown coals.

Semi-dull, roughly banded coal

Plate XXXVII, fig. 64

Semi-dull banded coal of black colour. The main mass consists of a compact clarain type of coal with fine semi-bright inclusions of vitrain, interchanged with rather constant large bands of fusain representing an agglomeration of fine fragments. The fracture is irregular, the streak dark-brown.

Under the microscope in transmitted light the coal matter is not homogeneous. It consists of a humic red-brown mass, cuticular yellow-orange mass and fusain. The groundmass plays an inferior part as compared with the total amount of inclusions. Its separate brown, poorly translucent portions sometimes bear traces of cellular structure. Fine rounded lumps formed as results of gelification of plant tissues, inverted into groundmass, occur in large quantities. Inclusions of structural elements are largely composed of fusain which is abundantly represented. Its shape, size and mode of distribution in the groundmass vary greatly. It occurs more frequently in elongated rather large lenses with disorganized cell structure and fine fragments of tissues without evidence of cell structure. Apart from fusain, remains of higher order xylain, xylovitrain and vitrain lenses of different shades of dark-red are present. As cutinized elements embedded in the groundmass, broken microspores and pollen of yellow colour are rather numerous. They are poorly preserved. Cuticle is rarely preserved in this type of coal, it occurs in scanty fine shreds of orange colour and sometimes in an incomplete encircling of xylain lenses.

The major part of the cuticle is decayed and converted into the yellow-orange groundmass.

The semi-dull type of coal differs greatly from the semi-bright type in its external appearance as well as in microstructure.

Its outward dullness when examined under the microscope is explained by the presence of predominant quantity of inclusions of structural elements among which fusain prevails.

CASPIAN COAL REGION

The Yagman Deposit

Bright indistinctly-banded coal

Plate XXXVIII, fig. 65

A compact pitch-bright indistinctly-banded coal. The blocks of coal are of irregular form; the horizontal surfaces parallel to the bedding-plane are not defined. The vertical fracture is slightly uneven and in places semi-conchoidal. In fresh fracture the coal is bright, almost homogeneous. Among the finely striated bright matter small uniformly-bright lenses stand out indistinctly. Fusain is not observed.

In separate cases on the coal-blocks are seen fluidal slicken sides.

In thin section a predominance of transparent brownish-red colloidal matter is noticeable. Bright-yellow cutinized elements are scattered throughout the groundmass of coal. In places lenticular areas containing no structural elements are visible. They are frequently bordered by a strip of cuticle, but sometimes are very indistinctly separated from the surrounding groundmass.

The groundmass of the coal consists of transparent slightly-lumpy humic matter of bright brownish-red tint in transmitted light. The lumpy character of the groundmass is unequally sharply defined in different parts of the coal. In portions containing a considerable amount of spore exines or pollen there is lamellar fluidal arrangement of the groundmass. The lumpy character is most conspicuous in portions without structural elements. Owing to the vague boundaries of these portions they cannot be distinguished as independent elements of the microscopic picture and must be referred to the groundmass.

By its original substance the groundmass represents the result of intense gelification of very finely-crushed plant material. The above-mentioned lumpy portions correspond to the remains of plant tissues which have preserved relative compactness during the process of gelification.

The cutinized elements are represented by thin spore exines, pollen and shreds of cuticle.

The spore exines are very fine, strongly flattened and of a light-yellow colour. They are rather uniformly distributed throughout the coal, but within the boundaries of microscopic field of vision a grouping in stratified complexes is noticeable.

The amount of spore exines in the coal is relatively small.

The cuticle is shown in the form of thin, rather long strips *c*. In vertical section of the coal it often forms closed ellipses, the inner part of which is filled with slightly-lumpy humic matter, similar to the surrounding groundmass. These ellipses represent the cross sections of narrow leaves (needles) with a well preserved cuticle, while the mesophyllum tissues are changed to structureless lumpy matter.

At the maceration are disengaged beautifully preserved pollen, spore exines and shreds of cuticle.

Among pollen predominate those of *Cycadophyta* represented by several forms. The pollen of conifers is also observed, being usually in a poorer state of preservation. The spores yield to the pollen in quantity and are represented mainly by thin-walled forms of three-cornered shapes with a smooth coat. The cuticle in maceration products reveals the structure of epidermis composed of elongated cells with smooth walls. In many cases well marked stomata are noticeable. The cuticle often represents shreds of closed covering, enveloping the surface of a needle-shaped leaf. Such a form of the cuticle shreds in the maceration products fully corresponds with the presence in vertical section of cross sections of needles, surrounded by cuticle.

The remains of plant tissues with well preserved cell structure are to be seen in the coal only in the form of small lenses of xylovitrain or structural vitrain. The remains of cell structure are in most cases indistinct. The external edges of

the sections of lenses are indistinct and confused with the surrounding groundmass.

Fusain and fusain-like matter of opaque groundmass is practically absent in the coal. Occasionally single fine fragments or streaks of dark or black shade are noticed; these are of no importance in the characteristics of the coal.

The bright, relatively homogeneous appearance of the coal is due to the predominance of colloidal humic matter. Judging by all its microscopic and external features the coal is typical clarain.

Bright clarain type of coal with the remains of leaf cuticle is characteristic of this deposit. The predominance of the gelified groundmass and the presence of a considerable amount of leaves in the initial material as well as the low degree of coalification explain the increased yield of tar at low-temperature carbonization.

In comparison to the coals of the Tuar-kyr deposit which they proximate both in age and deposit, the Yagman coals bear a marked difference as to their higher content of hydrogen and high percentage of volatile matters. These distinctions in the chemical composition stand in connection on the one hand with the predominance in the Yagman coals of the transparent groundmass and on the other—with the presence in Tuar-kyr coals of a larger amount of fusain.

The Tuarkyr Deposit

Semi-dull, thin-banded coal

Plate XXXVIII, fig. 66

Black, rather brittle, friable coal. The main mass of the coal consists of a dull granular matter, cut through by thin parallel bright bands. A considerable amount of large fusain lenses is noticeable. The coal breaks easily into irregular slabby lumps with stratification planes covered with a soft soiling fusain.

In thin section the coal is slightly transparent. A great amount of fusain lenses and a considerable content of lumpy opaque matter are noticeable in the groundmass.

The transparent humic matter appears as fine diverging streaks. Cutinized elements are visible in small numbers.

The attrital matter in coal is rather uniformly intermingled with fusain lenses, forming layer complexes. In the main mass of attrital areas the thin streaks of transparent matter are curving round the lumpy block or dark-brown stains of opaque matter and small xylain and fusain lenses.

The cutinized elements are represented by individual exines of microspores. Usually the microspores are flattened down but remains of their inner cavities may be discerned. The cuticle is very seldom met with.

Minute fragments of plant tissues scattered through the attrital matter of the coal are commonly represented by fusain and fusain-xylain. For the most part the fusain lenses do not preserve the cell structure and appear as entire black stains with individual irregular lumina. In small lenses xylain presents a considerable diffuence of the matter with a collapsed cell structure although by the dark-brown colour of the matter it approaches even to xylain-fusain. Several lenses and bands have the same dark brownish-red colouring and in their form and outlines are similar with vitrain.

Large shreds of plant tissues are represented mostly by fusain. Fusain lenses form entire layers and cover the horizontal surfaces of the coal.

In thin section fusain commonly reveals a somewhat altered structure of cellular tissues. The cell cavities are distinctly visible, sharply outlined, but considerably deformed. The deformation of the cells and the whole structure of the tissue is due to the collapse of the cell walls forming in places an entire black mass without cavities. The preserved cell lumina are diminished and have altered outlines. Transitions of fusain into xylain are noticed rather frequently.

The vitrain bands visible in the external aspect of the coal appear transparent in thin section, are clearly distinguishable from the lumpy attrital matter and often bear traces of the cell structure of the wood.

The considerable content of fusain and opaque matter in the groundmass causes the dull appearance of the coal.

Notwithstanding the small amount of cutinized elements the coal must be referred to durain. The characteristic features of durain are: its dull outward appearance, the abundance of opaque matter in the groundmass and the great amount of plant tissues in fusain and xylain state.

The semi-dull coal, rich in fusain, is typical for the Tuarkyr district. Its varieties differ by the content of vitrain bands and by greater or lesser admixture of clayey matter. But the principal characteristic—a great content of opaque matter in the groundmass and a considerable quantity of fusain—remain common to all varieties.

The coal of Tuarkyr district belongs to the Jurassic age as the coals of the Yagman deposit. The botanical composition of the coals is one and the same as shown by maceration. The difference in the types of coal of these deposits points to the difference in processes of the formation of the coal.

CENTRAL ASIA (FERGHANA)

The Sulukta Deposit

Dull homogeneous coal

Plate XXXIX, fig. 67

Dull coal of a black colour getting brown on exposure, relatively homogeneous, chiefly loose. The main dull matter consists of broken elements closely compressed together. The soft character and the capacity of soiling points out to the presence and considerable development of fusain. The latter is obviously regularly distributed without any definite orientation, which is the cause of the earthy character of the coal, its irregular fracture with a grained fracture plane.

In thin section the coal is poorly transparent or opaque. Its microstructure presents a combination of fusain, xylain-fusain, xylain and xylovitrain tissues differing in shades and form of cell lumina. The cementing matter even in separate streaks as a rule is lacking and occurs only in exceptional cases. Cutinized structural elements and mineral inclusions are also absent.

Xylain tissues are predominant. By transmitted light they appear semi-transparent and brown in colour, by reflected light they show a low relief and a greyish shade. A gradual transition of xylain tissues to tissues of the xylovitrain type is noticeable. The fusain, xylain-fusain and xylovitrain-fusain tissues are opaque in transmitted light and almost inseparable one from another. By reflected light fusain differs by a lighter shade and more pronounced relief.

The coal is a combination of shoot elements in different state of alteration. In external appearance the fusain-xylain tissues composing the entire mass of the matter and recognizable only under the microscope, are revealed in the dull character, friability and brittleness of the coal.

In the Sulukta deposit the given type constitutes the main mass of the seam.

At the decrease of the amount of fusain tissues and corresponding increase of xylain and xylain-vitrain ones the coal becomes brighter and passes into the xylain variety. At the increase of the number of red streaks, usually rarely encountered, the coal assumes a striated structure and approaches to Kizil-Kiya dull type.

The Shurab Deposit

Semi-bright striated coal

Plate XL, fig. 68

In its outward appearance the coal is characterized by a black colour, dark-brown streak, lightness, rather considerable compactness and thinly-striated constitution which becomes in some areas almost entirely homogeneous. As mineral inclusions, thin intercalations enriched by argillaceous material are usually met with. In some places the coal breaks with a conchoidal fracture. On the jointing plane small eyes including in their centre a pyrite film are observed.

In thin section the coal is well transparent and represents a transparent red-brown groundmass of indistinctly lumpy structure in which pollen and microspores are regularly scattered. The latter are arranged parallelly to the stratification plane in the form of thin, yellow bands.

The cuticle in the form of fine slightly wavy fragments is very seldom met with. From stem parts of plants, small lenses of vitrain, rarely of xylain and more rarely of fusain are predominant. Vitrain is appearing in the form of small lenses with a distinctly discernible structure and with annual rings. The xylovitrain has no distinct outlines and is nearly confluent with the groundmass. Fusain appears in the form of fine fragments very seldom preserving the cell structure. According to its microstructure the coal may be classified as microspore durain-clarain.

Large, macroscopically visible remains of woody tissues are represented solely by lenses of vitrain. Under the microscope they very often display traces of structure. The cell cavities are sometimes filled up with resin.

In the outward appearance the predominance of the transparent groundmass with a rather large number of spores is revealed in the semi-bright character of the coal. The lenses of vitrain correspond to bright streaks which break the homogeneous character of the coal.

According to its outward appearance (semi-bright character) and to its microscopic structure (transparent groundmass, considerably enriched with microspores) this coal must be referred to the semi-bright durain-clarain type.

In the Shurab deposit it occurs in scanty amounts and is concentrated chiefly in the upper and lower parts of the seam. Very close to it stands clarain, composed chiefly from stem elements and being distinguished almost exclusively in its microscopic structure and not in its outward appearance and chemical properties.

Dull homogeneous coal

Plate XL, fig. 69

In its outward appearance the coal is homogeneous, mostly loose and friable, dull, black in colour; on the surface it soon acquires a brownish tint. The elements constituting its dull mass are finely crushed. A great brittleness manifesting itself in the property to soil and to crumble at the least touch, indicates the presence in the whole mass of the coal of a large amount of fusain. The latter is distributed regularly, but has no definite orientation, this evidently being the reason of the coal breaking into pieces of irregular shape. The ground matter of the coal is sometimes pierced by extremely thin (1.0—1.5 mm) dull lenses of fusain and more brilliant ones of xylain; they both form the striated character. From mineral inclusions it is necessary to note the presence of regularly distributed small nodules of pyrite having a diameter up to 3 cm, and of the secondary gypsum filling up the fissures of up to 1 cm in width.

Under the microscope the coal represents a fusain-xylain aggregate altogether devoid of transparent or opaque groundmass. The cementing matter in it is absent and only closely touching each other, fragments and shreds of fusain and xylain are observed in different directions. Other constituents in the given type of coal are, as a rule, absent.

In transmitted light, owing to the unsufficient thinness of the thin section, approximately 50% of all tissues pass for fusain. In reflected light, according to their structure, the majority of tissues should be ascribed to xylain. This is indicated by the swollen walls, and small cavities of cells, the low relief and the greyish tint. Fusain in the polished section with immersion is of a lighter colour, in comparison to xylain tissues, and has a more markedly pronounced relief.

As to its microstructure, the coal may be referred to the homogeneous type of coal which consists of fusain and xylain tissues with a predominance of the latter. Large, visible to unaided eye, woody tissues are nearly absent. Fusain-xylain tissues constituting the whole mass of the coal and visible only under the microscope are manifested in the outward appearance in the dull character, brittleness and friability of the coal.

Separate, more distinctly outlined and regularly orientated lenses of xylain or fusain are revealed in thin streaks without microscope.

In the Shurab deposit the dull type of coal is predominant, and constitutes the principal bench of 10—12 m in thickness of the coal seam. Very close to it stands the xylain type of coal which is distinguished by a semi-dull lustre, altogether homogeneous character and xylain and xylovitrain microscopic structure.

Kizil-Kiya Deposit

Dull striated coal

Plate XLI, fig. 70

The coal is black in colour, getting somewhat dark-brownish on the surface, dull, brittle and rather friable. The dull coal matter is rather uniformly cut through by bright, semi-bright and dull lenses thus forming a striation which not infrequently passes into fine banding. Mineral inclusions are almost absent, as a rule. The friability and the brittleness of the coal prove the fusain presence.

Chemical composition

Proximate analysis			Ultimate analysis				Determination of humic acids
Air-dried sample	Moisture-free		Dry ash-free				Dry ash-free
Moisture	Ash	Sulphur	C	H	N	O + S	Humic acids
19.24	7.73	0.81	79.49	3.66	0.69	16.16	4.2

In thin section the coal is poorly transparent. A predominance of fusain, xylain and xylovitrain tissues cut by streaks of varying sizes is observed. Fusain tissues appear in lenses and fragments of different sizes, black in colour and sometimes with well preserved cell structure. Often instead of fusain appear xylovitrain-fusain. Xylain and xylovitrain occur still more often and are predominant. In thin section they are of a dark-brown colour and slightly transparent. The predominance of xylain tissues is especially sharply shown in reflected light. Owing to their relief and shade one may discern, that the greater part of fragments in transmitted light claimed to be fusain, proves a xylain in reflected light. In polished sections the xylain tissues are of a greyish tint, almost devoid of any relief and have somewhat swollen cells. Fusain is of a lighter shade and has a more pronounced relief. All woody tissues are compactly pressed one to another and form a fusain-xylain-xylovitrain aggregate. Streaks cutting the coal are chiefly thin, completely homogeneous, vitrain-like and of a yellowish-brown colour. They separate and, at

the same time, cement the woody tissues and are mostly situated parallel to the bedding, still, sometimes, go separate ways. Cutinized elements in the form of microspores and cuticle gathered in folds are accidental and occasional.

Pyrite grains and some elements of clayey material occur as mineral inclusions, but they are relatively rare. Large, visible to the naked eye woody tissues are shown as fine vitrain lenses and extremely rarely as fusain. Under the microscope the larger vitrain lenses usually reveal neither structure nor even a lumpy character, but fusain shows sometimes the cell structure in a relatively well preserved state.

In external appearance the prevalence of fusain, xylain and xylovitrain is manifested in the dullness and brittleness of the coal, the thin bands of transparent matter macroscopically appearing as bright lenses.

Judging by the external appearance (dullness and brittleness) and by the microscopic structure (predominance of fusain, xylain and xylovitrain with thin transparent streaks) this coal may be classified as a striated fusain-xylain type.

At the decrease of the amount of bright streaks and corresponding increase of the percentage of fusain-xylain tissues, the coal assumes a more homogeneous character and passes into the dull homogeneous fusain-xylain type of coal met with in the Shurab and Sulukta deposits. On the contrary, at the increase of the amount and width of red streaks and corresponding decrease of the percentage of fusain-xylain tissues the coal assumes a banded not striated appearance analogous to that described in the Kok-Yangak deposit.

The dull striated coal constitutes a considerable part of the seam in the Kiril-Kiya deposit.

Dull banded coal

Plate XLI, fig. 71

Dull, rather compact coal of dark-brown colour, with banded structure. The main dull matter is predominant. It is rather homogeneous in spite of separate irregularly distributed, thin and more brilliant streaks. In the predominant dull matter we see lenses of semi-bright and of a duller variety of coal from 0.3 to 1.5 cm in width and up to 15 cm in length. The dull lenses are of intensively black colour, they have a distinct fibrous structure and a greasy lustre.

Both kind of lenses are arranged parallel to the bedding plane. Mineral inclusions occur almost exceptionally as pyrite confined to lenses of the dull fibrous coal.

In thin section the coal consists of three constituent elements: of durain with a semi-transparent groundmass and a great quantity of cutinized elements, of an aggregate of fusain-xylain tissues cut by transparent streaks and of vitrain.

Durain, and in several cases clarain-durain, represents a combination of groundmass, spore exines and pollen, lenses of fusain and vitrain. The groundmass is semi-transparent, of a brown colour and under a strong magnification ($\times 150$) shows a lumpy structure. Exines of microspores and pollen in the form of thin yellow bodies are irregularly distributed in the groundmass either as large accumulations or in small quantities. The groundmass is irregularly cut by lenses of vitrain. The latter are thin, of a limited extension and have an orange-brown colour. Fusain fragments are relatively fine, mostly with damaged cellular structure.

Large lenses of bright and dull coal visible to the unaided eye and forming the banding represent the remains of woody tissues being in state of vitrain and fusain-xylain. Under the microscope vitrain appears orange-brownish coloured, more often homogeneous and structureless, though not unfrequently structural and cut by fissuring. The fusain-xylain tissues represent black and dark-brown fragments, closely pressed together, sometimes with a well-preserved cell structure, sometimes almost without the latter. They are almost always cut by an orange, more often by an orange-brown transparent matter.

In external appearance the predominance of durain is manifested in its dullness and relative compactness; the transparent vitrain corresponds to bright lenses, the semi-transparent and opaque fusain-xylain—to fibrous, intensively black and dull lenses. The coal represents a combination of durain, vitrain and xylain-fusain.

In the Kizil-Kiya deposit this type of coal constitutes a bench 1 m thick of the lower part of the seam. It does not pass into other types except in some cases of a claraindurain character of the predominant dull matter and a somewhat different combination (as regards quantity) of vitrain and fusain.

The Kok-Yangak Deposit

Bright homogeneous coal

Plate XLII, fig. 72

A compact black coal, relatively homogeneous. The coal matter is bright, finely striated. The vertical fracture is even, the fracture surface smooth. The main mass of coal consists of a brilliant matter irregularly cut through by still brighter streaks 1—2 mm wide.

In more uniform sections elements of conchoidal fracture are observed. By its general appearance the coal is a clarain.

In thin section the coal is well transparent, representing sometimes perfectly transparent matter in which microspores and pollen are uniformly scattered throughout. The transparent reddish-orange groundmass when magnified 200—250 times reveals lumpy structure. Cutinized elements are represented by shreds of pollen and microspores and by cuticle. Microspores and pollen are regularly arranged parallel to the bedding plane in form of thin short bands of vivid yellow colour. They compose approximately 6—7% of the groundmass. By means of maceration it was ascertained that the amount of pollen and microspores was approximately the same. Among the pollen forms belonging to conifers and cycadophyts were observed. Cuticle occurs mostly in separate orange-yellow straight shreds and only occasionally show closed contours. As yellow inclusions apart from the cutinized elements, are encountered bodies of a somewhat lighter shade, and larger than the spores; they may be sooner classified as resinous bodies. The stem elements are represented by vitrain, more rarely by xylovitrain, and extremely rarely by fusain. Vitrain occurs in orange-red homogeneous, rather conspicuous lenses. Xylovitrain represents a lumpy matter containing no inclusions and almost confluent with the surrounding groundmass. Fusain, in fine fragments, is rare.

Large particles of woody tissues visible to unaided eye are represented by vitrain and xylovitrain. Under the microscope the former sometimes reveal a well preserved cell structure, but are more often structureless. The second are lumpy. In the external appearance the predominance of transparent matter is reflected in the brilliant character of the coal and in its compactness. The lenses of vitrain appear in streaks.

According to its external appearance (lustre and compactness) and microscopic structure (transparency of the groundmass and the regular distribution of the 6—7 % of microspores) this type of coal belongs to the durain-clarain type. At the increase of percentage of transparent matter and corresponding decrease of the amount of microspores the coal passes into a pure clarain which is also widespread in the Kok-Yangak deposit. The type described constitutes approximately 50% of all Kok-Yangak coals. Besides the first seam it occurs in the seams: "Nulevoy", "Shestoy" and "Moshchny".

Semi-bright striated coal

Plate XLIII, fig. 73

Semi-bright, compact, relatively homogeneous coal, black in colour. The semi-bright main matter is uniformly cut through by more bright lenses 1—3 mm wide, forming a striation which sometimes passes into banding. Fracture irregular, frac-

ture surface smooth. Mineral inclusions in the form of separate, relatively large lenses of coaly shales.

Chemical composition

Proximate analysis			Ultimate analysis					Determination of humic acids
Ash-dry sample	Moisture-free		Dry ash-free				V Vol. matt.	Dry ash-free
W	A	S	C	H	N	O + S		Humic acids
10.44	6.01	0.38	79.27	5.53	1.02	13.18	43.38	traces

In thin section the coal is extremely transparent and presents a combination of transparent groundmass with a small quantity of cutinized elements and lenses of vitrain. The groundmass is homogeneous reddish-orange in colour. The cutinized elements appear as fine, flattened, light-yellow broken microspores and pollen, considerably rarer as shreds of slightly wavy cuticle. Stem elements are noticeable in the form of vitrain and fusain lenses. Vitrain characterized by its extreme homogeneity, reddish-orange colour and almost complete absence of outlines. The surrounding groundmass is almost confluent with it and may be distinguished only by fissures and by absence of inclusions and lamination. The lenses of fusain are mostly fine with a well preserved cell structure. Large woody tissues, visible macroscopically, are almost lacking with the exception of separate small shiny bands of bright coal, appearing under the microscope as an almost homogeneous vitrain.

The predominance of transparent groundmass with a very small number of inclusions, is expressed externally by the semi-bright compact character of the coal. The striation is due to vitrain lenses. The coal is a typical clarain.

In the Kok-Yangak deposit this type of coal constitutes almost the whole of the seams „Moshchny“ and № Six, the greater part of the seam № 1 and separate layers of the seams Zero and № Five. At an increase of the content of the microspores and pollen and at a corresponding decrease of vitrain lenses, the coal grades into a durain-clarain homogeneous type.

Semi-dull banded coal

Plate XLII, fig. 74

Compact, black, semi-dull banded coal. Vertical fracture even, fracture face fine-granular. The main mass of the coal consists of a semi-dull matter, in which well marked irregularly distributed lenses of bright coal up to 1 cm wide forming the banding, are cut by a perpendicular fissuring. Apart from these lenses, the semi-dull mass is pierced through by thin lenses of bright and dull coal, up to 1 mm wide, causing its striated appearance. As mineral inclusions pyrite is to be met with, in the form of small elongated concretions.

In thin section the coal is not quite transparent. By its microstructure it represents an accumulation of fusain-xylain tissues cut along by extremely thin gellified streaks alternating with wider lenses of vitrain and very rarely of clarain.

The coal is almost exclusively composed of shoot elements, a part of which is in a state of fusain and the other in a state of xylain, xylovitrain and vitrain. Fusain occurs in rather large lenses with well preserved cell structure. It alternates with lenses of xylo-fusain or dark-brown xylain or xylo-vitrain which are predominant and represent rather large lenses with well preserved plant structure. Brown lenses of xylain, xylovitrain and fusain are often separated one from another by red uniform thin streaks, sometimes having a fluidal character. They are not arranged strictly parallel to bedding plane but at random and not only between the tissue particles but in the tissues themselves. These thin streaks represent a

continuation of vitrain lenses, and are all of brownish-red colour mostly quite homogeneous. By not having a strictly lenticular shape they differ from the typical vitrain, though their matter is of a vitrain-like nature. Sometimes these red bands represent a clarain with visible inclusions of fusain, xylain and xyl-vitrain. Cutinized elements in the form of exines of spores, pollen and cuticle appear accidentally, and as a rule are almost completely absent.

Large remains of woody tissues visible to unaided eye are represented almost exclusively by bands and lenses of vitrain; under the microspore they do not reveal any structure and are quite homogeneous. In external appearance the predominance of xylain and fusain tissues is expressed in dull character of the coal, and in graining in its fracture face. Bands of transparent matter appearing in brilliant streaks form the striation, and wide bands of transparent matter form the banding.

In the Kok-Yangak deposit the given type of coal occupies but a small area and occurs in layers 0.10—0.30 m thick, particularly in the I and V seams.

The Naryn Deposit

Semi-dull banded coal

Plate XLIV, fig. 75

Semi-dull, compact black coal with banded structure. The main semi-dull matter is predominant. Brighter fine streaks impairing its relative homogeneity are regularly distributed throughout it. Apart of them, lenses and bands of bright coal from 0.2 to 0.7 cm in width and up to 10 cm in length as well as lenses of dull coal from 0.1 to 0.5 cm in width and up to 5—6 cm in length are also to be found in the coal. The dull coal is soft, soiling, with visible fibrous structure and of a greyish shade. The brilliant lenses occur in larger quantities, than the dull ones and all of them are irregularly distributed in the main semi-dull matter.

Under the microscope three constituents are also shown. On transmitted light the main matter is translucent and presents a combination of reddish entirely homogeneous transparent lenses and streaks with semi-transparent lenses of clarain-durain. The groundmass of the latter is reddish-brown in colour and of a lumpy structure, poorly translucent. Exines of microspores and pollen of vivid yellow colour are rather uniformly distributed throughout it, as well as black angular, rather fine fragments of fusain, separate resinous bodies and fine white mineral inclusions in the form of separate grains. All together they represent durain alternating with a vitrain-like matter.

Large lenses of bright and dull coal visible to unaided eye represent the remains of woody tissues in a state of vitrain and fusain-xylain. Under the microscope vitrain is mostly structureless, but sometimes well preserved cell structure is observed. Fusain lenses appear under the microscope as an aggregate of xylain, fusain and xyl-vitrain-fusain. All fragments are pressed compactly one against another and cut by thin gelified streaks. The fusainized elements often show the remains of well preserved plant structure in the form of annual rings and cell formation. In external appearance the predominance of durain constituent is reflected in its semi-dullness and compactness. The xylain-fusain aggregate corresponds to dull fibrous greyish inclusions, the homogeneous or structural vitrain—to bright bands or lenses.

The coal is an aggregate of xylain-durain, vitrain and fusain-xylain.

In the Naryn deposit it constitutes almost all the IV, the II, and the III seams.

KARAGANDA COAL DISTRICT

Semi-bright banded coal

Plate XLV, fig. 76

A semi-bright coal, homogeneous in its main mass, with large lenticular inclusions of a bright pitch-like coal. Pieces of bright coal sometimes reveal in fresh fracture a wood structure with annual rings.

In thin section the coal translucens with a reddish-brown shade, due to the prevalence of structureless humic matter. The better preserved plant remains are seen in the form of lenses of structural vitrain with well marked rings of the autumnal and spring woods. The plant tissues occur mostly in the form of elongated xylovitrain lenses separated by a thin palisade cuticle shown in cross section. Some of the plant remains are deformed and appear as lenticular bands bordered by cuticle on one side only. The other part of these lenticular inclusions is confluent with the structureless groundmass.

The latter constitutes the main mass of the coal and has a heterogeneous structure. Dark-brownish bands are noticeable in it as well as streaks of yellow-orange matter. The latter represents, apparently, the diffuent remains of resins. Their products of decomposition are partly mixed with the humic groundmass, imparting to it lighter shades.

The brownish tint of some parts of the groundmass is probably caused by the presence of mineral admixtures. The imperfect brilliancy of the external appearance of the coal can be explained in the same way.

The described type of coal is a clarain formed from lignin-cellulose plant tissues. It constitutes the greatest part of the seam "Fedorovsky".

Semi-dull homogeneous coal

Plate XLV, fig. 77

A semi-dull compact and homogeneous coal, cracking when drying. Colour brown-black. On the surface parallel to the bedding fragments of fusain are observed, more rarely fine broken plant shoots transformed into coal.

In thin section the coal translucens with a dark-brown tint. The microscope reveals the heterogeneous structure of the coal. A large quantity of intimately interstratified shreds of cuticle is seen in the form of thin bands yellow or orange-yellow in colour along the bedding plane. Some of them are bending round the fine lenses of red-brown humic structureless matter (or xylovitrain). These lenses are the remains of leaves or shoot parts of plants. Besides the cuticle shreds, may be noticed fine yellow inclusions (spores) which in thin section cut across the bedding appear in the form of minute streaks. Larger oval-lenticular inclusions are the remains of resin which took part in the composition of plants. Only a small part of plant tissues is preserved in the form of broken branches or leaves with cuticle intact. The plant tissues are mostly disorganized and decomposed. The deposit has been enriched by more resistant to the decomposition resins and cutinized plant fragments. The half decomposed fragments of lignin-cellulose tissues have lost their cell structure, and become interlaced forming a more or less homogeneous groundmass. A lumpy character is seen in some parts of the groundmass as well as darker shades. Besides that the presence of fine inclusions of irregular shape and black colour must be pointed out. They are fusainized plant remains with an indistinct cell structure. Owing to the abundance of structural elements this coal must be classified as durain.

At maceration the pollen of the Cycadophyta and Conifera was successfully disengaged which points to the Mesozoic age of the brown coals of the Karaganda region.

The described type of coal occurs mainly in separate intercalations in turn with other types of coal.

KUZNETSK BASIN

Conglomerate Series Coals

Bright indistinctly-striated coal

Plate XLVI, fig. 78

Bright coal with a pitchy lustre, almost homogeneous. The vertical fracture has a faint, fine striated appearance. The fracture is smooth, partly conchoidal.

In thin section predominance of transparent homogeneous groundmass is noticeable. A few spore exines and scanty strips of cuticle are scattered amid the

groundmass. In transmitted light the latter has a bright orange-red tint. The groundmass consists of a homogeneous matter; the slightly lumpy character, noticeable in thin section is mainly due to the unevenness of polished surface. In places areas and bands are met with, having darker tint, but no regularity in the arrangement of these portions is revealed.

Structural elements in the coal are represented exclusively by exines of spores or pollen and strips of cuticle.

The spore exines are fine, strongly flattened and scattered throughout the groundmass. They are of a light-yellow colour and have rather sharply defined outlines.

The cuticle occurs in form of separate shreds or closed strips bordering the lenticular area of a vitrain-like matter. Such lenses surrounded by cuticles correspond to the cross-section of a narrow leaf. The cuticle is often of a slight orange tint and has somewhat confused outlines, which is an evidence of its beginning of swelling and decomposition. Such a swelling is often observed in coal with prevailing amount of gelified matter. Decomposition of the substance of the spore exines is far more rarely observed.

No structural remains of plant tissues were observed in the coal. The presence of fusain is not notified neither in thin section nor in hand specimen. Owing to the predominance of the transparent and vividly coloured groundmass and insignificant amount of structural elements the coal assumes the appearance of a typical clarain. The external homogeneity, the semi-conchoidal fracture and the pitchy lustre of the coal are bound up with its prevailing composition of homogeneous gelified matter. The cutinized elements are so thin that they form only a very insignificant part of the whole mass of coal. Their presence is revealed only by the slightly striated appearance of the vertical fracture surface.

The clarain type of the coal was noticed in the majority of the investigated specimens of the Conglomerate series.

Semi-dull laminated coal

Plate XLVI, fig. 79

In external appearance the coal is black in colour, compact and has a finely-laminated structure. It is dull in horizontal surfaces and faintly lustrous in vertical fracture. The surface in vertical fracture is smooth, indistinctly striated. The laminated structure of the coal is revealed in pieces forming laminae of small thickness. On the bedding planes fusain is noticeable.

In thin section numerous cutinized elements are uniformly arranged in layers amidst transparent humic matter.

In transmitted light the groundmass of the coal has a rather dark brownish-red colour and a lumpy structure. The latter gives a kind of heterogeneous character to the groundmass. Some of the streaks are especially intensively coloured and very transparent in thin section.

The structural elements of the coal consist of numerous exines of spores and pollen, streaks of cuticle and fragments of plant tissues retaining traces of cell structure.

The spore exines appear as thin and fine strongly compressed forms. The maceration of the coal by means of Schultze's solvent revealed that the majority of these exines belong not to the spores, but to the pollen. Among the latter numerous specimens of the pollen of conifers and cycads characteristic of Jurassic period were observed.

Cuticle is met with in great abundance. The shreds of cuticle frequently attain a considerable length and usually have well defined outlines. Strips of cuticle continuously encircling areas of vitrain-like matter are also frequent. These areas correspond to the cross sections of leaves or needles with preserved cuticle and mesophyllum transformed into a gelified humic mass.

This mass has sometimes an indistinctly lumpy character due to the imperfect confluence of individual gelified cells in the general mass. In several cross sections the inner edge of the cuticle preserves clear indentation corresponding to the location of the epidermis cells. In the products of the maceration of the coal numerous shreds of cuticle were met with, bearing perfectly preserved impressions of epidermis structure.

In thin section all the cutinized elements are of a vivid yellow colour, because of the low degree of coalification of this coal.

The remains of plant tissues in the coal are represented by fusain, xylain, xylovitrain and vitrain.

Vitrain has a lenticular and banded shape perfectly separated from the main mass. It is distinguished from the groundmass by the more compact character of its matter, and often by its more vivid colour.

Usually, faint remains of cell structure of the tissues are visible in vitrain lenses. The intermediate stages between xylovitrain and vitrain are the lenses and bands of columnar rows of cells. The compressed character of the cells, their elongation in tangential direction and the regular arrangement of their rows resemble the structure of bark tissue. Fragments of that kind of tissue are noticeable in the coal in great numbers. Besides them a typical xylovitrain with an irregular lumpy structure is also common.

Xylain occurs rather rarely. Fusain is represented by isolated lenses standing out sharply amidst the groundmass. Its quantity is comparatively small.

The transparency and the colloidal character of the groundmass cause the slight lustre of the vertical fracture. But the great amount of cutinized elements imparts compactness and decreases the lustre of the coal. Thus, externally, and by its microscopic features the coal has the appearance of a durain.

The bright-yellow colour of the cutinized elements and the abundance of gelified fragmentary tissues with a preserved cell structure points to the low degree of coalification of the coal. By moisture (16.31%) and volatile matter content (59.28%) the coal must be referred to the group of brown coal. This does not contradict the microscopic structure of the coal. However, the chemical composition may be somewhat changed through weathering, the coal being taken from a shallow heading. By its microstructure this coal may be referred to a type transitional between brown coal and bituminous coal.

In some of the samples of Kuznetss bassin Jurassic coals investigated the durain type of coal was less in quantity than the clarain type. By reason of the incomplete, occasional character of the samples examined, the distribution of the durain type of coal in the conglomerate series remains unsufficiently cleared.

IRKUTSK BASIN

The Cheremkhovo Deposit

Semi-bright homogeneous coal

Plate XLVII, fig. 80

The coal is of black colour, very compact, semi-bright relatively homogeneous. The streak is dark-brown. The fracture irregularly angular. Some of surfaces of specimens are covered by eyes. The groundmass of the coal consists of semi-bright matter with rather uniformly distributed thin (1 mm) bright lenses, forming the banded appearance of the coal. Sometimes these lenses being 2 to 3 mm thick are more conspicuous. By its outward appearance the coal belongs to clarain.

In thin section the coal consists of a transparent groundmass with a small amount of inclusions of cutinized particles and shoot tissue elements. The groundmass of the coal is red, in thinner parts of the section—orange-red, at a low magnification it is quite homogeneous and shows a colloidal character. At a higher magnification ($\times 300-400$)—one can discern that it consists of isolated red lumps.

often cemented by a lighter coloured matter. The cutinized elements are represented by strips of cuticles and exines of microspores and pollen. In vertical section of the coal they are scattered throughout the groundmass as single debris in the shape of thin bright-yellow strips. The maceration by means of the Schultze reagent disengages, besides microspores, isolated conspicuous round and ellipsoidal bodies mainly belonging to the pollen of Cycadophyta. In section the cuticle is seen as rather long, slightly undulated strips of yellow or orange colour. The indentation is preserved not everywhere. The shoot elements are represented by structureless vitrain, structural vitrain and xylovitrain. A part of these elements shows the features of tissues of bark. Xylovitrain occurs most frequently. The portions of xylovitrain are coalescent with the surrounding groundmass and show no distinct outlines. The walls of former cells are nearly completely swollen and some cavities of former cells reveal no definite shape. Large, visible to unaided eye remains of xylain tissues are represented by small lenses of vitrain, frequently revealing under the microscope traces of cell structure of the structural vitrain and xylovitrain type. By its microstructure the coal belongs to clarain. The predominance of transparent ground mass, visible under the microscope, is in the external appearance expressed by its semi-bright character. In other basins, where the coals reach a higher degree of coalification, the same microstructure corresponds to the bright type of coal.

By its characteristics revealed under the microscope and to unaided eye the described type of coal represents a clarain of a low degree of coalification. The semi-bright type of the coal in the working part of the „Principal Seam“ in the Cheremkhovo basin is the most widely developed type and predominant quantitatively.

Semi-dull homogeneous coal

Plate XLVII, fig. 81

The coal is black with a brownish tint. The streak is dark-brown. The coal is compact, relatively homogeneous. The groundmass of the coal consists of semi-dull matter with rather uniformly scattered thin (1 mm) lenses of bright coal, producing the striated appearance. The lenses attain occasionally from 1 to 2 mm in thickness. The fracture is smooth: The broken surface is sometimes very fine granular. Grains of pyrite are scattered throughout the whole mass of the coal.

In thin section the groundmass of the coal appears red with brownish tint, with a great amount of mineral inclusions and containing a few structural elements. The groundmass is of lumpy character, consists of isolated red lumps, frequently cemented by a brighter humic matter, occasionally closely packed together. The cutinized elements are represented by the exines of microspores, megaspores, pollen and shreds of cuticle. The megaspores are very few and occur as yellow smooth wholly preserved or broken exines. In the vertical section of the coal the microspores and pollen are scattered through the groundmass as isolated thin yellow streaks—striations. The maceration reveals, that the most part of these exines belongs to the pollen of Cycadophyta.

The cuticle occurs as isolated bands of more or less large extension, sometimes as accumulations of slightly undulated parallel bands. The indentations are not preserved in all specimens. The stem elements are represented by lenses of both, structureless and structural, vitrain, xylovitrain, partly derived from the bark tissue, and very rarely, by minute scraps of fusain. The cellular structure of the latter is in a rather good state of preservation. Xylovitrain often coalesces with the surrounding groundmass. The walls of former cells are completely swollen and there are no lumina in place of former cell cavities.

Minute algae of oval shape and of light yellow colour revealing at magnification of 250—300 a recognisable cell structure, occur among other structural elements rarely and in small number. The mineral inclusions are most essential elements in the semi-dull type of coal. The groundmass is pierced by small pockets and lenses, and layers of clayey material. The latter is of a greyish-yellow colour

in transmitted light, but consists predominantly of isolated minute grains. Observed by crossed nicols one part of them has undular extinction and may be referred to quartz, the other part—to kaolin grains. A brownish tint is added to the groundmass by the highly dispersed part of mineral inclusions.

Relatively large, visible to unaided eye remains of wood tissues, represented by thin lenses of vitrain, reveal under the microscope the traces of structure and correspond to structural vitrain and xylovitrain.

By its microstructure the coal of this type belongs to clarain coals with large amount of mineral inclusions. The predominance of the transparent groundmass with large amount of mineral inclusions seen under the microscope, in external appearance is expressed by the semi-dullness of the coal and its greater specific gravity.

By its semi-dullness and microscopic transparence of the groundmass containing mineral inclusions this coal belongs to the ash clarain. At the reduction of the amount of mineral inclusions and accordingly increasing amount of the humic matter the coal becomes semi-bright and by its microstructure may be referred to the pure and typical clarain of a low degree of coalification. By its amount and distribution the semi-dull type of coal takes a second place in the working part of the "Principal Seam" of the Chëremkhovo deposit. The semi-bright type of coal is much more widely distributed.

Slabby-foliated coal

Plate XLVIII, fig. 82

The coal has a slabby-foliated structure, but splits badly in thin plates. The horizontal surfaces are completely dull of a dark-brown colour, locally thin leaf-like bodies are noticeable. Shiny black lenses of vitrain are visible on the vertical planes.

In thin section the coal is very transparent. An alternation of yellow bands of cuticle with the gelified tissue is noticeable, mainly in the form of vitrain and xylovitrain. The cuticles are arranged in closely compressed and slightly undulated parallel rows. Owing to the confused outlines of these rows of cuticle they are often confluent and form a groundmass of a bright yellow colour. At magnifying 600 times the colloidal structure of the groundmass may be discerned. The fact of the issue of thin stripe of typical cuticle with well preserved indentation from the bright-yellow bands, proves the formation of the latter in connection with the diffidence of the cuticle.

The vitrain and xylovitrain lenses are distributed amidst a yellow groundmass made of the cuticle. They belong not to the remains of wood tissues, but to the gelified inner part of leaves. The vitrain and xylovitrain lenses display a great variety of sizes from the minutest lumps up to the visible to unaided eye. Vitrain occurs in two types: as usual lenses with a completely homogeneous and colloidal matter, and as a structural vitrain with a visible cell structure. Xylovitrain appears in the shape of lenses with visible separate lumps, the result of the swelling of the cell walls, the cavities of which are completely confluent and indiscernible. Fine grains of pyrite also occur as mineral inclusions distributed among the cuticle.

In the external appearance of the coal the presence of diffuent and confluent cuticles is manifested by the tabular and dull character of the horizontal surfaces at which the coal generally breaks and which are the surfaces of the cuticles.

In the external appearance the vitrain and xylovitrain lenses are manifested by the brightness of separate bands, clearly visible on the vertical planes.

According to the macroscopic evidence (the slabby and foliated structure) and microscopic structure (the prevalence of cuticle and vitrain and xylovitrain lenses amid it) this type of coal may be referred to the cuticle-durain or cuticle-liptobio-lith type, which has an affinity with the Barzas slabby liptobiolith.

An increase of the bright constituents in the coal (vitrain and xylovitrain) corresponds to a decrease in the amount of cuticle, the coal assuming a brilliant almost homogeneous character. Under the microscope we see in such cases not

the isolated vitrain lenses but a reddish-orange groundmass. Separate shreds of cuticle have the character of inclusions. The coal passes into a bright type of coal belonging to clarain.

The slabby-foliated type of coal is very poorly distributed in the Cheremkhovo deposit.

The Khakharey Deposit

Saprocollite

Plate XLVIII, fig. 83

In external appearance this type of coal is dull, homogeneous, finely grained and massive (i. e. not stratified), therefore is similar to bogheads. Only its varieties rich in ash content assume a somewhat laminated and even schistous structure. Its fracture is almost conchoidal. The colour is dark-brown, the streak is yellowish-brown or light-brown. Its chemical composition is very characteristic. It reveals a high content of volatile matter, hydrogen and yields a considerable amount of primary tar, which is characteristic of pure sapropelites.

Proximate analysis				Ultimate analysis			Dry distillation
Air-dry	Moisture-free		Dry ash-free	Dry ash-free			
Moisture	Ash	Sulphur	Vol. matt.	C	H	O + N	Tar
2.34	6.92	0.41	80.58	72.16	9.29	18.53	48.13

In its microstructure the Khakharey coal differs from other sapropelites by some peculiar features. Even at high magnification the microscope reveals no structure which could be taken for tallems of algae. The entire thin section represents a yellow structureless groundmass, which, judging by its colour, is of distinctly sapropelic nature. Minute brown, dark-brown, and almost black fragments of higher plants are scattered throughout the groundmass. At high magnification thin bands similar to microspores may sometimes be recognised. In parts the groundmass has a lens-like structure separating portions of lighter and darker brown matter from each other. Some of the modern structureless saprocolls are of the same character and therefore it is proposed to distinguish the Khakharey and such like saprocollites as a special group of saprocollites.

The most minute mineral particles and quartz grains visible under the microscope are sometimes concentrated in separate lenses of the groundmass. Here rounded and elongated white mineral inclusions similar to coccospheres are also to be met with.

The dull colour of the coal, its massive structure and fine granular constitution are in accordance with the structure of its groundmass.

The Khakharey compact saprocollite forms only a thin layer (up to 20 cm) in the general coal seam which is made up of alternating humic and sapropelic coals. The latter consist of varieties with a greater ash content and more highly laminated which, by their nature, however, stand near to the above described.

The Matagan Deposit

Saprocollite

Plate XLIX, fig. 84

Black Matagan sapropelite. A light-brown nearly yellow streak. Very compact, breaking into flags, viscous, easily treated, resembling ebony. Conchoidal fracture. Dull, very uniform lustre. Excessively fine-granular structure. Specific gravity (1.12) very low.

Chemical composition

Proximate analysis			Ultimate analysis			Dry distillation
Air-dry	Moisture-free		Dry ash-free			
Moisture	Ash	Sulphur	C	H	O + N	Tar
1.26	10.14	2.70	78.69	10.41	7.29	48.8

This coal is characterized by a high content of hydrogen and a great amount of tar of a high quality, yielding large quantities of light fractions at distillation. The thin sections are extremely transparent and have general yellow-orange colouring. The predominant constituent is the groundmass in which are conspicuous fine blue crystals of mineral inclusions. The structureless matter, however, consists of fine lenticular lumps elongated along the bedding, now darker, now lighter, thus imparting the matter a kind of fluidal character. In thinnest sections oval structureless bodies indistinctly outlined may be observed amid the groundmass. They may be taken for decomposed thalluses of algae confluent with the groundmass. In rare single cases similar cell structure may be discerned in them, but very indistinct. Because of the loss of algae structure the Matagan sapropelite comes closer to the Khakharey sapropelite and can be referred to saprocollites or serves as an intermediate type.

Among fine inclusions in the thin section are met brown or black fragments of higher plants forming, however, an insignificant admixture.

This fine-granular and homogeneous texture composed of individual closely agglomerated sapropel lumps determines the compact structure of the sapropelite itself, its conchoidal fracture and dull lustre. The yellow colour of the groundmass, the low ash content, the lack of significant admixture of visible humic elements and the chemical composition prove the pure sapropelic origin of the Matagan coal. The sapropelite flag constitutes only a part of the thickness of the coal seam.

The Zorino-Bykovskoye Deposit

Humic-sapropelic coal

Plate XLIX, fig. 85

The coal is brittle, homogeneous and of black colour. The structure is massive, the lustre dull. The coal splits in horizontal and vertical directions forming flattened spheroidal jointing. The fracture is conchoidal, especially well marked on the convex horizontal surface of the joints. The streak is dark-brown in colour. When a match is applied the coal does not ignite immediately and on taking the match away it goes out quickly, continuing to smoulder for some time.

Chemical composition

Specific gravity	Proximate analysis						Ultimate analysis				Dry distillation			
	Air-dried	Moisture-free			Dry ash-free		Dry ash-free				Air-dried sample			
		Ash	Volat. matt.	Fix. carb.	Volat. matt.	Fix. carb.	C	H	N	O + S	Tar	Water	Gas	Semi-coke
	Moisture													
1.28	7.75	13.83	39.07	39.35	49.82	50.18	76.05	6.03	1.61	16.31	14.4	15.0	9.8	60.8

Character of coke: non caking, powder.

In thin section a homogeneous compact groundmass of a light-brown colour is predominant. It contains a large amount of lumps of humic matter, and therefore appears to be slightly-lumpy itself. Even if not purely humic the predominance of humic matter in it is still quite evident.

The structural elements occurring amid the groundmass are represented chiefly by microspores and pollen. In the figure they appear in the form of thin streaks of yellow colour. Among them fine fragments of cuticle are, however, frequently to be met with. Algae occur in less number. Their bodies have a rounded-ellipsoidal shape with slightly sinuous edges of the section of the bodies. Pits arranged in honeycomb order are disposed around the central cavity of the body.

According to morphological features these algae belong to one of the species of genus *Pila*. In humic-sapropelic coal they, as well as microspores, are in a better state of preservation, than in sapropelic coal "zorinite" (see detail inset in right corner of the figure). The preservation of algae may be placed in connection with the conserving properties of the humic matter.

White round inclusions uniformly distributed throughout the groundmass of the coal represent quartz grains.

The humic-sapropelic coal described is interesting as a transitional type to sapropelites.

The thickness of the layer varies from 0.25 to 0.60 *m* and it is separated from the "zorinite" by a thin parting up to 0.02 *m*. This close vicinity to commercial coal and also the chemical properties of the humic sapropelic coals give it an industrial interest, as increasing the reserves of the coals of the deposit fit for distillation.

Sapropelic coal

Plate L, fig. 86

A hard black sapropelite. Its dull groundmass has a fine, delicate, dull-glistening striation. The structure compact with horizontal joints. The vertical fracture is both conchoidal and irregular-angular. The streak is brown. The coal is easily ignited when a match is applied and burns with an even smoky flame.

Specific gravity	Proximate analysis						Ultimate analysis				Dry distillation			
	Air-dried	Moisture-free			Dry ash-free		Dry ash-free				Air-dried			
		Ash	Volat. matt.	Fix. carb.	Volat. matt.	Fix. carb.	C	H	N	O + S	Tar	Water	Gas	Semi-coke
1.09	2.00	13.08	62.60	22.32	78.71	26.29	81.79	8.93	1.24	8.04	40.8	6.0	8.0	45.2

In thin section under the microscope the coal matter is heterogeneous. It consists of predominant sapropelic-humic mass of a light-brown colour and a sapropelic yellow mass included in the first in the form of large lenticular portions.

The structural elements of the sapropelic-humic mass consist of rare gelified tissues of higher plants, of microspores, pollen and quartz grains. The remains of these higher plants are represented by lenses of a dark-red colour, sometimes surrounded by a yellow cuticle. In thin section the microspores and pollen appear as delicate streaks of yellow colour. The quartz grains correspond to the rounded white inclusions uniformly scattered throughout the whole area of the section.

Lenses and lumps of humic matter (see detail inset in the right corner of the figure), occur in the sapropelic mass in large numbers, besides which microspores

and algae *Pila* (see detail inset in the figure) are also to be met with. The latter show a very delicate structure with somewhat indistinct outlines of bodies¹.

Owing to the presence of microspores, pollen and algae with a great amount of groundmass, the sapropelite of Zorino deposit presents a rather peculiar type among the sapropelites of the Irkutsk basin. By reason of these features distinguishing it from the others it is called "zorinite" from the Zorino deposit.

In the coal seam "zorinite" represent an intercalation from 0.25 to 0.65 m in thickness.

The above-mentioned thickness and definiteness of the layer together with the technological properties enable us to speak of these coals as distillable and having an important commercial value.

The Burtino Deposit

Sapropelite

Plate L, fig. 87

The sapropelite of Burtino by its black colour and compactness is resembling the Matagan one. The fracture is conchoidal, sometimes fluidal. The composition is exceedingly fine-grained. The coal is dull, but easily submitting to polishing. The chemical analysis reveals a composition proximate to that of saprocollites, but differing slightly from those, bearing a likeness to humic coals.

Proximate analysis				Ultimate analysis			Dry distillation
Air-dried	Moisture-free		Dry ash-free	Dry ash-free			
Moisture	Ash	Sulphur	Vol. matt.	C	H	O + N	Tar
2.61	9.70	0.53	72.4	79.31	8.24	12.45	40.0

Under the microscope the coal shows its heterogeneity. Single tallons of colonial algae *Pila* with a honey-comb structure are scattered throughout the sapropelic or mixed brownish groundmass. Besides these, undoubtedly sapropelic elements, dark, red-brown, lenticular areas are seen, sometimes bearing traces of former cell structure. They remind of the sections of leaves or needles. Small fragments of the same matter are visible in the whole thin section. They represent the remains of gelified tissues of superior plants. Therefore the sapropelite of Burtino is not a pure sapropelite but has a mixed character.

The compact sapropelite of Burtino in the form of flags constitutes only one packet or layer in the rather thick seam of chiefly humic coals.

The Zhilkino Deposit

Humic-sapropelic coal

Plate LI, fig. 88

Zhilkino sapropelite from the Zhilkino deposit of the Irkutsk basin has a dark-brown colour and the same streak. Its lustre is dull but somewhat silky owing to the presence of thinnest inclusions of bright coal or, more exactly, of vitrainized remains of tissues. The fracture is conchoidal, but somewhat rough. The texture is compact.

¹ A more detailed characteristic is given in the description of the humic-sapropelic coal of the same deposit, where these bodies are in a better state of preservation.

The chemical composition is as follows

Proximate analysis				Ultimate analysis		
Air-dry	Moisture-free		Dry ash-free	Dry ash-free		
Moisture	Ash	Sulphur	Vol. matt.	C	H	N
5.10	18.45	0.68	56.0	76.75	7.72	1.37

The microstructure of the coal is heterogeneous and consists of an alternation of darker (brown) and lighter (yellow-brown) streaks. The former consist mainly of humic mass with algae *Pila* scattered throughout it. The latter occur in larger quantities in the light sections predominating here over the groundmass. This type of coal is proximate to the kassianite type established by M. D. Zalessky.

Besides these essential elements, individual shreds of cuticle and microspores are to be met with as well as fine inclusions of xylovitrain and vitrain corresponding to the fine streaks of bright coal on a general dull background.

TRANSBAIKALIA

The Gusinoye Ozero Deposit

Semi-bright striated coal

Plate LI, fig. 89

A black coal. Compact though cut by scarce irregular fissures. The colour of the streak—brownish-black. Lustre of the coal—not strong. Striated heterogeneous structure. The striated character is due to the presence of brilliant homogenous lenses and streaks disposed alongside to the bedding in the dull shining matter. The size of streaks varies from 2—3 mm to 3 cm in length. Larger ones are seldom encountered. The width of streaks is usually 1—1 1/2 mm, seldom attains 2 1/2 mm. The surface of the coal bedding is always dull, due to the presence of a thin coating of clay. The coal breaks with a semi-conchoidal, seldom irregular and angular fracture. Some pieces have the form of slabs apparently on account of the presence of a large amount of clay. The only ingredients which can be discerned with an unaided eye are clarain and small lenses of vitrain. Very rarely in some samples on the surface of bedding planes fine fragments of fusain can be seen.

In thin section the coal is well transparent with the exception of narrow borders along the fissures. The opacity along the fissures is explained by alteration of the matter in result of oxidation due to weathering. The transparent red-brown humic matter of a xylovitrain character is predominant. The fluidal, homogeneous groundmass is absent. The coal appears to be constituted of closely touching and indistinctly outlined small lenses of xylovitrain. In a small quantity light yellow exines of microspores and pollen are dispersed among them; the cuticle is very seldom encountered, bordering closely the lenses of xylovitrain. Besides that, minute lenses of vitrain are observed as though swimming in the xylovitrain matter. The vitrain is nearly always structureless, often cut by fissures perpendicular to the length of the lenses. Very rarely transitions of the structureless vitrain matter into the structural (structural vitrain) may be observed. The contours of the lenses are not distinct. From other structural elements occasionally are encountered minute light-yellow bodies of a somewhat irregular rounded-oval form, which most probably may be considered as resinous.

The mineral admixture is very seldom represented by fine quartz grains. More often a fine clay admixture to the plant attritus may be observed. Its distribution is

not quite uniform. Usually it enriches thinner layers. In a piece they are manifested by a dull coating on the surfaces of bedding.

Thus the given type represents a fine, attrital clarain coal with minute lenses of vitrain.

The small lenses of the structureless vitrain visible under the microscope, correspond in the piece to the homogeneous brilliant streaks. The xylain-vitain matter, consisting of fine strongly gellified fragments of plant tissues correspond to the dully shining vitrain, containing streaks.

The importance of the described type in the seam and in the deposit is not exactly known. It may be approximately considered that it is usual for the third seam and constitutes layers of scanty thickness.

Semi-bright banded coal

Plate LII, fig. 90

The coal is black, brittle and fissured. The fracture is irregular-angular, sometimes slightly conchoidal. The streak is black with a brownish tinge. The lustre of the most bright constituents is not intensive, but dull as becomes to coals of low degree of coalification (brown coal). The structure is heterogeneous and banded. The banding is due to the presence of homogeneous brilliant lenticular inclusions in a striated matter, to the dull layers consisting of rather large fragments of fusain and to semi-dull striated bands enriched with clay. The dull layers are cut through by brilliant streaks. Usually, the coal breaks along the stratification of the fusain-layers or layers containing clay. In the last case the surface of stratification is always dull.

The coal is transparent in thin section if the latter is prepared out of the dull part composed of fusain. No prevalence of any matter or constituent is noticed. The character of microstructure depends on the accumulation of various plant material, which has undergone different processes of transformation. There is no regular alternation of layers. Some of the layers consist of rather large fragments of fusain. Lumps of fusain are surrounded and divided by thin streaks of redbrown groundmass. Layers of such kind are rather rare. The other present a prevalence of highly gellified fine-attrital material, i. e. clarain. Bands of the third kind are enriched with thin threads of cuticle. Finally, there are clarain bands, slightly soiled by clay, intimately mixed with organic matter, and wide vitrain bands.

The groundmass has no predominant significance in this type of coal. It represents a red-brown humic matter with a homogeneous or xylovitrain structure.

The cutinized structural elements are represented by light-yellow exines of microspores or pollen and by threads of cuticle. The latter are always closely surrounding the lenses of a red-brown lumpy or homogeneous vitrain-like matter. Fissures perpendicular to the length of the lenses are noticeable in some of them. Owing to the complete disappearance of inner substance, many fragments of cuticle are directly coming in contact with one another. Microspores are confined to clarain bands and occur between the xylovitrain lenses and bands of groundmass.

The fragmentary shoot remains of plants are partly represented by relatively large fragments of fusain. Very frequently fusain is bound with vitrain by gradual transitions through intermediate xylain (from one end of inclusion to another). Another form of transformation of stem fragments is the brown xylain. Shreds of such kind are rare. A rather well-preserved cell structure and the poor transparency of cell walls are characteristic of them. Finally, the third form in which the fragments of stem tissues are found in this type of coal, are vitrain and xylovitrain. Vitrain appears in lenses of varying sizes from minute streaks, visible in a piece of coal as striations, up to large lenses of 0.5 cm in width. Some of them correspond to structural vitrain, other are quite homogeneous and structureless. Small vitrain lenses are sometimes bordered by cuticle.

The small xylovitrain lenses compose in the main the clarain areas. They are so much gellified as to be nearly completely confluent with one another into a

groundmass of xylovitrain matter. Among other structural elements in the type described, especially in portions with prevalent cuticle, yellow bodies are met with. By their form and the nature of their matter they are similar to resinous inclusions. Mineral admixture play an inferior part in the composition of the coal. These are— isolated polished quartz grains and a small amount of clay. The latter is commonly confined to separate layers.

Thus the banded type of coal represents an aggregate of entirely unsorted plant remains. Rather large and fine fragmentary stem parts of plants as well as fragmentary leaves are equally present in it. The large fragments are recognised in a block of coal with a naked eye, as bright homogeneous vitrain lenses and inclusions of fibrous fusain. Those more fine and gellified compose the clarain layers corresponding in a block of coal to the layers of semi-bright striated coal. The importance of this type of coal in the deposit is unknown. Apparently it plays a lesser part in the seam than the semi-bright striated clarain type of coal previously described (fig. 89).

The Bukachacha Deposit

Bright striated coal

Plate LII, fig. 91

In external appearance the coal is characterized by black colour, bright lustre, almost black streak, average compactness and brittleness and a general streaky character. The main mass of the coal consists of a brilliant matter with thin (from 1.5 to 2 mm) bright lenses of vitrain rather uniformly running through it and giving streaky appearance to the coal. In several cases these lenses reach considerable width and then a fine striation may be observed. "Eyes" occur on almost all the surfaces of the jointing. They vary greatly in diameter from 1 mm up to 2—3 cm. The surfaces of the eyes are covered by thin films of pyrite. Sometimes a scalariform fracture is noticed in such kind of coal. Macroscopically the coal represents a typical clarain.

In thin section the coal is very transparent and presents a groundmass with rather uniformly scattered pollen and vitrain lenses.

The groundmass is of orange-red or reddish-orange colour, perfectly transparent. A lumpy structure is characteristic of it. The lumps are presumably the result of a complete gellification of the individual cells of plant tissues. The cutinized elements are represented by pollen, microspores and cuticle. The microspores and pollen (at the maceration of coal by means of Schultze's solvent, the predominance of the latter was established) occur as thin strips of bright-yellow colour, uniformly distributed amidst the groundmass of coal.

Besides that, accumulations of compactly compressed spores or pollen are found. Individual exines have become so confluent that they are quite indiscernible. The cuticle occurs also rather frequently. The diffuence is characteristic of it and therefore it is often almost confluent with the groundmass; in such cases it is of orange colour. The shoot parts of plants are mostly represented by lenses of vitrain and xylovitrain. Fusain is extremely rare. Vitrain and xylovitrain occur in the groundmass as lenses of varying sizes. In many cases the lenticular shape of the latter is not strictly kept. The colour of vitrain and xylovitrain is darker than that of the groundmass. Fusain is shown in a form of fine fragments with a well-preserved cell structure. The mineral inclusions occur as yellow, rather large, oval bodies of kaolin, fine grains of quartz and pyrite. According to its microstructure the coal is a typical clarain.

Fine bright lenses visible to unaided eye appear under the microscope as vitrain, more rarely—xylovitrain. The predominance of the transparent groundmass with a small quantity of inclusions is manifested in the external appearance of the coal by its brilliant character.

To an unaided eye the small lenses of vitrain or xylovitrain appear as fine streaks uniformly distributed amidst the coal. The brilliant streaky character of its

external appearance, and the predominance of the transparent groundmass with a small quantity of inclusions in the microscopic structure, enables us to refer this type of coal to a striated clarain type.

Judging by one section the seam II-bis in the Bukachacha deposit is formed almost exclusively of this type of coal.

Bright banded coal

Plate LIII, fig. 92

In its external appearance the coal is characterized by black colour, almost black streak, banded structure, great brittleness and average compactness. The main mass of the coal represents an irregular alternation of dull and brilliant lenses and bands of 0.3—1.0 *cm* in width. Thin bright streaks run through the dull lenses and bands; they are small lenses of vitrain from 1 to 2 *mm* thick. Along the horizontal planes thin adhesions of fibrous coal (fusain) are noticeable. The lenses of dull and bright coal are of insignificant extension and often pinch out in short distances. The intensity of lustre, the kind of fracture and brittleness—all depends on the prevalence of brilliant or dull lenses. In bright parts the fracture is angular, with acute angles, in dull ones—irregular. Externally the coal represents a sharp alternation of durain and clarain.

In thin section the coal is very transparent, and presents an alternation of areas of transparent groundmass abundantly enriched with microspores, with areas of groundmass containing neither microspores neither inclusions, and with vitrain lenses. The groundmass is represented by transparent and very rarely semi-transparent matter of orange-red or brownish-red colour. In areas enriched with inclusions it shows a lumpy structure, but for the most part it is almost homogeneous. The cutinized elements appear almost exclusively as coats of pollen which are visible under the microscope in a form of thin strips of yellow colour. They accumulate in some portions of the groundmass and are arranged strictly parallel to the bedding. Megaspores occur extremely rarely. The cuticle is rather common in the form of bright-yellow shreds irregularly distributed, appearing sometimes with closed outlines.

Fragmentary shoot tissues are represented mainly by fusain lenses and considerably rarer by xylovitrain lenses and fragments of fusain. Vitrain occurs as lenses of varying sizes; it represents a homogeneous matter of reddish orange colour. The fragments of fusain preserved clearly visible cell structure. Sometimes resinous bodies of oval shape are met with.

The mineral inclusions are represented by a small amount of grains of quartz, sometimes of kaolin and rather frequently of pyrite. By its microstructure the coal may be referred to a banded type of coal, which is composed of alternating lenses of durain, vitrain and clarain.

Large fragments of wood tissues visible to unaided eye are represented chiefly by vitrain. Their structure is very rarely revealed under the microscope. Xylovitrain is noticeable only eventually.

In external appearance the predominance of lenses of semitransparent or transparent groundmass, very rich in pollen, is manifested in the dull character of separate bands or lenses of the coal.

By its appearance (the alternation of bright and dull constituents) and by its microscopic structure (the alternation of portions of the groundmass enriched by structural elements with lenses of clarain and vitrain) this type of coal reveals a typical banded structure.

The seam I in the Bukachacha deposit is composed almost exclusively of this type of coal. The seam II of the same deposit is formed of a somewhat different type of coal, which nearly resembles the described type.

The alternation of the type is evidently due to somewhat different conditions in the formation of the coal.

LENA BASIN (JAKUTIA)

The Bulun Deposit

Bright indistinctly banded coal

Plate LIV, fig. 93

The coal is bright and compact, black in colour. Thin bands are observed on the fracture, perpendicular to the stratification. They are due to the alternation of thin up to 1–2 mm bands of dull and bright coal. The fracture is irregularly scalliform.

In thin section the coal is translucent with a light red colour. A certain heterogeneity of structure is observed in the transparent yellow-reddish mass *h*. It is manifested in the fine-lumpy character and the dark-brown streaks. The streaks are parallel to the lamination and probably indicate the confine between separate fragments of plant tissues. A considerable amount of cuticle fragments of a lemon-yellow colour with distinct indentations on the inner side are observed in the groundmass.

In thin section, closed areas of cuticle in the shape of flattened ellipsis resembling a section of a leaf, may be observed.

The inner part of the leaf has been transformed into a structureless matter, preserving but now and then an indistinct cell structure in the form of xylovitrain *xv*. The exterior part of the cells of the leaf epidermis, as it may be concluded by the cuticle, was smooth *c*₁ or convex *c*₂. The thickness of the cutin layer was apparently not everywhere equal. One side of the leaf has a thicker cuticle *c* than the other *c*₂.

By microscopic examination of the coal it may be suggested that it is composed chiefly by accumulation of leaves, thus presenting a typical Mesozoic clarain coal.

Semi-dull homogeneous coal

Plate LIV, fig. 94

Semi-dull, compact, and homogeneous coal with a smooth fracture, sometimes indistinctly conchoidal. Fine vitrain lenses are discernible when examined with the aid of magnifying lens. The streak is dark-brown.

In thin section the coal is translucent with a light-red tint. The microscope shows that the coal is largely composed of fragmentary cuticle of golden-yellow colour. Large yellow-orange resinous bodies *r* and reddish-brown sections with more or less pronounced structure of plant tissues *XV* are also to be seen. The greater part of these shreds of cuticle form one thick mass of a yellowish-brown colour. Such areas predominate in the coal.

Separate shreds of cuticle in the form of thin bands are better preserved, especially when directly connected with the plant debris of the lignin-cellulose tissues. The latter appear as fragments of irregular shape. The structure is usually visible, as shown in the figure. The cells are of a tabular form. On maceration the coal yields fragmentary cuticle thus facilitating the study of the forms of the epidermis cells and stomata. The cuticle with elongated epidermis cells is prevalent. Occasionally, shreds with curving walls are to be met with. Besides the cuticle, the pollen of the Conifera and Cycadales type are yielded.

Fusainized plant tissues are absent. The structural elements are not distributed quite parallel to the bedding, and their accumulation takes place almost without the participation of the groundmass. The latter is almost exclusively composed of the products of cuticle decomposition which may be proved by the yellowish shade of the matter in the interstices between the individual structural elements.

FAR EASTERN TERRITORY

The Suchan Deposit

Semi-bright indistinctly banded coal

Plate LV, fig. 95

Semi-bright black coal with transitions from banded to indistinctly banded varieties. A black streak. The coal is friable in pieces, crumbling easily into slack, composed of small lumps, 2 to 4 cm in diameter. Their surface is covered by slicken-side and minute eyes. Owing to this, the examination of the structure in a piece of coal presents great difficulty. The polished surface of the coal appears of heterogeneous banded structure. The banding is due to the alternation of bright vitrain bands with heterogeneous semi-bright and semi-dull ones. Besides that, fusain lenses, up to 1 cm in length and parts of millimeter in width, are met with.

In thin section the coal is very transparent. It is predominantly composed of a red-brown lumpy humic matter, crossed by thin indistinct bands of a darker matter. The structural elements are represented by fragments of plant shoots, by hardly discernible exines of microspores or pollen and by shreds of cuticle. The shoot remains do not play a predominant part in the composition of the coal. They represent fragments of different size with more or less preserved cell structure. Judging by the alternation of the matter of cell walls the greater part corresponds to fusain, often with considerably confused cell walls. Some of them belong to intermediate varieties between fusain and xylain. The latter when examined in polished section with immersion in respect of colouring occupies a place between the light-grey groundmass and the white colour of fusain. In polished section all structural elements stand out very sharply and distinctly. The fusainized tissues are the most conspicuous in relief. Compared with other components they are distinguishable by the yellowish-white colour of the matter of cell walls. The cell cavities are often filled with mineral matter. The vitrain lenses may be also referred to the strongly altered fragments of plant shoots. Vitrain is quite structureless and in thin section it is impossible to distinguish it from the groundmass. In polished section it stands out sharply owing to the absence of foreign inclusions and the distinct boundaries of its outlines. The cutinized structural elements are also more clearly visible in polished section. In polished section they stand out very feebly in relief and are of a darker grey colour than the groundmass. Because of the rather high degree of coalification they are hardly distinguishable in thin section. The cuticle and the exines of microspores are confined to the narrow areas of a darker matter.

Among other inclusions may be pointed out the rarely occurring of angular and rounded bodies of a fusain appearance. In thin section they are opaque, often cut by fissures, filled sometimes with mineral matter. In polished section they stand out sharply in relief, the same as fusain. The oval elongated bodies of a bright-red colour shown in thin section represent also a very rare inclusion. By their nature they are gum or resin, filling ducts and cavities in the tissue. Their bright-red colour is due to the degree of coalification.

The prevalence of the transparent groundmass in the coal imparts to this type a semi-bright appearance.

As a genetic type the given clarain type of coal is the most widely distributed in the seams of the middle series. The greater part of the seams is made up exclusively of this type. According to the degree of coalification the clarain type of coal described corresponds to the fat coals and graduates through coking coal into lean coal in one and the same seams. Its transition into coals of low degree of coalification is not investigated. In its transition to a higher class of Gruner's classification we notice a gradual loss of transparency of the coal in thin section, as

well as a gradual disappearance of cutinized structural elements and resin and there upon of fragments of the plant shoot tissues. The inclusions mentioned are gradually confusing with the surrounding structureless mass.

Humic-liptobiolithic coal

Plate LV, fig. 96

Dull-bright coal of black colour. The streak has a faint-brownish shade. The structure cannot be discerned in a hand specimen of coal because all its surfaces correspond to conical joint-surfaces.

The coal is transparent in thin section. The humic groundmass of brownish-red colour composes the prevalent matter. Somewhere occur rather large inclusions of red colour. Their shape elongated oval is not quite regular. In polished sections they are conspicuous in relief and differ by a darker shade of grey tinge, than that of the humic groundmass.

These inclusions belong by their nature to resinous or gummy bodies analogous to those found in the coals of the Upper Suifun deposit, but more intensively coalificated and therefore being of a red, not yellow, tint.

No fragments of tissues with more or less preserved cell structure, belonging to higher types of plants are shown. The main mass of them is vitrainized and occurs as a few lenses of structureless vitrain.

Among the cutinized structural elements only single scraps of cuticles may be recognised with great difficulty; the colour of the cuticle appears to be nearly quite uniform with the red-brown humic groundmass.

The coal is essentially contaminated by the mineral matter. The latter consists of fine clay and small sand particles more or less uniformly scattered through the whole mass of coal, enriching some layers.

Thus, by the character of microstructure this coal is identified as clarain-durain coal with considerable content of ashes.

Its specific gravity in the deposit is insignificant but at time being not precisely determined. An especially high yield of volatiles and resins and a high ash content may be expected, judging by the microscopic analysis.

Upper Suifun Coal District $J_3 - Cr_1$

Semi-bright indistinctly-banded coal

Plate LVI, fig. 97

Rather friable, semi-bright black coal. The streak is blackish-brown. The fracture irregular. Indistinctly banded structure, occasionally changing into homogeneous. The banded coal shows alternation of bright homogeneous lenses and bands with duller ones enriched with mineral matter. The horizontal surface of the bright lenses is dull and shows in several cases fine parallel ribs. Small lenses of fusain are rare. Layers of fine clay appear in form of plant remains cemented and impregnated by clay.

Chemical composition

Proximate analysis				Ultimate analysis			
Air-dried	Moisture free		Dry ash-free	Dry ash-free			
Moisture	Ash	Sulphur	Vol. matt.	C	H	N	O + S
4.77	23.70	0.30	41.1	76.42	5.50	0.55	17.53

Non-caking coal.

In thin section the coal is transparent; transparent red humic matter is predominant in the coal. It appears in form of homogeneous vitrain bands or as finely mixed with dust-like quartz grains. Portions of homogeneous, faintly and delicately banded coal are characterized by insignificant content of mineral particles and often consist of lenses of xylovitrain or vitrain.

The cutinized elements are represented by cuticles, microspores and often pollen. They do not play any essential part in the coal. In thin section these inclusions are yellow in colour. The cuticle appears as thin narrow stripes with fine indentations or without it. It occurs as broken shreds or is closely surrounding the lenses of xylovitrain and vitrain. In polished section it is conspicuous in relief and has a characteristic dark-grey tint.

In oil-immersion the cuticle assumes a yellowish colour. At maceration by means of Schultze reagent the cuticles are separated and reveal straight and sinuous imprints of attachment of cell walls of epidermis. The cuticles are closely compressed together. The stomata are visible only on one half of each pair of cuticles. Among the separated pollen occur pollen of the Cycadales and Coniferal type. Several types of not exactly identified microspores occur. In thin section the shoot fragments are prevalent. They are represented by structureless vitrain, rarely by structural vitrain, xylovitrain and very rarely by fusain. The latter almost always shows confused cells.

Inclusions of resinous or gummy bodies are rare. In clay-partings reticulate bodies resembling the sclerotia of fungi occur.

Large inclusions of xylem seen in the pieces of coal as bright homogeneous lenses of vitrain are representing the structureless vitrain. The semi-bright appearance of the coal is due to the predominance of transparent humic matter and gelified fragments of plant tissues. The presence of lenses and bands of vitrain and the distribution of mineral particles arranged in layers determines the banded structure in a piece of coal. By its petrographical character the coal is humic and may be referred to clarain formed predominantly of plant shoot material.

When the amount of mineral particles increases this coal comes closer to oil-shale. The increase of resinous or gummy bodies makes it an intermediate link to liptobiolith. The participation of the semi-bright humic coal in the working seam, where it occurs in the form of separate layers, is insignificant.

Dull coal-rhabdopissite

Plate LVII, fig. 98

Dull coal with fine bright striation, compact, brown, with higher specific gravity. The streak is brownish with a yellowish tint. The fracture is rather smooth. Its surface is granular. The coal is composed of isolated sticks bright in fracture and of deep brownish-red translucent colour. The length of the sticks in this sample varies from 2 to 5 mm; their diameter is 1 mm and less. The distribution is irregular, more or less parallel to bedding plane. Occasionally lenses of homogeneous bright coal occur. In vertical fractures some of them show plant structure preserved in the shape of concentric annual rings.

The dull homogeneous brown matter represents the cementing material of the coal.

Chemical composition

Proximate analysis				Ultimate analysis			
Air-dried	Moisture free		Dry ash-free	Dry ash-free			
Moisture	Ash	Sulphur	Vol. matt.	C	H	N	O + S
2.72	58.70	0.15	65.6	66.72	7.49	0.49	25.30

The coal is not caking.

For purer varieties A. N. Kryshstofovich records 80.47% of volatile matter. Results of dry distillation in laboratory conditions:

Tar	24.08%
Coke with ash	61.50
Moisture	4 00
Gas and loss	10.20

In thin section the coal is distinctly transparent. It consists of yellow or orange-yellow bodies of elongated-oval, round or irregular shape. These bodies are the slices of the minute sticks, mentioned earlier at the description of the exterior appearance of the coal. They are identified by A. N. Kryshstofovich as a resin or gum matter filling special resin canals of fossil plants. In polished section they are faintly conspicuous in relief and of a grey tint. In oil-immersion they assume a yellowish-orange tint. The mass cementing these bodies consists of a small amount of dark-brown humic matter and of a larger amount of very fine clastic grains of quartz. The cementing matter is of minor importance and therefore the yellow bodies are often closely packed.

The cutinized elements are seen only after a maceration of the coal by means of Schultze reagent. They are represented by delicate thin exines of pollen and microspores, and are insignificant in quantity. Under the microspore the lenses of bright coal reveal a plant structure in a state of alternation corresponding to structural vitrain.

A certain heterogeneity and the granular structure of the vertical fracture of the coal in its appearance are due to the presence of resinous or gummy sticks. The dullness of the coal is due to its considerable contamination by mineral matter. Owing to the almost complete predomination of resin or gum bodies in the composition of the coal this type of coal, named by A. N. Kryshstofovich—rhabdopissite, was referred to liptobiolith.

At the decrease of resinous or gummy sticks and at the corresponding increase of the mineral part, the coal changes into shale. At the increase of the amount of inclusions of wood and humic matter the rhabdopissite changes into semi-bright banded coal.

Rhabdopissite plays an important part in the formation of the working seam of the Lipovtsy mines. In the vicinity of the Ilyichovka village its participation in form of independent layers is less important.

KAMCHATKA

Semi-bright indistinctly-banded coal

Plate LVIII, fig. 99

The coal is black with a very feeble dull lustre. The latter is more intense in the vitrain inclusions. Some parts of the coal contain minute bright lenses adding a striated appearance to the vertical broken surface of the coal. Other parts contain large inclusions of structural vitrain. The vitrain lenses are from 0.5 to 2 *cm* thick. They are always cut by a system of parallel fissures, never passing into the clarain part of coal specimen. According to the irregular distribution of large inclusions of fusain the coal in the blocks appears more or less homogeneous. The homogeneous blocks have a semi-conchoidal fracture. On exposure the coal easily becomes fissured and breaks into small irregular lumps. Besides that, the coal has the cleavage fissures. Some of them are filled with gypsum films and covered with ferruginous effervescence. In external appearance the coal has the features of brown coal.

In thin section the coal is very transparent with the red-brown matter being predominant. The cutinized structural elements occur sparingly. To these belong single microspores or outer coats of pollen of light-yellow colour.

Highly gelified fragments of plant tissues occur in large quantity. They display fragments of varying sizes, though the fine ones are prevalent. Many tissue fragments still retain traces of cell structure. They should be more correctly called structural vitrain. Other fragments are in a xylovitrain or structureless vitrain state.

Fine reticulate bodies are rather frequently found amidst the fragmentary remains of tissues. Occasionally fine resin grains are noticeable. They occur within the plant tissues or being quite isolated.

Fragments of brownish-yellow tissues with large rectangular cells occur as rare structural elements.

The clay admixture is very unevenly distributed. It either envelops the fragmentary tissues with thin veinlets of yellowish-grey colour, or appears in fine lenses.

Thus, the coal described is a clarain contaminated by clay and containing vitrain inclusions. The fragments of tissues shown in thin section as fine vitrain and xylovitrain inclusions correspond in the block of coal to fine brilliant streaks. The coal is a humic brown coal. Its part in the deposit is yet unknown.

Semi-bright banded coal

Plate LVIII, fig. 100

A very compact coal of a black colour having a heterogeneous composition. It is constituted by the alternation of bright bands with semi-dull and seldom with semi-bright ones. The bright bands prove altogether homogeneous. Their width is about 0.5 *cm*. The semi-dull and semi-bright bands play the principal part in the constitution of the coal. They possess a streaky character due to the presence of

fine glistening streaks and small lenses. The coal fracture is irregular, not sharply angular.

In a thin section the coal is well transparent. A great number of yellow bodies and rarer minute, strongly gelified fragments of plant shoot parts are embedded in a transparent red-brown groundmass.

Minute yellow inclusions are the exines of microspores, pollen and minute grains of resin and seldom fragments of the cuticle. Microspores or pollen and minute grains of resin are predominant. The resin occurs in three fold shapes: first, in separate particles, secondly in small accumulations, and thirdly, though very rare, inside the cell tissue.

Small fragments of plant tissues correspond as to their character and degree of gelification to xylovitrain and structural vitrain. A great number of them belongs to fragments of bark tissue. Now and again cross-sections of small cylindrical parts of plants with a distinctly pronounced cell structure are encountered. The matter of cell walls appears dark-brown.

Large lenses of vitrain discompose the attrital character of the coal. The vitrain has a doubtless wood origin and consists of two types of tissues observed in one lense. The exterior, usually of a lighter colour, extends in a narrow band along the lens. It has a somewhat friable structure. The interior proves to be more compact, more gelified and has a darker colour.

In a piece of coal the fine fragments of gelified tissues are manifested in the form of fine glistening streaks. Large vitrains correspond to bright homogeneous bands, whereas the semi-dull and semi-bright ones reply with the fine attrital matter, the semi-bright being nearer to clarain, containing but a scanty number of yellow bodies. The predominant semi-dull bands correspond to durain-clarain.

The mineral part is represented by an insignificant amount of minute quartz grains and thinly dispersed clay.

Thus, the coal of the given type represents a combination of vitrain with fine attrital durain-clarain and clarain. In the Krutogorovo deposit it has been encountered in the seam IV and IV-bis. But in the latter it contains a larger amount of yellow bodies.

UKRAINE

The Alexandria Deposit

Earthy brown coal

Plate LIX, fig. 101

The coal is chocolate-brown in colour. In the run-of-mine coal it is soft and soiling, on dessication becomes more compact. On dessication several specimens break into joints resembling the lumpy structure of chernoziom. As the oxidation of the coal grades, its pieces assume a darker brown colour.

Notwithstanding the poorly marked bedding plane the coal is not homogeneous. In vertical fracture of samples portions are noticed of a sometimes darker, sometimes lighter colour corresponding to the inclusions of less decomposed fragments of plant tissues. In some cases lenses of mineral matter of an infiltrated character are also noticeable.

Some layers of these coals are rich in inclusions of lignites, in some cases reaching 2 and even more metres in length. They belong mainly to different stem parts of conifers. By enrichment with a clay admixture this type of coal becomes more compact and assumes a greyish shade.

According to the microstructure the coal is divided into two varieties. The first (fig. 101A) may be called xylain-durain, as it presents a disorderly accumulation of various fragmentary plant tissues with rather clear traces of cell structure. These fragments vary greatly in size from very fine, consisting of several cells only, up to real "splinters" visible even to the naked eye.

Lenses of wood of the Coniferous trees with dark-orange drops of resin and lumps of yellow suberized bark tissue with flat elongated tangential cells are most frequently met with.

Greatly decomposed fragments resembling xylovitrain by their structure are also observed together with the well preserved fragments. Finally, a certain though insignificant percentage remains for the groundmass, formed from the finest, highly gelified particles.

A very limited content of cutinized elements is characteristic of these coals. Shreds of cuticle occur comparatively rarely, and the pollen constitute only the tenth parts of the percentage of the general mass of the initial material. Thus, the principal part in the composition of the coal appertains to stem tissues of higher plants.

Black "reticulate bodies" are met with occasionally in rather large numbers; they also occur in many other Tertiary brown-coals.

The second variety (fig. 101 *B*) resembles most closely the usual clarain type of coal. By the composition of original material it is quite similar to the first, but differs by a stronger gelification of plant tissues. A considerable part of them is transformed into fine lumpy groundmass which appears in thin section of normal thickness of a yellow-brown colour, sometimes with a light-orange shade.

Lumps of darker shade stand out among this predominant background. Some of them reveal faint evidence of cell structure, others are quite homogeneous and represent thickened clots of gelified plant material.

Inclusions of relatively slightly decomposed tissues occur locally, similar to the type shown in the first upper corner of the figure applied. It is a fragment of bark tissue which though crumpled still preserved characteristic features of its structure. Among the groundmass individual pollen and fine shreds of cuticle are embedded, as well as black rounded "reticulate bodies" mentioned at the description of the first variety.

Comparing both varieties described one can notice, that their principal difference consists in the degree of decomposition of the original material. While the first largely consists of structural elements of a xylain and xylovitrain type and must be referred to durain, in the second variety the groundmass is predominant and therefore this variety belongs to clarain.

The difference in microstructure is slightly reflected in the external appearance of the specimens. Coals of clarain variety differ by a greater compactness and a brownish tint; the durain variety, on the contrary, crumbles more readily into slack and is of a lighter shade. This is explained by a greater development of the colloidal part which plays the rôle of cement, while the second represents an accumulation of badly cemented fragments of half-decomposed plant tissues.

In the coal seam both varieties are connected by a series of gradual transitions.

In the Alexandria deposit the coals with a low ash-content occupy chiefly the lower third part of the seam, thus forming a series of 2–3 *m* in thickness, almost uninterrupted by partings. Separate layers within the limits of this series show insignificant differences in colour, compactness and character of fracture.

Earthy brown ash coal

Plate LX, fig. 102

In a block the coal is dark-brown with a more or less pronounced greyish tinge. It contains a considerable admixture of mineral matter in a form of finely-dispersed clay as well as coarser clastic material represented more often by fine highly rounded quartz grains. Depending on the nature of the prevalent mineral admixture the coal is either friable and earthy or, in contrary, very compact resembling of coaly clay.

In the run-of-mine coal these properties are less sharply expressed and both varieties differ but little one from another. When drying the clayey variety becomes

very compact and hard and that containing coarse clastic material acquires, on the contrary, the property to crumble into slack.

Many specimens likewise contain an admixture of finest mica grains, druses of gypsum crystals and occasionally fine concretions of pyrite.

The interstratification of this type of coal is rather poorly manifested. It is most conspicuous in specimens with rhythmic accumulation of plant and inorganic matter, but such are rather rarely met with.

As seen under the microscope the coal consists of an accumulation of fine highly-gelified debris of plant tissues intermingled with fragments of quartz and other mineral inclusions.

In the mass the plant detritus is far from being homogeneous. The individual plant fragments entering into its composition differ in form, colour and the degree of gelification. Minute fragments of brownish-red plant tissues almost deprived of any evidence of cell structure serve as the main background in thin section. Lumps of a darker shade seemingly thickened and with a vitrain or xylovitrain structure are conspicuous. For the most part they have rounded or somewhat oval outlines.

Equally with them grains of an orange or amber-yellow colour are noticeable. The first are more often quite structureless and resemble resin grains. Among the second many show evidence of cell structure and when seen in vertical section the cells appear in elongated shape. From the other elements of vegetable origin peculiar "reticulated bodies" are noticed in great numbers; many authors take them for sclerotia of fungi. They have rounded shapes and their sizes vary from 0.05 to 0.1 mm.

An almost complete absence of any signs of stratification is the characteristic feature of these coals. Judging by the general distribution of different parts of the original matter, their shape and the degree of their crushing we may conclude that this coal is of allochthonous origin. The plant material bears traces of redeposition and has evidently been transported at the same time as the clastic material. The larger fragments of plant tissues while swelling have assumed a rounded shape. The smallest are almost confluent forming the groundmass of the coal. But contrary to coals of higher degree of coalification the groundmass of these coals is not homogeneous, having a granular or finely lumpy structure.

In the Alexandria deposit the coals with high ash content compose the middle and upper part of the seam. Some of the layers apart from the admixture of coarse clastic material likewise contain a certain quantity of thinly dispersed clay. Under the microscope such coals possess the greyer appearance of the groundmass.

The coals of the Passekovo deposit in the Voronezh region mainly belong to this type.



CONTENTS

Preface	99
Devonian Coals	
Kuznetsk Basin (<i>Z. V. Ergolskaya</i>)	102
The Barzas Deposit	102
Slabby coal (102). Compact "confluent" coal (103). Pitch-like coal (104)	
Lower Carboniferous Coals	
Moscow Basin	105
The Bolokhovo Coal District (<i>G. A. Jemichuk, I. E. Waltz and L. I. Sarbeyeva</i>)	105
Semi-bright homogeneous coal (105). Semi-dull homogeneous coal (105). Semi-dull indistinctly-banded coal (105). Semi-dull banded coal (106). Dull homogeneous coarse-grained coal (106). Dull homogeneous fine-grained coal (107). Dull distinctly banded coal (108). Sapropellic-humic coal (obolenskite) (109). Cannel coal (110). Semi-boghead coal (111). Boghead coal (112).	
The Selizharovo Coal District (<i>O. F. Grachova</i>)	113
Semi-dull finely-striated coal (113). Dull fine-grained coal (113). Sapropellic coal (113).	
The Borovichi Coal District (<i>E. S. Korzhenevskaya</i>)	114
Semi-dull banded coal (114). Dull coarse-grained coal (115).	
Kizel District	115
The Novo-Kizel Deposit (<i>I. E. Waltz</i>)	115
Semi-bright indistinctly-banded coal (115). Semi-dull striated coal (116).	
The Gubakha Deposit (<i>I. E. Waltz</i>)	117
Dull homogeneous coarse-grained coal (117). Dull homogeneous fine-grained coal (118).	
The Obmankovo Deposit (Chusovaya Region) (<i>G. V. Buriak</i>)	118
Semi-boghead coal (118).	
Karaganda Basin (<i>A. A. Lubet</i>)	119
General characteristic of the coals	119
Bright indistinctly-banded coal (119). Bright banded coal (120). Semi-bright indistinctly-banded coal (121). Semi-bright banded coal (121). Semi-bright striated coal (122). Semi-bright banded coal (of higher degree of coalification) (122). Semibright banded (of high degree of coalification) (123). Semi-dull homogeneous coal (123). Dull homogeneous coal (124).	
Middle Carboniferous Coals	
Donets Basin (<i>Z. V. Ergolskaya</i>)	125
General characteristic of the coals	125
Alteration of the microstructure of the Donets Basin coals during the process of coalification (125). Bright indistinctly-banded coal (127). Semi-bright striated coal (128). Dull-bright indistinctly-striated coal (129). Semi-bright banded coal (129). Semi-dull striated coal (130). Semi-dull granular coal (131).	
Permian Coals	
Pechora Basin (<i>E. S. Korzhenevskaya</i>)	133
The Vorkuta Deposit	133
Bright indistinctly-banded coal (133). Semi-bright banded coal (134). Semi-dull banded coal (135).	
Kusnetss Basin (<i>Z. V. Ergolskaya</i>)	136
General characteristic of the coals	136
Balakhonka series coals	137

The Kemerovo Deposit	137
Semi-bright banded coal (137). Semi-dull indistinctly-banded coal (138).	
The Prokopyevsk-Kiseliovka Deposit	139
Semi-bright banded coal (139). Semi-bright indistinctly-striated coal (140). Semi-dull lenticular-banded coal (141). Semi-dull homogeneous coal (141).	
Kolchugino Formation Coals	142
Bright indistinctly-banded coal (142). Semi-bright banded coal (143).	
Minussinsk Basin (<i>Z. V. Ergolskaya</i>)	144
Bright indistinctly-banded coal (144).	
Tunguska Basin (<i>E. S. Korzhenevskaya</i>)	145
Semi-bright indistinctly-banded coal (145). Semi-bright banded coal (145). Semi-bright coal (146). Dull banded coal (146).	
Jurassic Coals	
Crimea	148
The Beshuy Deposit (<i>G. A. Jemtchujnikov</i>)	148
Jet Plate (55).	
Transcaucasia	148
The Tkvarcheli Deposit (<i>E. S. Korzhenevskaya</i>)	148
Semi-bright homogeneous coal (148). Semi-bright striated coal (149).	
The Tkivbuli Deposit (<i>G. A. Jemtchujnikov</i>)	150
Resinous liptobiolith (150). Cuticular coaly-shale (151).	
The Eastern slope of the Urals	151
The Cheliabinsk Deposit (<i>O. F. Grachova</i>)	151
Bright banded coal (151). Semi-bright homogeneous coal (152). Semi-dull, roughly banded coal (152).	
The Caspian Coal Region (<i>Z. V. Ergolskaya</i>)	153
The Yagman Deposit	153
Bright, indistinctly-banded coal (153).	
The Tuarkyr Deposit	154
Semi-dull, thin-banded coal (154).	
Central Asia (Ferghana) (<i>A. I. Ginsburg</i>)	155
The Sulukta deposit	155
Dull homogeneous coal (155).	
The Shurab Deposit	156
Semi-bright striated coal (156). Dull homogeneous coal (156).	
The Kizil-Kiya Deposit	157
Dull striated coal (157). Dull banded coal (158).	
The Kok-Yangak Deposit	159
Bright homogeneous coal (159). Semi-bright striated coal (159). Semi-dull banded coal (160).	
The Naryn Deposit	161
Semi-dull banded coal (161).	
Karaganda Coal District (<i>A. A. Luber</i>)	161
Semi-bright banded coal (161). Semi-dull homogeneous coal (162).	
Kusnetsk Basin (<i>Z. V. Ergolskaya</i>)	162
The conglomerate series Coals	162
Bright indistinctly-striated coal (162). Semi-dull laminated coal (163).	
Irkutsk Basin	164
The Cheremkhovo Deposit (<i>A. J. Ginsburg</i>)	164
Semi-bright homogeneous coal (164). Semi-dull homogeneous coal (165). Slabby-foliated coal (166).	
The Khakharey Deposit (<i>G. A. Jemtchujnikov</i>)	167
Saprocillite (167).	
The Matagan Deposit (<i>G. A. Jemtchujnikov</i>)	167
Saprocillite (167).	
The Zorino-Bykshoskoye Deposit (<i>O. F. Grachova</i>)	168
Humic sapropelic coal (168). Sapropelic coal (169).	
The Burtino Deposit (<i>G. A. Jemtchujnikov</i>)	170
Sapropelite (170).	
The Zhilkino Deposit (<i>G. A. Jemtchujnikov</i>)	170
Humic-sapropelic coal (170).	

Transbaikalia	171
The Lake Gusinoe Deposit (<i>E. S. Korzhenevskaya</i>)	171
Semi-bright striated coal (171). Semi-bright banded coal (172).	
The Bukachacha Deposit (<i>A. I. Ginsburg</i>)	173
Bright striated coal (173). Bright banded coal (174).	
Lena Basin (Yakutia)	175
The Bulun Deposit (<i>A. A. Luber</i>)	175
Bright indistinctly-banded coal (175). Semi-dull homogeneous coal (175).	
Far Eastern Territory (<i>E. S. Korzhenevskaya</i>)	176
The Suchan Deposit	176
Semi-bright indistinctly-banded coal (176). Humic-lipobolitic coal (177).	
The Upper-Sutun Coal District	177
Semi-bright indistinctly-banded coal (177). Dull coal-rhabdopissite (178).	
Tertiary Coals	
Kamchatka (<i>E. S. Korzhenevskaya</i>)	180
Semi-bright indistinctly-banded coal (180). Semi-bright banded coal (180).	
Ukraine	181
The Alexandria Deposit (<i>J. E. Waltz</i>)	181
Earthy brown coal (181). Earthy brown ash coal (182).	

Ответственный редактор: Ю. А. Жемчужников

Сдана в набор 16/VI 1937 г.

Формат 82×110^{1/16}

Ленгорлит № 2952

Бум листов. 5^{2/3}

Тираж 800

Уч.-авт. л. 17,55

Технический редактор: Р. Аронс

Подписана к печати 13/VII 1937 г.

Тип. зн. в 1 бум. л. 127 232

Заказ № 2129