Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXV, вып. 2, 1959 г.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ТИПЫ УГЛЕЙ И СТРОЕНИЕ ГЛАВНЕЙШИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ АРКАГАЛИНСКОЙ УГЛЕНОСНОЙ ПЛОЩАДИ (СЕВЕРО-ВОСТОК СССР)[1]

В. В. КИРЮКОВ

Аркагалинская угленосная площадь расположена в пределах Магаданской области на междуречье Индигирки и Колымы, в 100 *км* северо-западнее пос. Сусуман. Геологоразведочные работы на этой площади проводятся с 1935 г. по настоящее время (В. И. Вронским, Г. В. Буряком, В. И. Барянцевым и др.). Угольные пласты разрабатываются несколькими шахтами.

Верхнемеловая континентальная угленосная толща мощностью около 450 *м* заполняет узкую длинную мульду северо-западного простирания шириной 2—6 *км* при длине 60 *км* и подразделяется (по Г. В. Буряку) на нижний и верхний продуктивные горизонты, разделенные непродуктивной толщей. Продуктивные горизонты сложены песчаниками, глинистыми и углистыми сланцами и содержат угольные пласты и пропластки. Аркагалинская угленосная площадь разделяется выступами залегающих ниже пород верхнего триаса на две части: Нижне-Аркагалинскую и Верхне-Аркагалинскую мульды.

Южная часть Нижне-Аркагалинской мульды имеет сложное мелкоскладчатое строение и рассечена продольными разломами. Верхне-Аркагалинская мульда имеет более широкие контуры, чем Нижняя, и разведана менее детально.

В Нижне-Аркагалинской мульде выделяются три месторождения — Кедровское, Кадыкчанское, Знатнинское, являющиеся, по-видимому, неразрывным целым и вытянутые с юга на север вдоль мульды с промежутками в 5—9 *км*. На площади Верхне-Аркагалинской мульды известно в настоящее время неразрабатываемое Октябрьское месторождение. В пределах Нижне-Аркагалинской мульды вскрыто и разрабатывается от 3 до 7 угольных пластов мощностью 1—8 *м*, изредка 13 *м*. Угольные

[1] В течение 1954—1955 гг. автором и сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института по переработке нефти и газа и получению искусственного жидкого топлива (ВНИИ НП) проводилось совместное петрографическое и химико-технологическое исследование углей ряда месторождений северо-востока СССР. В настоящей статье приведены результаты петрографического исследования пластоватых, пластово-дифференциальных, валовых и специальных петрографических проб, отобранных из угольных пластов Аркагалинской угленосной площади автором и углехимиками Т. К. Островской и О. Г. Мирошиной.

пласты не выдержаны по простиранию. Значительные колебания в мощности каждого пласта в пределах отдельных месторождений при отсутствии коррелирующих горизонтов затрудняют сопоставление пластов мульды.

Невыдержанность пластов по простиранию и сомнительность их сопоставления обязывают осторожно подходить к сравнению углей различных участков.

Петрографический состав аркагалинских углей и строение угольных пластов изучались Г. В. Буряком, М. Г. Зюзиной. Результаты этих работ использованы в настоящей статье.

Пробы из угольных пластов всех трех месторождений Нижне-Аркагалинской мульды отбирались только по горным выработкам, керновые пробы не использованы из-за слабой их представительности (низкий процент выхода керна). Образцы для петрографического исследования отбирались из тех же мест, что и пластовые или пластово-дифференциальные пробы. Петрографическое строение угольного пласта, типы углей, контакты между отдельными петрографическими пачками устанавливались на месте. Наибольшее число проб взято на Знатнинском месторождении (опробовано три пласта, взято восемь пластовых и три дифференциальные пробы), наиболее подробно и тщательно изучены пласты расположенного в центральной части мульды Кадыкчанского месторождения (опробовано три пласта, взято четыре пластовые и три дифференциальные пробы). На Кедровском месторождении отобраны пробы с четырех пластов. Для количественных определений и дополнительной характеристики петрографического состава углей Кадыкчанского месторождения с каждой химико-технологической пробы при сокращении выделялась представительная проба в порошке. Петрографический состав углей изучался преимущественно в тонких шлифах в проходящем свете. Порошковые пробы изучались под бинокулярной лупой, а «брикеты» из порошка — в отраженном свете.

I. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЕЙ, СЛАГАЮЩИХ ГЛАВНЕЙШИЕ ПЛАСТЫ АРКАГАЛИНСКОЙ УГЛЕНОСНОЙ ПЛОЩАДИ

В состав угольных пластов Аркагалинской угленосной площади входят выделяемые по блеску и другим внешним признакам различные петрографические типы и разности углей более или менее сложного состава. Каждый петрографический тип представляет собою сочетание нескольких макрокомпонентов, выделяемых по внешнему виду и особенностям микроструктуры.

Для каждого петрографического типа характерна определенная макроструктура.

Среди аркагалинских углей различаются простые и сложные макрокомпоненты (ингредиенты). Простые ингредиенты представлены блестящим и матовым сажистым углями. Сложные бывают полублестящие, полуматовые и матовые. Они представляют основу угля и макроскопически как бы цементируют простые макрокомпоненты.

1. Простые макрокомпоненты

Блестящий витреновый уголь встречается как самостоятельный тип, слагающий отдельные пачки в пластах и прослои в породах (рис. 1, 2), так и в составе сложнополосчатых (комплексно-полосчатых) типов углей

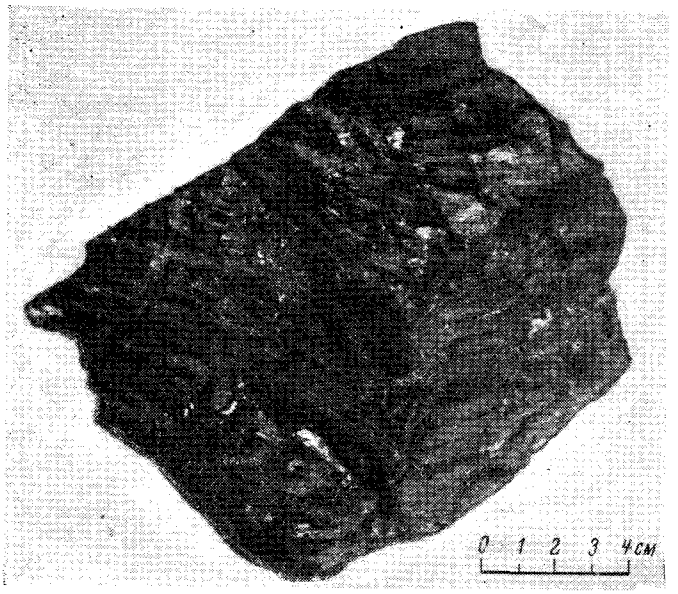
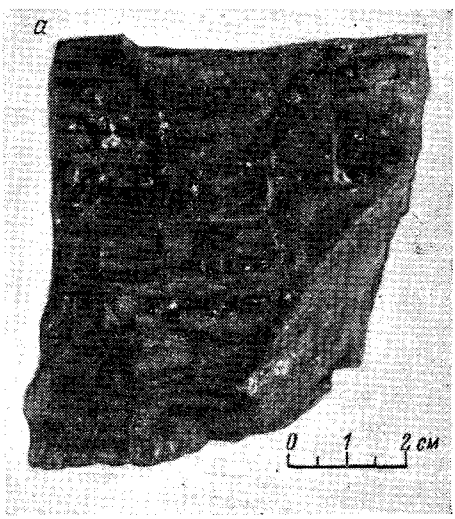


Рис. 1. Блестящий уголь. Пласт Второй Кадыкчанского месторождения



Рис. 2. Прослои блестящего угля и включения каолинита в коричнево-сером алевролите. Пласт Третий Кадыкчанского месторождения

в виде тонких слоев, линз, штришков. Тонкие слои (полосы) достигают толщины от 1—2 до 5—7 *мм*, в редких случаях 15 *мм* (рис. 3, 4). Линзочки блестящего угля в неяснополосчатых и линзовиднополосчатых углях имеют толщину 1—3 *мм* при длине в несколько сантиметров. Для многих линзочек и изредка тонких полосок характерен мелкоглазковый излом. Почти всегда по трещинам кливажа наблюдается минерализация кальцитом. По микроструктуре это резко очерченные слои однородного гелифицированного светло-коричневого, оранжево-коричневого или буровато-коричневого витрена (рис. 5, *а*, *б*). Несколько реже встречаются линзочки и полоски структурного витрена, сохранившего структуру перидермальных тканей или древесинной паренхимы.



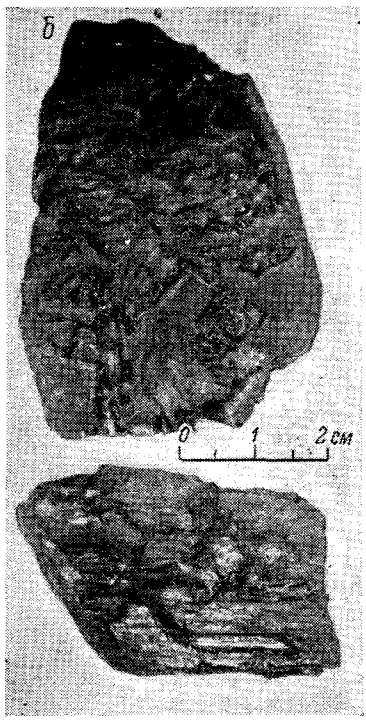


Рис. 3. Полублестящий уголь:
а — полосчатый; *б* — линзовидно-полосчатый. Пласт Третий Кадыкчанского месторождения

Матовый сажистый уголь (фюзеновый, ксилено-фюзеновый) встречается в виде рассеянных в угольной массе, ориентированных по слоистости примазок, линзочек, тонких слойков (толщиной до 3 *мм*) и редких более крупных линз (толщиной 5—8 *мм*). В состав различных типов угля входит от 2,5 до 6,7% (по объему) сажистого макрокомпонента. Большие количества микровключений фюзена в полуматовых углях определяют их блеск. Отдельные зерна сажистого угля представляют собой хрупкие, но довольно прочные тонкие пластинки или чешуйки волокнистого строения, тонкие осколки и иглоподобные обломки (рис. 3, *б*).

Полости многих включений сажистого угля заполнены кальцитом или водным кремнеземом, что придает им необычную прочность и твердость.

По микроструктуре сажистые угли неоднородны и состоят из многочисленных фрагментов ксилено-фюзена и фюзена, тонких линзочек ксилена и штришков витрена (рис. 5, *в*, *г*, *д*).



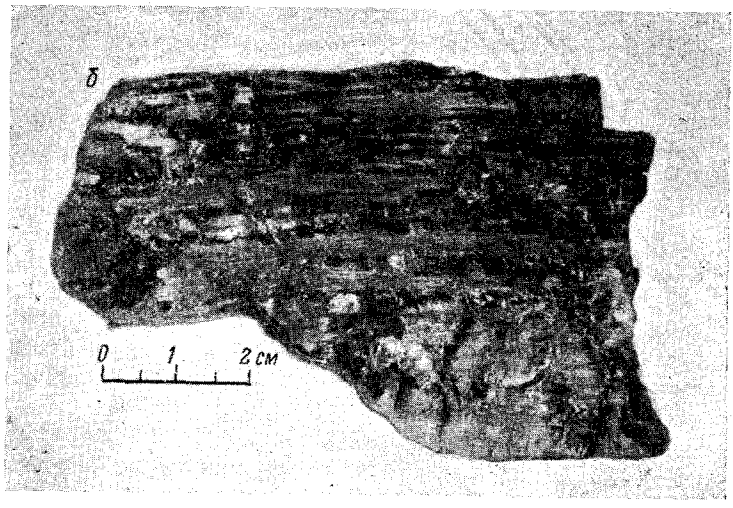


Рис. 4. Неяснополосчатый и тонкополосчатый полуматовый уголь Кадыкчанского месторождения:
а — пласт Второй; *б* — пласт Третий

2. Сложные макрокомпоненты

Среди сложных макрокомпонентов преобладают полублестящие и полуматовые, подчиненное место занимают матовые с сероватым оттенком, значительно загрязненные минеральными примесями, и блестящие. Сложные макрокомпоненты различаются в основном по участию в них фюзенизированных микрокомпонентов или минеральных включений.

Блестящий макрокомпонент, составляющий в типах основу по микроструктуре, относится к кларену. Светло-оранжево-коричневая основная масса имеет однородное или ксиловитреновое строение и включает небольшое количество красно-бурого ксилена, ксилено-фюзена и крупных кутикул (рис. 5, *б*).

Полублестящая основа по микроструктуре клареновая или дюрено-клареновая. Клареновая основа сложена буровато-коричневой однородной или комковатой слоистой гелифицированной основной массой с линзочками фюзена, ксилено-фюзена, обрывками кутикул (ксилено-фюзеновая разность) или линзочками ксиловитрена, структурного и бесструктурного витрена (ксиловитреновая разность) (рис. 5, *е*). С увеличением содержания фюзена и красно-коричневого ксилена выделяются фюзено-ксиленовые кларено-дюрены; встречаются слои, содержащие большое количество ориентированных по наслоению обрывков желтовато-оранжевых кутикул-кутикуловый дюрено-кларен (рис. 5, *е*).

Полуматовая основа по микроструктуре может быть кларено-дюреновой или дюреновой и отличается от полублестящей более высоким содержанием фюзена, бурого ксилена и в некоторых слоях липоидов главным образом кутикул-фюзено-ксиленовых, смешанных и кутикуловых кларено-дюренов (рис. 5).

Матовая основа по микроструктуре дюреновая и отличается от приведенных выше значительным содержанием фюзена, ксилено-фюзена и обилием минеральных примесей (кварцевых зерен и глин), рассеянных в однородной основной массе (рис. 6, 7, 8).

3. Микрокомпоненты

Среди органических микросоставляющих аркагалинских углей выделяется цементирующая основная масса, липоидные и древесинные форменные элементы. Липоиды существенной роли не играют, так как встречаются очень редко. Соотношение основной массы и древесинных форменных элементов, а также минеральных примесей определяет в значительной мере химико-технологические и физико-механические свойства угля.

Рассмотрим особенности этих микрокомпонентов углей.

Основная масса встречается в виде нескольких разновидностей. В блестящих и полублестящих углях она в основном однородна и окрашена от светло-коричневого до буро-красного цвета. В полуматовых и матовых углях основная масса имеет ксиловитреновую или однородную структуру и прожилковое сложение. Крупные ксилено-фюзеновые фрагменты плавно облекаются основной массой, приобретающей в этих местах флюидальную текстуру.

Липоидные форменные элементы представлены в основном двумя видами кутикул — «толстыми» и «тонкими». Толстые оранжевые кутикулы (толщиною до 0,01 *мм*) по структуре в поперечных срезах подобны пробковой ткани (рис. 5, *е*). Тонкие кутикулы входят в состав маломощных слоев кутикуловых дюрено-клареновых углей, а также в другие

типы углей в виде единичных включений. Тонкие кутикулы достигают длины в несколько миллиметров и всегда ориентированы по наслоению (рис. 5, *з*).

Споры встречаются в единичных экземплярах и большого значения как форменный элемент не имеют. Изредка встречаются тела, напоминающие водоросли.

Красно-коричневые древесинные форменные включения представлены ксиленом, ксиловитреном и витреном. Ксиловитреновые включения встречаются в полублестящих клареновых углях, отличаясь от основной массы линзовидной формой, четкими очертаниями и своеобразной структурой (рис. 5, *ж*). Форма, размеры и число включений витрена меняются для различных типов углей (штришки, тонкие полосы, тонкие слои). Особенности их микроструктуры указаны выше (рис. 5, *а, в*).

Включения ксилена встречаются не часто и представлены небольшими (0,2—1,5 *мм* × 0,7—2,5 *мм*), хорошо ограниченными линзочками коричневого, красно-бурого или оранжево-коричневого вещества с ярко выраженной клеточной структурой (рис. 5, *е, д*). Иногда наблюдаются крупные таблитчатые обломки с типичной структурой поперечных срезов древесины.

Коричнево-черные и черные древесинные форменные включения представлены ксилено-фюзеном и фюзеном в виде линз с беспорядочно расположенными полостями или в виде тонких полос и линз с четко выраженной структурой удлиненных клеток. В некоторых включениях отмечены годичные кольца, заметно строение древесных тканей в продольных срезах (рис. 5, *а, в, г, д*).

Почти все полости в ксилено-фюзене и фюзене заполнены кальцитом.

4. Минеральные включения

Минеральные включения в углях Аркагалинской угленосной площади представлены минеральными новообразованиями: сингенетичными и эпигенетичными и терригенными минералами.

К терригенным минералам относятся угловатые обломочки кварца, встреченные в отдельных тонких прослоях, не имеющих широкого распространения.

К сингенетичным минеральным новообразованиям относятся крупные линзочки раскристаллизованного кремнезема (рис. 9, *а*), золотистые в проходящем свете. Мелкоагрегатное строение этих линзочек хорошо видно в скрещенных николях. Раскристаллизованный кварц занимает от $^1/_3$ до $^3/_4$ площади поперечного сечения этих линзочек, остальное — полоски аморфного кремнезема.

Сингенетичный каолинит (рис. 9, *б, в*) встречен в виде агрегатных скоплений, чешуек и тонких пластиночек, часто ориентированных по наслоению и плавно облекаемых основной массой. Изредка на контакте угля с алевролитовыми прослоями встречаются радиально-лучистые агрегаты водного кремнезема (см. рис. 8) с низким (около 1,40) коэффициентом преломления.

К эпигенетическим включениям относятся прожилки кальцита по трещинам кливажа и включения кальцита в полостях ксиленовых и фюзеновых фрагментов. Кальцит заполняет тонкие трещинки кливажа (толщиной до 1—2 *мм*). От прожилков в угольную массу отходит много тончайших жилочек кальцита, что придает этим включениям сложноперистый облик (рис. 9, *г*).

В угле пласта Третьего (Кадыкчанское месторождение) встречаются в значительном количестве ржаво-коричневые и оранжево-желтые пленки и вкрапленники (до 2—3 *мм* в диаметре) уксусно-кислого железа (?), возникающие в результате особых условий окисления.[1]

II. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ТИПЫ И СТРОЕНИЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ АРКАГАЛИНСКОЙ УГЛЕНОСНОЙ ПЛОЩАДИ

Типизация углей Аркагалинской угленосной площади проводится автором по преобладающему блеску, отражающему соотношение макрокомпонентов, и по макроструктуре. По блеску угли подразделяются на блестящие, полублестящие, полуматовые, матовые; по макроструктуре — на однородные, полосчатые и штриховатые (рис. 10, табл. 1). Преобладают полосчатые и штриховато-полосчатые полублестящие и полуматовые угли.

Таблица 1

Угли Аркагалинской угленосной площади

Тип	Разность	Тип	Разность
Блестящий [2]	1. Полосчатый	Полуматовый	7. Неяснополосчатый 8. Полосчатый 9. Тонкополосчатый 10. Штриховато-полосчатый 11. Штриховатый 12. Сложнополосчатый
Полублестящий	2. Неяснополосчатый 4. Полосчатый 3. Тонкополосчатый 5. Штриховато-полосчатый 6. Сложнополосчатый	Матовый	13. Неясноштриховатый
		Полуматовый и матовый	14. Рыхлый развальцованный

Блестящие угли. 1. Блестящий полосчатый уголь встречен только в пласте Втором Кадыкчанского месторождения. Слагает он слои толщиной до 10 *см,* перемежающиеся с прослойками полублестящего угля, или тонкие слои во вмещающих алевролитах (см. рис. 1, 2). По микроструктуре — это клареновый уголь, сложенный однородной коричневой основной массой, в которую включены линзы ксиловитрена и ксилено-фюзена. Увеличение количества ксилено-фюзеновых включений в отдельных слоях создает полосчатость.

Полублестящие угли. Полублестящие угли являются одним из главных типов углей и составляют от 14 до 92% массы пластов Аркагалинской площади. В зависимости от макро- и микроструктуры они разделяются на следующие разности.

2. Полублестящий неяснополосчатый, почти однородный, уголь со смолистым блеском и полураковистым изломом. Полублестящая основа

[1] При промывке водой из углей пласта Третьего выделяется до 0,1% уксусного альдегида (на сухой уголь). В выработках, пройденных по пласту, ощущается интенсивный запах уксусной кислоты, образцы угля также пахнут уксусом.

[2] Однородный блестящий уголь, не слагающий самостоятельных прослоев, рассматривается как макрокомпонент, подобно сажистому углю, так как входит в состав почти всех выделяемых типов угля.

содержит редкие включения сажистого и блестящего углей. По микроструктуре это клареновый или дюрено-клареновый уголь с незначительным количеством линз и полос витрена и ксилено-фюзена, основная масса однородная и жилковатая.

3. Полублестящий полосчатый уголь сложен слоями блестящего угля, рассеянного в значительном количестве и полуматовой цементирующей массы (см. рис. 3). По микроструктуре это полосчатые ксилено-фюзеновые дюрено-кларены или кларено-дюрены, сложенные буроватой основной массой, цементирующей включения ксилено-фюзена и витрена.

4. Полублестящий штриховато-линзовидно-полосчатый уголь сложен слоями и штришками блестящего угля, расположенными в полублестящей цементирующей массе. Встречаются также включения сажистого угля (рис. 3, *б*). По микроструктуре уголь клареновый и дюрено-клареновый. В светло-оранжевой основной массе встречаются линзовидные включения витрена и ксилено-фюзена. В угле встречаются прослойки кутикулового дюрено-кларена и ксилено-фюзенового дюрена.

5. Полублестящий тонкополосчатый уголь сложен полублестящей цементирующей массой с тонкими (толщиной не более 1—2 *мм*) сплошными и разорванными полосками блестящего и слоями сажистого и матового штриховатого углей. По микроструктуре уголь полосчатый и сложен однородным клареновым и фюзено-ксиленовым дюрено-клареновым углем с прослоями витренового однородного.

6. Полублестящий сложнополосчатый уголь составлен несколькими переслаивающимися более простыми типами угля с преобладанием полублестящего. По соотношению микрокомпонентов сложнополосчатый уголь существенно не отличается от других полублестящих типов углей.

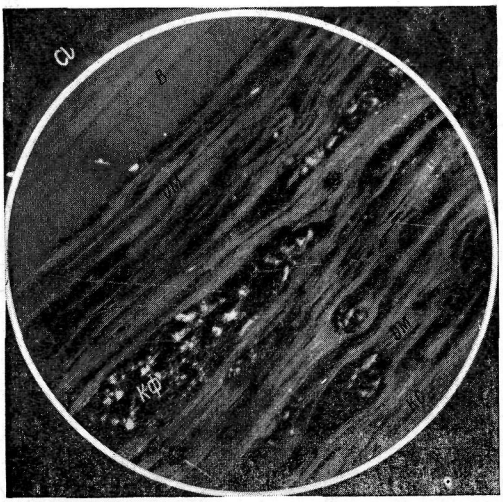
Полуматовые угли. Полуматовые угли — второй главный тип — составляют от 8 до 82,6% угольной массы главнейших угольных пластов Аркагалинской угленосной площади. Отличительным признаком полуматовых углей является повышенное содержание фюзено-ксиленовых компонентов. По характеру микроструктуры и особенностям микроскопического строения выделяются следующие разности полуматовых углей.

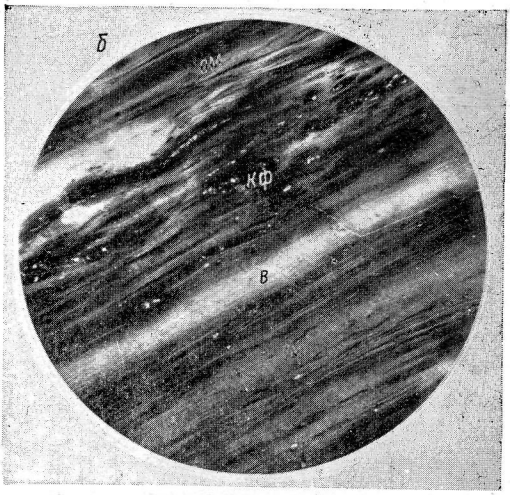
7. Неясно полосчатый полуматовый уголь — матовая основа со значительным количеством тончайших штришков и прослойков сажистого или блестящего угля, придающих полуматовый (мерцающий) блеск. По микроструктуре это смешанные дюрено-клареновые и ксилено-фюзеновые кларено-дюреновые и дюреновые угли.

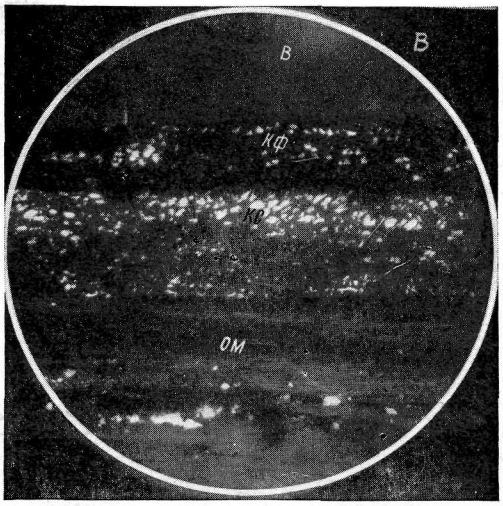
8. Полосчатый полуматовый уголь сложен чередующимися слоями полуматовой или полублестящей основы с включениями полуматовых сажистых, полублестящих или блестящих макрокомпонентов. Полосы блестящего угля трещиноваты, некоторые трещины заполнены кальцитом. По микроструктуре выделяются: кутикуловый кларено-дюреновый, смешанный ксилено-фюзеновый, кларено-дюреновый, клареновый угли.

9. Тонкополосчатые и штриховато-полосчатые полуматовые угли (см. рис. 4, *а, б*) в матовой основе содержат значительное количество тонких (до 1 *мм*) линзочек, слегка изгибающихся полосок (до 2—3 *мм*) и редких штришков блестящего угля (витрена), а также редких слоев сажистого (толщиной до 5 *мм*). Уголь плотный с полураковистым или угловатым изломом. По микроструктуре уголь полосчатый и сложен фюзено-ксиленовым кларено-дюреном и дюреном, в которых встречаются полоски ксиловитренового или кларенового состава.

10. Полуматовые штриховатые и линзовиднополосчатые угли в полуматовой основе содержат тонкие штришки блестящего угля, придающие углю тусклый блеск и линзовидные включения блестящего угля (до







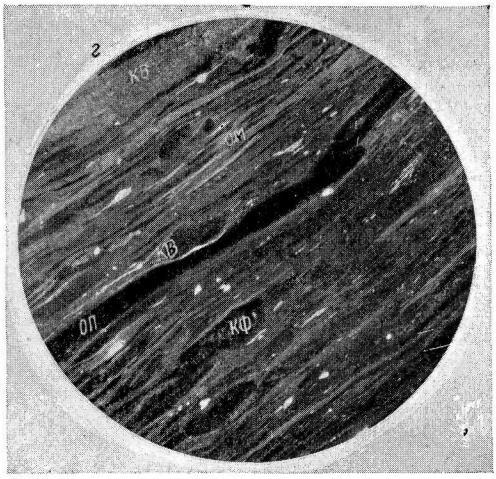
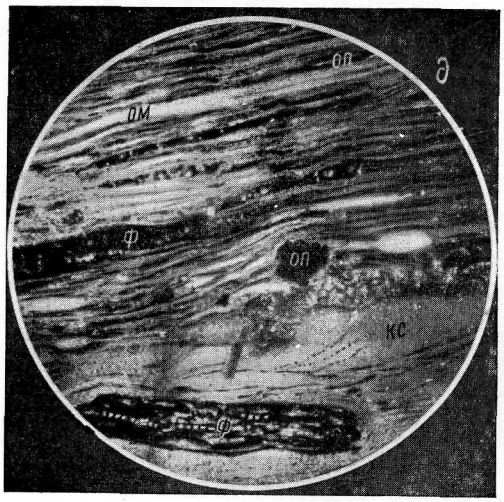
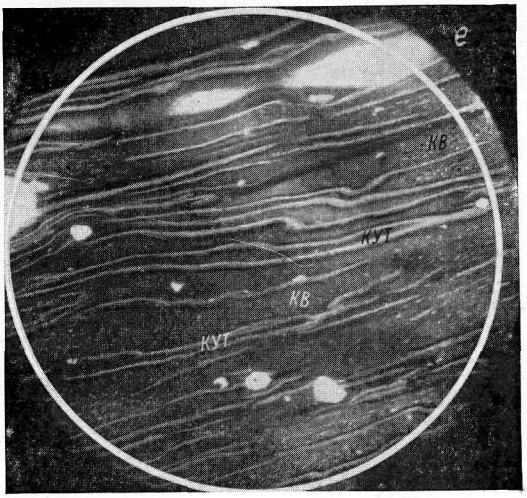
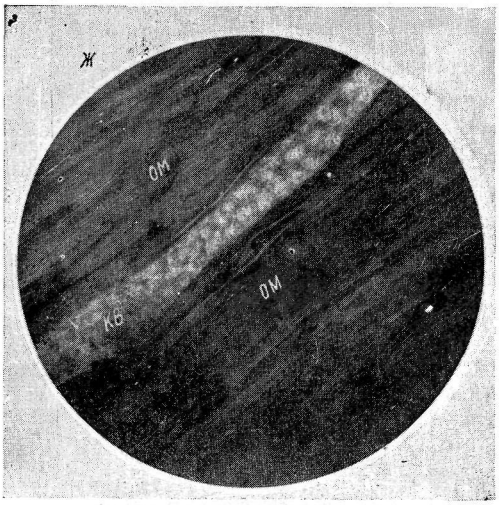


Рис. 5. Микроструктуры главнейших типов углей Кадыкчанского месторождения:

а — ксилено-фюзеновый дюрено-кларен; *б* — кларен; *в* — полосчатый ксилено-фюзеновый дюрено-кларен; *г* — фюзено-ксиленовый дюрено-кларен; *ом* — прозрачная буровато-коричневая основная масса; *В* — витрен; *КВ* — ксиловитрен краснобурый; *КС* — ксилен коричневый; *КФ* — ксилено-фюзен; *Ф* — фюзен, частично минерализованный; *ОП*—непрозрачная основная масса. Увеличение 40







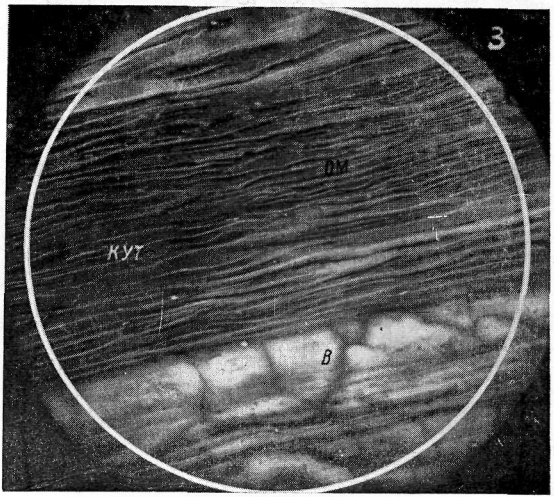


Рис. 5. (продолжение) Микроструктуры главнейших типов углей Кадыкчанского месторождения:

д — фюзено-ксиленовый уголь; *е* — смешанный (кутикул-ксиловитреновый) дюрено-кларен; *ж* — ксиловитреновый кларен; *з* — кутикуловый дюрено-кларен; *ом* — прозрачная буровато-коричневая основная масса; *В* — витрен; *КВ* — ксиловитрен краснобурый; *КС* — ксилен коричневый; *КФ* — ксилено-фюзен; *Ф* — фюзен, частично минерализованный; *ОП* — непрозрачная основная масса. Увеличение 40

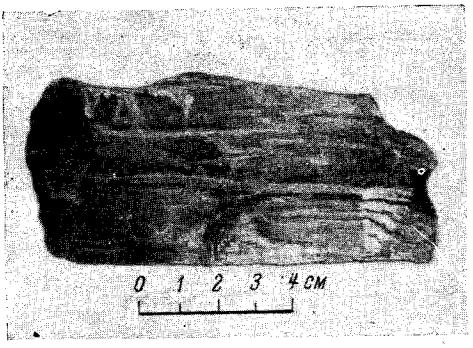


Рис. 6. Матовый неясноштриховатый уголь. Пласт Верхний Знатнинского месторождения



Рис. 7. Прослой желтовато-серого алевролита в полуматовом и полублестящем углях. На контакте слои высокозольного угля. Пласт Второй Кадыкчанского месторождения

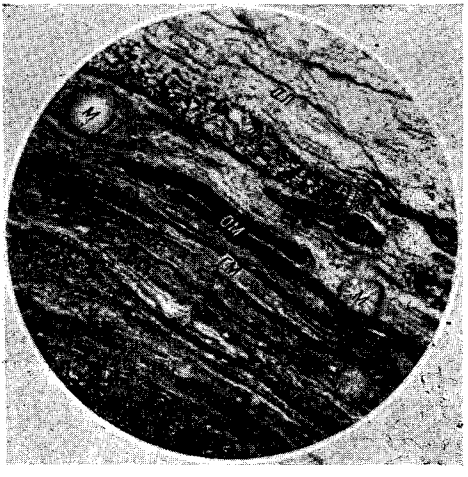
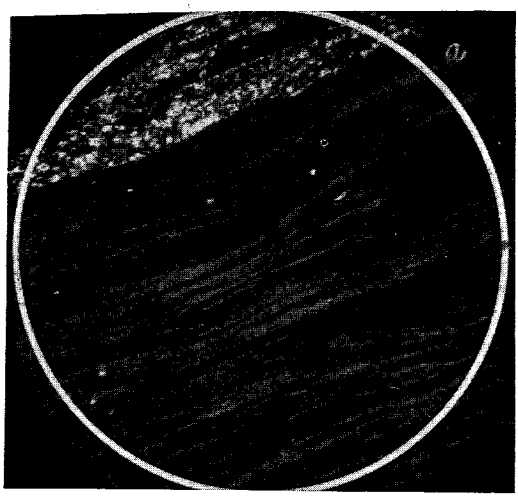
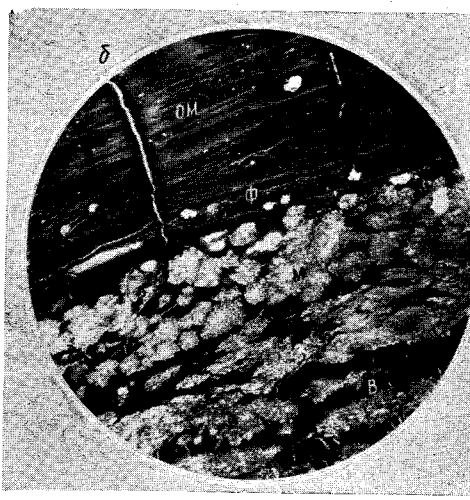
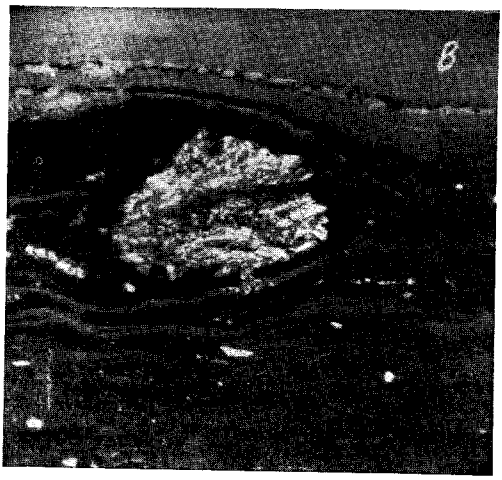


Рис. 8. Микроструктура углистого алевролита:

А.Л — мелкозернистый кварц; *Ф* — линзы фюзера; *М* — радиально-лучистые агрегаты водного кремнезема. Пласт Второй Кадыкчанского месторождения. Увеличение 40







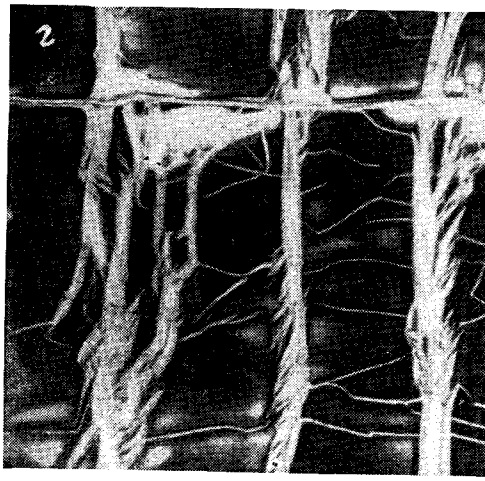


Рис. 9. Минеральные включения в угле:

а — линзочки раскристаллизованного кремнезема в фюзено-ксиленовом дюрено-кларене, увеличение 40, николи скрещены; *б* — включения каолинита в полуматовом угле, увеличение 40; *в* — агрегат каолинита, увеличение 250; *г* — прожилки кальцита в клареновом угле, увеличение 40; *М* — линзовидные включения раскристаллизованного кремнезема; *К* — каолинит; *С* — кальцит; *ОМ* — основная гелифицированная масса; *В* — витрен; *КФ* — ксилено-фюзен; *Ф* — фюзен

4 *мм* толщиной). По микроструктуре уголь относится к фюзено-ксиленовым кларено-дюренам.

11. Сложнополосчатые полуматовые угли состоят из переслаивающихся более простых типов угля, среди которых преобладают полуматовые. Для этих углей характерно повышенное содержание ксилено-фюзеновых включений.

Матовые угли. 12. Уголь матовый неясноштриховатый самостоятельных пачек, исключая пласт Верхний Знатнинского месторождения, не образует и входит в состав сложнополосчатых углей. Они имеют неясно-слоистое строение с полураковистым изломом, включают значительное количество мелких, едва заметных невооруженным глазом штришков угля (см. рис. 6). По микроструктуре это значительно загрязненный минеральными примесями ксилено-фюзеновый дюрен. В светло-коричневой однородной основной массе встречаются множество линзочек ксиловитрена, ксилено-фюзена, фюзена и обломки терригенного кварца.

13. Уголь рыхлый развальцованный, по плоскостям излома полублестящий или тускло-блестящий. Угольная масса рыхлая, непрочная. Выделяются два типа угля с преобладанием полублестящих макрокомпонентов и с преобладанием матовых компонентов. Под микроскопом это беспорядочное скопление обрывков и обломков черного цвета.

В табл. 2 и 3 и на петрографических разрезах (рис. 11) приведены данные об участии петрографических типов угля и строении главнейших угольных пластов Аркагалинской угленосной площади. В составе угольных пластов, залегающих выше по разрезу, как видно из табл. 2 и 3 и рис. 11, преобладают полублестящие угли, а в пластах, залегающих по разрезу ниже, — полуматовые.

Таблица 2

Участие петрографических типов угля в строении главнейших угольных пластов Аркагалинской угленосной площади

Тип угля, породы	Месторождение, пласт									
	Знатнинское			Кадыкчанское			Кедровское			
	Верхний	Тройной	Мощный	Первый	Второй	Третий	Надверхний	Верхний	Метровый	Мощный
Блестящий										
Полосчатый	—	—	—	—	12,4	—	—	—	—	—
Полублестящий										
Неяснополосчатый	—	65,6	14,1	3,3	—	—	—	23,6	—	—
Полосчатый	—	—	—	18,0	—	7,6	—	22,8	51,1	—
Тонкополосчатый	—	—	—	18,0	—	—	—	—	—	—
Штриховато-полосчатый .	92,0	—	—	15,7	5,2	17,4	—	20,2	—	—
Сложнополосчатый	—	17,9	—	25,3	—	—	55,2	—	—	24,6
Полуматовый										
Неяснополосчатый	—	—	—	—	—	39,8	—	—	—	—
Тонкополосчатый	—	—	16,1	—	25,8	—	—	—	—	—
Полосчатый	—	16,5	36,2	5,0	46,4	21,7	11,0	—	—	46,7
Штриховато-полосчатый .	—	—	30,3	—	—	—	32,4	20,2	—	—
Штриховатый	8,0	—	—	—	7,7	—	—	8,4	26,8	—
Сложнополосчатый	—	—	—	12,9	—	8,5	—	—	—	27,0
Матовый рыхлый развальцованный	—	—	—	—	1,4	2,5	—	—	11,7	1,3
Безугольные и слабоуглистые породные прослои	—	—	3,3	1,3	1,1	2,5	1,4	4,8	10,4	0,4

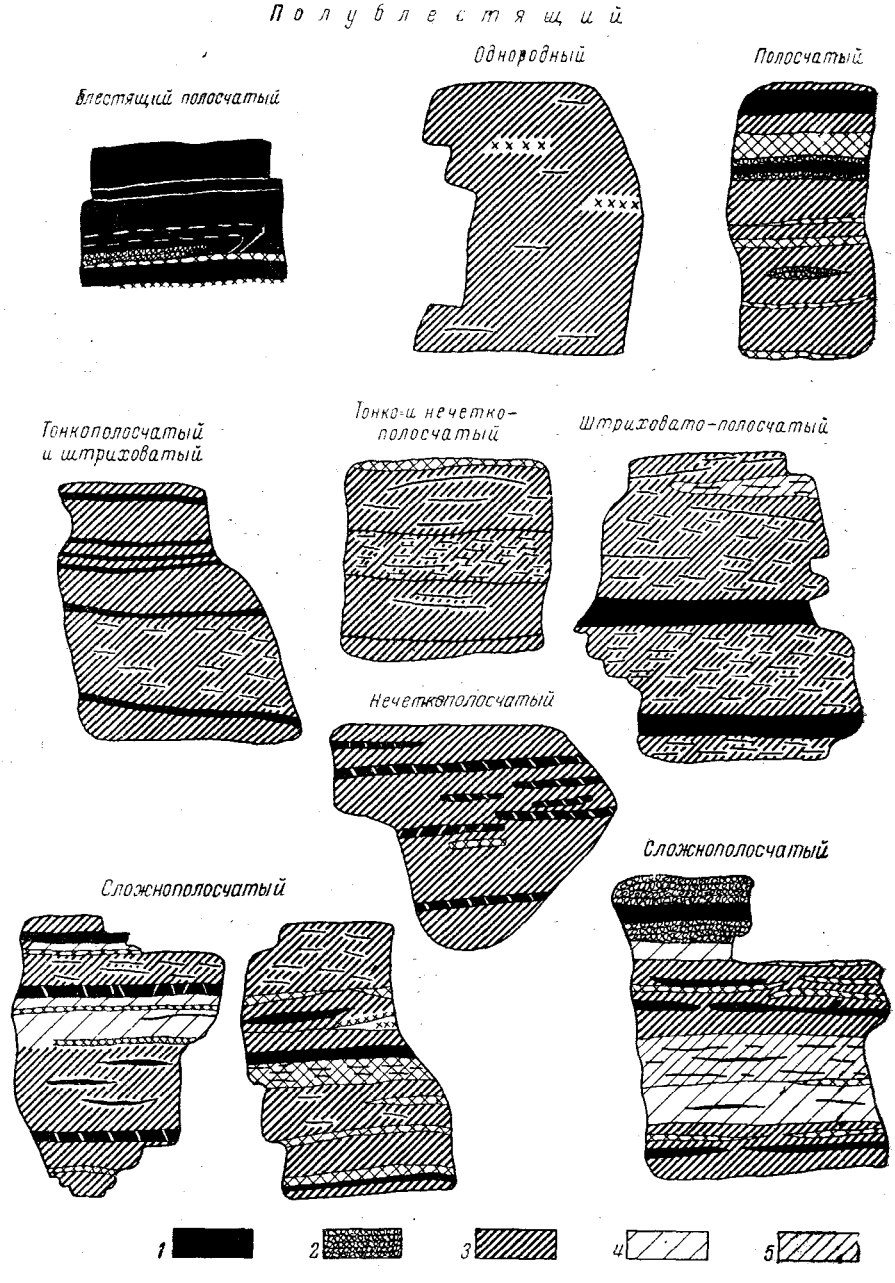
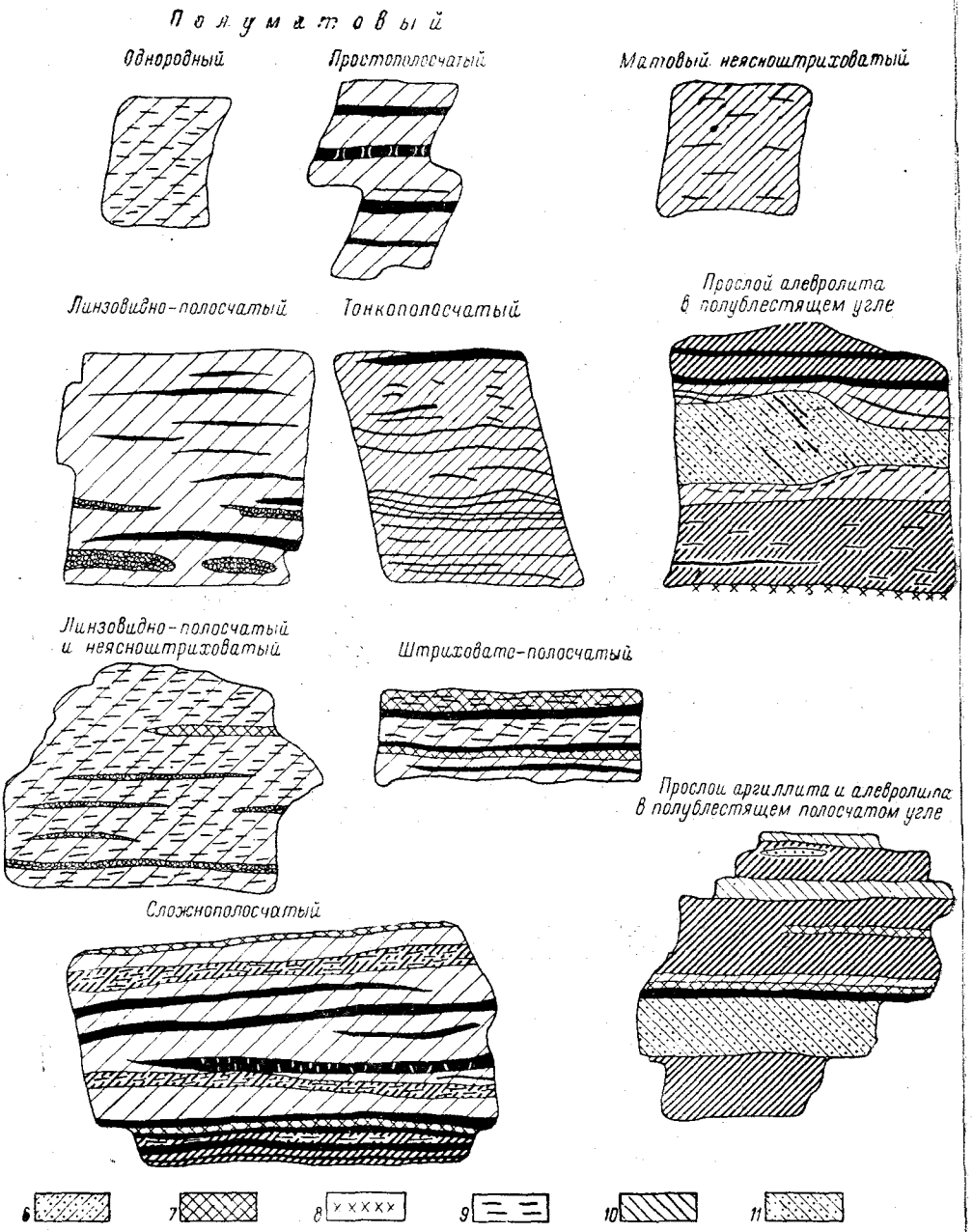


Рис. 10. Типы микроструктур углей Аркагалинской угленосной площади (Кедровское
1 — блестящий однородный; *2* — блестящий зернистый; *3* — полублестящий; *4* —полуматовый; *5* — ма
угля. Породные прослойки



Кадыкчанское и Знатнинское месторождения). **Типы углей:**

товый; *6* — матовый высокозольный; *7* — сажистый; *8* — примазки сажистого угля; *9* — штришки блестящего *10* — аргиллит; *11* — алевролит.

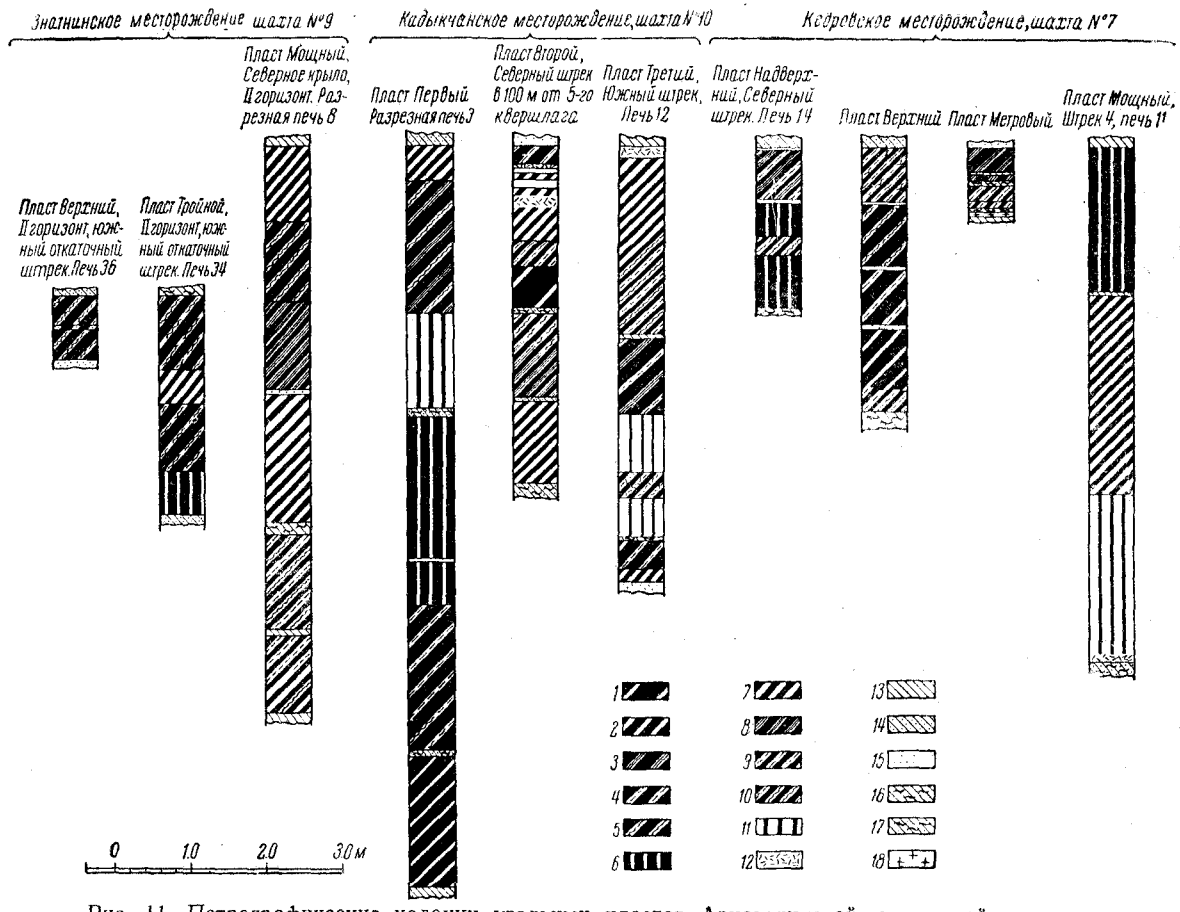


Рис. 11. Петрографические колонки угольных пластов Аркагалинской угленосной площади:

1 — блестящий полосчатый уголь. Полублестящие угли: *2* — полосчатый; *3* — тонкополосчатый; *4* — штриховатый; *5* — неясно-полосчатый; *6* — сложнополосчатый. Полуматовые угли: *7* — полосчатый; *8* — тонкополосчатый; *9* — штриховатый; *10* — неясно-полосчатый; *11* — сложнополосчатый; *12* — рыхлый развальцованный. Породные прослои: *13* — аргиллит; *14* — алевролит; *15* — песчаник; *16* — углистый аргиллит; *17* — углистый алевролит; *18* — лед

Таблица 3

Особенности строения главнейших угольных пластов Аркагалинской угленосной площади

Пласт	Мощность, м	Строение пласта. Выдержанность по простиранию. Литологический состав породных прослоев	Литологическая характеристика пород	
			кровли	почвы
Знатнинское месторождение (шахта № 9 Аркагалинского комбината)				
Верхний	0,85	Однородного или сложного строения, породных пачек нет	Мелкозернистый тонкослоистый песчаник	Серый алевролитовый песчаник
Тройной	2,90	Неоднороден по строению и не выдержан по мощности	Углистый аргиллит со штрихами блестящего угля	Светло-серый слабоуглистый алевролит
Мощный	7,40	Сложного строения (до 8 пачек). Породные прослои — плотный сильноуглистый аргиллит, мелкозернистый песчаник, аргиллит	Плотный темно-серый аргиллит	Слабоуглистый плотный аргиллит
Кадыкчанское месторождение (шахта № 10 Аркагалинского комбината)				
Первый	9,7	Сложного строения, выдержанный по мощности. Породные прослои — слабоуглистый алевролит и плотный сильно окварцованный мелкозернистый песчаник	Крупнозернистый светло-серый песчаник с кремнистыми гальками, непосредственная кровля — крупнозернистый алевролит	Коричнево-серый аргиллит со значительным количеством линзовидных включений блестящего угля
Второй	4,5	Сложного строения. Породные прослойки представлены окремненным углистым аргиллитом и алевролитом	Светло-серый мелкозернистый песчаник	Темно-серый углистый алевролит с включением пирита
Третий	5,7	Сложного строения. Породные прослои — углистый аргиллит и алевролит	Алевролитовый аргиллит	Серый среднезернистый песчаник
Кедровское месторождение (шахта № 6—7 Аркагалинского комбината)[1]				
Надверхний	2,1	Не выдержан по простиранию, сложного строения. Породные прослои — углистый аргиллит	Светло-серый плотный алевролит, непосредственная кровля — углистый алевролит	Серый аргиллит с тонкими прослоями полублестящего угля

Продолжение табл. 3

Пласт	Мощность, м	Строение пласта. Выдержанность по простиранию. Литологический состав породных прослоев	Литологическая характеристика пород	
			кровли	почвы
Верхний[1]	2,9	Сложного строения, выдержан по простиранию	Мелкозернистый алевролит со штришками блестящего угля	Черно-коричневый аргиллит со штришками блестящего угля с зернышками смолы
Метровый	0,9	Сложного строения. Породные прослойки — алевролит в переслаивании с аргиллитом и блестящим углем	Светло-серый мелкозернистый песчаник	Тонкослоистый слабоуглистый темно-коричневый аргиллит
Мощный	7,4	Сложного строения (4 пачки). Породные прослои представлены аргиллитом с включением зерен пирита	Светло-серый аргиллит	Светло-серый алевролитовый аргиллит

[1] Пласт Средний вследствие отсутствия проб не характеризуется.

В составе угленосных толщ выделяются выдержанные в пределах месторождений и неустойчивые угольные пласты. К наиболее устойчивым (по мощности и строению) относятся: Знатнинское месторождение — пласт Мощный; Кадыкчанское — пласты Первый, Второй, Третий; Кедровское — пласты Верхний и Мощный.

Сопоставления разрезов угленосных толщ и отдельных пластов в настоящей статье не рассматриваются. Приводимые разведчиками сопоставления угленосных толщ и угольных пластов месторождений Аркагалинской мульды пока не убедительны.

III. СОПОСТАВЛЕНИЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВОВ УГЛЕЙ КАДЫКЧАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Угли Аркагалинской угленосной площади по технологическим свойствам относятся к длиннопламенным —газовым и используются как хорошее энергетическое топливо. Угли верхних пластов угленосной свиты (пласты Верхний, Тройной Знатнинского месторождения; пласты Первый, Второй Кадыкчанского месторождения; пласты Надверхний, Верхний, Метровый Кедровского месторождения) после предварительной подготовки могут быть использованы в качестве газогенераторного топлива.

Наиболее полно с петрографической, химической и технологической точек зрения изучены угли, слагающие пласты Первый, Второй и Третий Кадыкчанского месторождения, расположенного в центральной части Аркагалинской угленосной площади. В табл. 4 и 5 приведены обобщенные данные по петрографическому и химическому составам отдельных типов угля, выделенных в составе угольных пластов. Существенное отличие углей пластов Первого и Второго (расположенных выше по разрезу) от пласта Третьего (расположенного ниже) обусловлено различием петрографического состава и степенью окисленности углей.

Рассмотрим, как изменяются отдельные показатели технического и элементарного составов углей с изменением петрографического состава.

1. Зольность ($A^{сух}$). Зольность углей повышается с увеличением содержания матовых компонентов угля и видимых минеральных включений. Для пластов Первого и Второго зольность полублестящих углей колеблется в пределах 3,5—6,7% при содержании в них матовых компонентов 6,0—10,0%. Зольность полуматовых углей достигает 4,5—20,6% при содержании в них матовых компонентов 9,6—46,2%. Для пласта Третьего зольность колеблется в пределах 7,1—18,1%, а количество матовых компонентов в пределах 16,7—33,4%. Повышение зольности также вызвано увеличением минерализации сажистых компонентов и увеличением содержания кальцита. Особенно увеличивается зольность при наличии в угле тонких прослоев аргиллита и алевролита. Довольно значительной зольностью (до 20,6%) обладают рыхлые развальцованные угли.

2. Содержание серы ($S^{сух}$). Содержание серы колеблется в пределах 0,26—0,58%, преобладающая часть 0,26—0,39%. Сера по составу преимущественно сульфидная. В прослоях углистого аргиллита, где имеются видимые невооруженным глазом вкрапленники пирита, она достигает содержания 1,3%.

3. Летучие вещества ($V^{гор}$). Выход летучих веществ для полублестящих углей пластов Первого и Второго достигает 38,5—39,7%, для полуматовых — 38,9—39,9%; для полуматовых углей пласта Третьего — 37,6—40,3%. Незначительные колебания в содержании летучих вполне закономерны и объясняются в основном изменением содержания в углях фюзено-ксиленовых компонентов. В некоторых углистых аргиллитах содержание летучих увеличивается до 43,6%.

4. Смола (на горючую массу). По выходу смолы угли, слагающие пласты Первый и Второй, резко отличаются от углей пласта Третьего. Выход смолы для всех типов угля пластов Первого и Второго колеблется в пределах 9,0—13,3%, в редких случаях понижаясь до 6,7%. Для углей пласта Третьего выход смолы колеблется в пределах 3,5—6,4%.

5. Теплотворная способность ($Q_б^{гор}$). Вследствие значительного отличия в петрографическом составе теплотворная способность углей пластов Первого и Второго резко отличается от теплотворной способности углей пласта Третьего. Для пластов Первого и Второго она колеблется в пределах 7830—8040 *ккал/кг;* для углей пласта Третьего — 6680—7030 *ккал/кг.*

6. Углерод ($C^{гор}$). Угли пластов Первого и Второго отличаются от углей пласта Третьего более высоким выходом углерода — 76,4—82,3% против 71,2—77,2%.

7. Водород ($H^{гор}$). Содержание водорода в углях пластов Первого и Второго колеблется в пределах 4,7—5,6%, а в углях пласта Третьего — 4,2—5,2%.

Сходство химических свойств различных типов углей, слагающих пласты Первый и Второй, объясняется однотипностью их состава, незначительным отличием полублестящих и полуматовых компонентов и равномерным распределением в них отощающих сажистых компонентов. Более низкий выход углерода, водорода, смолы и более низкая теплотворная способность углей пласта Третьего объясняется, по-видимому, большей первичной окисленностью этих углей, а также резким преобладанием в них матовых и полуматовых компонентов. Высокий выход летучих веществ в углях пласта Третьего при пониженном содержании водорода вызван повышением содержания в составе летучих кислорода.

Сопоставление петрографического и химического составов типов

Тип	Петрографический состав							
	Блестящие и полублестящие компоненты	Матовые и полуматовые компоненты	Углистый аргиллит	Сажистый уголь		Сростки с кальцитом	Кальцит	Аргиллит
				неминерализованный	минерализованный			
Блестящий полосчатый	91,7	6,3	—	1,0		1,0	—	—
Полублестящий полосчатый	85,6	7,1	—	5,9		1,0	0,4	—
Тонкополосчатый	86,5	6,0	—	5,8		1,3	0,4	—
Штриховато-полосчатый	87,0	10,0	—	2,0		1,0	—	—
Неяснополосчатый	87,7	7,4	—	4,3		0,3	0,3	—
Сложнополосчатый	88,7	8,3	—	2,5		0,2	0,3	—
Полуматовый полосчатый	72,8—83,5	11,5—11,7	0,3	2,7—5,5		0,2—2,0	0,1	—
Тонкополосчатый	73,7	17,9	1,2	6,7		0,5	—	—
Штриховатый	63,1	29,7	—	7,2		—	—	—
Сложнополосчатый	81,5	9,6	—	6,4		1,8	0,7	—
Рыхлый развальцованный	34,5	46,2	15,3	4,6		0,4	—	—
Глинистый	56,2—57,2	1,9—5,2	2—27	2—7		3—36	2—3	—
Углистые алевролиты и аргиллиты	26,0—39,0	3,4—28,3	1,1	1,0—2,0		0,2	0,7—3,0	31,0—67,0

Примечание. Подсчеты выполнены в порошковых пробах под бинокуляром и в единицах.

В петрографическом составе выделены только макрокомпоненты без указания основ ВНИИ НП (Т. К. Островской).

Сопоставление петрографического и химического составов

Тип	Петрографический состав						
	Блестящие и полублестящие компоненты	Матовые и полуматовые компоненты	Углистый аргиллит	Сажистый уголь минерализованный	Сростки с кальцитом	Кальцит	Аргиллит
Полублестящий рыхлый развальцованный							
Полублестящий (?)	76,7	19,7	—	2,4	1,2	—	—
Штриховато-полосчатый	75,8	16,7	—	3,9	2,97	0,77	—
Полуматовый неясно-полосчатый	74,9	22,3	Следы	2,6	—	0,2	—
Полуматовый сложно-полосчатый	68,6	22,6	0,2	5,9	1,8	0,8	—
Полуматовый полосчатый	62,6	33,4	0,1	2,6	0,7	0,6	—
Полуматовый полосчатый, *сильно минерализованный*	21,0	35,7	14,3	1,4	27,5*	0,1	—
Матовый высокозольный**	47,9	48,2	—	0,4	—	0,6	2,9
Глинистый**	40,1	44,9	6,8	—	—	0,1	—

* Сростки аргиллита с кальцитом.

** Содержатся следы серного колчедана.

Таблица 4

углей пластов Первого и Второго Кадыкчанского месторождения

W^a	Технический и элементарный составы											
	На сухой уголь							На горючую массу				
	$A^{сух}$	$S^{сух}$	CO_2	смола	полукокс	вода пирогенная	газ+потери	C	H	V	смола	$Q_б$, ккал/кг
1,8	3,5	0,2	—	12,7	76,1	4,6	6,5	81,8	5,4	38,9	13,3	8040
1,3	6,4	0,4	0,2	10,6	76,2	5,7	7,4	81,0	5,3	38,6	11,4	7900
3,6	5,1	0,3	—	—	75,9	5,6	12,1	76,4	4,7	38,5	6,7	7240
1,8	5,3	0,4	—	10,9	76,5	4,8	7,7	80,9	5,4	38,9	11,6	7960
3,1	6,3	0,3	—	8,4	77,1	5,6	8,9	79,2	5,1	38,5	9,0	7650
1,9	4,2—4,5	0,3	—	11,5—13,5	74,0—74,6	5,2—6,2	6,7—8,3	80,7	5,5	39,6	12,0	7830—7970
1,4—2,7	5,1—6,7	0,3	—	11,1	73,0—77,7	4,0—5,6	6,9—12,4	76,5—81,4	4,8—5,5	36,8—38,5	9,5—11,9	7280—7930
2,3	4,5	0,3	—	11,5	77,0	4,3	7,1	81,1	5,4	38,9	12,1	7940
1,4	8,8	0,3	—	11,5	76,0	4,6	7,9	81,2	5,4	38,9	12,6	7870
2,0	5,8	0,3	1,4	11,7	76,2	5,1	7,0	81,0	5,4	39,9	12,4	7990
1,5	20,6	0,3	—	9,6	79,7	4,6	6,1	79,9	5,6	39,0	12,1	7890
1,4	22,2	0,8	11,2	—	—	—	—	—	—	40,5	—	—
1,1—1,3	36,5—61,1	0,4—1,3	1,6	5,4	78,5	2,2	13,9	78,7	5,0	38,5	—	—

„брикетах" из порошка с размером зерен менее 0,2 *мм*. Данные приведены в объемных
ных групп микрокомпонентов. Технические анализы выполнены лабораторией № 26

Таблица 5

типов углей пласта Третьего Кадыкчанского месторождения

W^a	Технический и элементарный составы											
	На сухой уголь							На горячую массу				
	$A^{сух}$	$S^{сух}$	CO_2	смола	полукокс	вода пирогенная	газ+потери	C	H	V	смола	$Q_б$, ккал/кг
3,6	10,1	0,5	—	4 1	75,6	6,7	13,6	72,3	4,2	39,7	4,6	6570
2,7	9,9	0,6	—	3,3	75,6	6,7	14,4	71,7	4,1	40,3	3,7	6470
2,6	7,1	0,5	—	4,0	73,6	7,6	14,7	71,2	4,2	40,3	4,4	6510
2,7	18,1	0,5	4,2	4,8	81,3	5,2	8,7	77,1	5,2	38,2	5,9	—
3,6	15,1	0,4	—	4,5	79,6	5,0	10,9	75,3	4,5	37,6	5,3	7030
1,6	37,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,3	24,0	0,5	—	2,7	79,9	5,3	12,1	—	—	39,8	3,5	—
5,4	26,9	1,3	—	4,6	74,7	5,9	14,7	—	—	—	6,4	—

Заключение

Угольные пласты Кедровского, Кадыкчанского и Знатнинского месторождений Аркагалинской угленосной площади имеют сложное строение. Каждый из них составлен 3—8 слоями угля различных типов. Состав углей однообразен. Они сложены в основном гелифицированной массой со значительным количеством фюзенизированных остатков древесинных тканей, несколько реже встречаются гелифицированные остатки тканей высших растений. Из липоидов, встречающихся в ничтожных количествах, характерны кутикула и в меньшей мере — споры и смоляные тела. По внешнему виду и микроструктуре угли делятся на 4 типа: блестящие, полублестящие, полуматовые и матовые. Блестящие и матовые угли как самостоятельные типы в составе угольных слоев большого значения не имеют. Они принимают существенное участие в составе главных типов угля: полублестящего и полуматового. Полублестящие и полуматовые угли подразделяются по макроструктуре на полосчатые, тонкополосчатые, линзовидно-полосчатые, неясно-полосчатые и штриховатые. Все эти разности образуют самостоятельно отдельные однородные угольные слои или, тонко переслаиваясь друг с другом, слагают слои сложнополосчатых углей. Соотношение главнейших петрографических компонентов в угольных пластах Кадыкчанского месторождения, как видно из табл. 6, изменяется закономерно.

Таблица 6

Петрографический состав главнейших угольных пластов Кадыкчанского месторождения

Пласт	Петрографические компоненты		
	гелефицированные (витрен, кларен, дюрено-кларен)	атритовые (фюзено-ксиленовые дюрены)	сажистые (ксилено-фюзен в крупных включениях)
Первый . . .	84,9	8,9	4,3
Второй	77,4	17,8	4,5
Третий	53,1	43,2	2,5

Резкое увеличение матовых (атритовых) макрокомпонентов для углей пластов Третьего (Кадыкчанское месторождение), Мощного (Знатнинское месторождение) и Мощного (Кедровское месторождение) подтверждается их макро- и микрохарактеристиками.

По степени общей окисленности, связанной как с первичными, так и вторичными условиями углеобразования, угли Аркагалинской угленосной площади делятся на две группы: 1) верхних пластов верхнего продуктивного горизонта (Верхний, Тройной Знатнинского месторождения; Первый, Второй Кадыкчанского месторождения; Надверхний, Верхний, Метровый Кедровского месторождения); 2) нижних пластов верхнего продуктивного горизонта (Мощный Знатнинского месторождения; Третий Кадыкчанского месторождения; Мощный Кедровского месторождения).