

А.А. КУЗНЕЦОВА, М.В. ГОЛИЦЫН,
Н.М. КРЫЛОВА

АТЛАС
ПАЛЕОЗОЙСКИХ УГЛЕЙ
КАРАГАНДИНСКОГО
БАССЕЙНА



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ЦЕНТРАЛЬНО-КАЗАХСТАНСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

552.57

А. А. КУЗНЕЦОВА, М. В. ГОЛИЦЫН,
Н. М. КРЫЛОВА

АТЛАС
ПАЛЕОЗОЙСКИХ УГЛЕЙ
КАРАГАНДИНСКОГО
БАССЕЙНА

1579



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Москва 1976



Атлас палеозойских углей Карагандинского бассейна.
Кузнецова А. А., Голицыи М. В., Крылова Н. М.
М., «Наука», 1976.

В Атласе приведены краткие сведения о геологическом строении и угленосности Карагандинского бассейна. Подробно изложены вопросы петрологии палеозойских углей, дана классификация и описание слагающих их микрокомпонентов, охарактеризованы минеральные примеси и микролитотипы углей.

В специальных разделах дана характеристика строения угольных пластов, вещественно-петрографического состава, метаморфизма и качества углей четырех продуктивных свит бассейна. Установлены закономерности в изменении этих показателей по площади и в стратиграфическом разрезе бассейна.

Одной из основных частей Атласа являются фотоснимки органических и неорганических микрокомпонентов, образцов различных типов углей и их микроструктур.

По своему содержанию Атлас представляет собой справочник и практическое руководство для геологов, углепетрографов, углехимиков, горняков и технологов по переработке угля.

Табл. 55. Илл. 72. Библ. 107 назв.

Ответственный редактор

доктор геол.-мин. наук

П. П. ТИМОФЕЕВ

ОТ КОМИССИИ ПО АТЛАСАМ УГЛЕЙ СССР

В 1955 г. по инициативе Геологического института АН СССР, Лаборатории геологии угля АН СССР и Всесоюзного научно-исследовательского геологического института Министерства геологии и охраны недр СССР было начато составление Атласов углей различных бассейнов и районов СССР. Основной целью этого большого коллективного труда является подведение итогов исследовательских и геологоразведочных работ, проведенных главным образом за последние 10—15 лет и давших ценные материалы по петрографии, качеству и строению угольных пластов как ранее известных, так и новых угольных месторождений.

Для организации и руководства всей проводимой работы была создана межведомственная Комиссия по Атласам углей СССР (председатель — член-корреспондент АН СССР Ю. А. Жемчужников, заместители председателя — В. С. Яблоков и И. Э. Вальц). Составление 35 намеченных к изданию Атласов проводится на местах учреждениями, непосредственно ведущими исследование углей бассейнов. Комиссия выработала единую схему Атласа, определила примерный характер и объем иллюстраций и разработала ряд методических указаний применительно к основным видам работ.

Все подготовленные к печати Атласы рассматривались и утверждались на расширенных заседаниях Комиссии.

К настоящему времени закончено составление более 20 Атласов, из которых восемь уже изданы (Атлас углей Подмосковского бассейна, Атлас углей нижнего карбона Донецкого бассейна, Атлас верхнепалеозойских углей Кузнецкого бассейна, Атлас углей

Тургайской угленосной площади, Атлас углей Кавказа, Атлас третичных углей Днепропетровского бассейна, Атлас углей Южно-Уральского бурогоугольного бассейна, Атлас углей Челябинского бурогоугольного бассейна)¹.

Несмотря на принятую единую схему, Атласы углей различных бассейнов Союза по объему и содержанию несколько отличаются друг от друга, так как построены на различном первичном материале. Однако все они дают весьма ценный материал о вещественно-петрографическом составе углей, строении угольных пластов и являются первым необходимым этапом, на основе которого может быть выработана единая научная типизация углей СССР.

Региональные Атласы послужат основой для составления единого Атласа углей СССР, в котором будут обобщены результаты работ большого коллектива советских углепетрографов, углехимиков и геологов-угольщиков, а также отражено все разнообразие наших угольных ресурсов.

Настоящий Атлас по своей конструкции и построению отдельных разделов соответствует общей схеме, предложенной межведомственной Комиссией по Атласам углей СССР.

Все законченные и принятые Комиссией Атласы доступны для использования как во Всесоюзном геологическом фонде, так и в фондах учреждений-исполнителей, ответственных за их подготовку к печати и издание.

¹ Атлас микроструктур углей среднего карбона Донецкого бассейна издан ранее, в 1955 г.

ВВЕДЕНИЕ

Карагандинский угольный бассейн находится в одноименной области Казахской ССР, промышленно-административным центром которой является г. Караганда.

Площадь бассейна составляет более 3000 км². Баллансовые запасы палеозойских углей до глубины 1800 м на 1/1—1968 г. равны 30,3 млрд. т, из них коксующихся — 11,5 млрд. т.

Угли Караганды были известны с 50-х годов прошлого столетия, но лишь в 1920 г. А. А. Гапеевым впервые дана правильная оценка будущему бассейну (Гапеев, 1922). Разведка его начата с 1931 г. В настоящее время Карагандинский бассейн служит основной топливно-энергетической базой Казахстана, Южного Урала, частично Западной Сибири и Средней Азии.

Территориально в бассейне с запада на восток выделяются четыре геолого-промышленных района.

1. Тентекский (Тентекский, Карагогский, Манжиянский, Сасыккольский и Тасзаимский участки);

2. Шерубайнуринский (Каражаро-Шаханский, Долинский, Колпакский, Кичкинекольский, Южный, Центральный и Северный участки);

3. Карагандинский (Алабасский, Саранский, Промышленный, Майкудукский, Талдыкудукский и Дубовский участки).

4. Верхнесокурский (угли изучены слабо ввиду низкого их качества и большой глубины залегания).

Первые три района изучены до глубины 600 м, местами 900 м; горнодобывающей промышленностью бассейн освоен до глубины 500—600 м в Карагандинском районе и до 200—300 м в Шерубайнуринском и Тентекском районах.

На 1/1—1974 г. в Караганде действуют 27 шахт суммарной производственной мощностью 40,3 млн. т в год с разведанными запасами углей 2173 млн. т, в том числе коксующихся 1580 млн. т. Одна шахта находится в строительстве.

В связи с реконструкцией многих шахт и переходом их на отработку глубоких горизонтов, а также с освоением новых площадей, увеличивается объем геологоразведочных работ. При этом, немаловажное значение для оценки качества углей, технологических свойств их, прогноза коксовых шихт, определения коксуемости, дробимости, разделяемости в тяжелых жидкостях, самовозгорания и других свойств имеют работы по петрографическому изучению углей.

За последнее десятилетие объем петрографических исследований значительно возрос. Наряду с определением макро- и микроструктур различных типов углей, принимающих участие в строении пла-

стов, большое внимание уделяется составу углей, определяемому по слоевым и общепластовым пробам, метаморфизму. Параллельно с этими работами проводится систематизация и обобщение большого количества фактического материала с целью установления закономерностей в изменении вещественно-петрографического состава, степени восстановленности и метаморфизма углей в стратиграфическом разрезе и на площади бассейна. Последнее необходимо для прогноза качества углей на неразведанных участках как на верхних, так и на глубоких горизонтах.

В Атласе приведены краткие сведения о геологическом строении, угленосности и качестве углей бассейна. При составлении этих глав использованы материалы 5 тома монографии «Геология месторождений углей и горючих сланцев СССР» (1973) и геолого-углехимические карты Карагандинского бассейна (авторы Р. Я. Грязнова, Ф. А. Петрова, Б. Г. Кейль, А. А. Кузнецова, В. М. Максимов, В. С. Милованова, О. А. Сидельникова). Основное же внимание в Атласе уделено петрографическому строению и фациальной изменчивости основных угольных пластов, особенностям микрокомпонентного состава и метаморфизма углей, составу и характеру распространения минеральных примесей в них.

Работа по составлению Атласа палеозойских углей Карагандинского бассейна проводилась в течение 1967—1970 гг. сотрудниками Центрально-Казахстанского геологического управления А. А. Кузнецовой и М. В. Голицыным и отдела геологии угля и горючих сланцев ВСЕГЕИ — Н. М. Крыловой.

Общая характеристика, а также все выводы и закономерности, выявленные для палеозойских углей по бассейну в целом, сделаны по данным исследования угольных пластов; всего было просмотрено около 1080 описаний строения угольных пластов, 2000 шлифов и аншлифов, сделано более 1200 подсчетов микрокомпонентов, замерена отражательная способность по 500 образцам, использовано около 3000 химических анализов. Кроме авторских, при составлении Атласа были учтены материалы А. А. Любер, О. А. Дзюнс-Литовской, Е. М. Зинченко, М. Д. Киселевой, Г. Н. Крикунова, Г. М. Луцихина, В. С. Миловановой, В. Н. Нестерова, З. В. Паламарчук, В. К. Прянишниковой, Л. С. Пылевой, О. В. Штеменко.

Подбор и оформление таблиц и графического материала выполнены А. А. Кизряковой. Работы по изготовлению цветных и черно-белых фотографий произведены А. М. Кортюм и И. М. Крупиным.

Глава I

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И УГЛЕННОСТЬ КАРАГАНДИНСКОГО БАСЕЙНА

СТРАТИГРАФИЯ

В разрезе Карагандинского бассейна эффузивно-осадочные породы ордовика — нижнего девона образуют сложноскладчатый фундамент. В основном песчано-глинистые осадки среднего девона — верхнего карбона, перекрытые отложениями мезо-кайнозойского возраста, заполняют Карагандинский прогиб (рис. 1). Толща ордовикских отложений имеет мощность 1000—2800 м и развита вдоль юго-восточной и северо-восточной окраин бассейна. В разрезе преобладают порфириты основного состава с прослоями туфов, туффитов и линзами известняков. Силурийские образования (более 3000 м) распространены на небольшой площади вдоль северо-восточной и юго-восточной окраин бассейна. Отложения нижнего отдела представлены лиловыми и красными песчаниками, гравелитами и конгломератами, отложения верхнего отдела — зелеными и серыми песчаниками и сланцами. Породы нижнего и частично среднего девона представлены эффузивами кислого и основного составов. Мощность их 2000—3000 м. В образованиях живетского и франского ярусов выделяются разрезы четырех типов: вулканогенный, вулканогенно-осадочный, терригенный красноцветный и терригенный морской. Мощность отложений 1000—2000 м. Карбонатные отложения фаменского яруса распространены вдоль окраин Карагандинского бассейна и залегают на размытой поверхности более древних образований. Они представлены темно-серыми известняками, мергелями и глинистыми сланцами. Мощность их 100—200 м. Осадки турнейского яруса мощностью до 300 м представлены в основном серыми известняками с прослоями мергелей и глинистых сланцев. Вверх по разрезу количество мергелей увеличивается. В низах визейского яруса (теректинские слои) преобладают аргиллиты, туфы и туффиты.

Выше по разрезу без перерыва в осадконакоплении залегают угленосные отложения карбона, которые разделяются на семь свит (снизу вверх): аккудукскую, ашлярикскую, карагандинскую, надкарагандинскую, долинскую, тентекскую и шаханскую. Перекрывают эти отложения осадки мезо-кайнозоя. Ниже приведена краткая характеристика свит карбона.

Аккудукская свита делится на три подсвиты (снизу вверх): нижнюю — аргиллитовую с редкими прослоями песчаников и туфов с фауной пелеципод и гастропод; среднюю — алевролитовую с просло-

ями песчаников и углистых пород с фауной пелеципод и гастропод; верхнюю — песчаниковую с прослоями алевролитов и углистых пород, с остатками брахиопод, пелеципод, гастропод и гониатитов. Мощность свиты 500—750 м. В целом для свиты характерна смена вверх по разрезу лагунных фаций прибрежно-морскими. Возраст свиты (нижний визе) установлен по фауне гониатитов и брахиопод.

Ашлярикская свита залегают согласно на аккудукской. Нижней границей ее является угольный пласт A_{20} , верхней — пласт K_1 . Сложена свита песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми аргиллитами, пластами зольных углей и песчаных известняков. Для нижней подсвиты (с угольными пластами A_{14} — A_{20}) характерно преобладание серых и зеленовато-серых, частично известковистых песчаников. В двух горизонтах присутствует бедная в видовом отношении фауна брахиопод. В средней подсвите (с угольными пластами A_6 — A_{13}), также песчаного состава, возрастает количество алевролитов и аргиллитов. Кроме обильной фауны брахиопод, приуроченной к трем горизонтам, возрастает значение пелеципод. Верхняя подсвита (с угольными пластами A_1 — A_5) характеризуется снижением роли песчаников как вверх по разрезу, так и в направлении с запада на восток. Основное значение приобретают аргиллиты и алевролиты. В трех фаунистических горизонтах уже преобладают лагунные пелециподы и гастроподы. Мощность свиты 500—600 м. В целом свита характеризуется постепенной сменой вверх по разрезу прибрежно-морских осадков лагунными. Нижне-средневизейский возраст свиты установлен по фауне брахиопод.

Карагандинская свита согласно залегают на ашлярикской. Границами ее служат угольные пласты K_1 и K_{20} . Литологически свита представлена разнообразными комплексами пород: разнозернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами, карбонатными породами, пластами и пропластками углей. В нижней подсвите (с угольными пластами K_1 — K_5^3) преобладают алевролиты, аргиллиты и мелкозернистые песчаники, в средней (с угольными пластами K_6 — K_{14}) — средне- и мелкозернистые песчаники и в верхней (с угольными пластами K_{15} — K_{20}) — алевролиты и тонкие разности песчаников. Для низов свиты характерны прибрежно-морские фации, которые вверх по разрезу сменяются континентально-озерны-

ми, речными и болотными фациями. Мощность свиты 630—800 м. Визе-намюрский возраст этих отложений установлен по фауне пелеципод, флоре и спорово-пыльцевым комплексам.

Над карагандинская свита сложена зеленовато-серыми, темно-серыми, буроватыми аргиллитами и алевролитами, а также мелко- и тонкозернистыми серыми и светло-серыми песчаниками. Среди аргиллитов и алевролитов встречаются тонкие прослой углистых аргиллитов и углей. Основное развитие получили озерные фации. Мощность свиты 600—650 м. Возраст ее (намюр — средний карбон) установлен по фауне остракод и филопод.

Границами долинской свиты служат угольные пласты D_1 и T_1 . Литологически она представлена аргиллитами, алевролитами, разнозернистыми песчаниками с пластами и пропластками углей. Породы имеют преимущественно темно-серый цвет, часто с зеленоватым оттенком. В нижней подсвите (с угольными пластами $D_1—D_5$) преобладают алевролиты, в средней (с угольными пластами $D_6—D_8$) — песчаники и алевролиты и в верхней (с пластами $D_9—D_{11}$) — снова алевролиты. Наибольшим распространением в свите пользуются озерные фации, в меньшей степени — речные, дельтовые и фации сухих равнин. Мощность свиты 430—560 м. Среднекарбонный возраст свиты обоснован фауной филопод, спорово-пыльцевым комплексом и флорой.

Тентекская свита ограничена угольными пластами T_1 и T_{17} и сложена серыми, зеленовато-серыми и темно-серыми, местами пятнистыми аргиллитами и алевролитами, светло-серыми песчаниками, прослоями вулканогенных туфов, гравелитов. В верхах свиты присутствует устойчивый горизонт пепловых туфов. Характерно широкое развитие озерных фаций (в нижней подсвите) и конусов выноса (в средней и верхней подсвитах) с филоподами, остракодами и остатками рыб. Мощность свиты 515—560 м. Средне-верхнекарбонный возраст отложений устанавливается по фауне филопод, остракод и спорово-пыльцевому комплексу.

Шаханской свитой заканчивается разрез бассейна. Нижней ее границей служит пласт — T_{17} , верхней — эрозионный срез. Свита распространена на небольшой площади в Тентекском районе. Мощность ее 350 м. Для нижней подсвиты характерны серые и зеленовато-серые аргиллиты и алевролиты с крупными пачками средне- и крупнозернистых песчаников и гравелитов и устойчивым горизонтом вулканических туфов. В верхней подсвите преобладают зеленовато-серые и красно-бурые неслоистые аргиллиты и алевролиты.

На размытой поверхности палеозойских складчатых толщ с резким угловым несогласием залегают

континентальные угленосные образования мезозоя. Ими сложены две впадины: Карагандинская в центральной части бассейна и Верхнесокурская — на востоке бассейна, мощность мезозоя соответственно 600 и 1000 м. Толща рэт-юрских отложений имеет характерное циклическое строение и делится на четыре свиты.

Саранская свита (мощностью до 230 м) представлена плотными конгломератами и рыхлыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Возраст ее рэт — юрский.

Дубовская свита (мощностью до 200 м) состоит из аргиллитов, песчаников, пластов и линз бурых углей различной мощности. В направлении к югу мощность свиты увеличивается за счет конгломератов и песчаников. Наибольший интерес представляет пригодный для открытой отработки Кумыскудукский участок Верхнесокурского района, где мощность угольного горизонта достигает 30 м при товарной зольности угля 25%. Нижнеюрский возраст свиты установлен по флоре и спорово-пыльцевому комплексу.

Кумыскудукская свита с размытом залегает на двух нижних свитах и представлена конгломератами, песчаниками, аргиллитами, тонкими линзами угля и имеет мощность до 300 м. Возраст свиты среднеюрский.

Михайловская свита (мощностью до 300 м в Верхнесокурском районе и 150 м в Карагандинском) сложена аргиллитами, песчаниками, прослоями конгломератов, а также пластами и линзами бурых углей, один из которых, так называемый Федоровский пласт, разрабатывался открытым способом. Роль грубых фаций увеличивается в южном направлении. Среднеюрский возраст установлен по флоре и спорово-пыльцевым спектрам.

Палеогеновые и неогеновые отложения суммарной мощностью 50—100 м залегают на размытой поверхности мезозойских и палеозойских пород. Первые представлены гравием и песками (чаграйская свита), вторые — глинами (аральская и павлодарская свиты).

Среди эффузивного обрамления бассейна отмечаются выходы интрузивных пород: гранитов, кварцевых диоритов, гранодиоритов, а также связанных с ними жильных пород. Наибольшим распространением интрузивные породы пользуются у северо-западной окраины бассейна, где на поверхность выходят серые роговообманковые граниты, диориты и кварцевые диориты. Небольшие выходы гранодиорит-порфиров наблюдаются в Верхнесокурском районе. Возраст интрузий позднекаледонский, хотя некоторые интрузии по геофизическим данным предположительно относятся к посткарбонным.

ТЕКТОНИКА

Карагандинский бассейн приурочен к одноименному синклинию, вытянутому в широтном направлении на 100 км (рис. 2). Алабасской антиклиналью и Майкудукским поднятием синклиний делится на три крупные синклинали (с запада на восток): Шерубайнуринскую, Карагандинскую и Верхнесокурскую. Этим структурам соответствуют одноименные угленосные районы, лишь в Шерубайнуринской выделяются два района — Тентекский и Шерубайнуринский. Северные крылья синклиналей пологие,

южные — крутые, местами опрокинутые, осложненные многочисленными нарушениями, оперяющими крупный широтный Жалаирский надвиг — южную границу бассейна. С запада бассейн ограничен Тентекским разломом, вблизи которого крутое, но спокойное залегание пород. На востоке бассейн не замыкается, а переходит в узкую Ащисуйскую синклинальную структуру.

Шерубайнуринская синклиналь, расположенная на западе бассейна, представляет собой

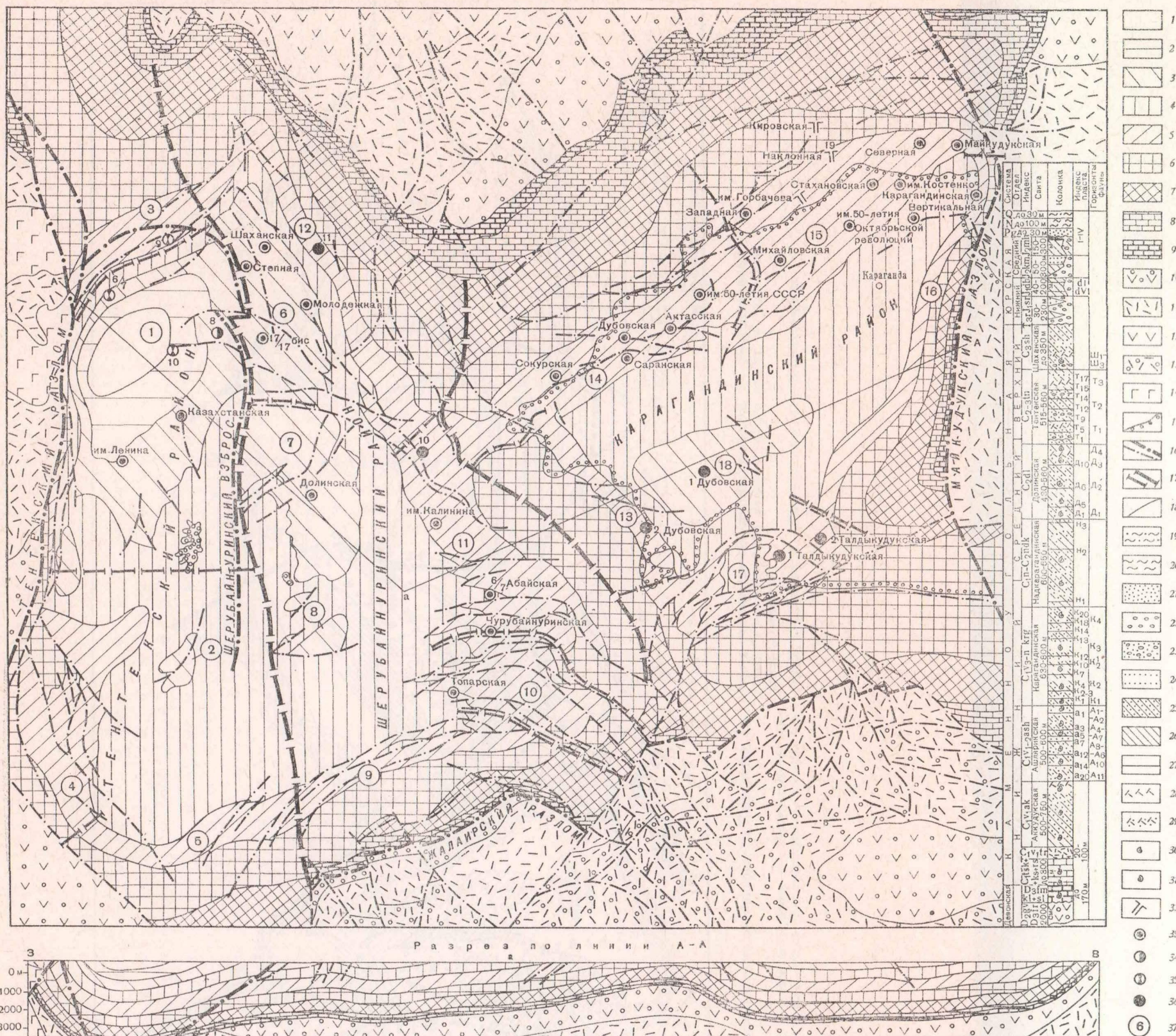


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Карагандинского бассейна

Свиты: 1 — шаханская; 2 — тентекская; 3 — долинская; 4 — надкарагандинская; 5 — карагандинская; 6 — ашляринская; 7 — теректинские слои и аккудукская свита; 8 — сокурский, кассинский и русаковский горизонты; 9 — мейстеровские и сульфидеровые слои; 10 — живетский — франский ярусы; 11 — кобленцкий, живетский ярусы; 12 — нижний девон; 13 — нижний девон, кобленцкий ярус; 14 — ордовик; 15 — контур распространения юрских отложе-

ний; 16 — линии разрывных нарушений; 17 — границы угленосных районов и участков; 18 — границы свит. К разрезу: 19 — супесь и суглинок; 20 — глины; 21 — пески; 22 — конгломераты; 23 — гравелиты; 24 — песчаники; 25 — алевролиты; 26 — аргиллиты; 27 — угольные пласты; 28 — туфы; 29 — туфопесчаники; 30 — пресноводная фауна; 31 — морская фауна. Стволы шахт: 32 — действующие наклонные; 33 — действующие вертикальные; 34 — строя-

щиеся; 35 — проектируемые; 36 — перспективные; 37 — участки: 1 — Тентекский; 2 — Карагогский; 3 — Манжинский; 4 — Сасыккольский; 5 — Тасаимский; 6 — Каражаро-Шаханский; 7 — Долинский; 8 — Колпакский; 9 — Кичикенский; 10 — Южный; 11 — Центральный; 12 — Северный; 13 — Алабасский; 14 — Саранский; 15 — Промышленный; 16 — Майкудукский; 17 — Талдыкудукский; 18 — Дубовский

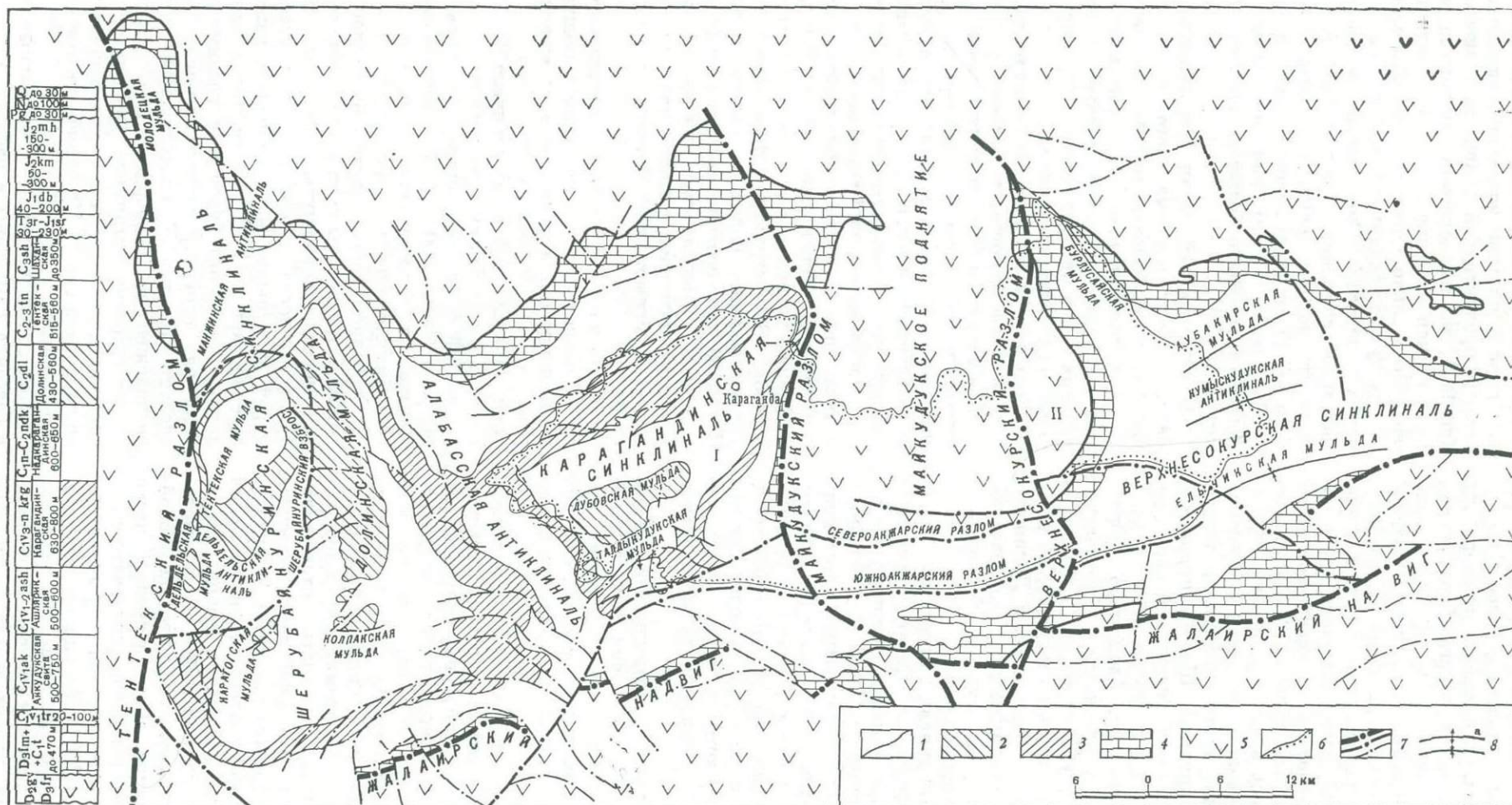


Рис. 2. Схема тектонического районирования Карагандинско-го бассейна

1 — границы свит; 2 — долинная свита; 3 — карагадинская свита; 4 — отложения фамен — турне; 5 — отложения до фамена; 6 —

контуры распространения юрских отложений; 7 — разрывные нарушения; 8 — оси структур Верхнесокурского района; а — антиклинали; б — мульды

Юрские синклинали: I — Карагандинская; II — Верхнесокурская

асимметричную сужающуюся к северу сложную брахисинклинальную складку площадью более 1500 км² (25×55 км). Ось складки погружается к северу, где в наиболее глубокой ее части залегают отложения всех трех отделов карбона. Крылья синклинали сложены образованиями фамена и нижнего карбона. Наиболее сложно построено южное крыло, разбитое системой широтных взбросов. Углы падения пород здесь составляют 45—90°, часто залегание пород опрокинuto. На северо-западном и северо-восточном крыльях породы падают под углами 10—45°, значительно слабее проявилась здесь и разрывная тектоника. На западе синклиналь обрывается Тентекским разломом. В центральной части синклинали залегание пород осложняет крупный Шерубайнуринский взброс, представляющий собой гигантский скол протяженностью около 50 км. На севере взброс примыкает к Тентекскому разлому. Амплитуда взброса достигает 600 м, падение плоскости сбрасывателя западное 30—50°. В Шерубайнуринской синклинали выделяется ряд структур третьего порядка, из которых основными являются: Тентекская и Долинская мульды, Дельдельская антиклиналь, Дельдельская, Карагогская и Колпакская мульды, Молодецкая мульда и Манжинская антиклиналь.

Алабасская антиклиналь отделяет Шерубайнуринскую синклиналь от Карагандинской и представляет собой складку, вытянутую в северо-западном направлении на 30 км. Ось складки к юго-западу от г. Сарани на коротком расстоянии погружается и меняет свое направление на меридиональное. Здесь образуется своеобразный «пролив», соединяющий Карагандинскую и Шерубайнуринскую синклинали. В ядре складки выходят породы ашлярикской свиты (на юге) и турне — вize (на севере), а по крыльям — отложения карагандинской свиты.

Северо-восточное крыло антиклинали более крутое (углы падения 30—50°), чем юго-западное (до 30°). Крылья осложнены системой пологих ступенчатых взбросов широтного простирания, секущих угленосную толщу под углами 30—45°. Амплитуда нарушений до 300 м.

Карагандинская синклиналь расположена в центральной части бассейна, занимает площадь около 1000 км² и имеет в плане форму треугольника. Складка асимметрична, северо-западное крыло ее пологое (углы падения до 20°), юго-западное, южное и юго-восточное — крутые (30—90°). Ось складки, простираясь на 40 км, погружается к юго-западу. Крылья складки сложены породами турне и нижних угленосных свит, центральная часть — отложениями надкарагандинской и долинской свит. С востока синклиналь частично срезана крупным Майкудукским разломом, по которому карбоновые отложения приведены в контакт с эффузивами девона. Северо-западное крыло, где сосредоточено большинство действующих шахт, отличается сравнительно спокойными условиями залегания. Лишь в средней части крыла появляется дополнительная складчатость и несколько увеличивается количество разрывных нарушений амплитудой до 200 м, большинство из которых относится к субширотным согласным взбросам, реже к согласным и несогласным сбросам. Юго-западное крыло синклинали характеризуется довольно крутым падением пород (40—70°) и разбито серией широтных согласных взбросов амплитудой 50—200 м.

В пределах юго-восточного крыла, перекрытого мощной толщей мезозоя, по данным одиночных скважин породы продуктивной толщи залегают очень круто (до 90°), но на коротком расстоянии выполаживаются по направлению к центру синклинали. Крыло, очевидно, сильно нарушено. Очень сложно построено южное крыло синклинали, разбитое системой ступенчатых взбросов. Оно также осложнено дополнительной синклинальной складкой, в ядре которой выходят породы надкарагандинской свиты. Эта складка (Талдыкудукская мульда) имеет сложную конфигурацию. Углы падения пород на южном крыле самые разнообразные, местами породы опрокинуты.

В юго-западной части Карагандинской синклинали, в месте максимального погружения ее оси, выделяется Дубовская мульда, площадью порядка 50 км², выполненная осадками долинской свиты. Породы здесь залегают довольно спокойно (углы падения редко превышают 15—20°, разрывных нарушений сравнительно немного).

Большая часть площади синклинали скрыта под чехлом мезозоя, мощность которого растет к востоку.

Майкудукское поднятие представляет собой выступ пород фундамента, вытянутый на 30 км, при ширине 8—12 км. В ядре поднятия выходят эффузивно-обломочные породы девона, а на крыльях — породы турне и аккудукской свиты. Последние образуют узкий Акжарский «пролив», по которому соединяются породы угленосной толщи двух соседних синклиналий Карагандинской и Верхнесокурской. Эффузивы погружаются к югу под толщу карбона и мезозоя. Вся структура характеризуется крутыми углами падения пород и сильной нарушенностью. С запада она ограничена крупным Майкудукским, с востока — Верхнесокурским разломами. Южная половина поднятия закрыта мощным чехлом мезозойских образований. Изучена структура крайне слабо.

Верхнесокурская синклиналь изучена слабо, поскольку часть ее закрыта мощным мезозойским покровом, а угленосные отложения представлены только малоперспективными нижними свитами (аккудукской и ашлярикской). В плане синклиналь имеет форму треугольника с длинной осью, вытянутой на 40 км в широтном направлении. Площадь ее около 900 км². На востоке синклиналь не замыкается, а, резко сужаясь, переходит в Ащисуйскую синклинальную структуру.

Особенно сложно построено южное крыло синклинали, где породы смяты в сложные системы складок, нередко опрокинуты и разбиты серией ступенчатых взбросов. Более пологими углами падения пород и меньшей нарушенностью характеризуется северное крыло. В Верхнесокурской синклинали по данным глубокого бурения и гравиметрии выделяется ряд структур третьего порядка, из которых следует отметить Кумыскудукскую антиклиналь и расположенные непосредственно к северу и югу от нее широтно вытянутые Аубакирскую и Ельчинскую мульды, в ядрах которых вскрыты отложения ашлярикской свиты. На севере синклинали выделена Бурлуяская мульда.

Подробные сведения о разрывных нарушениях в бассейне приведены в работах А. А. Костливецова (1959), который считает, что большинство разрывов находится в тесной связи со складчатыми структу-

рами и возникло в процессе складкообразования. Лишь немногие наиболее крупные разломы, такие как Тентекский, Майкудукский и Жалаирский, имеют непосредственную связь с разломами фундамента.

В зависимости от положения к простиранию пород А. А. Костливец выделяет три типа разрывов: продольные, диагональные и поперечные. Наиболее часто встречаются продольные разрывы, идущие по простиранию пород. Большинство из них относится к согласным взбросам с пологими (около 30°) плоскостями взбрасывателя. В меньшей степени распространены несогласные сбросы, секущие угленосную толщу нормально напластованию, амплитуда их обычно до 100 м. Они зафиксированы на севере Карагандинского района. Диагональные разрывы, обычно также относящиеся к согласным взбросам, встречаются несколько реже, амплитуда их от первых десятков до нескольких сотен метров. Редко встречаются поперечные разрывы, плоскости их имеют крутое падение, амплитуда обычно до 100 м. На практике часто одно и то же нарушение, меняя направление, переходит из группы диагональных в группу поперечных и наоборот. Поскольку столь дробное деление целесообразно применять только в специальных работах, нами эти два типа нарушений объединены в один под названием поперечные. Также редки сбросо-сдвиги. Одним из наиболее характерных нарушений этого типа является Шаханский сбросо-сдвиг, амплитудой до 400 м, рвущий Шерубайнуринский взброс на востоке Тентекской мульды.

Величина зоны дробления находится в прямой зависимости от угла, под которым разрыв сечет толщу пород. Поэтому обычно пологопадающие крупные продольные разломы сопровождаются незначительными зонами смятия, а крутые поперечные разрывы дают мощные зоны дробления. Большинство разрывов бассейна обязано своим происхожде-

нием интенсивному давлению с юга — со стороны Джунгаро-Балхашской геосинклинали. Многие меридиональные разрывы возникли при общем опускании бассейна. Последовательность возникновения разрывных нарушений изучена недостаточно. А. А. Костливец считает, что к наиболее ранним разрывам следует отнести продольные сбросы на севере Карагандинской синклинали, связанные с растягивающими напряжениями, возникшими в процессе прогибания этой структуры. Наиболее молодыми являются широтные взбросы вдоль южной окраины бассейна.

Мезозойские (юрские) образования, развитые главным образом в восточной половине бассейна, слагают две крупные пологие впадины: Карагандинскую (площадью 300 км^2) и Верхнесокурскую (600 км^2). Эти впадины, выполненные осадками нижней и средней юры, в плане соответствуют одноименным палеозойским синклиналям и являются унаследованными структурами. Обе впадины (как и их карбоновые аналоги) соединяются друг с другом узким Акжарским «проливом».

На большей части площади юрские породы отличаются спокойными условиями залегания. Углы падения пород двух нижних свит не превышают 15° , а залегающих на них несогласно двух верхних свит 10° . Более крутые углы наблюдаются на участках развития дополнительной складчатости, что особенно характерно для южной половины Верхнесокурской впадины, здесь вблизи выходов дубовской свиты углы падения пород нередко увеличиваются до 30° и более.

С юга мезозойские отложения ограничены крупным широтным разломом амплитудой до 1000 м, который прослеживается почти на 50 км. Встречен также ряд разрывов амплитудой 50—100 м, часть из которых унаследована и является омоложенными палеозойскими разломами. Примеры таких разрывов можно найти на востоке Карагандинской и юге Верхнесокурской структуры.

УГЛЕНОСНОСТЬ

В разрезе карбона Карагандинского бассейна продуктивными являются ашлярикская, карагандинская, долинская и тентекская свиты¹. Согласно классификации Г. А. Иванова (1967), палеозойская угленосная формация бассейна относится к типу передовых прогибов геосинклинальной группы. Л. Б. Рухин (1953) считает, что при формировании толщ Карагандинского, как Донецкого и Кузнецкого бассейнов, господствовал не геосинклинальный, а переходный режим.

По степени обнаженности бассейн относится к полузакрытому типу. Угленосные отложения карбона на большей части площади перекрыты чехлом мезо-кайнозоя. Мощность сохранившихся от размытия продуктивных отложений увеличивается к западу и составляет в Верхнесокурском районе 1 200 м, в Карагандинском — 2 800 м, в Шерубайнуринском — 3 100 м и в Тентекском — 3 800 м. В Верхнесокурском районе сохранились только аккудукская и ашлярикская свиты, в Карагандинском и Шерубайнуринском — кроме того карагандинская, надкарагандинская и долинская и в Тентекском районе кроме пере-

численных выше еще две верхние свиты — тентекская и шаханская. На подстилающих турнейских известняках угленосные отложения залегают согласно.

В угленосной толще карбона насчитывается до 80 пластов угля, из них 65 пластов мощностью более 0,6 м. Среднее число рабочих пластов — 30, а с учетом пластов, достигающих рабочей мощности на отдельных площадях около 40^2 . Суммарная мощность всех пластов в среднем равна 110 м. Принятая при подсчете балансовых запасов средняя мощность 30 пластов угля составила 45 м (табл. 1).

Угольные пласты в разрезе располагаются двумя большими группами, которые соответствуют выделенным Л. Ф. Думлером (1955) двум крупным циклам карбонового угленакопления — ашлярикско-карагандинскому и долинско-тентекскому.

Максимальной угленасыщенностью отличается средняя часть разреза угленосного карбона (карагандинская и долинская свиты), минимальной — нижняя и верхняя части (аккудукская и ашлярикская, тентекская и шаханская свиты). Эту закономерность, установленную Ф. Ф. Бай-Балаевым (1953), можно

¹ Угленосными в бассейне являются также осадки дубовской и михайловской свит юрского возраста, которые в настоящей работе не рассматриваются.

² Согласно действующим с 1960 г. кондициям минимальная балансовая мощность пласта равна для энергетических углей 0,9 м и для коксующихся углей 0,7 м (0,6 м — при

Таблица 1

Промышленная угленосность бассейна

Свита	Число рабочих пластов	Общая подсчетная мощность, м	Средняя мощность пласта, м
Ашлярикская	4	6	1,5
Карагандинская	14	24	1,7
Долинская	9	12	1,3
Тентекская	3	3	1,0
Всего	30	45	1,5

распространить не только на всю угленосную толщу Карагандинского бассейна, но и на каждую свиту в отдельности.

Наибольшей угленасыщенностью отличаются средние части свит. Это особенно отчетливо видно на примере ашлярикской, карагандинской и долинской свит, где наиболее мощные пласты приурочены к средним подсвитам. В разрезе свит угольные пласты расположены неодинаково. Если в карагандинской и тентекской свитах они распределены более или менее равномерно, то в ашлярикской и особенно долинской свитах пласты залегают тремя обособленными группами.

Угленасыщенность продуктивных свит в общем плане увеличивается с запада на восток, а в пределах каждого из районов бассейна — к югу. Это подтверждается соответствующим увеличением числа пластов, их мощностей, ростом коэффициентов угленосности и т. д. (табл. 2). Средний коэффициент общей угленосности для бассейна в целом составляет 3,6. Коэффициент промышленной угленосности равен 1,5 (для ашлярикской свиты 0,2—1,4, для карагандинской 1,7—4,5, для долинской 2,3—3,3 и для тентекской 0,6—0,7). Для юга бассейна коэффициент угленосности примерно на 20—30% выше, чем для севера. Максимальный коэффициент (2,2) промышленной угленосности отмечается в Карагандинском районе, в котором несмотря на отсутствие всей тентекской и половины долинской свит насчитывается максимальное число рабочих пластов — 25, а их суммарная мощность достигает наибольшей для бассейна величины — 48 м. К западу угленасыщенность всех свит снижается в 1,5—2 раза. Таким образом, Карагандинский район является своеобразным узлом угленакопления.

Стратиграфическая углеплотность для бассейна равна: общая 118 млн. t/km^2 и промышленная — 62 млн. t/km^2 . Фактическая углеплотность до глубины 1800 м составляет: общая 29,6 млн. t/km^2 и промышленная 18,3 млн. t/km^2 . Максимальная (50,2 млн. t/km^2) фактическая углеплотность отмечается на юге Карагандинского района на площади распространения карагандинской свиты. Для долинской свиты максимальная промышленная углеплотность отмечается в Тентекском районе (до 11,5 млн. t/km^2).

Большинство пластов бассейна относится к числу тонких с общей мощностью 0,6—1,3 м (рис. 5—7, 10, 12). На их долю приходится 50% всех пластов (33

пласта из 65), на пласты средней мощности (1,3—3,5 м) — 45% (29 пластов), а на мощные (более 3,5 м) — 5% (3 пласта). Три четверти всех пластов (52 пласта из 65) имеют подсчетную мощность до 1,3 м (табл. 3).

Средняя мощность рабочего пласта — 1,5 м. К наиболее мощным в ашлярикской свите относятся пласты A_5 и A_{12} , в карагандинской — K_7 , K_{10} , K_{12} , K_{13} и K_{16-17} , в долинской — D_6 и D_{10} , в тентекской — T_3 , T_5 и T_{12} . Как правило, все мощные пласты залегают среди песчаников. Кроме того, общее увеличение мощности пластов в южном направлении происходит параллельно с повышением в разрезе роли грубозернистых пород.

Приведем более общие, но все же характерные закономерности изменения мощностей пластов. Например, в Тентекском районе мощность всех основных пластов долинской свиты (D_1 , D_4 , D_6 , D_9 , D_{10} , D_{11}) увеличивается к югу, а мощность тонких пластов (D_7 , D_8) — к северу. В Шерубайнурином и Тентекском районах на северном направлении уменьшается мощность всех основных пластов карагандинской свиты: K_1 , K_4 , K_{10} , K_{12} , K_{13} , K_{14} , K_{16-17} , K_{18} и др.; в то же время мощность тонких обычно нерабочих пластов (K_9 , K_{11} , K_{12}^1) в этом направлении возрастает.

В бассейне имеется много примеров расщепления пластов, резкого изменения расстояний между ними. Например, обычно сближенные пласты K_2 и K_3 на юге и крайнем западе бассейна расходятся до 15—35 м. В Карагандинском районе на востоке Промышленного участка от пласта K_{10} отщепляется нижняя пачка, мощностью около 1 м, и постепенно отходит от основного пласта на 20—30 м. Здесь же происходит слияние пластов K_{13} и K_{14} . На Центральном участке Шерубайнуриного района по данным Б. Г. Кейля от пласта K_{13} в северном и южном направлениях отщепляется нижняя метровая пачка, становясь самостоятельным пластом. Такое же расщепление пласта K_{13} отмечено и на Талдыкудукском участке. Часто до минимума снижается расстояние между пластами K_{16} и K_{17} и тогда они представляют собой один пласт K_{16-17} . В ряде случаев к ним примыкает и пласт K_{15} . На юге Шерубайнуриного района от пласта K_{18} отщепляется верхняя пачка, которая на Южном участке становится самостоятельным пластом K_{18}^1 . В долинской свите нередко сближаются пласты D_1 и D_2 , в тентекской — пласты T_8 и T_9 .

В табл. 4 даны характерные для бассейна примеры расщепления пластов (данные Ю. П. Бутовой, М. В. Голицына, С. П. Гридиной, Р. Я. Грязновой, Л. Ф. Думлера, Б. Г. Кейля, П. Г. Корниса, В. М. Максимова, Е. Т. Педаша, Ф. А. Петровой, О. А. Сидельниковой).

Наиболее простым и часто встречающимся в бассейне типом расщепления является первый (в виде расходящегося пучка). В этом случае один пласт расщепляется на два, редко более, самостоятельных пласта. Примером наиболее сложного расщепления служит пласт K_{12} , который по данным Ф. А. Петровой и Р. Я. Грязновой охватывает большинство известных типов расщепления. Довольно редкий тип зетобразного расщепления встречен в верхах долинской свиты (пласты D_{10} и D_{11}). Иногда расщепление пластов связано не только с условиями угленакопления, но и с тектоникой. Например, на сильно дислоцированном Кичкинекольском участке в замках крутых антиклинальных складок многие пласты (K_{10} , K_{12} , K_{13} , K_{18} и т.

благоприятных горногеологических условиях). Минимальная мощность пласта для подсчета забалансовых запасов равна 0,5 м. Прежние кондиции предусматривали минимальную мощность балансового пласта равной 0,6 м, а забалансового — 0,4 м.

Угленосность карбоновых отложений Карагандинского бассейна

Район, участок	Мощность свит, м	Число пластов		Мощность пластов		Коэффициент угленосности		Стратиграфическая угленосность, млн. т/км ²		Запасы углей, млн. т		Площадь участка, км ²	Фактическая угленосность до глубины 1 800 м, млн. т/км ²	
		общее	рабочих	общая	рабочая	общей	промышленной	общая	промышленная	общие	балансовые		общая	промышленная
Ашлярикская свита														
Тентекский	585	21	—	16	—	2,7	—	23	—	3 852	—	365	11,6	—
Шерубайнуринский	590	20	1	14	1	2,4	0,2	20	1,4	3 215	74	387	8,3	0,2
Карагандинский	540	22	4	20	6	3,7	1,1	29	8,5	6 324	2 632	473	13,4	5,5
Верхнесокурский	450	11	—	16	—	3,5	—	24	—	1 325	—	208	6,4	—
Карагандинская свита														
Тентекский	700	24	8	22	12	3,1	1,7	31	17	1 717	1 439	131	13,1	11
Манжинский		24	9	28	13	3,7	1,7	39	18	2 201	1 572	108	20,4	14,5
Сасыккольский		24	9	28	13	3,7	1,7	39	18	1 316	875	64	20,6	13,7
Тасзаимский		24	9	28	13	3,7	1,7	39	18	1 316	875	64	20,6	13,7
Среднее	740	24	9	26	13	3,5	1,7	37	18	5 234	3 886	356	14,7	10,9
Шерубайнуринский	710	23	10	22	15	3,1	2,1	31	21	1 567	1 133	67	23,4	16,9
Северный		26	14	37	28	4,9	3,8	54	41	8 520	6 498	244	34,5	26,6
Центральный		27	17	41	31	5,3	4,0	59	44	3 002	2 667	69	43,5	38,7
Южный		21	14	27	22	3,4	2,8	38	31	575	501	34	16,9	14,7
Кичкинекольский		24	14	27	22	3,4	2,8	38	31	575	501	34	16,9	14,7
Среднее	755	24	14	32	24	4,2	3,2	46	34	13 664	10 799	414	33,1	26,1
Карагандинский	650	26	14	40	30	6,1	4,6	56	42	2 516	2 235	111	22,6	20,1
Промышленный		26	13	36	26	5,1	3,7	53	38	4 376	3 138	145	30,2	21,6
Саранский		26	10	38	22	5,2	3,0	53	31	970	764	28	34,6	27,3
Алабасский		29	21	51	42	6,8	5,6	73	60	2 755	2 558	51	54,0	50,2
Талдыкудукский		26	18	47	36	7,5	5,7	68	52	2 137	1 957	50	42,7	39,1
Среднее	695	27	15	42	31	6,0	4,5	60	44	12 754	10 654	385	33,1	27,7
Надкарагандинская свита														
Тентекский	630	4	—	1	—	0,2	—	1	—	—	—	—	—	—
Шерубайнуринский	640	6	—	2	—	0,3	—	3	—	—	—	—	—	—
Карагандинский	615	8	—	3	—	0,6	—	4	—	—	—	—	—	—
Долинская свита														
Тентекский	480	10	8	14	11	2,9	2,3	19	15	418	400	27	15,5	14,8
Тентекский (северо-запад)		11	9	15	13	2,7	2,3	20	17	834	798	73	11,4	10,9
Тентекский (юго-восток)		5	2	3	2	3,0	2,0	4	3	2	2	4	0,5	0,5
Карагогский	100	5	2	3	2	3,0	2,0	4	3	2	2	4	0,5	0,5
Среднее	520	11	9	15	12	2,9	2,3	20	16	1 254	1 200	104	12,0	11,5
Шерубайнуринский	535	11	6	12	9	2,2	1,7	16	12	427	376	43	9,9	8,7
Каражаро-Шаханский		11	10	16	15	3,4	3,3	21	20	307	284	42	7,3	6,8
Долинский		5	4	4	3	1,5	1,1	5	4	18	17	4	4,5	4,3
Колпакский		11	8	14	12	2,9	2,4	19	16	752	677	89	8,4	7,6
Среднее	490	11	8	14	12	2,9	2,4	19	16	752	677	89	8,4	7,6
Карагандинский	330	10	6	14	11	4,2	3,3	19	15	264	237	29	9,1	8,2
Дубовский		10	6	14	11	4,2	3,3	19	15	264	237	29	9,1	8,2
Тентекская свита														
Тентекский	515	18	3	18	3	3,5	0,6	25	4	96	41	17	5,7	2,4
Тентекский (северо-запад)		16	4	17	4	3,0	0,7	24	6	291	136	30	9,7	4,5
Тентекский (юго-восток)		17	3	18	3	3,3	0,6	25	5	387	177	47	8,2	3,8
Среднее	540	17	3	18	3	3,3	0,6	25	5	387	177	47	8,2	3,8

Таблица 2 (окончание)

Район, участок	Мощность свит, м	Число пластов		Мощность пластов		Коэффициент угленосности		Стратиграфическая угленосность, млн. т/км ²		Запасы углей, млн. т		Площадь участка, км ²	Фактическая угленосность до глубины 1800 м, млн. т/км ²	
		общее	рабочих	общая	рабочая	общей	промышленной	общая	промышленная	общие	балансовые		общая	промышленная
Среднее для продуктивной толщи (ашлярикская — тентекская свиты)	3000	80	30	84	44	2,8	1,5	118	62	49 023	30 336	1653	29,6	18,3
В том числе по районам														
Тентекский	3015	77	22	76	28	2,5	0,9	106	39	10 727	5 263	445	23,2	11,8
Шерубайнуринский	2475	61	24	62	38	2,5	1,8	87	53	17 630	11 550	480	36,8	24,1
Карагандинский	2180	66	25	79	48	3,6	2,2	111	69	19 342	13 523	520	37,2	26,0
Верхнесокурский	450	11	—	16	—	3,5	—	24	—	1 325	—	208	6,4	—

Примечание. К рабочим отнесены пласты, имеющие балансовую мощность не менее 25% площади участка.

др.) расщепляются и их мощность возрастает до 10 и более метров.

По строению выделены три группы пластов: простые, представленные одной, реже двумя пачками угля, относительно простые — с одним или двумя прослоями породы и сложные, в которых породных прослоев больше двух. В свою очередь сложные пласты, согласно терминологии, предложенной А. А. Любер (1954), разделяются на сложно начинающиеся, постоянно сложные и сложно заканчивающиеся; в них прослой породы приурочены соответственно к нижней части пласта, распределены в пласте равномерно или тяготеют к его кровле. Общее правило — усложнение строения пластов с увеличением их мощности. Кроме того, строение пластов упрощается вверх по разрезу свиты и толщи в целом.

Наиболее сложно построены пласты ашлярикской и низов карагандинской свит, наименее — долинской, где пласты имеют простое или относительно простое строение; в тентекской свите строение пластов вновь несколько усложняется. Что касается пластов сложного строения, то в ашлярикской, нижней и верхней подсвитах карагандинской, а также в тентекской свитах пласты обычно постоянно сложные. Основные же пласты карагандинской свиты (K_{10} , K_{12} , K_{13} , K_{14}), как правило, относятся к сложно заканчивающимся.

Таблица 3

Распределение основных угольных пластов по мощности

Свиты	Число пластов	Общая мощность, м			Подсчетная мощность, м		
		0,6—1,3	1,3—3,5	более 3,5	0,6—1,3	1,3—3,5	более 3,5
Ашлярикская	19	14	5	—	17	2	—
Карагандинская	21	7	12	2	11	9	1
Долинская	11	9	1	1	10	—	1
Тентекская	14	3	11	—	14	—	—
Всего	65	33	29	3	52	11	2

Примечание. В таблицу вошли сведения как о балансовых, так и забалансовых пластах (мощностью 0,6—0,9 м).

Мощность породных прослоев обычно составляет 0,05—0,2 м, но иногда увеличивается до 0,3—0,4 м и более. Следует отметить, что в нижних свитах, особенно ашлярикской, угольные пласты нередко включают до десятка сантиметровых прослоев породы. Наиболее мощные прослой характерны для пластов ашлярикской и, особенно, тентекской свит. Большинство породных прослоев представлено аргиллитами, реже алевролитами и еще реже песчаниками. В пластах ашлярикской, низов карагандинской и тентекской свит нередко встречаются прослой углистых и слабоуглистых аргиллитов. В некоторых пластах карагандинской и тентекской свит таких, как K_3 , K_7 , T_4 ,

Таблица 4

Основные типы расщепления угольных пластов Карагандинского бассейна

Тип расщепления (по классификации Г. А. Иванова, 1967)	Пласт	Район
I. Расщепление в виде расходящегося пучка	K_7 и K_8 , K_{10} и K_{10}^1 , K_{11} и K_{12} , K_{13} и K_{14} , K_{15} , K_{16} и K_{17}	Карагандинский
	K_{13} и K_{14} , K_{16} и K_{17} , D_1 и D_2	Шерубайнуринский
	K_2 и K_3 , K_{16} и K_{17} , D_1 и D_2 , D_{10} и D_{11} , T_5 и T_6 , T_8 , и T_9 , T_{12} и T_{12}^1 , T_{14} и T_{14}^1	Тентекский
II. Трансгрессивное расщепление	K_{12} (верх)	Карагандинский, Шерубайнуринский
	K_{18} , K_{18}^1 , K_{19}	Шерубайнуринский
III. Регрессивное расщепление	K_{12} (низ)	Карагандинский, Шерубайнуринский
	K_{12}^2 и K_{13}	Шерубайнуринский
IV. Бифуркация пласта (расщепление и слияние)	K_{12}	Карагандинский, Шерубайнуринский
V. Зетобразное расщепление	D_{10} и D_{11}	Тентекский

Таблица 5

Устойчивость угольных пластов бассейна

Свита	Общее число пластов мощностью более 0,6 м	Устойчивые	Относительно устойчивые	Неустойчивые
Ашлярикская	19	1	3	15
Карагандинская	21	4	7	10
Долинская	11	1	8	2
Тентекская	14	—	3	11
Всего	65	6	21	38
В том числе рабочих пластов	30	6	21	3

T_5 , отмечены прослои светло-оранжевой и розовой каолиновой породы типа флинт-клея (тонштейны).

Сведения об устойчивости пластов в целом по бассейну и по свитам приведены в табл. 5.

Из общего числа пластов только 40% относятся к устойчивым и относительно устойчивым, хотя из числа рабочих пластов они составляют 90%. Устойчивыми, выдержанными на большей части площади бассейна, являются 6 пластов: в ашлярикской свите — пласт A_5 , в карагандинской — K_1, K_3, K_7, K_{10} , в долинской — D_6 . Наиболее устойчивы пласты A_5, K_7 и D_6 , которые сохраняют характерное строение и большую мощность практически по всей площади бассейна. Относительной устойчивостью характеризуется 21 пласт: $A_7, A_{12}, A_{15}, K_2, K_4, K_5^3, K_{11}, K_{12}, K_{13}, K_{18}, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_9, D_{10}, D_{11}, T_1, T_3, T_{17}$. Наиболее выдержаны пласты в Карагандинском районе. Большинство пластов теряет устойчивость в западном, точнее северо-западном, направлении. На севере Шерубайнуринского и Тентекского районов утоняются (иногда до нерабочих) такие пласты, как: $K_{10}, K_{12}, K_{13}, K_{14}$ и K_{18} . В этом направлении теряют устойчивость почти все ашлярикские пласты. На северо-западе Тентекского района становятся нерабочими многие пласты долинской и тентекской свит.

РАЗМЫВЫ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Размывам в Карагандинском бассейне подвержены многие угольные пласты (по неполным данным 22 из 65). Но размывы большинства пластов охватывают небольшие площади и не вызывают серьезных осложнений в ходе разведочных и горных работ. Первой работой, специально посвященной этому вопросу, является статья М. Ф. Дашко (1955). Изучение размывов также проводили А. А. Трофимов (1956), М. Т. Самсонов и В. В. Зинченко (1963).

Анализ фактического материала о размывах угольных пластов всех продуктивных свит позволяет, с учетом работ П. В. Васильева (1951) и Ю. А. Жемчужникова (1948), выделить характерные для Карагандинского бассейна типы размывов: морские и континентальные.

Морские (абразионные) размывы характерны для ашлярикской свиты, угли которой относятся к параллическому типу. Контур размывов имеет изометричную или овальную форму. Примером служат размывы пластов A_{10}, A_{11}, A_{18} в Карагандинском районе, A_{17}, A_{18}, A_{19} и A_{20} в Тентекском и Шерубайнуринском рай-

онах. В кровле этих пластов или на их месте (в случае полного размыва) обычно залегают разноверхистые песчаники с морской брахиоподовой фауной. Размывы этого типа изучены слабо, но, по-видимому, охватывают значительные площади и являются в основном эпигенетическими.

Континентальные (эрозионные) размывы, которые по классификации П. В. Васильева относятся к овражно-речному типу, целесообразно разделить на две группы: русловые и долинные, отличающиеся друг от друга формой, площадью, генезисом и т. д.

Сведения о размывах угольных пластов Карагандинского бассейна (по материалам Ю. П. Бутовой, М. В. Голицына, Р. Я. Грязновой, М. Ф. Дашко, О. А. Дзенс-Литовской, Л. Ф. Думлера, В. В. Зинченко, А. И. Калинина, А. Н. Кудрявцева, С. Т. Лукина, Е. Т. Педаша, Ф. А. Петровой, М. Т. Самсонова, О. А. Сидельниковой, И. С. Суворина) даны в табл. 6.

Русловые размывы имеют форму узких, часто извилистых полос, и обязаны своим происхождением глубинной эрозии. Эти размывы обычно охватывают небольшие площади и не оказывают серьезного влияния на ведение горных работ. Они зафиксированы главным образом на пластах K_7, K_{13}, K_{14} карагандинской свиты. Ширина размытой поверхности обычно не превышает первых десятков метров при длине в сотни метров; площадь — до нескольких тысяч квадратных метров (рис. 3).

В группу, выделенную под условным названием долинные, входят размывы, обусловленные эрозионной деятельностью больших рек и их притоков, которые в течение длительного времени выработывали свои долины в пределах крупной аллювиальной равнины, размывая на больших площадях более древние породы. Эти размывы встречаются в виде широких

Таблица 6

Характеристика размывов угольных пластов в бассейне

Пласт	Участок	Площадь размыва, %	Пласт	Участок	Площадь размыва, %
1	2	3	4	5	6
Ашлярикская свита					
A_{10}	Промышленный	Десятки	D_1	Тентекский	5
A_{11}			D_5	»	15
A_{18}			D_5	Долинский	9
A_{17}	Северный и Манжинский	Десятки	D_5	Каражаро-Шаханский	25
A_{18}			D_7	»	Десятки
A_{19}			D_8	Долинский	То же
A_{20}			D_9	Тентекский	40
			D_9	Каражаро-Шаханский	До 20
Карагандинская свита					
K_4	Майкудукский	<1	D_{10}	»	До 20
K_7	Центральный	<1	D_{11}	»	До 20
K_7	Северный	<1			
K_7	Алабасский	5			
K_7	Промышленный	<1	Тентекская свита		
K_{10}	Саранский	<1	T_3	Тентекский	<1
K_{13}	»	<1	T_4	»	70
K_{14}	»	»			
K_{14}	Промышленный	»			
K_{14}	Майкудукский	»			

полос. Нередко имеют овальную или изометричную форму и обязаны своим происхождением главным образом боковой эрозии. Они охватывают большие площади и ведут к крупным потерям угля в недрах. Примеры — размыты пласта K_7 на Саранском и Алабасском участках и пласта D_9 в западной половине Тентекской мульды. В эту группу также следует включать крупные площадные размыты, связанные с активизацией деятельности многочисленных временных потоков, стекавших с окружающих равнину поднятий. Эти потоки, размывая нередко значительные толщи пород, приносили с собой грубый плохо отсортированный материал, который заполнял размытые пространства. Характерный пример — размыт пласта T_4 (тентекская свита) на значительной части площади Тентекской мульды.

Отмечены размыты как сингенетичные, так и эпигенетичные, причем последние развиты шире.

Размытое пространство имеет неровные контуры и обычно заполнено песчаниками, хотя иногда встречаются алевролиты и аргиллиты. Последнее характерно для сингенетичных размытов, связанных с деятельностью медленно текущих болотных рек, размывавших торфяники. Поверхность размытов обычно асимметрична, что служит дополнительным признаком для установления направления течения водного потока. Например, в пределах Саранского участка река, размы-

таящая пласт K_7 , текла с юго-запада на северо-восток.

В карагандинской свите размытам подвержены пласты K_4 , K_7 , K_{10} , K_{12} , K_{13} и K_{14} , причем большинство размытов приходится на Саранский участок, где они носят унаследованный характер. Особенно их роль возрастает на полях отдельных шахт. О форме и размерах размытов, зафиксированных в саранских шахтах, можно судить по материалам С. Т. Лукина (табл. 6). Наиболее подвержен размытам пласт K_7 , который, например, только на поле шахты 105 уничтожен на площади свыше 500 тыс. м². По данным М. Т. Самсонова и В. В. Зинченко, на Саранском участке зафиксировано 48 размытов пласта K_7 общей площадью 3 км² (25% общей площади пласта), из них 18 полевых площадью 750 тыс. м². Другие пласты карагандинской свиты размыты в меньшей степени.

В долинской свите наиболее сильно размыты пласты D_5 и D_9 . На Каражаро-Шаханском участке, по данным М. Т. Самсонова и В. В. Зинченко, отмечено 15 размытов пласта D_5 площадью свыше 10 км², в том числе 7 полных размытов площадью около 3 км². Размытами здесь охвачено около 25% общей площади пласта. На Долинском участке 22 размыта пласта D_5 охватывают площадь около 2,5 км² (9% общей площади), в том числе 6 полных площадью 0,5 км². Пласт D_9 полностью размыт в западной половине Тентекской мульды. В тентекской свите наиболее размыт пласт T_4 .

Глава II

ПЕТРОГРАФИЯ УГЛЕЙ

ИСТОРИЯ УГЛЕПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БАСЕЙНЕ

Первые петрографические исследования углей в Карагандинском бассейне проведены А. А. Любер в 1931 г. С 1931 по 1940 гг. эти работы проводились под общим руководством Ю. А. Жемчужникова, принимавшего в 1934 г. непосредственное участие в изучении угольных пластов бассейна. В 1931—1932 гг. дана первая характеристика исходного материала углей Караганды и установлены основные петрографические типы углей (Любер, 1933). Результаты исследования позволили выделить две группы угольных пластов в разрезе угленосной толщи: нижнюю, приуроченную к ашлярикской свите и низам карагандинской, и верхнюю, приуроченную к средней и верхней частям карагандинской свиты. Были установлены некоторые маркирующие признаки в составе углей, которые в дальнейшем использовались для параллелизации угольных пластов. Кроме того, была намечена зависимость химических свойств угля от петрографического состава и установлено закономерное изменение цвета и видимости облочков спор в стратиграфическом разрезе.

В 1933 г. А. А. Любер (1934) проведена методическая работа по отбору характерных образцов по слоям, сложенным различными петрографическими типами углей. На примере пластов K_4 и K_{13} показано, что состав угля, подсчитанный по монолитным пробам, аналогичен составу, определенному из суммы анализов по отдельным слоям с учетом их мощности.

В 1934 г. исследовательские работы были направлены на определение маркирующих признаков для параллелизации угольных пластов Караганды как по петрографическим признакам, так и по спорам (Жемчужников и Любер, 1936). Изучение видового состава спор из углей различных пластов позволило наметить руководящие комплексы спор отдельных пластов и использовать их для синонимии угольных пластов (Любер, 1937). В этот же период впервые выделяются основные типы угольных пластов по своему строению: пласты простого строения, сложного и усложненного в верхней части.

В 1935 г. Г. П. Ковалевым изучались угли пластов K_{18} , K_{12} , K_{10} , K_7 и A_{15} в аншлифах при косом освещении, при этом он подтвердил ранее отмеченную А. А. Любер закономерность изменения видимости и цвета спор от верхних пластов к нижним.

В 1935 г. Н. А. Волгов и Н. А. Иванчина-Писарева (1935) опубликовали статью, в которой приводится описание микроструктуры угля в пласте K_{12} по от-

дельным пачкам. Ими отмечается преобладание дюрено-кларена с повышенным содержанием фюзена, а в нижней части пласта кларенового угля. Н. А. Волковым и др. (1934) изучались прослой и включения каолинита в углях.

В 1936 г. появилась в печати статья И. Р. Чудовской и Е. В. Искюль (1936), содержащая описание минеральных включений в углях разных пластов Караганды. Отмечено присутствие каолинита, кварца, халцедона, кальцита, сидерита, гипса, пирита и др.

В 1937—1938 гг. А. А. Любер проводилась работа по определению генезиса углей, их спекающей способности и возможности параллелизации угольных пластов. Результаты анализов показали зависимость пластометрических показателей от петрографического состава углей. В работе отмечено общее повышение степени метаморфизма углей от Промышленного участка Карагандинского района к Шерубайнуринскому району.

В 1939 г. Е. И. Мураховской и Н. А. Афанасьевой проведены петрографические и химические исследования углей пластов K_{14} , K_9 и A_3 .

В 1939—1940 гг. впервые было начато изучение угольных пластов в южной части Карагандинского бассейна. А. А. Любер указывает, что угли в этом районе сильно метаморфизованы, тем не менее по ряду других петрографических признаков отдельные группы пластов хорошо параллелизуются с пластами на Промышленном участке, что указывает на сходство их первичных условий углеобразования.

В 1943—1944 гг. А. А. Любер (1947) был подобран материал по петрографическому исследованию углей Караганды для составления геолого-химических карт пластов: K_{18} , K_{12} , K_{10} , K_7 , K_4 , изученных примерно до глубины 150 м, и составлена карта метаморфизма углей Караганды за исключением Каражаро-Шаханского участка Шерубайнуринского района и Тентекского района.

В 1943 г. бригадой под руководством А. А. Гаппеева (1943) была разработана классификация углей карагандинской свиты Промышленного участка. Углепетрографическая часть работы осуществлялась А. А. Любер.

В 1943 г. Е. И. Мураховской произведено описание образцов угля из скважины по пластам K_{10} , K_{12} , K_{13} и K_{14} .

В 1944 г. А. А. Любер сделана попытка классифицировать угли Караганды по вещественному составу. Приводится характеристика их спекающей способности и условий образования.

В 1945 г. А. А. Любер проводились работы по определению характера обогатимости угольных пластов карагандинской и ашлярикской свит в зависимости от их петрографического состава.

С 1946 г. А. А. Любер (1953) начато изучение углей долинской и тентекской свит Шерубайнуринского и Тентекского районов бассейна. Первые предварительные данные показали, что угли сложены в основном блестящими и полублестящими типами, содержат повышенное количество спор и округло-овальных тел, мало фюзена. Одновременно были установлены три основных типа углеобразования: ашлярикский, карагандинский и долинский. Позднее А. А. Любер (1954, 1956) изучали угли верхних угленосных свит Караганды, что позволило ей дать сравнительную характеристику углей по всему разрезу угленосной толщи.

С 1946 по 1965 гг. исследованием карагандинских углей занималась О. В. Штеменко (1957, О. В. Штеменко и др., 1960, 1962). Ею, кроме изучения химико-технологических свойств углей, проводился детальный подсчет петрографического состава и определение степени метаморфизма углей, главным образом по пробам из шахт и опробовательских скважин большого диаметра. Установлена зависимость химико-технологических свойств углей различных пластов от их петрографического состава и степени метаморфизма.

Н. М. Крыловой (1954) изучался состав угольных пластов карагандинской свиты в восточной части Промышленного участка. Особое внимание в работе уделено породам кровли и почвы угольных пластов и минеральным примесям в самом веществе угля. При описании угольных шлифов Н. М. Крылова широко использовала поляризованный свет.

О. А. Дзенс-Литовская (1954, 1956) занималась исследованием углей Алабасского и западной части Промышленного участков и сингенетичных замещений угля в пластах K_{12} , K_{10} , K_7 и K_4 .

В 1951—1956 гг. З. В. Паламарчук производилась петрографические определения угольных пластов, поступающих из геологоразведочных партий, с целью получения характеристики углей для отчетов по разведываемым шахтным полям.

Г. М. Луцхиным (1961, 1962) исследовались угольные пласты тентекской свиты, в результате этой работы им дана характеристика исходного растительного материала и своеобразная типизация углей. Впервые отмечено присутствие вулканического пепла в углях пластов T_5 , T_7 , T_9 , T_{12} и T_{17} .

В 1955—1957 гг. группой сотрудников под руководством И. И. Аммосова производился отбор проб углей в действующих шахтах Караганды с целью определения вещественного состава, степени метаморфизма и характера обогатимости. В результате обработки этого материала предложен петрографический метод определения обогатимости и дана

классификация углей по обогатимости (Прияшников, 1960; Аммосов, Еремин и др., 1963).

Начиная с 1956 г. систематическое исследование углей в бассейне производилось А. А. Кузнецовой, Л. А. Лебединцевой, В. С. Миловановой, позднее Л. С. Пылевой и М. Д. Киселевой. С 1958 г. изучением углей Карагандинского бассейна занимался В. Н. Нестеров (1964, 1971). В. Н. Нестеров исследовал карагандинские угли по пробам из опробовательских скважин и шахт с целью характеристики их химико-технологических свойств.

В результате многолетней работы по петрографическому исследованию углей собран большой фактический материал, на основании которого сотрудники углепетрографической лаборатории Центральной геохимической партии ЦКГУ приняли участие в сводной работе по составлению геолого-угле-химической карты Карагандинского бассейна.

В 1958 г. А. А. Кузнецова разработала методическое руководство по составлению карт петрографического состава и метаморфизма углей, составила карты по пластам: D_{1-2} , D_5 , D_6 , K_1 , K_2 , K_7 , K_{10} , K_{12} , K_{13} , K_{14} и группе пластов K_{18} . В. С. Миловановой составлены аналогичные карты по пластам D_3 , D_4 , D_9 , D_{10} , D_{11} и основным пластам тентекской свиты. По этим пластам выявлены закономерности в изменении вещественного состава и степени метаморфизма углей на площади бассейна, дан прогноз указанных показателей на слабозазведанных участках и глубоких горизонтах. Описаны типы углей и характер распределения их в разрезе пластов.

С 1960 г. Г. Н. Крикунов (1966, 1970) занимается исследованием петрографии углей по пробам из шахт с целью определения склонности их к самовозгоранию, пылеобразованию и взрывоопасности. Им предложен петрографический метод определения склонности углей к самовозгоранию.

С 1960 г. Е. М. Зинченко (1963, 1968) проводят работы по изучению углей действующих шахт Караганды для решения вопросов влияния петрографических особенностей углей на их химико-технологические свойства. Предложена кодовая группировка углей действующих шахт по петрографическим особенностям, зольности и степени метаморфизма.

Вопросы метаморфизма и петрографии карагандинских углей рассмотрены в работах Б. Г. Габермана (1962), А. А. Кузнецовой (1969, 1972), А. А. Кузнецовой и др. (1971), М. В. Голицына и др. (1970, 1973), И. М. Глущенко (1971). Кроме того, следует отметить работы М. В. Голицына и И. В. Орлова (1962), М. В. Голицына (1966). Ими предложена естественно-технологическая классификация углей Казахстана, в которой учтены данные петрографии.

Из приведенного выше перечня работ видно, что в исследовании углей Карагандинского бассейна намечаются главным образом два направления: изучение углей для познания их генезиса и изучение углей для решения ряда практических вопросов, связанных с их разведкой, добычей и рациональным использованием в народном хозяйстве.



МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В Атласе приводятся результаты комплексного исследования углей различных петрографических типов и пластов в целом как по керновым пробам из разведочных скважин (при выходе керна более 80%), так и по ориентированным штуфам, составляющим в сумме колонку на всю мощность пласта, отобранным в горных выработках. По этим выработкам одновременно с отбором проб производилась зарисовка разреза пласта и замер мощностей каждого слоя. При неполном вскрытии пласта отбор проб осуществлялся путем совмещения двух или нескольких пунктов.

В лаборатории угольные пласты тщательно описывались углепетрографами, уточнялась мощность отдельных пачек, определялся генетический тип угля, его текстурные и структурные признаки, минеральные включения и основные физические свойства (цвет, блеск, трещиноватость, крепость и т. д.). После описания от каждого типа угля отбирался образец для дальнейшего микроскопического исследования; если мощность пачки, сложенной одним типом угля, превышала 0,5 м, то для микроскопического исследования отбиралось два-три образца. После этого уголь передавался в химическую лабораторию для химического исследования и обогащения.

При характеристике петрографии пород кровли, почвы и внутрипластовых прослоев, кроме материалов автора, были использованы данные С. Х. Насыбулиной и Е. Н. Нагорной (1968 г.), полученные при определении физико-механических свойств.

Работы по микроскопическому изучению углей проводились в проходящем свете, простом и поляризованном, и отраженном (в основном с масляной иммерсией) при увеличении от 60 до 1000. В шлифах и аншлифах определялась микроструктура угля, ботаническая принадлежность отдельных растительных фрагментов, степень разложенности исходного материала; отмечался характер распределения микрокомпонентов, а также распределение и состав минеральных образований. Некоторые двусторонне-поляризованные шлифы просматривались в проходящем и отраженном свете для установления деталей структуры и степени первичной окисленности фюзенизированных микрокомпонентов.

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ

Угли Карагандинского бассейна гумусовые, каменные, как правило, полосчатые, сложные по петрографическому составу. По характеру накопления исходного растительного материала они относятся к аллохтонно-автохтонному типу. В образовании их принимали участие главным образом остатки крупной древесной растительности, на что указывает микроструктура углей, вещество которых представлено скоплением фрагментов стеблевых тканей, при сравнительно небольшом участии грибковых образований, органов спороношения (спорангий), спор и пыльцы. Коровые и листовые ткани, а также обрывки кутикулы в составе углей встречаются редко. Остатки низших растений (водоросли типа *Pila*) были отмечены А. А. Любер (1933) в небольшом количестве в углистых породах некоторых пластов (K_{12} , K_{13} и др.), в самом же угле примеси сапропелевого материала не обнаружено. В целом по бассейну повышенное содержание (до 15%) макро- и микро-

вещественный состав угольных пачек и пласта в целом определялся по аншлиф-брикетам, изготовленным из угля, додробленного до класса — 1,5 мм, подсчеты производились в небогатенных (рядовых) углях и концентратах плотностью менее 1,4 г/см³ в соответствии с ГОСТ 9414-60. Минеральные примеси подсчитывались при увеличении 350 в воздушной среде, при этом в основном выделялись: слюдисто-глинистое вещество, кристаллический каолинит, карбонаты (кальцит и сидерит), сульфиды (пирит и марказит); кроме того, отмечалось присутствие зерен кварца и титанистого минерала. Для определения содержания редких и рассеянных элементов в углях использовался метод полуколичественного спектрального анализа.

Микрокомпоненты угля подсчитывались точечным методом при увеличении 500 с масляной иммерсией (не менее 400 точек в брикете). Процентное содержание компонентов вычислялось как на органическую массу, так и с учетом минеральных примесей.

В состав микроскопических исследований входили также определения петрографических признаков, характеризующих степень метаморфизма углей (цвет оболочек спор в шлифах, в аншлифах и брикетах с масляной иммерсией, контрастность между компонентами). В течение последних двух-трех лет по отдельным пластам произведены определения отражательной способности витринита в воздушной и масляной средах (R^a и R^o) в аншлифах и аншлиф-брикетах. Определения производились на установке ИГ и РГИ, смонтированной на микроскопе МИМ-7 с фотоэлектронным умножителем ФЭУ-31 и светофильтром, длина волны которого равна 555 мкм.

Степень восстановленности углей определялась в основном по цвету гелифицированного вещества в шлифах. Фрагментарность растительного материала и степень сохранности его структуры служили второстепенными признаками; кроме того, вспомогательными параметрами являлись высота пластического слоя ($У$) мм, выход летучих веществ (V^r) %, зольность (A^c) %. Степень восстановленности угля определялась сначала по каждой пачке в отдельности, а затем путем пересчета по пласту в целом.

спор характерно для углей долинской свиты, а грибковых образований, листовых тканей и кутикулы — для углей тентекской свиты.

Ввиду сравнительно высокой степени разложенности исходного материала выявить различие в растительных ассоциациях углей отдельных свит петрографическим методом трудно, поэтому судить об этом, в какой-то степени, можно только по данным спорово-пыльцевого анализа (Любер, 1954; Стукалова, 1958 г.). Результаты исследований показали (табл. 7), что для большей части каменноугольных отложений бассейна характерно преобладание плауновых, папоротниковых и птеридоспермов; подчиненное значение имеют каламиты, сфенофиллы, хвойные и кордаиты. Начиная со средней подсвиты карагандинской свиты, вверх по разрезу отмечается постепенное увеличение пыльцы хвойных растений. В шаханской и верхней части тентекской свит появляется пыльца кордаитов и других голосеменных растений.

КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА
МИКРОКОМПОНЕНТОВ

В настоящее время существует много различных вариантов классификаций и номенклатур, охватывающих все многообразие органических микрокомпонентов углей и имеющих различное назначение.

Ввиду того, что изучение углей ведется в двух направлениях: геолого-генетическом и химико-технологическом, за основу классификации микрокомпонентов углей Карагандинского бассейна (табл. 8) приняты ГОСТ 9414-60 (угли каменные) и классификация, предложенная И. Э. Вальц (1956), составленная с учетом исходного растительного материала, процессов его превращения и степени сохранности структуры растительных тканей.

Аналогичная классификация микрокомпонентов была принята авторами Атласа верхнепалеозойских углей Кузнецкого бассейна (Травин и др., 1966) с той лишь разницей, что в ней витринитовые лигнино-целлюлозные ткани были подразделены по их гистологическим признакам, что для палеозойских углей Карагандинского бассейна сделать не представлялось возможным.

Таблица 7

Спорово-пыльцевой состав каменноугольных отложений
Карагандинского бассейна
(по данным Н. И. Стукаловой), в %

Свита	Споры							Пыльца	
	древние плауновые	плауновые	древние какамиты	какамиты	папоротники	птеридоспермные	сфенофиллы	кордаиты	хвойные
Ашлярикская	29	64	0,1	0,2	5	1	—	—	—
Карагандинская									
нижняя подсвита	3	87	4,8	—	4	1	0,2	—	—
средняя подсвита	—	20	0,6	3	22	51	0,8	—	0,3
верхняя подсвита	0,1	37	0,4	7	19	34	0,2	—	1,7
Надкарагандинская	—	66	0,3	3	8	20	0,9	—	0,9
Долинская	0,1	63	0,3	1	12	18	2,0	—	3
Тентекская									
нижняя подсвита	—	56	—	1	18	16	—	—	9
средняя и верхняя подсвиты	—	22	0,4	3	15	35	3,8	5	15
Шаханская	—	12	—	1	17	23	—	10	35

Примечание. Содержание пыльцы гинкговых, цикадовых и беннеттитовых в шаханской свите составляет 2,0%.

При исследовании углей вещественный состав его подразделяется на органические и неорганические компоненты. К неорганическим — отнесены минеральные примеси. Органические же компоненты представляют собой обособленные элементы исходного растительного материала, различающиеся, как правило, только под микроскопом и обладающие, с одной стороны, определенными морфологическими и структурными признаками, с другой, — изменчивыми

под влиянием геологических факторов химическими и физическими свойствами.

Согласно принятой классификации микрокомпонентов, остатки высших растений отнесены к лигнино-целлюлозным тканям и лейптинитам, а низших растений — к альгинитам. Ботаническая природа лигнино-целлюлозных тканей в углях бассейна изучалась научным сотрудником ВСЕГЕИ В. С. Малайкиной. В результате выделены различные ткани наиболее хорошо сохранившихся в угле и наименее измененные в процессе углефикации. Это, в первую очередь, проводящие ткани, отчасти механические (коровая перидерма, внутренняя и внешняя кора). Кроме того, выделяются ткани древесной паренхимы, структура которых в углях повышенной степени метаморфизма имеет плохую сохранность.

По степени первичной окисленности органические компоненты разделяются на четыре группы: витринита (неокисленные), семивитринита (слегка окисленные), семифюзинита (среднеокисленные) и фюзинита (сильноокисленные). Разделение микрокомпонентов на эти группы производится по цветовым оттенкам и их отражательной способности, определяемых как в проходящем, так и отраженном свете с масляной иммерсией.

Дальнейшее подразделение фрагментов тканей проведено с учетом степени сохранности признаков их первоначального клеточного строения. Всего выделено четыре типа структур, обозначаемых первыми буквами греческого алфавита: α , β , γ и Δ по И. Э. Вальц (1956).

Компоненты с α -структурой характеризуются хорошей сохранностью клеточного строения; клеточные полости у таких тканей пустые или выполнены минеральными примесями. β -Структура характеризуется неясной сохранностью клеточного строения и наличием своеобразной комковатости. Стенки клеток в значительной степени остуднели и лишь изредка видны незаплывшие клеточные полости.

α и β -Структуры в литературе обычно именуется ксиленовой и ксиловитреновой структурой.

К γ -структуре относятся растительные фрагменты с хорошо выраженным клеточным строением, полости клеток которых заполнены аморфным органическим веществом, как правило, несколько другой окраски, чем стенки клеток. Иногда стенки клеток несут следы пластической деформации. Компоненты с γ -структурой известны под названием структурного и слабоструктурного витрена.

Δ -Структурой обозначены бесструктурные и скрытоструктурные компоненты. Последние при скрещенных николях в проходящем свете обнаруживают псевдоструктуру, обусловленную неодинаковой оптической анизотропией их вещества. Бесструктурные ткани и при скрещенных николях остаются однородными.

Из всех лигнино-целлюлозных тканей обособленно выделены компоненты, относящиеся к склероциям грибов и округло-угловатым телам, природа которых не вполне ясна и разными авторами трактуется по-разному.

Группа лейптинита объединяет форменные элементы, такие как кутикула, споры и пыльца, смоляные тела и суберинизированные коровые ткани. К группе альгинита относятся водоросли.

Классификация органических микрокомпонентов палеозойских углей Карагандинского бассейна

Исходный растительный материал	Группа витринита	Индексы V	Группа семивитринита	Индексы Sv	Группа семифюзинита	Индексы Sf	Группа фюзинита	Индексы F
I. Лигнино-целлюлозные ткани Стеблевые ткани и листовая паренхима	α -витринит	V α	α -семивитринит	sv α	α -семифюзинит	sfa	α -фюзинит	fa
	β -витринит	V β	β -семивитринит	sv β	β -семифюзинит	sf β	β -фюзинит	f β
	γ -витринит	V γ	γ -семивитринит	sv γ	γ -семифюзинит	sf γ	(γ -фюзинит)	f γ
	Δ -витринит	V Δ	Δ -семивитринит	sv Δ	Δ -семифюзинит	sf Δ	Δ -фюзинит	f Δ
Неопределимые растительные остатки	Десминит	d	Семидесминит	sd	Семимикринит	sm	Микринит	m
II. Склероции грибов и округло-угловатые тела невыясненной природы	(α -витринито-склеротинит)	vs α	(α -семивитринито-склеротинит)	svs α	α -семифюзинито-склеротинит	sfs α	α -фюзинитосклеротинит	fs α
	β -витринито-склеротинит	vs β	β -семивитринито-склеротинит	svs β	β -семифюзинито-склеротинит	sfs β	β -фюзинитосклеротинит	fs β
	γ -витринито-склеротинит	vs γ	γ -семивитринито-склеротинит	svs γ	γ -семифюзинито-склеротинит	sfs γ	γ -фюзинитосклеротинит	fs γ
	Δ -витринито-склеротинит	vs Δ	Δ -семивитринито-склеротинит	svs Δ	Δ -семифюзинито-склеротинит	sfs Δ	Δ -фюзинитосклеротинит	fs Δ
III. Липоиды Споры, пыльца, кутикула, смола, субериновое вещество	Группа лейптинита (L)							
	Экзинит (E)		Резинит (R)			Суберинит (Sb)		
	Споры и пыльца (s), кутикула (kl)		Смоляные тела (r)			Субериновое вещество (sb)		
IV. (Альгиниты)	Группа альгинита (A)							
	Водоросли (a)				Структурные (a α) Бесструктурные (a Δ)			

Примечания: 1 — шрифтом выделены наиболее распространенные микрокомпоненты. 2 — скобками заключены очень редко встречающиеся микрокомпоненты.

ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОКОМПОНЕНТОВ

ВИТРИНИЗИРОВАННЫЕ МИКРОКОМПОНЕНТЫ

Группа витринита. Компоненты образованы из лигнино-целлюлозных тканей растений-углеобразователей, которые прошли различную степень разложения в условиях сильно обводненных торфяников и вследствие чего не испытали воздействия процессов первичного окисления (фюзенизации).

Содержание их в углях Караганды колеблется в значительных пределах — от 30% в некоторых пластах ашлярической и карагандинской свит до 80% в пластах долинской свиты. Присутствуют они в основном в виде крупных и мелких фрагментов, в меньшей степени — цементирующего вещества (десминита). Характерными особенностями компонентов группы витринита являются: прозрачность в шлифах, незначительная отражательная способность, низкий рельеф, повышенная хрупкость. В проходящем свете цвет их изменяется от оранжево-красного до красновато-бурого, в отраженном свете они серые различных оттенков. Витринит является основным носителем спекаемости, которая в углефикационном ряду изменяется по кривой с максимумом на границе жирной и коксовой стадий.

По степени сохранности структуры растительных тканей, обусловленной главным образом характером исходного материала и скоростью захоронения торфяника, выделяются α , β , γ и Δ -витриниты.

α -Витринит (табл. I, 1, 2) представляет собой остатки растительных тканей с хорошо сохранившимися клеточным строением, несущим следы начальной стадии набухания (гелификации). Цвет его в шлифах красный и буровато-красный, в аншлифах — серый. Встречается он в виде линз и обрывков, имеющих сравнительно четкий контур. Полости клеток округлые или овальные, иногда несколько сдавленные, чаще всего они выполнены минеральными примесями, реже пустые. В некоторых фрагментах наблюдается постепенный переход между α и β -структурами. Содержание этих компонентов в углях незначительное (1—4%).

β -Витринит (табл. I, 3—6) — растительные ткани, прошедшие более глубокую стадию разложения, чем α -витринит. Полости клеток полузаплывшие или почти заплывшие. В некоторых фрагментах процесс набухания стенок клеток прошел неравномерно, в них наряду с почти заплывшими клетками имеются и полузаплывшие. Цвет их в шлифах и аншлифах такой же, как и у α -витринита. Встречается β -витринит как в виде крупных, так и мелких линзочек и обрывков. Содержится он в угле в сравнительно небольшом количестве, хотя значительно преобладает над α -витринитом.

γ -Витринит (табл. II, 1—2; III, 1—5) — гелифицированные остатки растительных тканей, отличительной особенностью которых является наличие более или менее четко выраженной клеточной струк-

туры при полном заполнении клеточных полостей аморфным органическим веществом, обычно иного, чем клеточные стенки, цвета. Как правило, последние по окраске несколько светлее (красновато-оранжевые), чем выполняющие клеточные полости вещество. Иногда встречаются фрагменты γ -витринита, у которых стенки клеток имеют красновато-бурый цвет или же полости клеток в них выполнены фюзенизированным веществом.

Характер структуры у этих компонентов бывает различным и зависит он от ботанической принадлежности тканей, степени пластической деформации стенок клеток и плоскости среза (поперечной, радиальной или тангентальной). Чаще всего стенки клеток имеют прямоугольную или овальную форму, иногда они образуют ломаные и слегка волнистые линии, идущие вдоль или поперек фрагментов.

К γ -витриниту относятся также обрывки ткани, структура которых обусловлена наличием разных по размеру округло-овальных тел (табл. II, 2), которые характерны в большей степени для углей долинской и тентекской свит.

Под микроскопом структура довольно хорошо просматривается как в проходящем, так и в отраженном свете и только с увеличением степени метаморфизма углей видимость ее постепенно теряется.

Фрагменты γ -витринита встречаются в угле в виде полосок различной ширины, реже в виде обрывков, которые имеют довольно четкий контур, благодаря которому они не сливаются с соседними гелифицированными компонентами. Для большинства карагандинских углей он, наряду с Δ -витринитом, является одним из основных компонентов группы витринита.

Δ -Витринит (табл. IV, 1, 2) — это сильно разложившиеся растительные ткани, утратившие клеточное строение. Так же как и γ -витринит, он имеет две разновидности: скрыто-структурную и бесструктурную (однородную). В первой — структура может быть видна в проходящем свете со скрещенными николями или в аншлифах после травления смесью хромовой и серной кислот.

Наблюдается он в угле в виде полосок различной ширины, иногда, особенно в пластах ашлярической и карагандинской свит, не выдержанных по простираению и расщепляющихся на тонкие волокна.

К особенностям Δ -витринита можно отнести наличие более или менее четкого контура и характерных трещин сокращения, располагающихся через определенные интервалы поперек фрагментов.

Цвет его в шлифах изменяется от красного различных оттенков до красновато-бурого; в аншлифах, по сравнению с десминитом, имеет серый цвет более светлых оттенков.

Δ -Витринит является одним из основных компонентов группы витринита.

Десминит (табл. IV, 6; VI, 2—5) — продукт наиболее глубокого разложения растительных тканей, бесструктурный, однородный, иногда комковатый. В отличие от Δ -витринита не имеет четко выраженного контура и служит цементирующим веществом для других компонентов. Встречается в виде включений неправильных очертаний или комочков, размер которых редко превышает 50 мк. В проходящем свете десминит красный и буровато-красный, в отраженном свете — серый, при этом немного темней по окраске чем Δ -витринит. Присутствует десминит в не-

большом количестве, хотя содержание его в углях долинской и тентекской свит несколько больше, чем в углях ашлярической и карагандинской свит.

Характеристика округлых и округло-овальных образований (склеротинита), относящихся к витринизированным компонентам, дана в разделе «Неопределенные образования».

Группа семивитринита (табл. IV, 3, 4; V, 1, 2).

Компоненты этой группы представляют остатки растительных тканей, испытавшие в период своего разложения слабое воздействие окислительных процессов (фюзенизации). В прозрачных шлифах они характеризуются коричневатокрасным и бурым цветом, в аншлифах — светло-серым. Рельеф их сравнительно низкий, по физическим и химико-технологическим свойствам они занимают промежуточное положение между витринитом и семифюзинитом. В процессе коксования компоненты группы семивитринита не переходят в пластическое состояние, но они способны в какой-то мере размягчаться (Аммосов, Бабинкова и др., 1964; Мусял и др., 1969). Встречаются они в виде линз и обрывков сравнительно небольших размеров, реже в виде крупных линз; иногда служат цементирующей основой в атритовых участках. По структурным особенностям, так же как и компоненты группы витринита, подразделяются на: α , β , γ и Δ -семивитринит и семидесминит. Содержание их в углях относительно невелико — 3—12% в пластах долинской и тентекской свит, 5—20% в пластах ашлярической и карагандинской свит. Наибольшее распространение из них имеют α и β -семивитриниты; γ и Δ -семивитриниты, а также семидесминит встречаются реже.

ФЮЗЕНИЗИРОВАННЫЕ МИКРОКОМПОНЕНТЫ

К фюзенизированным компонентам относятся остатки растительных тканей, которые в торфяную стадию подверглись различному, но довольно сильному, воздействию окислительных процессов (фюзенизации). Содержание их в углях ашлярической и карагандинской свит составляет 20—30%, долинской и тентекской свит 5—15%.

По ботанической природе они относятся в основном к древесине и грибковым образованиям (плектенхима). Как правило, это структурные ткани, характеризующиеся по сравнению с витринизированным веществом высоким рельефом, наибольшей твердостью и отражательной способностью. Лучше всего фюзенизированные компоненты определяются в отраженном свете, где цвет их изменяется от серовато-белого до беловато-желтого; в проходящем свете они буровато-коричневые, коричневые и черные. Встречаются в виде довольно крупных линз и обрывков, мелких линзовидных включений, а также в виде мельчайших фрагментов, часто образующих полособразные скопления.

Эти компоненты на всех стадиях углефикации не переходят в пластическое состояние и не спекаются; в процессе углефикации мало изменяют свой состав и свойства. При оптимальном содержании их в угле положительно влияют на качество кокса, снижая возникающие в процессе коксообразования напряжения.

По степени первичной окисленности фюзенизированные компоненты подразделяются на две группы: семифюзинита и фюзинита.

Группа семифюзинита. К этой группе относятся остатки растительных тканей, которые по степени первичной окисленности, а соответственно цвету и величине отражательной способности, занимают промежуточное положение между компонентами группы семивитринита и фюзинита.

Цвет их в отраженном свете серовато-белый и белый, в проходящем — буровато-коричневый, коричневый и черный.

По структуре они разнообразны; наиболее часто из них встречаются β -семифюзиниты (табл. VI, 1, 2), реже α - и Δ -семифюзиниты (табл. IV, 5, 6; V, 3—6), как в виде довольно крупных линзовидных включений, так и в виде аттрита.

Кроме обрывков тканей, имеющих резко выраженные контуры, к группе семифюзинита отнесены и бесструктурные микрокомпоненты обычно с плавными очертаниями — с е м и м и к р и н и т. Представлен он в основном мелкими комковатыми включениями (табл. VI, 3, 4), реже составляет основу аттритовых участков.

Наибольшим (до 15%) содержанием компонентов группы семифюзинита отличаются угли пластов ашлярикской и карагандинской свит, где количество их равно, а иногда и больше, чем компонентов группы фюзинита. Содержание семмикринита не превышает 5%.

Группа фюзинита. В эту группу отнесены остатки растительных тканей, претерпевших в процессе торфо- и углеобразования сильное окисление. Микрокомпоненты непрозрачные, черного цвета в шлифах и беловато-желтого — в аншлифах. В отличие от семифюзинитов, они характеризуются еще большей твердостью и отражательной способностью и более высоким рельефом. Почти на всех стадиях углефикации они довольно четко выделяются среди других компонентов. По степени сохранности признаков первоначального клеточного строения исходного растительного материала они подразделяются на α , β , γ и Δ -фюзиниты. Как правило, структура у этих компонентов имеет хорошую сохранность. В зависимости от среза (поперечного, радиального или тангентального) клетки тканей имеют различную форму: округлую, близкую к прямоугольной или вытянутую (табл. VI, 5; X, 1—4). Иногда встречаются фрагменты с нарушенной звездчатой или дугообразной структурой (табл. V, 4). Кроме структурных фрагментов, в эту группу входит микринит — бесструктурный компонент с плавными очертаниями, беловато-желтого цвета в аншлифах. По величине отражательной способности он стоит ближе к семифюзинитам, чем к собственно фюзинитам. Встречается микринит в виде мелких комочков и линзочек.

В углях ашлярикской и карагандинской свит компонентов группы фюзинита содержится 10—20%, в долинской и тентекской 5—15%, из них на долю микринита приходится от 1 до 5%. Из структурных тканей чаще всего встречаются α и β -фюзиниты. Несмотря на сравнительно небольшое содержание фюзинитов в углях долинской и тентекской свит, отмечается преобладание их над компонентами группы семифюзинита. Фюзенизированные ткани большей частью состоят из крупных клеток с толстыми стенками; ткани же, состоящие из тонкостенных клеток, в силу своей хрупкости часто соответствуют аттрито-фюзиниту.

Представлены наиболее стойкими элементами высших растений, к ним относятся: споры, пыльца, кутикула, смоляные тела и субериновое вещество.

В карагандинских углях присутствующих главным образом споры, количество которых не превышает 5—6%, и только в углях долинской свиты, верхней части карагандинской и нижней — тентекской свит содержание их увеличивается до 10—15%. Кутикула встречается редко, а смоляные тела чрезвычайно редки.

Группа лейптинита. Споры и пыльца (табл. XIV, 1—4; XV, 1—3) представлены оболочками (эксинной) сравнительно хорошей сохранности. Наибольшее распространение имеют микроспоры. В вертикальных шлифах и аншлифах они имеют вид мелких червеобразных включений и штришков, вытянутых параллельно напластованию. Поверхность их большей частью гладкая, реже скульптурная. Чаще всего споры встречаются в дюреновых аттритовых углях. В клареновых и дюрено-клареновых углях они образуют полоскообразные скопления, реже споры более или менее равномерно распределены между витренизированными фрагментами. Иногда, особенно в углях долинской свиты, встречаются скопления микроспор овальной или вытянутой формы, представляющие собой, по-видимому, содержимое спорангия (табл. XIV, 3). В прозрачных шлифах цвет спор, в зависимости от степени углефикации углей, изменяется от соломенно-желтого до буровато-красного, в аншлифах — от черно-коричневого до светло-серого. В коксовых углях они уже различаются с трудом или совсем не видны.

Макроспоры сравнительно немногочисленны и лишь изредка образуют скопления. По форме и размерам они разнообразны. Цвет их в шлифах и аншлифах несколько темней, чем у микроспор, вещество их имеет мелко-губчатую или шагреневую структуру. Изредка встречаются споры, внутренняя полость которых выполнена красным или красно-оранжевым веществом, отличным от витренизированного (табл. XIV, 2).

Кутикула играет резко подчиненную роль по сравнению со спорами. Встречается она во многих пластах ашлярикской и карагандинской свит в виде единичных обрывков плохой сохранности, в углях же долинской и тентекской свит, в силу их меньшей метаморфизации и, по-видимому, несколько большего участия в исходном материале листовых тканей, кутикула встречается чаще и отличается лучшей сохранностью. Она имеет вид тонких длинных нитей с почти неразличимыми зубчиками на внутренней стороне. Иногда кутикула имеет вид замкнутого контура, внутри которого заключено слегка комковатое витренизированное вещество листовой паренхимы. Цвет кутикулы в шлифах и аншлифах такой же, как и у микроспор, но контур ее более распылчатый из-за более сильной разложенности.

Так как цвет спор служит одним из показателей степени углефикации, следует иметь в виду, что в одном и том же шлифе или аншлифе он может быть различным. Как правило, споры, находящиеся среди витренизированного вещества, несколько светлее, чем в дюреновых и аттритовых участках. Последнее, вероятно, можно объяснить влиянием среды в период торфонакопления. Аналогичное явление

было отмечено А. М. Лаптевой (1966) для углей Донбасса.

Микрокомпоненты группы лейптинита характеризуются наибольшей плавкостью при термическом воздействии, богаты летучими и водородом; с повышением степени углефикации они по своим свойствам постепенно приближаются к витриниту.

НЕОПРЕДЕЛЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Это своеобразные органические компоненты, различные по типу слагающего вещества (витринизированные, семивитринизированные, семифюзенизированные и фюзенизированные), форме, размерам, структурным особенностям, а также физическим и химико-технологическим свойствам, объединенные общим названием склеротиниты. Природа их окончательно еще не выяснена и точки зрения различных исследователей по этому вопросу расходятся. Как упомянуто в работе Г. М. Луцкихина (1958), И. И. Аммосов (1933) предположительно относит одни из них к склероциям грибов, другие — к сосудистым пучкам, Е. С. Корженевская считает их смоляными или камедистыми образованиями, такого же мнения придерживаются Ю. А. Жемчужников (1934) и А. Дюпарк (1927). А. А. Ларищев (1937) допускает, что округло-угловатые тела могут представлять продукт «склеренхимного превращения» древесины. А. А. Любер, занимаясь петрографией углей Карагандинского бассейна, подметила связь некоторых округло-овальных тел с иглочками, наблюдаемыми в древесине птеридоспермов. Л. П. Нефедьева (1949) и К. И. Иносова (1964) пришли к выводу, что в большинстве случаев они относятся к органам спороношения. К. Хене (1954) для саарских углей и Г. М. Луцкихин (1958) для карагандинских углей считают округло-овальные тела секреторными образованиями.

Такие зарубежные исследователи, как: Е. Штах и В. Пихард (1957), А. Дюпарк и Ф. Ядас (1957), относят эти образования к грибным спорам, смоляным телам и, возможно, животным остаткам. Г. Тейлор и А. Кук (1962) в результате исследования углей Австралии пришли к заключению, что мацералы категории склеротинита, вероятно, не являются ископаемыми грибами. По мнению этих авторов, основная часть из них относится к разложенным растительным тканям и фюзенизированным смоляным телцам.

На наш взгляд, все авторы, по-видимому, по-своему правы, большое разнообразие видов склероций в углях свидетельствует о их различной природе. В связи с тем, что специальных работ по изучению природы склеротинитов в углях бассейна не производилось, в классификации и дальнейшем описании для микрокомпонентов этой категории нами сохранен собирательный и дискуссионный до настоящего времени термин «склеротиниты».

В небольшом количестве склероции встречаются в бассейне в углях всех свит, чаще их можно видеть в пластах долинской и верхней части карагандинской свит, наибольшее же количество их отмечается в углях тентекской свиты. Существенного влияния на изменение химико-технологических свойств углей они не оказывают, но могут служить хорошим коррелятивным признаком для некоторых угольных пластов.

Среди склероций, относящихся к группе витринита, наибольшее распространение имеют тела округлой и округло-овальной формы с Δ и γ -структурой, с явно выраженным контуром, иногда инкрустированные пиритом (табл. X, 1, 2). Цвет их в проходящем свете оранжево-красный или красный, несколько светлей или темней окружающего витринизированного вещества. Как правило, они располагаются упорядоченными группами и служат составной частью какого-либо витринизированного фрагмента (табл. II, фото 2); значительно реже встречаются склероции в виде обособленных форм. Очень редко можно видеть витринизированные округло-овальные тела с α или β -структурой.

Семивитринитосклеротиниты и семифюзинитосклеротиниты присутствуют в небольшом количестве, все они в основном округлой формы с α и β -структурой, довольно крупные по размерам (табл. XI, 1—6).

Наиболее распространенными и самыми разнообразными по форме, размерам и структурным особенностям являются округло-угловатые тела, относящиеся к группе фюзинита. Г. М. Луцкихин выделяет в углях тентекской свиты тела округлой, неправильно-шаровидной, эллипсоидальной, овальной, овально-вытянутой, палочковидной, игольчатой, кубовидной и шестигранной форм. Присутствуют они главным образом в виде обособленных форм, реже образуют небольшие скопления.

Иногда встречаются обрывки плектенхимы грибов (табл. IX, 5, 6).

Характерными особенностями их являются: самая большая из всех микрокомпонентов микротвердость, отражательная способность, высокий рельеф. Лучше всего фюзенизированные округло-угловатые тела определяются в отраженном свете, где цвет их изменяется от белого до беловато-желтого. По структурным особенностям они подразделяются на α , β , γ и Δ -склеротиниты, причем преобладают первые три вида (табл. X, 1, 2; табл. XII, 1—6). Часть склеротинитов представлена, по-видимому, фюзенизированными смоляными телами, последние вместо структуры имеют хаотически расположенные поры.

Кроме описанных выше округлых тел, к этой группе микрокомпонентов отнесены фрагменты семифюзинита и фюзинита, которые при просмотре в скрепленных николях имеют графитоподобную мозаичную структуру или каемчатую анизотропию (табл. XII, 3, 4). Встречаются эти образования в виде единичных включений в углях всех свит (особенно карагандинской) и разных стадий метаморфизма, но больше их на северо-востоке Сасыккольского участка, где предполагается проявление термального метаморфизма.

Значительно реже встречаются сферо-кристаллические образования (размером в десятые доли миллиметра) с ясно выраженным двуотражением и радиально-лучистым погасанием (табл. XIII, 1, 2). Последние, по заключению И. Э. Вальд, относятся к графиту, который является продуктом пиролиза органического вещества и чрезвычайно сходен по структуре с графитом, образующимся в подсводовом пространстве коксовой печи в процессе коксования углей. Не исключено, что эти сферокристаллы следует относить к грибковым образованиям, ткани которых наиболее предрасположены к процессам фюзенизации.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В УГЛЯХ

Угли Карагандинского бассейна характеризуются повышенным содержанием минеральных примесей (15—35%), которые могут быть объединены в две генетические группы: аутигенные и терригенные.

Терригенные — встречаются в незначительном количестве и существенного влияния на зольность углей не оказывают. Представлены они в основном зернами кварца, полевого шпата, слюды, апатита, халцедона, сфена и титанистыми минералами. Кроме того, Г. М. Луцкихим (1961) при детальном исследовании углей тентекской свиты (в пластах T_5 , T_7 , T_9 , T_{12} и T_{17}) установлено наличие вулканического пепла. Последний состоит чаще всего из осколков слабокристаллизованного вулканического стекла кислого или среднего состава с включением микролитов кварца и плагиоклаза. Не исключено, что часть глинистого материала, относимого в настоящее время к аутигенным образованиям, следует считать образованием терригенным.

Зольность углей бассейна связана главным образом с аутигенными минеральными примесями, которые по времени своего образования подразделяются на сингенетичные и эпигенетичные. Сингенетичные минералы, образовавшиеся на месте в период формирования торфяника, составляют основу всех минеральных примесей. Их иногда можно видеть невооруженным глазом, но чаще они обнаруживаются лишь под микроскопом. Представлены они в основном пелитоморфным слюдисто-глинистым материалом и каолинитом, реже диккитом, а также сидеритом и пиритом.

Эпигенетичные минералы, образовавшиеся после покрытия пласта кровлей за счет выпадения из циркулирующих в угле растворов, имеют подчиненное значение по сравнению с сингенетичными, но для некоторых пластов, особенно в тектонически нарушенных участках южной части бассейна, они являются преобладающими. К ним относятся кальцит, каолинит, гипс, целестин и пирит.

Пелитоморфное слюдисто-глинистое вещество (табл. XVI, 1—3) является наиболее распространенной примесью (77—87%) в углях всех свит бассейна. Чаще всего оно встречается в виде агрегатов линзовидной и неправильной формы, а также в виде тонкодисперсных включений. Строение его кристаллическое или тонкочешуйчатое, чешуйки, как правило, оптически ориентированы по напластованию. По составу слюдисто-глинистое вещество в основном довольно однообразно, представлено оно минералами групп каолинита и гидрослюд без заметного участия реликтовых обломочных минералов и других новообразований. Однако в углях нижних пластов карагандинской свиты (K_1 , K_2 , K_3) встречаются линзовидные включения глинистого материала, содержащего, по данным В. В. Привалихиной, слабоокатанные и угловатые обломки измененного эффузива плагиоклазового состава, которые частично или полностью замещены глинистыми минералами, реже карбонатами. В шлифах при одном никеле слюдисто-глинистое вещество бесцветное или слегка буроватое, в скрещенных николях — желтовато-серое или серое. Желтоватые и буроватые оттенки являются следствием окрашивания его гуминовыми кислотами.

Каолинит (табл. XVI, 4; XVII, 1—3; XX, 1, 2), так же как и пелитоморфное слюдисто-глинистое ве-

щество, является характерным минералом фации торфяных болот. Бывает он как сингенетичным, так и эпигенетичным. Каолинитом часто выполнены клеточные полости растительных тканей и трещины отдельности. Кроме того, он встречается в виде мелких зерен, микроскопических агрегатов и прожилок. Строение его в основном мелко- и тонкокристаллическое, редко аморфное; иногда встречаются характерные вермикулиты каолинита. В прозрачных шлифах он бесцветный, в поляризованном свете дает низкие цвета интерференции. В аншлифах зерна каолинита серые.

Присутствие большого количества мелких зерен каолинита в гелифицированном веществе, практически не удаляемых при обогащении, является характерной особенностью для большинства пластов ашлярикской и низов карагандинской свит.

В виде единичных зерен и мелких линзовидных включений в углях отмечается **диккит**, который по сравнению с каолинитом имеет более крупнокристаллическую структуру. В аншлифах и аншлиф-брикетах его легко можно спутать с зернами кварца; в шлифах он бесцветный, в поляризованном свете отличается от кварца характерным муаровым погашением.

Кальцит (табл. XVIII, 1—3; XIX, XX). Это один из наиболее распространенных аутигенных минералов в углях бассейна. Чаще всего эпигенетичный по образованию, он выполняет клеточные полости структурных тканей, эндо- и экзотрещины, которые секут уголь нередко в самых различных направлениях. Сингенетичный кальцит имеет меньшее распространение, встречается он в виде прожилок в кровле угольных пластов и в самом угле в виде небольших агрегатов часто совместно с глинистым веществом. Строение кальцита мелкокристаллическое; в проходящем свете он бесцветный, имеет весьма совершенную спайность и резко выраженную псевдоабсорбцию. Цвета интерференции перламутровые. В отраженном свете кальцит серый различных оттенков, рельеф чаще всего ниже, чем у витренизированного вещества.

Сидерит (табл. XIX, 2, 3, 5; XX, 3, 4) — типичный сингенетичный минерал, указывающий на застойный характер среды в период торфонакопления. Имеет сравнительно небольшое распространение и характерен в основном для углей пластов ашлярикской и низов карагандинской свит, а также пласта K_{12} на Промышленном и Алабасском участках Карагандинского района. Встречается чаще всего в витренизированном веществе в виде округлых или овальных сферолитов размером от 0,02 до 0,06 мм. Реже образует скопления в виде вытянутых цепочек, которые бывают хорошо заметны даже невооруженным глазом. В прозрачных шлифах сидерит бывает желтовато-бурый, цвета интерференции перламутровые высшего порядка. В аншлифах он темно-серый, рельеф выше, чем у витренизированного вещества. Иногда наблюдается парагенетическая ассоциация сидерита с каолинитом или слюдисто-глинистым веществом.

Пирит (табл. XIX, 4; XXI, 1—4) чаще бывает сингенетичным, реже эпигенетичным. Присутствует в углях всех свит бассейна; для большинства пластов ашлярикской и карагандинской свит количество его, как правило, не превышает 1%, а для пластов

Содержание минеральных примесей в углях Карагандинского бассейна, %

Свита	Глинистые минералы	Карбонаты	Пирит	Кварц	Титанистые минералы	Сумма
Необогатенные (рядовые) угли						
Ашлярикская	28,0* 87	2,8 9	1,2 4	Ед. зерна	Ед. зерна	32,0 100
Карагандинская	15,5 77	3,3 17	1,2 6	То же	То же	20,0 100
Долинская	9,3 80	0,8 7	1,5 13	»	»	11,6 100
Тентекская	23,0 82	2,5 9	2,5 9	»	»	28,0 100
Обогащенные угли (концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³)						
Ашлярикская	13,4 93	0,6 4	0,2 1,6	0,1 0,7	0,1 0,7	14,4 100
Карагандинская	7,0 87	0,7 9	0,3 4	Ед. зерна	Ед. зерна	8,0 100
Долинская	5,1 85	0,3 5	0,6 10	То же	То же	6,0 100
Тентекская	8,0 84	0,8 8	0,7 7	0,1 1	Ед. зерна	9,6 100

* В числителе — процентное содержание минеральных примесей в угле, в знаменателе — то же по отношению к их сумме.

глинистого материала, уменьшается примерно в два раза, а карбонатов и пирита в два — пять раз.

Кроме описанных выше наиболее широко распространенных минералов, в углях бассейна присутствуют и малые элементы, о содержании которых можно судить по результатам спектрального полуквантитативного анализа (табл. 10). Сопоставление этих данных показало, что в изменении содержания ряда элементов прослеживается определенная закономерность. Так, вверх по разрезу карбона отмечается увеличение количества германия, молибдена, хрома, цинка, стронция и снижение содержания галлия, циркония, ванадия и меди.

Изменение содержания малых элементов в углях разных петрографических типов было прослежено в пластах A_{15} , K_{13} , D_6 , D_7 и T_1 (табл. 11). Предварительные данные показывают, что в целом для углей всех типов, исключая фюзен, содержание титана закономерно увеличивается от блестящих типов к матовым. В фюзеновых углях (пласты A_5 и T_1) количество многих элементов, кроме стронция, резко уменьшается или они отсутствуют совсем.

При сопоставлении двух крайних типов углей (блестящих и матовых) отмечается, что содержание большинства элементов в матовых разновидностях пластов K_{13} и D_6 , D_7 уменьшается, а пластов A_5 и T_1 — увеличивается. Количество малых элементов находится в зависимости от зольности углей, с увеличением последней содержание их, как правило, возрастает.

В ряду блестящие — полублестящие — полуматовые и матовые угли пласта A_5 отмечается увеличение содержания иттрия, циркония, титана, ванадия, цинка, стронция и меди; в углях пласта K_{13} эта закономерность прослеживается только для скандия, титана и свинца, в то время как количество молибдена уменьшается. В углях пластов D_6 и D_7 от блестящих разно-

A_5 , иногда K_3 , группы пластов верхней части карагандинской свиты, большинства пластов долинской и тентекской свит — равно 1,5—2,5, реже 4%. Приурочен он в основном к блестящим разновидностям угля, встречается как в виде единичных кристаллов, так и в виде гнездообразных округлых агрегатов, иногда инкрустирует структурные ткани и склероции, реже выполняет трещины отдельности. В шлифах пирит непрозрачен, при косом освещении имеет серебристый оттенок, в аншлифах для него характерен высокий рельеф и латунно-желтый цвет.

Кварц (табл. XX, 5) в основном терригенный, присутствует во всех пластах, но в очень небольшом количестве (доли процента). Встречается в виде единичных мелких зерен округлой или неправильной формы. Приурочен чаще всего к атритовым участкам. В шлифах он бесцветен, в аншлифах серый. Рельеф выше, чем у витрифицированного вещества.

Гипс (табл. XXIII, 1) в углях встречается довольно редко. Как правило, он отмечается в кровле пласта в виде тонких прослоечек, имеющих резкий контакт с углем, реже выполняет трещины отдельности. Гипс отличается совершенной спайностью, мягкий, легко царапается ногтем, цвет его в большой массе белый, в тонких пластинках прозрачный. В шлифах бесцветный с высоким рельефом, в поляризованном свете местами видны пестрые цвета интерференции.

Целестин был встречен Н. А. Волковым и др. (1934) в углях пласта K_3 и Н. М. Крыловой (1954) в пластах K_9 и K_{18} в виде удлиненных вертикально ориентированных кристаллов, образующих горизонтальные прожилки в угле. В том и другом случае он был приурочен к пачкам блестящего угля на контакте с кровлей. Цвет минерала голубовато-серый со слегка желтоватым оттенком.

Титанистые минералы группы анатаз-брукита (табл. XXI, 5, 6; XXII, 1—3) присутствуют в виде единичных зерен, а иногда совместно с каолинитом выполняют трещины отдельности. Чаще их можно встретить в углях ашлярикской и карагандинской свит. В прозрачных шлифах они коричневатого или зеленовато-бурые с высоким рельефом. В аншлифах минералы характеризуются металлическим блеском и желтовато-белым внутренним рефлексом. В последнее время, судя по предварительным результатам рентгено-структурного и рентгено-спектрального анализов, эти минералы могут быть отнесены к сложным карбонатам.

Наибольшее количество минеральных примесей связано с дюреновыми и кларено-дюреновыми типами углей. В разрезе пласта увеличение их обычно происходит снизу вверх, от почвы пласта к кровле, но бывают случаи, когда и в почве пласта имеются пачки довольно минерализованного угля.

Высоким содержанием минеральных примесей (более 30%) отличаются угли ашлярикской, низов карагандинской (до пласта K_5^3) и большинства пластов тентекской свит. Средние данные по содержанию минеральных примесей в углях Карагандинского бассейна, полученные в результате подсчета их по ГОСТ 9414-60, приведены в табл. 9. Представлены минеральные примеси в основном (77—87%) глинистыми минералами; карбонаты составляют от 7 до 17%, пирит — от 4 до 13%. Кварц и титанистые минералы встречаются в углях всех свит бассейна в виде единичных зерен. После обогащения количество минеральных примесей в углях в целом, и в частности

Содержание малых элементов в углях Карагандинского бассейна, в г/т
(по данным Я. А. Лятыф-Заде)

Район	Ge	Sc	Ga	Be	I	Ib	Zr	Mo	Ti	V	Cr	Co	Ni	Zn	Cu	Sr	Pb
Ашлярикская свита																	
Тентекский	—	11	14	1,3	16	0,9	82	3,1	792	30	—	8	9	14	42	—	7
Шерубайнуриинский	—	8	8	1,1	9	1,0	50	0,7	1209	19	—	7	14	7	8	—	5
Карагандинский	1,0	6	7	1,0	10	1,1	62	0,1	1180	20	2,5	5	8	16	16	13	8
Среднее	1,0	8	10	1,1	12	1,0	64	1,3	1061	23	0,8	7	10	13	22	13	7
Карагандинская свита																	
Тентекский	0,9	3	8	0,7	4	0,5	32	2,1	1028	12	5	5	8	24	16	—	5
Шерубайнуриинский	1,0	4	6	0,9	7	0,7	34	1,1	1066	14	5	5	6	14	14	54	7
Карагандинский	1,5	6	6	0,9	9	0,9	40	2,6	1117	19	4	5	7	6	11	87	4
Среднее	1,1	4	7	0,8	7	0,7	35	1,9	1070	15	5	5	7	15	14	70	5
Долинская свита																	
Тентекский	1,9	5	5	0,9	6	0,7	35	2,3	814	13	9	4	11	19	10	185	5
Шерубайнуриинский	1,9	5	6	0,9	5	0,6	31	2,7	974	15	12	6	13	33	13	270	6
Карагандинский	1,8	3	5	0,9	3	0,4	21	2,1	766	8	6	4	7	12	8	230	4
Среднее	1,9	4	5	0,9	5	0,6	29	2,4	851	12	9	5	10	21	10	228	5
Тентекская свита																	
Тентекский	2,2	4	6	1,1	8	0,9	40	3,3	1038	15	7	5	14	18	12	138	5

Таблица 11

Содержание малых элементов в углях разных петрографических типов, в г/т

Район, шахта, пласт	Тип угля	Стадия метаморфизма	Ac, %	Ge	Sc	Ga	Be	I	Ib	Zr	Mo	Ti	V	Cr	Co	Ni	Zn	Sr	Cu	Pb	Ba	P
Карагандинский, шах. Кировская (12/12 бис), А ₅	Блестящий	Ж ₁	14,0	0,3	4,2	1,4	0,3	7	0,6	56	2,1	560	14	—	1,4	2,8	7	70	6	0,8	70	—
	Полублестящий		18,7	0,4	1,9	5,6	0,2	6	0,5	37	0,2	750	11	1,9	2,8	1,9	11	75	11	1,9	56	—
	Полуматовый		19,5	—	5,8	3,9	0,6	8	0,8	39	0,2	780	16	—	3,9	5,8	19	78	12	3,9	39	—
	Матовый		31,4	—	6,3	6,3	0,5	12	1,2	63	0,3	1570	19	—	2,5	1,9	25	157	16	3,1	126	—
	Фюзен		16,4	—	2,4	1,6	—	7	0,3	8	0,2	160	7	—	1,6	1,3	—	246	8	1,6	33	—
Карагандинский, шах. Вертикальная, К ₁₃	Блестящий	Ж ₁	6,3	0,6	2,5	1,3	0,4	4	0,3	25	1,3	378	19	2,5	3,2	6,3	50	38	38	0,3	19	252
	Полублестящий		11,9	0,2	1,8	1,2	0,4	6	0,5	12	1,2	476	7	4,7	5,9	17,8	95	71	12	0,6	59	595
	Матовый (спорный)		10,1	0,2	3,0	2,0	0,1	2	0,2	20	1,0	505	8	2,0	8,1	5,0	40	50	30	1,0	20	—
	Матовый		9,2	0,2	3,7	0,9	0,2	4	0,3	28	0,1	736	9	1,8	1,8	4,6	3	28	9	—	18	460
Шерубайнуриинский, шах. 17/17бис, Д ₆ , Д ₇	Блестящий	Ж ₃ —К ₁	4,8	0,7	2,4	1,4	0,3	2	0,2	19	0,5	240	10	1,9	1,9	3,8	14	29	10	0,7	10	—
	Полублестящий		5,7	0,1	2,8	0,6	0,3	3	0,3	23	0,1	228	5	0,6	0,6	0,8	—	34	2	0,2	11	57
	Полуматовый		6,7	1,0	2,7	1,3	0,1	3	0,3	13	0,2	335	7	1,3	0,7	2,0	3	54	2	1,0	13	>670
	Матовый		7,7	0,5	1,5	0,8	0,1	1	0,1	23	0,1	616	5	1,5	0,8	0,1	2	8	8	0,5	—	—
Тентекский, шах. 8 Тентекская, Т ₁	Блестящий	Ж ₂	7,1	0,1	2,8	0,7	0,1	2	0,2	14	0,1	568	11	0,7	0,7	0,6	2	43	6	0,7	—	284
	Полублестящий		15,4	—	2,3	3,1	0,3	8	0,8	62	0,6	770	9	4,6	3,1	4,6	77	31	9	3,1	62	1540
	Полуматовый (спорный)		16,9	8,4	6,7	5,1	0,3	8	0,8	34	0,5	1014	13	1,7	3,4	8,4	17	338	85	2,5	51	>1690
	Матовый		12,0	1,2	2,4	2,4	0,1	1	0,1	12	2,4	360	6	2,4	1,8	3,6	—	24	10	0,9	36	—
	Фюзен		25,0	—	—	1,3	0,1	3	0,5	10	—	25	—	—	—	—	8	150	8	0,7	50	—

стей к матовым происходит увеличение содержания титана, стронция и бария, уменьшение цинка; в углях пласта T_1 количество титана и фосфора увеличивается, а бария, ванадия и стронция — уменьшается. По-

луматовые угли спорового состава (пласт T_1), по сравнению с другими углями, имеют повышенное содержание германия, скандия, галлия, титана, ванадия, никеля, стронция и меди.

ПОРОДЫ КРОВЛИ, ПОЧВЫ И ПРОСЛОЕВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Породы кровли и почвы угольных пластов бассейна представлены в основном аргиллитами и углистыми аргиллитами, в меньшей степени алевролитами и песчаниками; очень редко (в кровле пласта K_7) встречаются маломощные прослои мергеля. Характеристика пород приводится по данным С. Х. Насыбулиной и Е. Н. Нагорной.

Аргиллиты — преимущественно плотные, однородные, нередко слоистые породы. Слоистая микротекстура их обусловлена в основном послойным и ориентированным расположением углистого материала. По микроскопическим признакам выделяются четыре основные разновидности: скрытоструктурная, тонкочешуйчатая, мелкокристаллическая и порфириблестовая. Сложены аргиллиты обычно слабо дупреломляющим глинистым веществом, часто превращенным в мелкочешуйчатые агрегаты. В породе или нет совсем, или содержатся в небольшом количестве слюды, карбонаты, углистый детрит, обломки полевого шпата, кремнистое вещество и др. Данные исследований показали, что резких различий в составе аргиллитов разных свит бассейна не наблюдается.

Алевролиты — плотного сложения обломочная порода серого, темно-серого или зеленовато-серого цвета, преимущественно с беспорядочной или слоистой, реже неяснослоистой и полосчатой текстурой. Слоистость обычно подчеркивается послойным расположением углистого материала. Порода характеризуется довольно однородным минеральным составом и слабой окатанностью обломочного материала. Последний в большинстве своем (25—40%) состоит из мелких угловатых частиц кварца; в небольшом количестве присутствуют обломки полевых шпатов, темноцветных минералов, чешуйки гидрослюд, очень редки включения аксессуарных минералов (циркона, турмалина, апатита, сфена и др.). Тип цемента преимущественно базальный и контактово-поровый, по составу он главным образом карбонатно-глинистый и слюдисто-карбонатно-глинистый, часто с довольно значительным содержанием хлорита.

Песчаники — мелко-, средне-, крупно- и разномерные разности, изредка с включением гравийного материала. Наибольшее распространение имеют мелко- и среднезернистые песчаники. Обычно это массивная порода с беспорядочным расположением обломочного материала. Встречаются песчаники с элементами слоистости, обусловленной в основном ориентированным расположением углистого детрита. Цвет породы серый и темно-серый с зеленоватым оттенком; светло-серые разности встречаются редко. Кластический материал представлен чаще всего полуокатанными, окатанными и угловатыми обломками кварца (5—25%), пелитизированных,

серцитизированных и карбонатизированных плагиоклазов (15—20%), эффузивных пород основного и кислого ряда (10—35%), разнообразных кремнистых, слюдистых и слюдисто-глинистых пород (20—25%), редкими включениями темноцветных и аксессуарных минералов, а также остатками углефицированных растительных тканей (по отдельным пробам). Тип цемента контактово-поровый и базальный; состав цемента в основном слюдисто-глинистый, карбонатно-глинистый и слюдисто-карбонатно-глинистый, часто с примесью кремнистого материала и хлорита.

Углистый материал в породах содержится в небольшом количестве. Как правило, он представлен тончайшими прожилками витренизированного вещества или отдельными фрагментами фюзенизированных тканей, вытянутыми по напластованию. В тех случаях, когда содержание его увеличивается до 40—45%, породы относятся к углистым.

Большинство угольных пластов бассейна характеризуется сложным строением, обусловленным переслаиванием пачек угля с породными прослоями. Распределение последних (2720 определений) по мощности следующее: при мощности 1—5 см количество прослоев составляет 60%, при 5—10 см — 20%, при 10—15 см — 10%, при 15—20 см и более — 5%.

Сложены породные прослои, как и породы кровли и почвы, в основном аргиллитами (87%), в меньшей степени алевролитами (9%) и песчаниками (4%), мергели составляют доли процента. В зависимости от петрографического типа вмещающего угля и состава породных прослоев, они образуют между собой или резкий контакт, или постепенный переход.

С блестящими и полублестящими клареновыми углями контакты обычно резкие, даже в тех случаях, когда порода в достаточной степени обогащена углестым веществом. Полуматовые и матовые угли с породными прослоями имеют, как правило, постепенный переход (табл. XXIII, 2, 3, 5).

При микроскопическом исследовании прослоев глинистого состава привлекают внимание породы, сложенные на 85—90% кристаллическим каолинитом (тонштейны). Кристаллы каолинита размером 0,05—1,0 мм ориентированы согласно слоистости и для некоторых из них характерна вермикулитовая форма. Тонштейны отмечаются во многих угольных пластах бассейна (K_3 , K_4 , K_7 , K_{12} , T_5 и др.), и хотя мощность их не превышает 10, реже 20 см, они хорошо выделяются по площади и могут служить одним из корреляционных признаков при увязке пластов (Гинзбург, Волкова и др., 1968).

Результаты анализов проб тонштейна (флинткляя) приведены в табл. 12.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ТИПЫ И РАЗНОВИДНОСТИ УГЛЕЙ

Впервые попытки классифицировать угли Караганды с учетом их вещественного состава были сделаны в 1944 г. А. А. Любер. Ею были выделены сле-

дующие группы углей: витрениты, витренито-спорониты, витренито-фюзениты, фюзенито-витрениты и фюзениты (Любер, 1947).

Химический состав тонштейна из углей Промышленного участка Карагандинского бассейна, %

Пласт	Шахта	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	S	C	П.п.п.	H ₂ O	Литературный источник
K ₇	7	44,2	37,8	1,2	0,5	0,6	0,1	0,04	—	0,02	0,2	0,5	13,4	0,9	С. П. Ершов
K ₄	9	45,4— 47,4	32,8— 32,9	2,1— 2,4	0,9— 1,2	0,6— 0,7	0,4— 0,6	1,15— 1,45	0,25— 0,34	0,07— 0,14	—	1,5— 1,7	10,2— 10,7	1,7— 2,0	
K ₃ , K ₇	19бис, Северная (42/43), им. Горбачева (47), Западная (55, 70)	45—50	30—35	0,4— 0,6	0,3— 0,6	0,2— 0,7	0,2— 0,8	—	0,05— 0,15	—	—	—	—	—	Ю. Сунозов

Таблица 13

Классификация типов палеозойских углей Карагандинского бассейна

Класс	Тип	Разновидность			Распространение
	по содержанию витринизированных компонентов (Vt) на чистый уголь	по соотношению липидных (L) и фюзенизированных (F) компонентов	по текстуре	по зольности	
Гумолиты	Ультраклареновый Vt от 95 до 100%	—	Однородные	Малозольные (A ^c < 5%)	Встречается в виде полосок и линз мощностью до 3—5, реже 10 см. Самостоятельно выделяется редко, в основном входит в состав сложных типов
	Клареновый Vt от 80 до 95%	Стеблевые L < F Смешанные L ≤ F Споровые L > F	Неяснополосчатые Линзовиднополосчатые Штриховатые	Относительно малозольные (A ^c = 5—20%) Зольные (A ^c > 20%)	Преобладает в пластах: K ₁₈ и K ₁₈ ¹ — карагандинской свиты, Д ₁ , Д ₄ , Д ₆ и Д ₉ — долинской свиты, Т ₁ , Т ₇ и Т ₁₇ — тентекской свиты
	Дюрено-клареновый Vt от 60 до 80%	Стеблевые L < F Смешанные L ≤ F Споровые L > F	Неяснополосчатые Широкополосчатые Полосчатые	Относительно малозольные Зольные	K ₄ и K ₆ (на отдельных участках), K ₉ , K ₁₁ ; Д ₂ , Д ₃ , Д ₅ , Д ₁₀ , Д ₁₁ ; Т ₃ , Т ₅ , Т ₆ , Т ₈ , Т ₉ , Т ₁₃ , Т ₁₄ и Т ₁₅
	Кларено-дюреновый Vt от 40 до 60%	Стеблевые L < F Смешанные L ≤ F Споровые L > F	Полосчатые Штриховатополосчатые Тонкополосчатые	Относительно малозольные Зольные	A ₂ , A ₃ , A ₅ , A ₇ , A ₁₃ , A ₁₄ , A ₁₇ ; K ₁ , K ₂ , K ₃ , K ₄ , K ₅ ³ , K ₆ , K ₇ , K ₈ , K ₁₀ , K ₁₂ , K ₁₃ , K ₁₄ , K ₁₅₋₁₇ ; Д ₇ , Д ₈ ; Т ₁₂
	Дюреновый Vt от 40 до 60%	Стеблевые L < F Смешанные L ≤ F Споровые L > F	Редкополосчатые Штриховатые Однородные	То же	Слагает отдельные пакки обычно в верхней части пластов. Характерен для большинства пластов анлярикской и средней части карагандинской свиты
	Ультрадюреновый Vt менее 10%	Стеблевые L < F	—	Зольные	Встречается в виде локальных полосок и линз мощностью 1—3, реже 5 см. Характерен почти для всех пластов бассейна
Липтобиолиты	Дюреновый или ультрадюреновый Vt менее 40%	Споровые L > F	Штриховатые Однородные	Относительно малозольные Зольные	Встречается очень редко, как правило, в виде линзовидных прослоев мощностью 1—3, иногда до 5 см

Примечание. Шрифтом выделены наиболее распространенные разновидности углей.

На протяжении последних 15—20 лет при характеристике угольных пластов бассейна пользуются классификацией углей, предложенной в 1939 г. Ю. А. Жемчужниковым (1939) и дополненной в 1951 г. А. И. Гинзбург (Жемчужников, Гинзбург, 1960), несколько измененной применительно к особенностям углей Караганды (табл. 13).

Принимая во внимание, что палеозойские угли бассейна состоят главным образом из остатков стеблевых тканей высших растений, при небольшом участии липоидных компонентов, все они отнесены в основном в один класс — гумолиты. Липтобиолиты встречаются очень редко, как правило в виде линзовидных прослоев мощностью 1—3 см, и самостоятельного значения не имеют.

В класс гумолитов входят шесть типов углей, различающихся по содержанию в них витренизированного вещества (на чистый уголь), и их разновидности, выделяющиеся по соотношению липоидных и фюзенизированных компонентов, текстуре и зольности. По зольности угли могут быть отнесены к малозольным ($A^c < 5\%$), относительно малозольным ($A^c = 5-20\%$) и зольным ($A^c > 20\%$). Качественная характеристика петрографических типов углей, наиболее распространенных стадий метаморфизма (Ж и К), приведена в табл. 14.

ГУМОЛИТЫ

Ультраклареновый тип (табл. XXIX, 1; XXXI, 1). Блестящий уголь черного цвета, однородный, хрупкий, с раковистым изломом, разбит трещинами отдельности перпендикулярно напластованию через определенные интервалы в зависимости от стадии метаморфизма. Залегаем он в виде резко очерченных слоев и линз мощностью от 1—2 до 3—5, реже 10 см. Это один из наиболее простых по составу типов углей. Микроскопически он представлен более чем на 95% витренизированным веществом, как правило, с более или менее ясно выраженной структурой растительных тканей, реже однородным. Присутствует во многих пластах бассейна, но самостоятельно как тип выделяется очень редко. В основном же служит составной частью других более сложных по составу типов угля.

Клареновый тип (табл. XXIV, 1; XXV, 2; табл. XXIX, 2; XXXI, 3). Макроскопически это блестящий, реже полублестящий уголь с неясно- или линзовидно-полосчатой, иногда штриховатой текстурой, черного цвета, сравнительно хрупкий, с неровным или угловато-ступенчатым изломом. Содержит сравнительно небольшое количество тонких (1—5 мм) линзовидных включений рыхлого или минерализованного фюзена. Уголь нарушен трещинами отдельности, на плоскостях которых видны корочки бурого или розовато-белого каолинита, кальцита, иногда пирита, редко гипса. В зольных разновидностях этого типа отмечаются тонкие прослойки бурого аргиллита, придающие углю слоистый вид. Зольный уголь более крепкий, поверхность излома его зернистая. В тектонически сложных участках уголь сильно нарушен экзотрещинами, по которым он легко раскалывается на кусочки неправильной формы. Часто на поверхности этих трещин видны следы скольжения, затушевающие настоящую структуру угля.

По составу клареновый тип угля несколько сложнее, чем ультраклареновый. Состоит он более чем на 80% из витренизированного вещества; липоидные и фюзенизированные компоненты играют подчиненную роль. Наибольшее распространение имеют относительно малозольные смешанные и споровые его разновидности. Липоидные компоненты составляют до 9—10%, представлены они в основном микроспорами, в меньшей степени макроспорами и единичными сорусами (скоплениями спорангиев). Фюзенизированные компоненты в клареновых углях составляют небольшой процент (2—13%), встречаются они в виде линзовидных обрывков или мелких фрагментов растительных тканей различных по структуре и степени первичной окисленности. Форменные элементы (споры и фюзенизированные ткани) распространены среди витренизированных компонентов более или менее равномерно, чаще же они образуют полособразные скопления.

Витренизированное вещество, являющееся доминирующим для данного типа угля, в пластах разных свит бассейна несколько отлично как по структуре, так и по составу. Для углей большинства пластов ашлярической и карагандинской свит характерно крупнофрагментарное вещество, представленное в плоскости шлифа довольно широкими полосами и линзами Δ - и γ -витринита, и десминит. В углях же долинской и тентекской свит увеличивается доля участия мелкофрагментарного и крупноатритового материала, сложенного в основном γ -витринитом. α и β -Витриниты в клареновых углях большинства пластов в сумме составляют не более 10%. Десминит имеет, как правило, подчиненное значение по сравнению с Δ - и γ -витринитом, однако встречаются угли, где граница между Δ -витринитом и десминитом настолько расплывчата, что определить процентное соотношение между этими компонентами бывает затруднительно. Следует обратить внимание также и на структурные особенности, а, следовательно, и на различие исходного материала γ -витринита углей нижних (ашлярической и карагандинской) и верхних (долинской и тентекской) свит. В нижних — он представлен в основном прозенхимной древесной, реже паренхимной тканью с довольно ясно выраженным клеточным строением (табл. II, 1; III, 1), тогда как γ -витринит углей верхних свит, по-видимому, сложен остатками растений, стеблевые ткани которых имели большое количество различных по размеру округло-овальных образований (табл. II, 2). Кроме того, отдельные фрагменты β - и γ -витринита являются обрывками спорангий и листовой паренхимы, количество которых в углях увеличивается вверх по разрезу карбона.

Химико-технологические свойства клареновых углей стадий Ж и К согласно установленным закономерностям в бассейне (Голицын, 1966) изменяются в пределах: выход летучих веществ (V^r) 16—39%, высота пластического слоя (Y) 12—35 мм. Теплотворная способность (Q_6^r) равна 8550—8750 ккал/кг.

Уголь данного типа не имеет широкого распространения в бассейне и только в пластах K_{13} и K_{13}^1 карагандинской свиты Шерубайнуринского района, D_1 , D_4 , D_6 (местами) и D_9 — долинской свиты, T_1 , T_7 и T_{17} — тентекской свиты, является преобладающим. В остальных пластах он встречается в виде сравнительно маломощных пачек или отсутствует совсем.

Качественная характеристика петрографических типов палеозойских углей Карагандинского бассейна

Тип	Разновидность	Количество определений	Группа микрокомпонентов, %							Wa, %	Ac, %	V ^Г , %	S ^С _{общ} , %	F ^С , %	У, мм	C ^Г , %	H ^Г , %	N ^Г , %	Q ^Г , ккал/кг	Стадия метаморфизма
			витринит	лейтинит	семивитринит	фозинит	минеральные примеси	сумма плавающих компонентов												
Ашлярикская свита																				
Кларен	Стеблевый	1	$\frac{80}{71}$ *	—	$\frac{7}{6}$	$\frac{13}{12}$	—	$\frac{82}{73}$	0,8	14	22	1,0	0,007	19	89,0	5,1	1,5	8570	К	
Дюрено-кларен	»	1	$\frac{69}{60}$	$\frac{\text{До 1}}{\text{До 1}}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{23}{20}$	—	$\frac{72}{62}$	1,0	19	23	0,6	0,01	17	89,6	5,0	1,8	8690	К	
Кларено-дюрен	»	1	$\frac{57}{47}$	$\frac{\text{До 1}}{\text{До 1}}$	$\frac{20}{17}$	$\frac{23}{19}$	—	$\frac{64}{53}$	1,2	22	21	0,7	0,01	14	89,0	5,0	1,5	8670	К	
Дюрен	Стеблевый зольный	1	$\frac{38}{26}$	$\frac{\text{До 1}}{\text{До 1}}$	$\frac{34}{23}$	$\frac{28}{19}$	—	$\frac{50}{34}$	1,3	31	21	0,5	0,01	12	89,1	5,0	1,6	8540	К	
Ультрадюрен	Стеблевый	1	$\frac{7}{7}$	—	$\frac{9}{8}$	$\frac{83}{75}$	—	$\frac{10}{9}$	0,5	16	12	0,3	0,007	—	95,3**	3,3	0,6	8640	К	
Карагандинская свита																				
Кларен	Смешанный	4	$\frac{90}{88}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	—	$\frac{95}{93}$	1,5	3	33	1,7	0,01	21	84,1	5,2	1,9	8390	Ж	
Дюрено-кларен	»	2	$\frac{74}{68}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{13}{12}$	—	$\frac{83}{76}$	1,4	9	33	0,6	0,01	16	88,2**	5,4	1,8	8710	Ж	
Дюрено-кларен	Споровый	2	$\frac{66}{61}$	$\frac{12}{11}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{9}{8}$	—	$\frac{82}{76}$	—	7	35	—	—	16	—	—	—	—	Ж	
Дюрен	Смешанный	4	$\frac{23}{22}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{30}{28}$	$\frac{40}{38}$	—	$\frac{40}{38}$	1,4	8	26	0,3	0,06	7	87,7	4,9	1,4	8470	Ж	
Дюрен	Споровый	1	$\frac{39}{37}$	$\frac{57}{53}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3}{3}$	—	$\frac{96}{90}$	0,7	10	59	0,4	0,007	—	81,5	7,2	1,5	9140	Ж	
Кларен	Смешанный	1	$\frac{96}{89}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$	—	$\frac{97}{90}$	0,8	10	22	0,7	0,01	19	89,4	5,1	1,8	8720	К	
Кларен	Споровый	1	$\frac{93}{88}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	—	$\frac{98}{93}$	0,9	9	22	0,7	0,01	21	89,5	5,1	1,7	8740	К	
Дюрено-кларен	Стеблевый	4	$\frac{65}{59}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{20}{19}$	—	$\frac{71}{64}$	0,8	12	20	0,5	0,03	13	89,6	4,8	1,5	8630	К	
Кларено-дюрен	»	3	$\frac{53}{48}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{20}{18}$	$\frac{26}{24}$	—	$\frac{61}{55}$	0,9	12	18	0,5	0,05	10	90,3**	4,7	1,5	8660	К	

* Числитель — данные на чистый уголь, знаменатель — с учетом минеральных примесей в них.

** Пробы с содержанием CO₂ более 2%.

Таблица 14 (окончание)

Тип	Разновидность	Количество определений	Группа микрокомпонентов, %						W ^a , %	A ^c , %	V ^r , %	S ^c общ., %	P ^c , %	У, мм	C ^r , %	H ^r , %	N ^r , %	Q ^r , кг/кг	Стадия метаморфизма
			витринит	лейтинит	семивитринит	фюзинит	минеральные примеси	сумма плавленных компонентов											
Кларено-дюрен	Смешанный	3	$\frac{47}{43}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{21}{19}$	$\frac{27}{24}$	$\frac{—}{10}$	$\frac{59}{53}$	1,0	12	23	0,5	0,01	12	88,6	5,1	1,4	8620	К
Дюрен	Стеблевый	8	$\frac{32}{26}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{32}{27}$	$\frac{34}{29}$	$\frac{—}{16}$	$\frac{45}{37}$	1,0	17	18	0,5	0,02	8	89,8	4,8	1,3	8560	К
<i>Долинская свита</i>																			
Кларен	Смешанный	4	$\frac{83}{80}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{—}{5}$	$\frac{90}{85}$	1,1	7	28	0,7	0,06	23	87,6	5,3	2,2	8640	Ж
Кларен	Споровый	2	$\frac{82}{75}$	$\frac{11}{10}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{—}{9}$	$\frac{94}{86}$	1,1	10	33	0,7	0,07	23	86,1	5,2	1,9	8560	Ж
Дюрено-кларен	Смешанный	1	$\frac{77}{74}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{12}{11}$	$\frac{—}{4}$	$\frac{85}{82}$	1,4	6	27	0,4	0,06	20	88,5**	5,3	2,1	8691	Ж
Дюрено-кларен	Споровый зольный	1	$\frac{77}{55}$	$\frac{17}{12}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{—}{29}$	$\frac{94}{67}$	2,0	31	32	0,4	0,02	17	86,6	6,0	2,0	8540	Ж
Кларено-дюрен	Смешанный	2	$\frac{45}{43}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{20}{18}$	$\frac{28}{26}$	$\frac{—}{6}$	$\frac{59}{56}$	1,1	8	25	0,4	0,13	13	88,7	5,1	1,8	8720	Ж—К
Дюрен	Смешанный зольный	3	$\frac{25}{20}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{28}{23}$	$\frac{39}{32}$	$\frac{—}{19}$	$\frac{42}{34}$	1,0	20	23	0,9	0,06	11	87,6	4,9	1,7	8640	Ж—К
Ультрадюрен	Споровый зольный	1	$\frac{10}{7}$	$\frac{41}{26}$	$\frac{12}{8}$	$\frac{37}{24}$	$\frac{—}{35}$	$\frac{55}{36}$	1,2	36	32	0,3	0,02	10	83,8	5,6	1,6	8160	Ж
<i>Гентекская свита</i>																			
Кларен	Смешанный	2	$\frac{89}{80}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{—}{10}$	$\frac{93}{84}$	1,8	10	33	0,7	0,01	21	86,8	5,3	2,1	8720	Ж
Кларен	Споровый	2	$\frac{85}{81}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{—}{5}$	$\frac{93}{89}$	1,7	7	33	0,6	0,03	20	86,2	5,5	1,9	8560	Ж
Дюрено-кларен	Смешанный	1	$\frac{64}{52}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{18}{15}$	$\frac{—}{18}$	$\frac{72}{59}$	1,4	18	31	0,5	0,05	—	86,7	5,2	1,8	8550	Ж
Дюрено-кларен	Споровый	1	$\frac{72}{63}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{11}{10}$	$\frac{—}{12}$	$\frac{86}{76}$	1,6	15	35	0,6	0,40	18	84,6	5,4	1,8	8400	Ж
Кларено-дюрен	Стеблевый	1	$\frac{48}{37}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{8}{7}$	$\frac{42}{32}$	$\frac{—}{22}$	$\frac{53}{41}$	1,1	25	36	0,3	0,04	—	90,1**	4,4	1,0	8320	Ж
Кларено-дюрен	Споровый	1	$\frac{58}{53}$	$\frac{32}{30}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{8}{7}$	$\frac{—}{8}$	$\frac{91}{84}$	1,3	17	42	0,6	0,01	24	85,8	6,0	1,8	9042	Ж
Дюрен	Смешанный зольный	1	$\frac{35}{26}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{21}{16}$	$\frac{35}{26}$	$\frac{—}{26}$	$\frac{51}{37}$	1,8	27	30	0,8	0,26	11	85,2	5,2	1,6	8210	Ж

Дюрено-клареновый тип (табл. XXIV, XXV, 2, 1; табл. XXX, XXXI, 1, 2, 4, 5). Внешне это полублестящие, реже переходные к полуматовым угли преимущественно неяснополосчатые, широкополосчатые или полосчатые, черного цвета, с неровным или неровно-угловатым изломом, довольно крепкие. Полосчатость их обусловлена чередованием блестящего угля с более матовым и с линзовидными включениями рыхлого или минерализованного фюзена. Зольные разности этого типа характеризуются зернистой поверхностью излома за счет обогащения угля глинистым или карбонатным веществом. Блестящие полосы угля разбиты трещинами отдельности, которые, как правило, выполнены минеральными примесями.

Микроскопически эти угли имеют более сложный состав, чем клареновые, хотя в них также преобладает витренизированное вещество (60—80%). Содержание семивитринита изменяется от 4 до 15%, фюзинита от 8 до 23%, лейптинита от долей процента до 13%. В углях этого типа, наряду с увеличением количества фюзенизированных компонентов в виде линзовидных фрагментов, отмечается также увеличение содержания и атритового материала, в составе которого иногда наблюдается значительное количество липоидных компонентов и минеральных примесей. Под микроскопом чаще всего можно видеть неравномерное переслаивание кларенового угля с дюреновым; реже встречаются угли, где форменные элементы равномерно распределены среди витренизированных фрагментов.

По количественному соотношению липоидных и фюзенизированных компонентов выделяются три разновидности: стеблевые, смешанные и споровые. Последние характерны в основном для пластов долинской свиты, верхней части карагандинской и нижней части тентекской. Липоидные компоненты в этих углях представлены в основном микроспорами, однако макроспоры встречаются также сравнительно часто и имеют скульптуру более разнообразную, чем в углях нижележащих свит. Последнее, по-видимому, свидетельствует о несколько ином видовом составе растений — углеобразователей.

Витренизированное вещество по своим гистологическим особенностям мало чем отличается от аналогичного вещества углей кларенового типа. Из фюзенизированных компонентов в углях ашлярикской и карагандинской свит преобладают β -семифюзинит, α - и β -фюзиниты; атритовые участки сложены, как правило, β -семивитринитом и β -семифюзинитом. В углях же долинской и тентекской свит присутствуют главным образом α - и β -фюзиниты. Кроме того, в них отмечается повышенное содержание склеротинитов, различных по структуре и форме; атритовые участки представлены в основном витренизированными, семивитренизированными и липоидными компонентами, которые иногда в значительной степени обогащены минеральными примесями.

Химико-технологические свойства дюрено-клареновых углей жирной и коксовой стадий метаморфизма характеризуются изменением V^r от 15 до 37%, U — от 8 до 30 мм. Теплотворная способность равна 8400—8700 ккал/кг.

Угли данного типа имеют широкое распространение в бассейне, особенно они характерны для большинства пластов долинской и тентекской свит, а также ряда пластов (K_{11} , K_9 , K_6 и K_4) карагандинской свиты.

Кларено-дюреновый тип (табл. XXV—XXVIII, 5; 1, 2; 1; 1, 3; табл. XXXII, XXXIII, XXXV, 1, 2; 1, 3; 1, 2, 4). Внешне это полуматовые угли, редко полублестящие или матовые в основном полосчатые, тонкополосчатые или штриховато-полосчатые, черного цвета, крепкие, с неровным или неровно-угловатым изломом. Блеск углей в зависимости от степени метаморфизма изменяется от смоляного до стеклянного. Текстура их, обусловленная переслаиванием матовых разностей с блестящими, дополнительно осложнена линзовидными включениями минерализованного, реже рыхлого фюзена. Полосы витрена, как правило, разбиты трещинами отдельности, которые выполнены каолинитом, кальцитом, реже пиритом; на плоскостях отдельности иногда видны бурые натеки окислов железа и светло-серые натеки неизвестных минералов.

Наряду с относительно малозольными углями встречаются и зольные разновидности, которые отличаются сероватым оттенком, повышенным удельным весом и крепостью. Минеральные примеси в углях присутствуют как по трещинам отдельности, так и в общей массе в виде комковатых агрегатов, линзовидных включений, а также и в тонкодисперсном состоянии.

Кларено-дюреновые угли характеризуются сложным петрографическим составом, количество витренизированного вещества в них изменяется в пределах 40—60%. В смешанных и стеблевых разновидностях их содержание компонентов группы семивитринита составляет 8—20%, фюзинита 18—42%, лейптинита 0—12%; в споровых разновидностях количество лейптинита увеличивается до 32%, а семивитринита и фюзинита снижается соответственно до 2—8%. По сравнению с дюрено-клареном уголь данного типа отличается повышенным содержанием семивитринита и фюзинита.

Под микроскопом уголь представляет собой переслаивание крупнофрагментарного витренизированного и фюзенизированного вещества с атритом, реже десминитом, включающим различные форменные элементы.

Витренизированное вещество сложено в основном γ - и Δ -витринитом и десминитом (вещество аналогичное витрену «В» по Л. И. Боголюбовой и др., 1951), которые характеризуются полосчато-волокнистым строением. В углях долинской и тентекской свит, наряду с этими микрокомпонентами, довольно часто встречается и крупноатритовый γ - и Δ -витринит.

Семивитринит имеет, как правило, β -структуру. Фюзенизированные компоненты представлены всеми разновидностями, из которых в углях ашлярикской и карагандинской свит преобладают β -семифюзинит, а также α - и β -фюзиниты как в виде крупных фрагментов, так и мелких линзовидных включений; в углях же долинской и тентекской свит чаще встречаются α - и β -фюзиниты, в виде линзочек и мелких единичных фрагментов, реже — α - и β -семифюзиниты. Кроме того, угли долинской и тентекской свит отличаются повышенным содержанием разнообразных по структуре семифюзинито- и фюзинито-склеротинитов. Микринит в кларено-дюреновых углях всех свит бассейна имеет подчиненное значение. В этих углях много атритового материала чаще всего β -семивитринитового и β -семифюзинитового состава, в ко-

торых иногда содержится значительное количество липоидных компонентов (особенно в углях долинской свиты). Последние представлены в основном микроспорами; обрывки кутикулы встречаются главным образом в углях долинской и еще чаще тентекской свит. По составу и характеру распределения минеральных примесей угли сходны с дюрено-клареновыми.

Химико-технологические свойства кларено-дюреновых углей жирной и коксовой стадий метаморфизма характеризуются колебанием выхода летучих веществ от 14 до 33%, высоты пластического слоя от 6 до 22 мм, теплотворной способности от 8300 до 8600 ккал/кг. Споровые и зольные разновидности угля нередко дают выход летучих веществ в пределах 36—42%.

Угли данного типа являются самыми распространенными в бассейне, они слагают большинство пластов ашляриксской свиты, почти все пласты карагандинской свиты и отдельные пласты долинской и тентекской свит (D_7 , D_8 и D_{12}).

Дюреновый тип (табл. XXVII, 2, 3; XXVIII, 2; табл. XXXIV, 1, 3; XXXV, 3). Макроскопически это матовые угли, в меньшей степени полуматовые, редкполосчатые, штриховатые или однородные, черного и серовато-черного цвета, крепкие, вязкие, с неровным или раковистым изломом. Поверхность излома неровно-зернистая или гладкая. Уголь в значительной степени обогащен фюзенизированным веществом и минеральными примесями. Текстура его обусловлена присутствием тонких до нитевидных прожилок и штрихов блестящего угля. Трещины отдельности отмечаются гораздо реже, чем в углях описанных выше типов. Некоторые разновидности их (чаще всего однородные), где минеральные примеси распределены сравнительно равномерно, имеют незаметный переход в углистые аргиллиты (табл. XXXIV, 4).

Угли характеризуются сложным петрографическим составом. Количество витринита в них изменяется в пределах 10—40%, семивитринита 21—34%, фюзинита 28—38%, лейптинита 0—10%. В спорных разновидностях содержание последних увеличивается до 41—57%, а семивитринита и витринита уменьшается соответственно до 1—11%. По структуре дюреновые угли довольно существенно отличаются от кларено-дюреновых. Среди них чаще всего встречаются две разновидности, с преобладанием фюзенизированного вещества в виде довольно крупных фрагментов и в виде аттрита. Последняя разновидность характерна в основном для углей долинской и тентекской свит.

Витренизированное вещество в этих углях имеет вид тонких полосок и волокон, сложенных главным образом Δ -витринитом и десминитом, реже β - и γ -витринитом. Семивитринит, имеющий в данном типе угля наибольшее распространение, представлен крупными фрагментами β -семивитринита, кроме того, он часто служит основным компонентом в аттритовых участках. Из фюзенизированного вещества, как и в предыдущих типах, преобладающими остаются β -семифюзинит, α - и β -фюзиниты, а также β - и γ -фюзинитосклеротиниты, последние особенно характерны для пластов тентекской свиты. Микринит, хотя и встречается гораздо чаще, чем в углях

других типов, но все же по-прежнему имеет подчиненное значение. Аттритовый материал имеет аналогичный состав как и в углях кларено-дюренового и дюрено-кларенового типов, но в значительно большей степени обогащен минеральными примесями.

Дюреновый тип угля не имеет широкого распространения в пластах бассейна, хотя встречается довольно часто. Им представлены отдельные пачки, как правило, в верхней части пластов. Характерен он в основном для пластов ашляриксской и средней части карагандинской свит.

По химико-технологическим свойствам эти угли отличаются пониженной спекаемостью ($V < 12$ мм) и, как правило, высокой зольностью ($A^c = 14—36\%$). Выход летучих веществ в них изменяется от 14 до 30%, теплотворная способность равна 8200—8500 ккал/кг.

Ультрадюреновый тип (табл. VII, 3). Макроскопически это матовые угли интенсивно черного или серовато-черного цвета с шелковистым блеском, волокнистой структурой, чрезвычайно хрупкие или плотные, поверхность излома землистая или слегка шероховатая. Как правило, они в значительной степени минерализованы. Микроскопически представляют собой скопление довольно крупных фрагментов α - и β -фюзинита и семифюзинита, компоненты группы витринита составляют не более 10%.

Угли данного типа встречаются во многих пластах бассейна, но только в виде отдельных прослоев и линз мощностью 1—3, реже 5 см.

По химико-технологическим свойствам ультрадюреновые угли резко отличаются от углей других типов пониженным выходом летучих веществ (на коксовой стадии метаморфизма $V^r = 12\%$) и высоким содержанием углерода ($C^r = 95\%$).

ЛИПТОБИОЛИТЫ

Как упоминалось выше, липтобиолиты встречаются очень редко, находятся они в пластах в виде линзовидных прослоев мощностью 1—3, иногда до 5 см. По содержанию витренизированных компонентов угли этого класса относятся к дюреновым или ультрадюреновым типам спорового состава (табл. XXXII, 1; XXXV, 5). Макроскопически это матовые однородные угли или полуматовые с тусклым блеском, интенсивно черного цвета, очень крепкие, вязкие, с полураковистым или раковистым изломом. Они имеют довольно резкий контакт с ниже- и вышележащими пачками угля. Микроскопически угли представлены более чем на 60% липоидными компонентами (в основном макро- и микроспорами), мелкими единичными фрагментами семифюзинита и фюзинита. Количество витренизированных компонентов составляет менее 40%, представлены они десминитом и фрагментами γ -витринита (обрывки спорангиев), которые различаются между собой и по цветовым оттенкам. В прозрачных шлифах, в углях стадии Ж, десминит имеет темно-красный цвет, а обрывки спорангиев — оранжево-красный.

По химико-технологическим свойствам угли класса липтобиолита резко отличаются от гумолитов. Выход летучих веществ из них соответствует примерно количеству липоидных компонентов (V^r более 60%), содержание водорода (H^r) — 7—8%,

теплотворная способность (O_{6T}) более 9000 ккал/кг. Содержание углерода на 4—7% ниже, чем в гумолитах той же стадии метаморфизма.

Каждый из описанных выше петрографических классов и типов углей характеризует определенную фациальную обстановку, в которой происходило формирование торфяника. Так, образованию клареновых и дюрено-клареновых углей соответствуют фации сильнообводненных, застойных, реже проточных болот низинного типа, а кларено-дюреновых и дюреновых углей — фации периодически обводненных, часто проточных, или слабообводненных сухих болот (Любер, 1954).

Заканчивая описание типов углей бассейна, остановимся кратко на характеристике угольного вещества неустановленной природы.

Единственный образец этого вещества обнаружен М. В. Голицыным в керне одной из скважин Саранского участка, вскрывшей отложения средней части карагандинской свиты (табл. XXXVI и XXXVII). В этом образце, представленном туфогенным алевритистым песчаником (близким к туффиту), залегающим под углом 70—75°, обнаружена серия трещин, как близких к напластованию, так и вкрест него, которая выполнена гомогенным витренизированным веществом. Размеры основной жилы угля на коротком расстоянии меняются от 0,5 до 4 см. Более мелкие прожилки, являющиеся ответвлениями от основной жилы, имеют размеры от 5 мм до 20 мк.

В свою очередь, само угольное вещество разбито системой трещин, выполненных кальцитом и каолинитом. В значительном количестве встречается пирит, как в виде отдельных зерен, так и в виде прожилков в породе и угле. Нередко пирит выполняет одну сторону трещины, а уголь — противоположную.

Результаты анализа этого уголистого вещества показывают, что оно по составу почти не отличается от однородного витрена близлежащих пластов карагандинской свиты.

Анализ витренизированного вещества углей Саранского участка (в %) следующий:

	W _a	A _c	V ^r	C ^r	H ^r	S ^c _{общ}	P ^c
Уголистое вещество	1,10	2,6	25,9	88,50	4,91	1,02	0,012
Уголь пласта K ₁₀ шахта им. 50-летия СССР (122)	0,96	1,3	26,5	88,77	5,22	0,59	0,014

Объяснить природу образования этого угля трудно. Создается впечатление, что органическое вещество, будучи еще в полужидком состоянии, проникало по трещинам в уже достаточно затвердевшую породу. А. А. Кузнецова полагает, что образец представляет собой причудливо расщепленный углефицированный растительный фрагмент. Очевидно нельзя совсем исключать и возможность abiогенного происхождения этого вещества.

ВОССТАНОВЛЕННОСТЬ УГЛЕЙ

Под восстановленностью принято понимать одну из генетических особенностей углей, обусловленную характером исходного материала, геотектоническим режимом и фациальной обстановкой в период торфонакопления. Определяется она качественным различием главным образом образом гелифицированного вещества в изометаморфных углях.

Изучению восстановленности углей посвящены работы И. И. Аммосова (1940 г., 1951), В. В. Видавского и Н. Я. Рябоконева (1941), Л. И. Боголюбовой и В. С. Яблокова (1951, 1956), П. П. Тимофеева (1952), А. В. Усачевой (1954), А. Б. Травина (1960), К. И. Иносовой (1964), Л. И. Сарбеевой (1968) и др.

В Карагандинском бассейне исследованием степени восстановленности углей начали заниматься сравнительно недавно, при этом взгляды отдельных авторов на признаки, характеризующие восстановленность углей, были различны. Так, А. А. Любер (1954) сравнивает восстановленные угли Донецкого бассейна с блестящими и полублестящими клареновыми и дюрено-клареновыми углями Карагандинского бассейна, имеющими высокую степень разложения стеблевых частей растений (до состояния коллоида), исходным материалом которых послужили главным образом ленидодендроны. В. Н. Нестеров (1964) и М. В. Голицын (1966) основным петрографическим признаком восстановленности углей считают структурность гелифицированного вещества, а углехимическим — спекающую способность. Для количественной оценки степени восстановленности углей М. В. Голицыным предложено ввести коэффициент восстановленности (K_B), представляющий отношение количе-

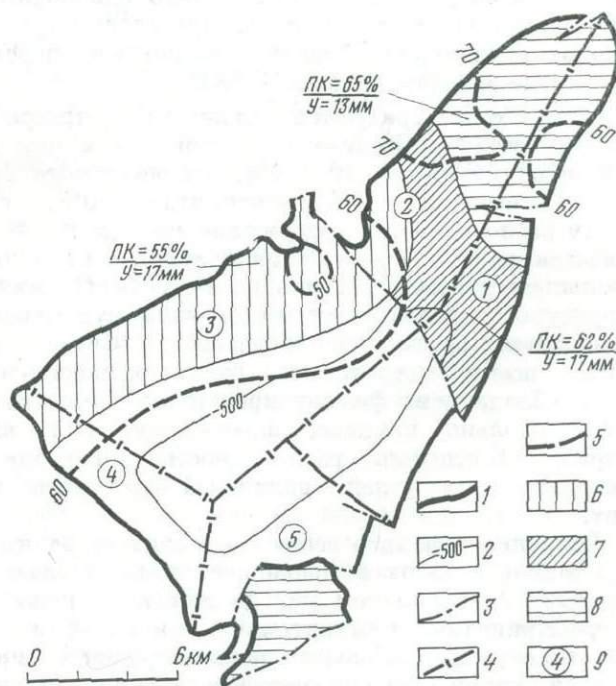


Рис. 4. Схема изменения степени восстановленности углей пласта K₁₈ на площади Карагандинского района

1 — выход угольного пласта; 2 — изогипсы почвы пласта, м; 3 — разрывные нарушения; 4 — границы разведочных участков; 5 — изолинии содержания плавких компонентов, %; 6 — угли сильновосстановленные; 7 — угли нормальновосстановленные; 8 — угли мало-восстановленные; 9 — разведочные участки: 1 — Майкудукский; 2 — Промышленный; 3 — Саранский; 4 — Алабасский; 5 — Талдыкудукский

Характеристика углей Карагандинского бассейна разной степени восстановленности

Пласт	Шахта и шахтное поле	Скважина и точка опробования в шахте	Содержание витринита, %		Преобладающий цвет гелифицированного вещества в шлифах	Стадия метаморфизма	Ас рядового угля, %	Концентрат плотности менее 1,4 г/см ³				
			сильновосстановленный	маловосстановленный				ПК, %	У, мм		разница	
								фактический	предполагаемый*			
Маловосстановленные угли												
T ₁	Поле шх. 8 (Тентекский район)	10247	30	70	Красновато-бурый	Ж ₁	18,9	81	21	25	-4	
D ₉	Поле шх. 8 (Тентекский район)	9264	30	70	»	Ж ₁ — Ж ₂	14,0	88	23	31	-8	
D ₁₋₂	Поле шх. Шаханская (12)**	10174	40	60	»	Ж ₂ — Ж ₃	8,0	80	21	24	-3	
K ₁₈	Шх. Карагандинская (35)	9	27	73	Бурый	Ж ₁	11,7	65	13	16	-3	
Нормальновосстановленные угли												
T ₃	Поле шх. 6/7 (Тентекский район)	8065	50	50	Буровато-красный	Г ₃	19,4	72	15	16	-1	
D ₈	Шх. Шаханская (12)	3	55	45	»	Ж ₁ — Ж ₂	19,5	64	16	15	+1	
D ₆	Поле шх. Шаханская (12)	10177	45	55	»	Ж ₁ — Ж ₂	14,0	77	21	22	-1	
K ₁₈	Ш. п. 38бис (Карагандинский район)	8598	52	48	»	Ж ₂	14,0	63	13	14	-1	
K ₁₃	Ш. п. 38бис Карагандинский район)	8598	50	50	»	Ж ₂	17,5	59	12	12	0	
Сильновосстановленные угли												
T ₃	Поле шх. 8 (Тентекский район)	10247	60	40	Оранжево-красный	Ж ₁	19,1	68	18	15	+3	
D ₅	Поле шх. Казахстанская (1/2)	8295	65	35	»	Ж ₁	28,6	66	19	16	+3	
K ₁₈	Ш. п. 128бис (Карагандинский район)	7782	70	30	»	Ж ₂ — Ж ₃	17,8	49	12	7	+5	
K ₁₄	Поле шх. Актаская (121)	7778	65	35	Красный	K ₁	21,9	49	11	8	+3	
K ₁₂	Поле шх. Саранская (120)	7838	60	40	»	K ₁ — K ₂	20,3	54	13	10	+3	
K ₁₀	Поле шх. Сокурская (101)	7854	70	30	»	K ₂	24,4	56	12	9	+3	

* В соответствии с графиком зависимости спекаемости углей от степени их метаморфизма и вещественного состава (см. рис. 26).

** Цифра в скобках — номер действующей шахты бассейна до 1972 г.

ства структурного гелифицированного вещества (телинита) к — однородному (коллиниту), и выделить пять степеней восстановленности углей: весьма слабую, слабую, нормальную, сильную и весьма сильную. В последующие годы, при дальнейшем исследовании углей были отмечены случаи, когда в слабовосстановленных углях преобладало телинитовое вещество, но при этом оно имело красновато-бурый или бурый цвет, а восстановленные угли были представлены в основном коллинитом красного и оранжево-красного цвета. Очевидно, что основным показателем восстановленности углей является не признак структурности, а цвет гелифицированного вещества, отражающий различный характер исходного материала и глубину химических превращений, которые, по-видимому, и определяют все основные свойства угольного вещества.

Фрагментарность же вещества и степень сохранности его структуры служат второстепенным признаком, поскольку они являются показателями главным образом физическим (а не химическим) преобразованиям исходного материала, которые, очевидно, не могут быть решающими при формировании свойств угольного вещества.

Таким образом, материалы по Карагандинскому бассейну, а также исследования, проведенные Л. И. Сарбеевой (1968) по другим бассейнам, подтверждают выводы, сделанные А. В. Усачевой (1954) о важ-

ности цвета гелифицированного вещества при характеристике степени восстановленности углей.

В настоящее время в бассейне по степени восстановленности выделяются угли трех генетических типов.

	Цвет гелифицированного вещества в шлифах
Маловосстановленный	Красновато-бурый, бурый
Нормальновосстановленный	Буровато-красный
Сильновосстановленный	Красный и оранжево-красный

Из углехимических показателей, характеризующих восстановленность углей, основным остается спекающая способность (У, мм), второстепенными — выход летучих веществ (V^r, %) и зольность рядовых углей (А^c, %).

Характеристика углей разной степени восстановленности приведена в табл. 15.

Предварительные данные о степени восстановленности углей Карагандинского бассейна приведены в табл. 16. Откуда видно, что угли аплярической свиты, изученные на северо-востоке Карагандинского района, нормально- и сильновосстановленные. Восстановленность углей карагандинской свиты в целом усиливается с востока на запад. Так, в Карагандинском районе на площади Промышленного участка угли большинства пластов мало, и нормальновосстановленные; на Саранском и Алабасском участках это-

го района, а также Центральном и Южном участках Шерубайнурского района угли в основном нормально- и сильновосстановленные. На рис. 4 показано изменение степени восстановленности углей пласта K_{18} на площади Карагандинского района.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРОЕНИЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Как уже отмечалось, в разрезе карбона Карагандинского бассейна продуктивными являются ашлярикская, карагандинская, долинская и тентекская свиты, в которых угольные пласты различны по строению и петрографическому составу. В зависимости от количества петрографических типов углей, принимающих участие в строении пластов, они подразделяются на однородные, сложенные слоями какого-либо одного типа угля, и комплексные — представленные слоями разных типов углей (Яблоков, 1951). Наибольшее распространение в бассейне имеют пласты комплексные, которые в свою очередь подразделены нами на типично комплексные и относительно комплексные. Первые сложены примерно в равной степени тремя или четырьмя типами углей, во-вторых преобладают один, реже два типа, а остальные имеют подчиненное значение.

В формировании пластов наблюдается определенная цикличность, начинаются они, как правило, блестящими или полублестящими тонкослоистыми и штриховатыми углями, которые вверх по разрезу переходят в полуматовые и матовые. Пласты, имеющие сложное строение, заканчиваются также полублестящим углем, но в значительной степени минерализованным. Такое чередование петрографических типов углей в разрезе пластов, по заключению А. А. Любер (1954), наиболее полно отражает общую динамику развития торфяника. Однако этот процесс в природе протекает не всегда последовательно, что приводит к выпадению из разреза пластов отдельных пачек угля того или иного типа.

В долинской свите менее восстановленными являются угли на севере Шерубайнурского района. На остальной части бассейна преобладают угли сильно- и нормальновосстановленные. В тентекской свите угли в основном сильно- и нормальновосстановленные.

Угли бассейна характеризуются сложным петрографическим составом, который изменяется как в стратиграфическом разрезе, так и по площади (рис. 5, табл. 17). Вверх по разрезу продуктивной толщи в угольных пластах происходит увеличение количества блестящих и полублестящих типов углей и уменьшение полуматовых и матовых.

Среднее суммарное содержание плавких компонентов (ПК) в углях изменяется от 32 до 80%, а витринита (Vt) — от 30 до 75%. Изменение это имеет циклический характер, при этом максимум его соответствует углям долинской свиты.

Для большинства пластов карагандинской свиты характерно увеличение витринита в углях в северном направлении. Для этих же пластов отмечена зависимость между содержанием плавких компонентов (ПК) в углях и их мощностью. Как правило, угли наиболее мощных пластов имеют пониженное количество плавких компонентов.

В пластах долинской свиты отчетливо прослеживается увеличение в углях компонентов группы витринита с востока на запад, а лейптинита — в обратном направлении (с запада на восток).

ПЛАСТЫ АШЛЯРИКСКОЙ СВИТЫ

Угли данной свиты изучены на северо-востоке Карагандинского района (шахты 12 и 12бис), северо-востоке Шерубайнурского района (Аулбекский профиль) и севере Тентекского района (Манжинский профиль).

По характеру накопления растительного материала они относятся к автохтонно-аллохтонным. Почти все пласты являются типично комплексными (табл. 18, рис. 6). Представлены они в основном полуматовыми кларено-дюреновыми и матовыми дюреновыми углями стеблевого состава, часто сильно минерализованными. Смешанные и спорные разновидности их распространены значительно меньше, что обусловлено главным образом повышенной стадией метаморфизма углей, а соответственно потерей видимости спор в шлифах и аншлифах. Полублестящие дюрено-клареновые угли присутствуют в небольшом количестве (11%) и только в пластах A_5 и A_{17} содержание их увеличивается до 22—46%. Приурочены они, как правило, к нижней части пластов.

Таблица 16
Степень восстановленности углей Карагандинского бассейна

Район, участок	Пласты углей		
	сильновосстановленных	нормально-восстановленных	маловосстановленных
Карагандинский			
Промышленный	A_6^*, A_5 K_3, K_3^3, K_{14}	A_{12}, A_9, A_7 $K_1, K_2, K_4,$ $K_7, K_{10}, K_{12},$ K_{13}	A_1 $K_7, K_{12}, K_{13},$ K_{18}
Саранский	$K_4, K_7, K_{11},$ $K_{12}, K_{14},$ K_{18}	$K_1, K_2, K_3,$ K_7, K_{10}, K_{13}	—
Алабасский	$K_4, K_5^3, K_7,$ K_{11}, K_{12}	K_{10}, K_{13}, K_{18}	—
Дубовский	$D_1, D_2, D_5,$ D_6	D_3	D_4
Шерубайнуринский			
Южный	K_{12}, K_{14}	$K_7, K_{10}, K_{11},$ K_{13}	K_{18}
Центральный	$K_3, K_4, K_7,$ $K_{10}, K_{11},$ K_{12}, K_{13}, K_{14}	$K_1, K_2, K_5^3,$ K_{12}, K_{13}	K_{18}
Долинский	D_3, D_5	D_{1-2}, D_4, D_6	—
Каражаро-Шаханский	D_5	$D_{1-2}, D_3, D_4,$ $D_5, D_6, D_7,$ D_8, D_{10}	D_4, D_9, D_{11}
Тентекский			
Тентекский	$D_5, D_6, D_7,$ D_8, D_{10}	$D_3, D_4, D_6,$ $D_7, D_8, D_9,$ D_{10}, D_{11}	$D_{1-2}, D_3,$ D_9, D_{11}
	$T_3, T_5, T_7,$ T_{12}, T_{13}	$T_3, T_6, T_{12},$ T_{14}, T_{15}	T_1, T_{17}

* А, К, Д и Т — индексы угольных пластов соответственно ашлярикской, карагандинской, долинской и тентекской свит.

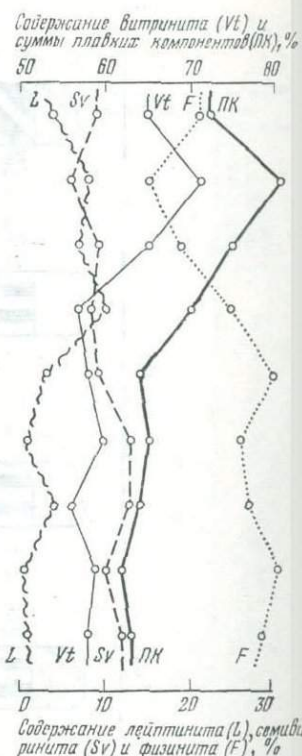
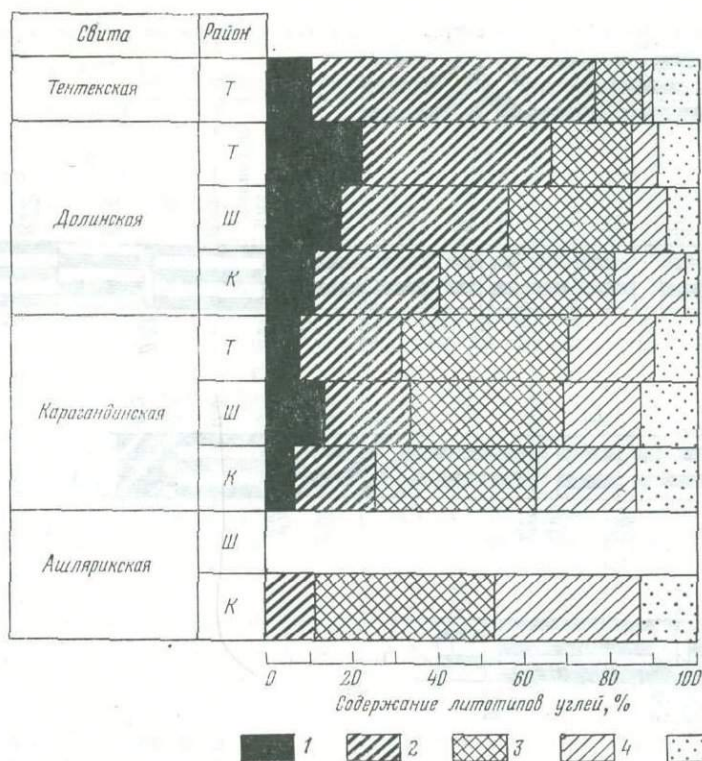
Рис. 5. Изменение вещественного состава углей в разрезе Карагандинского бассейна

Литотипы углей:

- 1 — кларен;
- 2 — дюрено-кларен;
- 3 — кларено-дюрен;
- 4 — дюрен;
- 5 — породные прослои.

Районы:

- Т — Тентекский;
- Ш — Шерубайнуринский;
- К — Карагандинский



Внешне угли ашлярикской свиты черного цвета, крепкие, с штриховато-полосчатой или полосчатой текстурой и значительным количеством включений минерализованного фюзена. Иногда в пластах (A_{17} , A_{15} и A_{12}) отмечаются пачки мощностью до 0,45 м сильно перемятого угля с тонкими прожилками аргил-

лита, на отдельных кусочках которых наблюдаются зеркала скольжения (Любер, 1938 г.).

Микроскопически угли характеризуются преобладанием Δ -витринита (однородного) над γ -витринитом (структурным), семифузинита над собственно фузинитом, а также значительным присутствием

Таблица 17

Среднее содержание петрографических типов углей и микрокомпонентов в пластах Карагандинского бассейна, %

Район	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослои	Уголь необогащенный (рядовой)					Концентрат плотностью менее 1,4 * г/см ³						
						Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фузинит	Минеральные примеси	Сумма плавких компонентов	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фузинит	Минеральные примеси	Сумма плавких компонентов
Ашлярикская свита																	
Карагандинский	—	11	42	34	13	40	До 1	8	20	32	43	50	1	13	21	15	55
Шерубайнуринский	—	—	—	—	—	40	—	7	21	32	42	—	—	—	—	—	—
Карагандинская свита																	
Карагандинский	6	19	38	23	14	46	3	11	22	18	53	55	4	9	23	9	62
Шерубайнуринский	13	20	36	18	13	47	1	10	21	21	51	54	1	11	25	9	59
Тентекский	7	24	39	20	10	45	2	7	23	23	49	60	1	11	20	8	65
Долинская свита																	
Карагандинский	11	29	41	16	3	53	11	7	20	9	66	59	12	9	15	5	74
Шерубайнуринский	17	39	29	8	7	58	6	8	16	12	67	66	7	8	12	7	76
Тентекский	22	44	19	6	9	60	6	5	13	16	68	68	6	6	13	7	76
Тентекская свита																	
Тентекский	24	58	8	1	10	47	3	6	16	28	52	67	3	8	12	10	73

* Выход концентрата в среднем составляет: для углей ашлярикской свиты 20—40%, карагандинской 30—70%, долинской — 60—80%, тентекской — 30—70%.

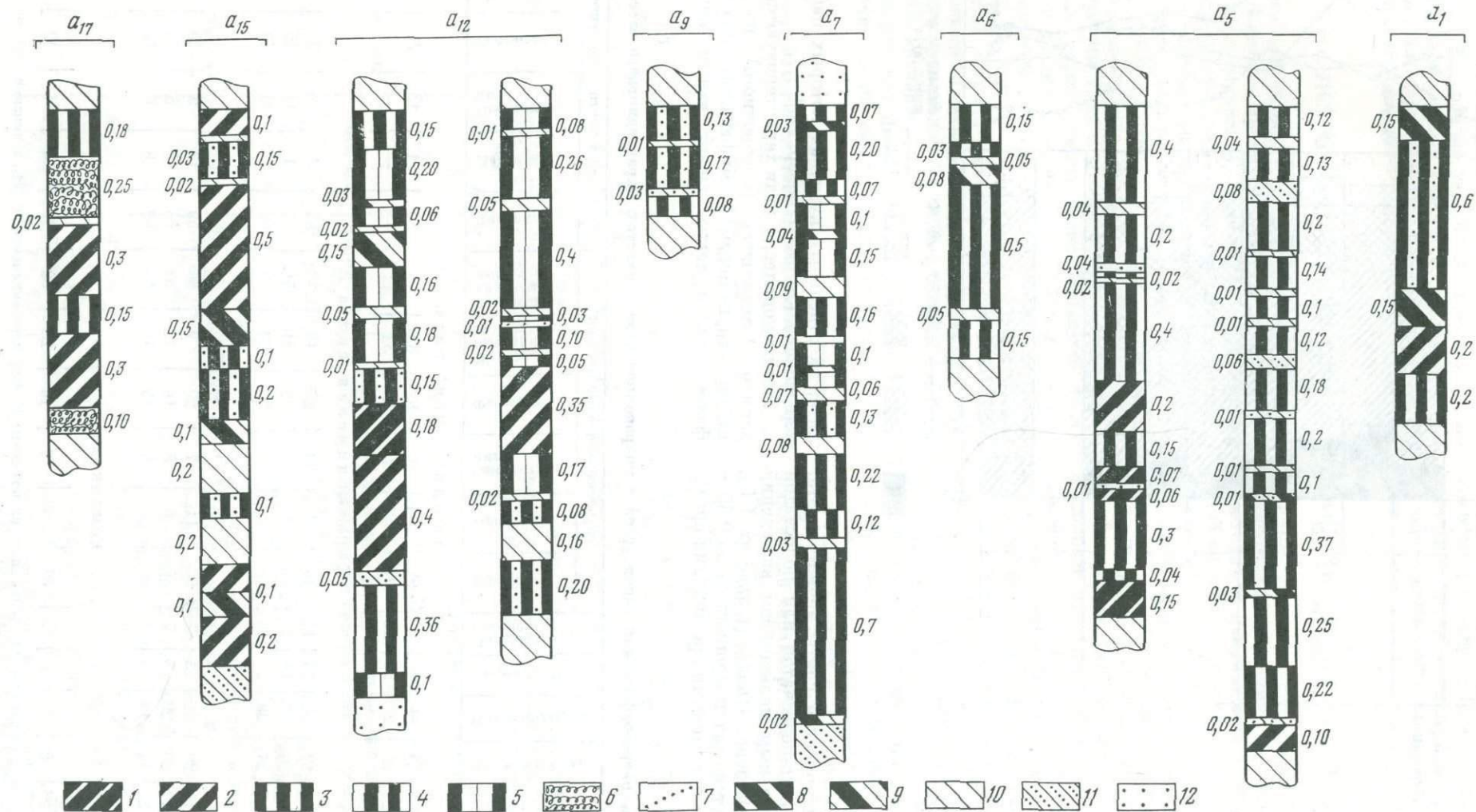


Рис. 6. Петрографические разрезы угольных пластов ашлярикской свиты Промышленного участка

Типы углей: 1 — клареновый; 2 — дюрено-клареновый; 3 — кларено-дюреновый; 4 — дюреновый; 5 — угли минерализованные ($A^c > 35\%$); 6 — угли перемятые; 7 — угли зольные; 8 — углистые ар-

гиллиты; 9 — слабоуглистые аргиллиты; 10 — аргиллиты; 11 — алевролиты; 12 — песчаники: A_1, A_2, A_3 и т. д. — индексы угольных пластов

Содержание петрографических типов углей и микрокомпонентов в пластах ашлярической свиты, %

Пласт	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослои	Уголь небогатенный (рядовой)						Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³					
					Витринит	Лейптинит	Семинитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Сумма плавких компонентов	Витринит	Лейптинит	Семинитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Сумма плавких компонентов
A ₁₇	46	25	27	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A ₁₅	12	56	3	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A ₁₄	—	—	—	—	37	—	6	20	37	39	—	—	—	—	—	—
A ₁₃	—	—	—	—	30	—	6	14	50	32	47	—	9	22	22	50
A ₁₂	8	31	48	13	45	До 1	12	23	20	49	47	1	18	21	13	54
A ₉	—	90	—	10	32	—	8	22	38	35	44	До 1	23	24	9	52
A ₇	—	54	34	12	33	До 1	9	19	39	36	52	1	13	18	16	57
A ₆	—	53	31	16	39	До 1	15	23	23	44	46	2	10	24	18	51
A ₅	22	15	58	5	52	3	12	18	15	59	52	1	12	22	13	57
A ₃	—	—	—	—	40	До 1	8	18	34	43	51	До 1	10	20	19	54
A ₂	—	31	57	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A ₁	8	73	—	19	51	До 1	9	18	22	54	63	7	5	14	11	72
Среднее	41	42	34	13	40	До 1	8	20	32	43	50	1	13	21	15	55

остатков растительных тканей в виде атритта. Δ-Витринит в шлифах имеет вид невыдержанных по ширине и простираию полосок, которые на коротком расстоянии расщепляются до нитевидных прожилков (витрен «В» по Л. И. Боголюбовой, 1955). Основным компонентом атриттовых участков являются семи-витринит и семифюзинит с β-структурой.

Фюзенизированные фрагменты разнообразны по своей структуре, но преобладающими среди них являются β-семифюзиниты и β-фюзиниты. Склеротиниты единичны. Отмечается небольшое (5—6%), но повышенное по сравнению с углями других свит, содержание микринита. Согласно классификации П. П. Тимофеева и Л. И. Боголюбовой (1965), тип гелифицированного вещества по степени разложенности исходного материала преколлинитовый и коллинитовый, в меньшей степени посттелинитовый.

Минеральные примеси представлены главным образом (87%) глинистыми минералами (каолинитом, диккитом и мелкочешуйчатым слюдисто-глинистым веществом). Кальцит, пирит и сидерит имеют подчиненное значение. Кварц и титанистые минералы группы анатаз-брукита встречаются в виде единичных зерен (см. табл. 9). Отдельные пласты (A₉, A₅) отличаются повышенным содержанием пирита. Несмотря на незначительное присутствие титанистых минералов, в углях ашлярической свиты они встречаются гораздо чаще, чем в пластах других свит. В большинстве случаев минеральные примеси имеют тесную связь с органической массой, находясь в ней в тонкодисперсном состоянии.

Вещественно-петрографический состав углей по площади бассейна и в стратиграфическом разрезе свиты меняется незначительно. В целом угли характеризуются низким содержанием микрокомпонентов группы витринита (40%) и лейптинита (менее 1%) и высоким содержанием минеральных примесей (32%). Количество плавких компонентов колеблется от 32 до 59%, составляя в среднем 43%. Несколько повышенным содержанием витринита (45—50%), а соответственно и плавких компонентов (49—59%),

отличаются угли пластов A₁₂, A₅ и A₁. После обогащения углей количество витринита в концентратах увеличивается в среднем на 10% и составляет 50%. Содержание минеральных примесей уменьшается, оставаясь все же высоким (15%).

ПЛАСТЫ КАРАГАНДИНСКОЙ СВИТЫ

Петрографическое строение пластов и состав углей наиболее полно изучены в Карагандинском и Шерубайнурином районах, в меньшей степени — в Тентекском районе.

По характеру накопления растительного материала угли относятся к аллохтонно-автохтонным. Большинство пластов является типично комплексным (табл. 19, рис. 7, 8). В основном они представлены полуматовыми кларено-дюреновыми углями, в меньшей степени полублестящими дюрено-клареновыми и матовыми дюреновыми углями. Блестящие клареновые угли имеют небольшое распространение и характерны главным образом для пластов K₁₈, местами K₁₉ и K₂₀. Полублестящие дюрено-клареновые угли встречаются преимущественно в пластах K₄ на северо-востоке Карагандинского района, K₆ — на юге Шерубайнуриного района, а также в пластах K₉ и K₁₁. В остальных пластах полублестящие угли имеют подчиненное значение и приурочены они, как правило, к нижней их части. В некоторых пластах свиты (K₇, K₁₀, K₁₃ и др.) отчетливо прослеживается цикличность в распределении петрографических типов углей в их разрезе.

По составу угли смешанные и стеблевые. Споры разнообразности встречаются реже, характерны они в основном для пласта K₁₈ на большей части площади бассейна и некоторых других пластов (K₄, K₆, K₁₀, K₁₂) на северо-востоке Промышленного участка Карагандинского района.

Внешне угли черного цвета, крепкие, обычно полосчатые и штриховато-полосчатые, реже тонко- или широкополосчатые, часто содержат линзовидные включения фюзена, относительно минерализованные

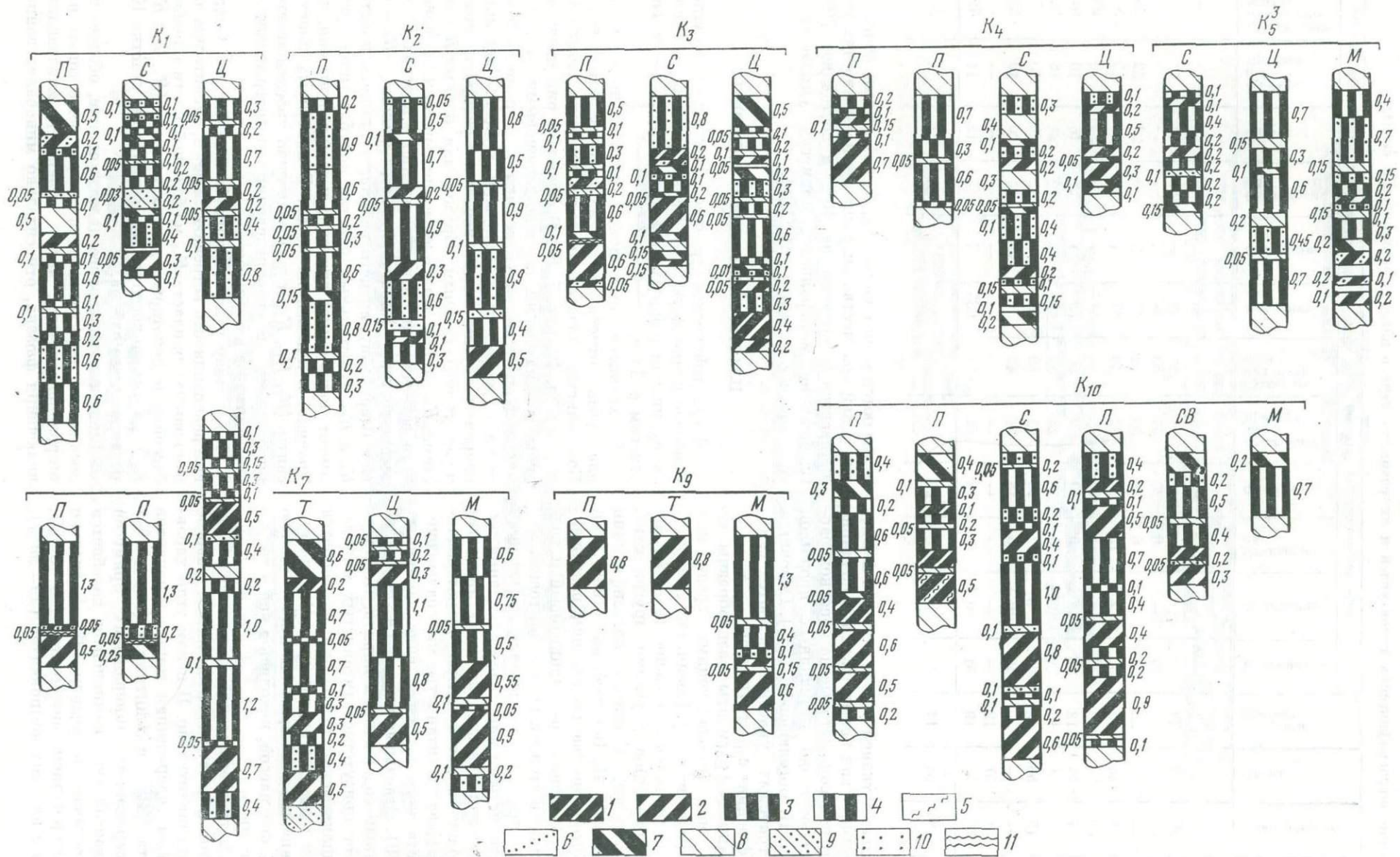


Рис. 7. Петрографические разрезы угольных пластов карагандинской свиты (пласты K_1 — K_{10})

Типы углей: 1 — клареновый; 2 — дюрено-клареновый; 3 — кларено-дюреновый; 4 — дюреновый; 5 — угли споровые; 6 — угли зольные; 7 — углистые аргиллиты; 8 — аргиллиты; 9 — алевролиты;

10 — песчаники; 11 — флинт-клей; K_1 , K_2 , K_3 и т. д. — индексы угольных пластов; буквы над колонками пластов — участки Карагандинского района: П — Промышленный; С — Саранский; Т — Талдыкудукский; участки Шерубайнуринского района: СВ — Северный; Ц — Центральный; участки Тентекского района; М — Манжинский

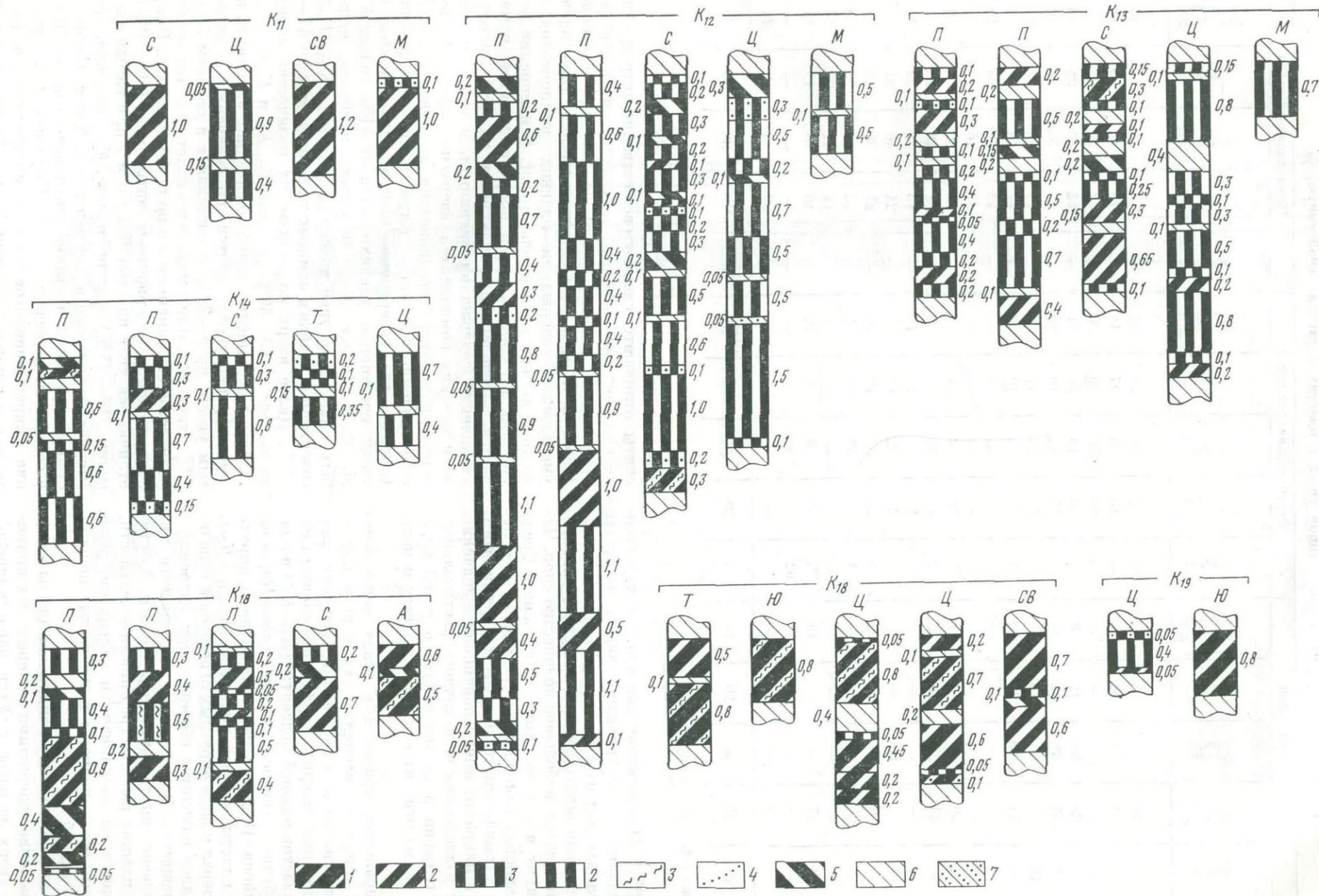


Рис. 8. Петрографические разрезы угольных пластов карагандинской свиты (пласты K_{11} — K_{19})

Типы углей: 1 — клареновый; 2 — дюрено-клареновый; 3 — кларено-дюреновый; 4 — дюреновый; 5 — угли спорозые; 6 — угли зольные; 7 — углистые аргиллиты; 8 — аргиллиты; 9 — алевролиты;

K_{11} , K_{12} , K_{13} и т. д. — индексы угольных пластов; буквы над колонками пластов — участки Карагандинского района: П — Промышленный; С — Саранский; Т — Талдыкудукский; участки Шерубайнурского района: СВ — Северный; Ц — Центральный; Ю — Южный; участки Тентекского района: М — Манжинский

Содержание петрографических типов углей в пластах карагандинской свиты, %

Пласт	Тентекский район					Шерубайнуринский район					Карагандинский район				
	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослойки	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослойки	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослойки
K ₁	—	57	33	5	5	19	2	34	32	13	3	8	42	36	11
K ₂	—	11	43	40	6	—	13	48	27	12	—	12	48	28	12
K ₃	—	—	—	—	—	5	23	36	10	26	5	12	37	23	23
K ₄	—	23	58	11	8	—	6	13	50	31	—	12	42	28	18
K ₅ ³	2	37	32	19	10	2	15	45	19	19	5	17	30	36	12
K ₆	12	—	55	16	17	—	55	23	17	5	1	10	38	24	27
K ₇	—	14	43	25	18	7	20	55	10	8	8	17	48	20	7
K ₈	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	42	36	10
K ₉	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	64	16	—	13
K ₁₀	2	39	39	13	7	3	29	38	17	13	2	26	50	14	8
K ₁₁	—	43	27	25	5	12	42	34	4	8	—	31	48	20	1
K ₁₂ ^{6*}	—	—	—	—	—	—	19	48	17	16	—	13	44	29	14
K ₁₂ ^н	—	—	50	40	10	—	23	52	18	7	—	24	46	27	3
K ₁₃	—	9	49	19	23	2	21	38	19	20	—	21	38	12	29
K ₁₄	—	—	—	—	—	4	24	47	24	1	—	13	51	28	8
K ₁₅₋₁₇	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	11	41	27	18
K ₁₈	58	27	—	—	15	78	4	3	1	14	44	16	16	10	14
K ₁₉	—	—	—	—	—	62	4	30	4	—	—	—	—	—	—
K ₂₀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	29	4	8	24
Среднее	7	24	39	20	10	13	20	36	18	13	6	19	38	23	14

K₁₂^{6*} — верхний слой, K₁₂^н — нижний слой.

(A^c=15—30%). Микроскопически для них характерно: преобладание в витренизованном веществе γ- и Δ-витринита над α- и β-витринитом и десминитом, относительно высокое содержание фюзенизированных компонентов, небольшое количество спор. Часто Δ-витринит имеет волокнистое строение. Среди фюзенизированных компонентов отмечается преобладание α- и β-семифюзинита над α- и β-фюзинитом; Δ-фюзинит и микринит имеют подчиненное значение. По степени разложенности исходного растительного материала, гелифицированное вещество углей карагандинской свиты относится к преколлиниту и постелиниту.

Из минеральных примесей в углях чаще всего встречается глинистое вещество как в виде комковатых, так и линзовидных включений. Сферокристаллические стяжения сидерита характерны главным образом для пластов нижней подсвиты (K₁—K₅³) и пласта K₁₂, особенно в северо-восточной части Карагандинского района. Повышенным содержанием пирита отличаются пласты верхней подсвиты (K₁₅₋₁₇—K₂₀), где этот минерал в виде округлых агрегатов и отдельных кристаллов находится обычно среди витренизованного вещества. Зерна кварца, титанистого минерала и полевого шпата единичны. Полосы блестящего угля в пластах разбиты трещинами отдельности, которые выполнены каолинитом и кальцитом, реже пиритом; ими же заполнены и клеточные полости структурных тканей.

В целом для пластов карагандинской свиты отмечается уменьшение содержания минеральных примесей в углях вверх по разрезу. Угли карагандинской

свиты отличаются сложным вещественно-петрографическим составом, который изменяется как в стратиграфическом разрезе, так и по площади бассейна (табл. 20). Для большинства пластов характерно уменьшение содержания плавких компонентов с востока на запад и с севера на юг. В изменении вещественного состава углей по разрезу свиты намечается определенная цикличность на фоне общего увеличения содержания витринита, а соответственно и плавких компонентов, вверх по разрезу. Отмеченная закономерность показана на примере углей Промышленного участка Карагандинского района (рис. 9), где содержание плавких компонентов в углях постепенно увеличивается от 41% (пласт K₁ до 66% (пласт K₆). В углях наиболее мощных пластов средней подсвиты (K₁₀, K_{12в}, K_{12н}, K₁₄) содержание плавких компонентов снижается до 41—51%. Далее вверх по разрезу их количество снова возрастает до 65—66% (пласты K₁₈, K₁₉ и K₂₀).

После обогащения углей содержание витринита в концентратах увеличивается, по сравнению с рядовым углем, на 5—22% и составляет в среднем 55—60% (табл. 21). Для каждого же пласта в отдельности количество его изменяется в широких пределах. Наиболее низким содержанием витринита (40—50%) отличаются угли пластов K₁₂, K₁₃ и K₁₄, а самым высоким (84—85%) — угли пласта K₁₈ на площади Шерубайнуринского и Тентекского районов. Количество минеральных примесей уменьшается на 5—20% и составляет в среднем 8—9%. Процентное содержание микрокомпонентов группы семивитринита и фюзинита изменяется незначительно. Сумма плавких

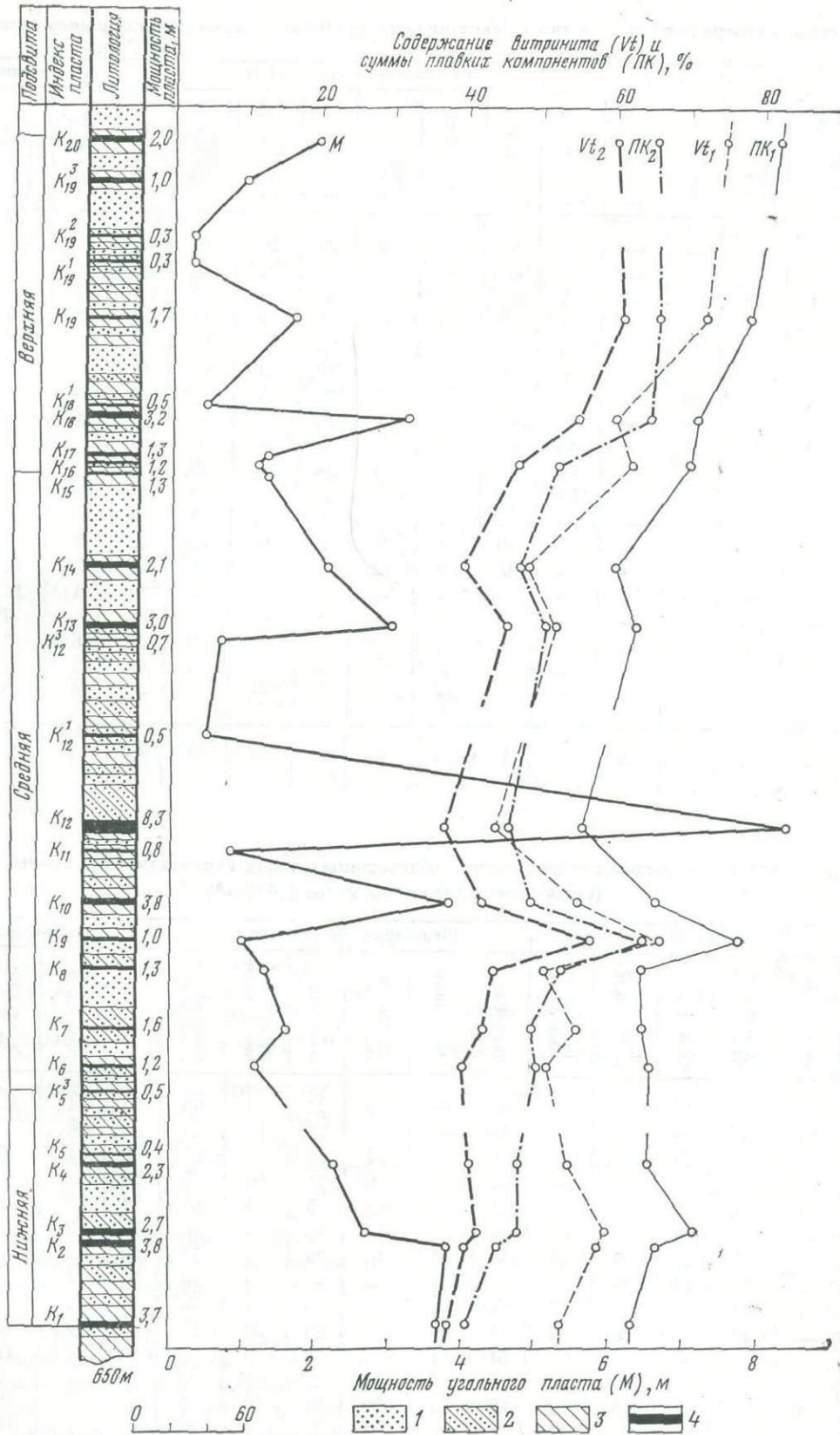


Рис. 9. Изменение вещественного состава углей в разрезе карагандинской свиты на Промышленном участке

1 — песчаник; 2 — алевролит; 3 — аргиллит; 4 — уголь; Vt_1 и $ПК_1$ — данные на чистый уголь; Vt_2 и $ПК_2$ — данные с учетом минеральных примесей

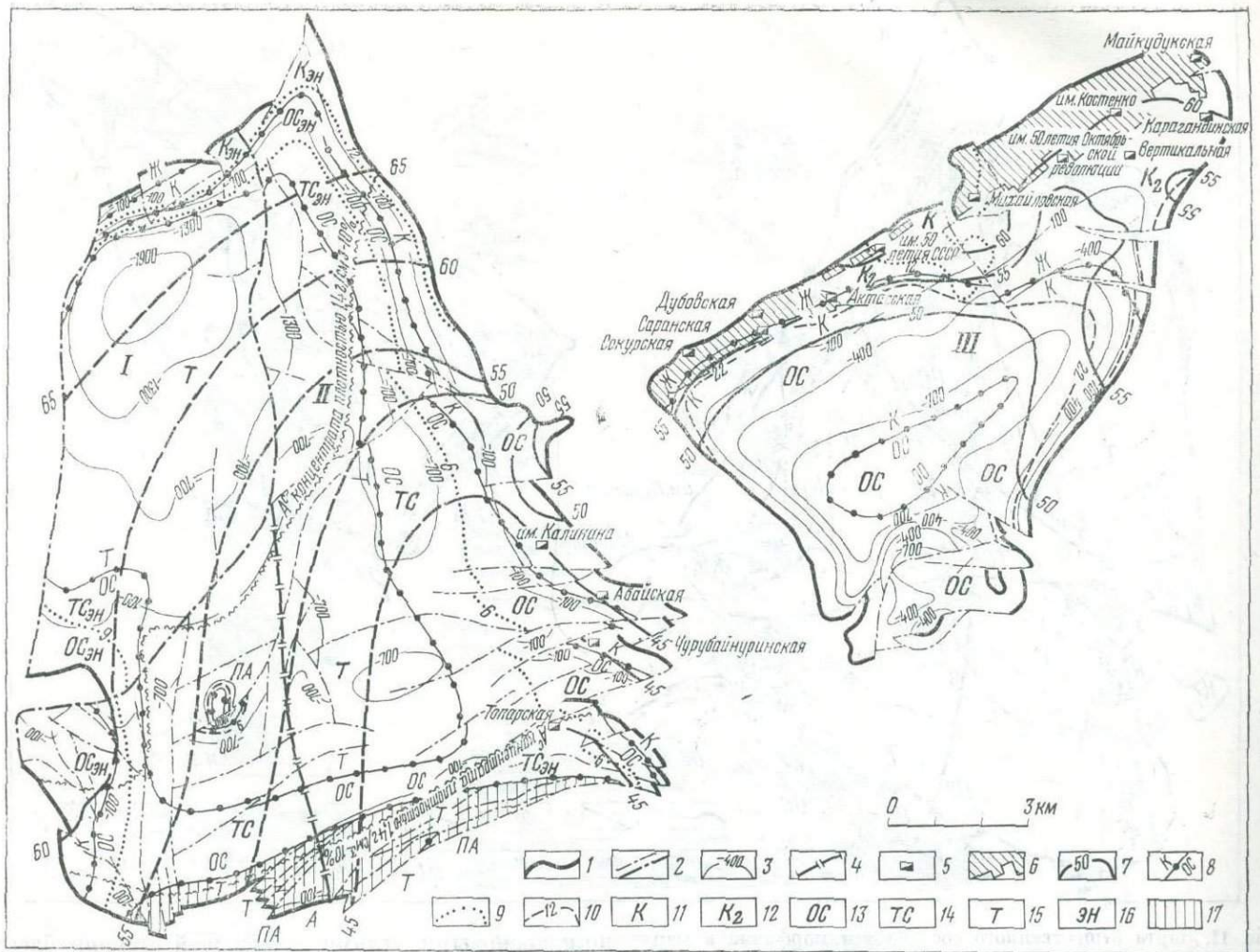
Вещественно-петрографический состав небогатенных (рядовых) углей карагандинской свиты, %

Пласт	Тентекский район						Шерубайнуринский район						Карагандинский район					
	Витринит	Лейтгинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты	Витринит	Лейтгинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты	Витринит	Лейтгинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты
K ₁	—	—	—	—	—	—	47	—	4	23	26	48	37	1	10	24	28	41
K ₂	—	—	—	—	—	—	40	—	5	30	25	42	41	2	7	23	27	45
K ₃	42	1	5	22	30	45	47	—	7	22	24	49	43	3	6	19	29	48
K ₄	—	—	—	—	—	—	40	—	5	25	30	42	42	3	9	22	24	48
K ₅ ³	51	3	3	21	22	55	44	—	7	22	27	46	44	1	12	19	25	47
K ₆	—	—	—	—	—	—	61	—	8	10	21	64	41	6	18	16	19	53
K ₇	42	2	9	23	24	47	47	—	11	25	17	51	44	3	9	25	19	50
K ₈	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	4	14	22	15	54
K ₉	42	3	10	29	16	48	—	—	—	—	—	—	58	4	12	17	9	66
K ₁₀	—	—	—	—	—	—	43	1	13	23	20	48	43	2	12	23	20	49
K ₁₁	49	2	8	19	22	54	53	1	8	21	17	57	45	3	6	30	16	50
K ₁₂ ^б	—	—	—	—	—	—	30	1	22	25	22	38	33	3	16	29	19	41
K ₁₂ ^н	—	—	—	—	—	—	40	1	21	24	14	48	42	3	17	27	11	51
K ₁₃	—	—	—	—	—	—	43	2	12	26	17	49	46	3	11	29	11	53
K ₁₄	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41	4	11	29	15	49
K ₁₅₋₁₇	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	4	7	19	22	54
K ₁₈	—	—	—	—	—	—	74	4	4	6	12	79	56	6	12	19	7	66
K ₁₉	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61	3	3	23	10	65
K ₂₀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	4	4	12	20	65
Среднее	45	2	7	23	23	49	47	1	10	21	21	51	46	3	11	22	18	53

Таблица 21

Вещественно-петрографический состав обогащенных углей карагандинской свиты, %
(концентрат плотностью менее 1,4 г/см³)

Пласт	Тентекский район						Шерубайнуринский район						Карагандинский район					
	Витринит	Лейтгинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты	Витринит	Лейтгинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты	Витринит	Лейтгинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты
K ₁	—	—	—	—	—	—	63	—	5	22	10	65	55	4	12	18	11	63
K ₂	—	—	—	—	—	—	51	—	8	27	14	54	53	3	9	24	11	59
K ₃	60	1	8	20	11	63	61	1	7	18	13	64	65	4	6	13	12	71
K ₄	—	—	—	—	—	—	57	—	9	24	10	60	58	4	9	19	10	65
K ₅ ³	71	1	7	11	10	74	53	—	12	25	10	57	57	3	9	22	9	63
K ₆	—	—	—	—	—	—	69	1	12	13	5	74	53	7	9	22	9	63
K ₇	56	1	11	25	7	61	52	1	14	26	7	57	50	2	10	31	7	55
K ₈	71	—	10	13	6	74	—	—	—	—	—	—	53	4	9	26	8	60
K ₉	52	1	12	26	9	57	—	—	—	—	—	—	61	4	7	23	5	67
K ₁₀ ^б	51	—	19	22	8	57	51	1	9	29	10	55	60	3	7	19	11	65
K ₁₀ ^н	—	—	—	—	—	—	51	1	11	28	9	56	52	3	11	25	9	59
K ₁₁	61	3	10	19	7	67	55	1	10	25	9	59	55	2	7	27	9	59
K ₁₂ ^б	51	1	23	19	6	60	38	1	20	31	10	46	41	3	19	29	8	50
K ₁₂ ^н	—	—	—	—	—	—	42	1	19	31	7	49	46	3	18	27	6	55
K ₁₃ ^б	50	—	14	28	8	55	48	1	12	32	7	53	56	4	6	24	10	62
K ₁₃ ^н	—	—	—	—	—	—	46	1	11	36	6	51	52	4	8	29	7	58
K ₁₄	50	—	11	29	10	54	52	1	9	31	7	56	45	5	11	30	9	54
K ₁₈	85	—	3	6	6	86	84	2	3	7	4	87	62	8	7	18	5	72
K ₂₀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	2	3	17	12	69
Среднее	60	1	11	20	8	65	54	1	11	25	9	59	55	4	9	23	9	62



компонентов в обогащенных углях в среднем равна 59—65%.

Изменение вещественного состава и степени метаморфизма обогащенных углей по площади бассейна, а также их маркировка показаны на примере двух основных пластов свиты: K_{12} (нижний слой) и K_{13} , идущих на производство металлургического кокса.

Угли пласта K_{12} (рис. 10) характеризуются сравнительно низким содержанием плавких компонентов (55%), которое на площади бассейна изменяется от 40 до 65%. В Карагандинском районе количество плавких компонентов в углях уменьшается от 60—65% на северо-востоке до 45—50% на юго-западе. В Шерубайнуринском и Тентекском районах аналогичное изменение происходит в юго-восточном направлении. По степени метаморфизма угли представлены гаммой от жирных до тощих. В Карагандинском районе распространены главным образом угли жирные и коксовые, в Шерубайнуринском и Тентекском районах — коксовые и отощенные спекающиеся. Тощие угли отмечаются на юго-западе и крайнем юге Шерубайнуринской синклинали. По данным Ф. А. Петровой (1968 г.), марочный состав углей довольно разнообразный. На площади бассейна выделяются угли: коксовые первой и второй групп, отощенные спекающиеся, слабо спекающиеся и тощие. На юге и в северо-западной части Шерубайнуринской синклинали, ввиду малой ценности концентрата ($A^c = 11-15\%$), угли относятся к энергетическим.

Рис. 10. Карта вещественного состава, метаморфизма и маркировки обогащенных углей пласта K_{12} (нижний слой) 1 — выход угольного пласта; 2 — разрывные нарушения; 3 — изогипсы почвы пласта, м; 4 — районы и их границы: I — Тентекский, II — Шерубайнуринский, III — Карагандинский; 5 — стволы шахт и их названия; 6 — выработанная часть угольного пласта; 7 — изогипсы содержания плавких компонентов в углях, %; 8 — границы зон углей разной степени метаморфизма: Ж — жирных, К — коксовых, ОС — отощенных спекающихся, Т — тощих, ПА — полуантрацитов; 9 — изогипсы толщины пластического слоя (V), мм; 10 — изогипсы выхода летучих веществ (V^r), %. Марки углей: 11 — коксовые ($V^r > 22\%$, $Y = 12-18$ мм); 12 — коксовые второй группы ($V^r > 22\%$, $Y = 11-6$ мм); 13 — отощенные спекающиеся ($V^r < 22\%$, $Y = 11-6$ мм); 14 — тощие спекающиеся ($V^r < 22\%$, $Y < 6$ мм); 15 — тощие ($V^r < 12\%$, $Y = 0$ мм); 16 — угли энергетические; 17 — угли термальнометаморфизованные

Угли пласта K_{13} (рис. 11) на площади Карагандинской и Шерубайнуринской синклинали довольно резко отличаются по петрографическому составу и качеству. В связи с этим при составлении Геолого-углехимической карты по пластам K_{13} , $K_{13.01}$, $K_{13.02}$ (Грязнова, Кузнецова, 1966 г.) увязка их была уточнена и пласту K_{13} в Шерубайнуринском, Тентекском районах и южной части Карагандинского района присвоен индекс $K_{13.0}$. В пределах площади распространения каждого из пластов петрографический состав углей изменяется незначительно. В Карагандинском районе в обогащенном угле пласта K_{13} сумма плавких компонентов составляет 60—70%. Угли находятся на стадиях Ж и К, а по своим технологическим свойствам относятся в основном к маркам К и K_1 . В Шерубайнуринском и Тентекском районах

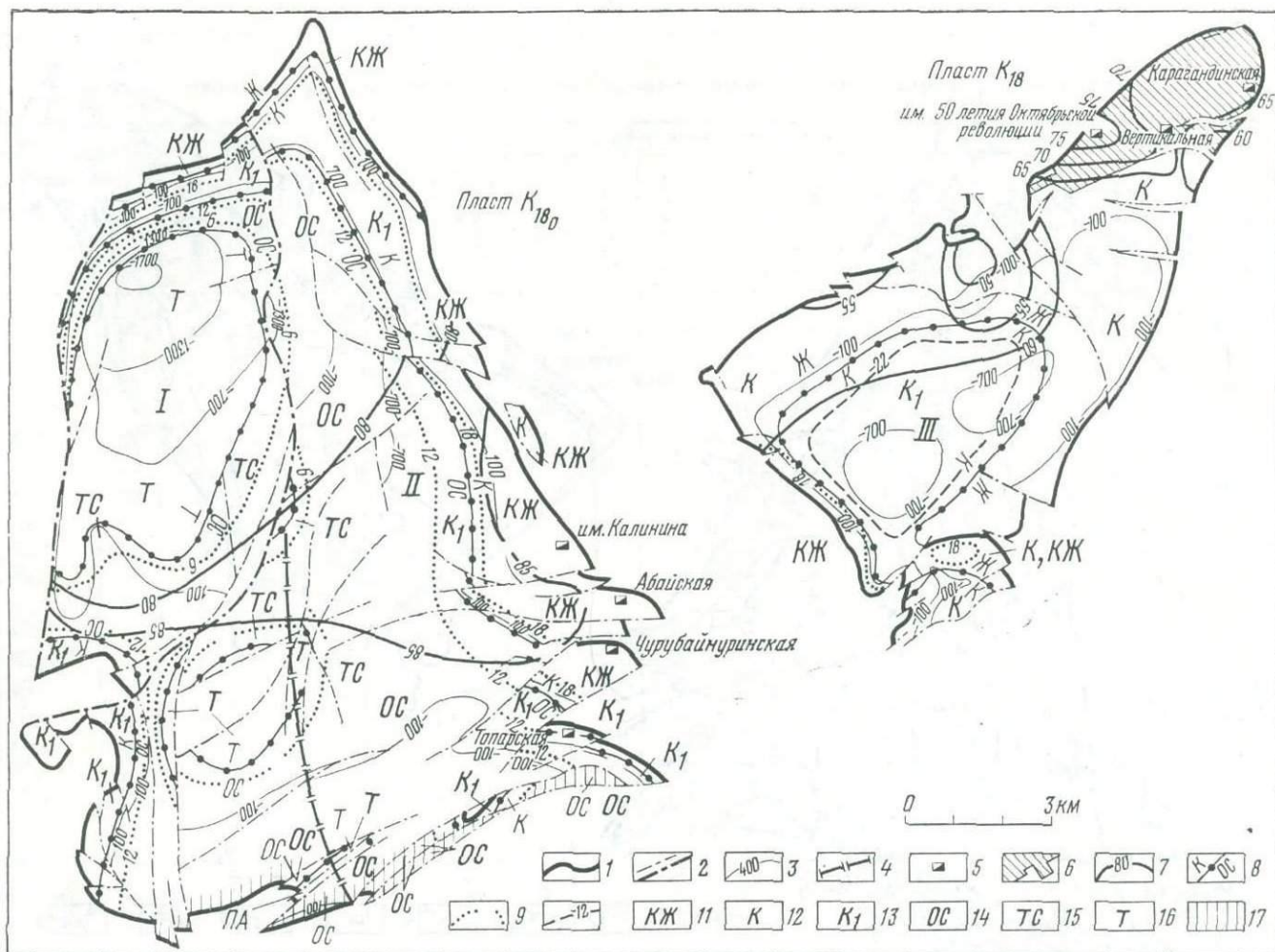


Рис. 11. Карта вещественного состава метаморфизма и маркировки обогащенных углей пластов K_{18}° и K_{18}

1 — выход угольного пласта; 2 — разрывные нарушения; 3 — изогипсы почвы пласта, м; 4 — районы и их границы: I — Тентекский, II — Шерубайнуринский, III — Карагандинский; 5 — стволы шахт и их названия; 6 — выработанная часть угольного пласта; 7 — изолинии содержания плавких компонентов в углях, %; 8 — границы зон углей разной степени метаморфизма: Ж — жирных, К — коксовых, ОС — отощенных спекающихся, Т — тощих, ПА — полуантрацитов; 9 — изолинии толщины пластического слоя (У), мм; 10 — изолинии выхода летучих веществ (V^r), %. Марки углей: 11 — коксовые жирные ($V^r > 22\%$, $U = 19-24$ мм); 12 — коксовые ($V^r > 22\%$, $U = 12-18$ мм); 13 — коксовые первой группы ($V^r < 22\%$, $U = 12-18$ мм); 14 — отощенные спекающиеся ($V^r < 22\%$, $U = 11-6$ мм); 15 — тощие спекающиеся ($V^r < 22\%$, $U < 6$ мм); 16 — тощие ($V^r < 12\%$, $U = 0$ мм); 17 — угли термальнометаморфизованные

содержание плавких компонентов в углях (пласт K_{18}°) равно 80—90%. Здесь в основном распространены угли стадий К и ОС, которые относятся к технологическим маркам КЖ, К и ОС. Площадь распространения жирных углей весьма ограничена.

ПЛАСТЫ ДОЛИНСКОЙ СВИТЫ

Петрографическое строение пластов и состав углей изучены на всей площади бассейна. По характеру накопления исходного растительного материала угли относятся к аллохтонно-автохтонным. Пласты являются относительно комплексными и однородными, в строении их преобладают один-два типа угля, остальные имеют подчиненное значение (табл. 22, рис. 12). Представлены они полублестящими дюре-

но-клареновыми углями, в меньшей степени блестящими кларенами и полуматовыми кларено-дюренами. Матовые дюреновые угли встречаются в небольшом количестве. Участие последних, а также кларено-дюренового угля в строении пластов постепенно увеличивается в восточном направлении (от Тентекского района к Карагандинскому). По составу угли смешанные и споровые, стеблевые разновидности встречаются сравнительно редко.

Внешне угли черного цвета, средней крепости или хрупкие, чаще всего неяснополосчатые и шпирокополосчатые, реже полосчатые и штриховатые, содержат линзовидные включения рыхлого, иногда минерализованного фюзена, нарушены сетью трещин отдельности, по которым легко раскалываются на кусочки призматической формы. Угли являются, как правило, относительно слабо минерализованными ($A^{\circ} = 10-20\%$).

Микроскопически они характеризуются значительным преобладанием витренизированного вещества над фюзенизированным, повышенным содержанием липоидных компонентов и склеротинитов, неоднородностью витренизированного вещества, которая подчеркивается как структурными особенностями, так и его окраской.

Витренизированное вещество представлено в большей степени γ -витринитом (структурный витрен) в виде обособленных обрывков тканей и крупнофрагментарного аттрита. Δ -Витринит (однородный витрен) и десминит в углях большинства пластов имеют подчиненное значение. В пластах же D_1 , D_2 , D_9 и D_{10} , где исходный растительный материал

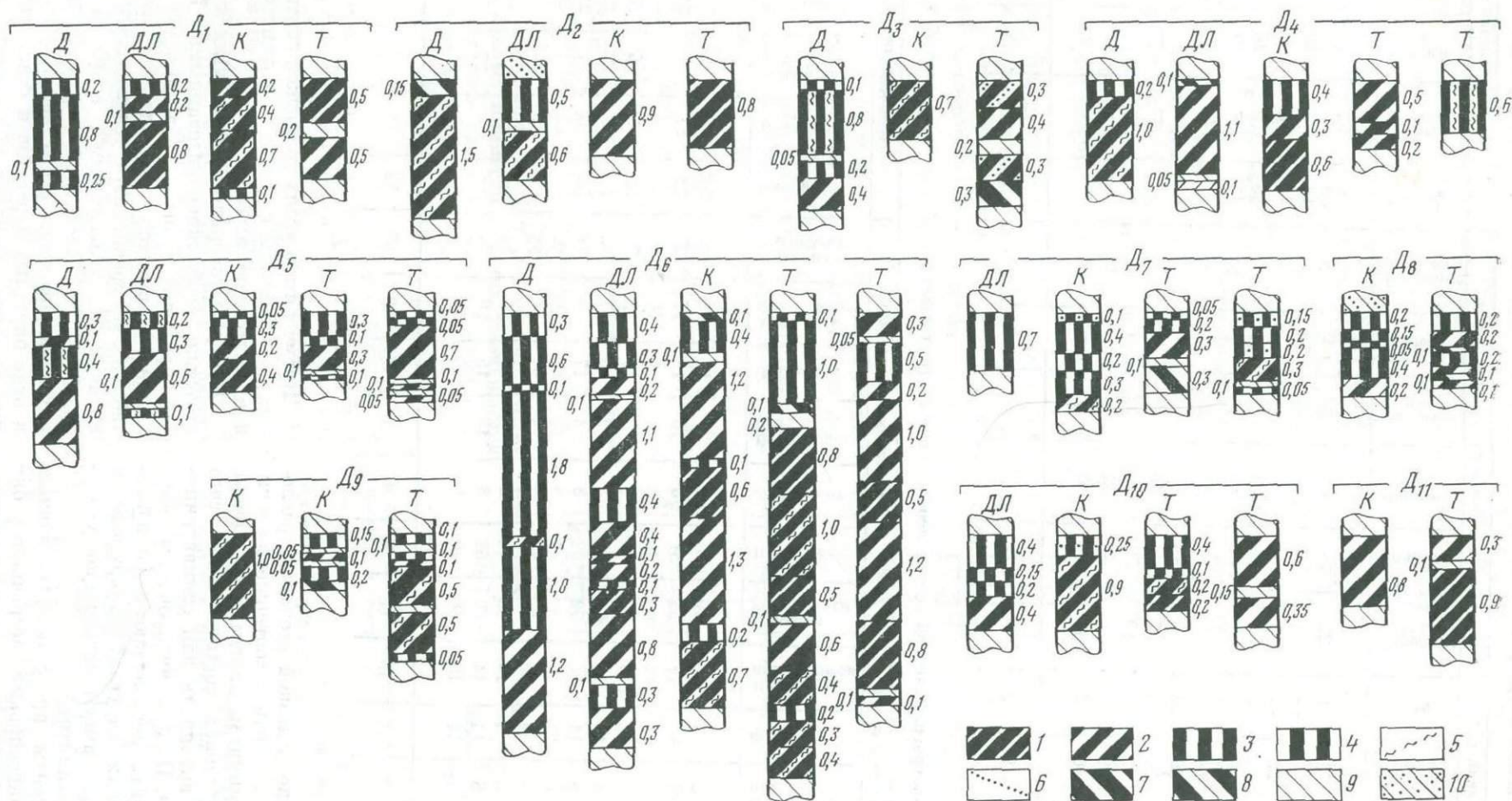


Рис. 12. Петрографические разрезы угольных пластов долинской свиты.

Типы углей: 1 — клареновый; 2 — дюрено-клареновый; 3 — кларено-дюреновый; 4 — дюреновый; 5 — угли споровые; 6 — угли зольные; 7 — углистые аргиллиты; 8 — слабоуглистые аргиллиты; 9 — аргиллиты; 10 — алевролиты; Д₁, Д₂, Д₃ и т. д. — индексы уголь-

ных пластов; буквы над колонками пластов — участки Карагандинского района: Д — Дубовский; участки Шерубайнуринаского района: К — Каражаро-Шаханский; ДЛ — Долинский; участки Тентекского района: Т — Тентекский

Содержание петрографических типов углей в пластах долинской свиты, %

Пласт	Тентекский район					Шерубайнурийский район					Карагандинский район				
	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослой	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослой	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослой
D ₁	38	34	5	1	22	20	50	20	6	4	2	32	39	23	4
D ₂	—	—	—	—	—	29	—	41	13	17	19	3	59	14	5
D ₃	—	63	22	—	15	—	93	—	7	—	—	8	62	22	8
D ₄	14	86	—	—	—	19	43	19	11	7	45	26	13	14	2
D ₅	—	52	35	7	6	15	51	18	6	10	13	39	27	20	1
D ₆	21	47	18	8	6	20	43	24	9	4	6	25	56	11	2
D ₇	—	23	59	12	6	—	17	64	16	3	—	—	—	—	—
D ₈	8	37	32	16	7	—	46	31	18	5	—	—	—	—	—
D ₉	53	30	1	6	10	79	—	12	1	8	—	—	—	—	—
D ₁₀	50	23	12	7	8	—	21	67	—	12	—	—	—	—	—
D ₁₁	32	41	10	3	14	—	68	28	—	4	—	—	—	—	—
Среднее	22	44	19	6	9	17	39	29	8	7	11	29	41	16	3

Таблица 23

Вещественно-петрографический состав необогащенных (рядовых) углей долинской свиты, %

Пласт	Тентекский район						Шерубайнурийский район						Карагандинский район					
	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавление компоненты	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавление компоненты	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавление компоненты
D ₁	72	8	2	7	11	81	66	9	3	11	11	76	56	12	7	15	10	70
D ₂	52	1	10	20	17	56	51	3	10	19	17	57	42	17	7	24	10	61
D ₃	64	3	5	11	17	69	61	2	8	11	18	66	—	—	—	—	—	—
D ₄	67	1	5	12	15	70	69	4	7	11	9	76	59	9	5	17	10	70
D ₅	58	3	8	16	15	64	56	3	9	15	17	62	52	9	12	20	7	65
D ₆	62	8	5	14	11	72	62	8	4	17	9	71	55	6	7	24	8	63
D ₇	49	6	6	21	18	57	47	9	10	24	10	59	—	—	—	—	—	—
D ₈	51	5	5	19	20	58	46	7	5	27	15	55	—	—	—	—	—	—
D ₉	67	8	3	4	18	76	74	8	7	5	6	84	—	—	—	—	—	—
D ₁₀	60	7	5	14	14	69	58	8	13	15	6	70	—	—	—	—	—	—
D ₁₁	57	10	4	11	18	68	40	9	12	25	14	53	—	—	—	—	—	—
Среднее	60	6	5	13	16	68	58	6	8	16	12	67	53	11	7	20	9	66

отличается сравнительно высокой степенью разложивности, определить процентное соотношение между Δ -витринитом и десминитом иногда бывает очень трудно. Атриновый материал состоит чаще всего из компонентов групп витринита или семивитринита, реже семифюзинита. Из фюзенизированных компонентов α - и β -фюзиниты преобладают над α - и β -семифюзинитами; в отличие от углей ашлярической и карагандинской свит, они имеют повышенное содержание фюзинитосклеротинитов.

Липоидные компоненты представлены главным образом микро- и макроспорами, встречаются они как в виде единичных форм, так и в виде полособразных скоплений и сорусов (гучкообразные скопления микроспор).

Кроме того, в углях долинской свиты встречаются обрывки кутикулы со слабо выраженными зубчиками или отсутствием их совсем.

Как уже говорилось выше, угли являются сравнительно слабоминерализованными. Из минеральных примесей в них преобладают пелитоморфное слюдисто-глинистое вещество и каолинит (см. табл. 9). По сравнению с углями других свит они отличаются повышенным содержанием пирита (до 2,5—3%). Последний связан главным образом с витринизированным веществом и находится в нем в виде округлых агрегатов и отдельных кристаллов; иногда пирит выполняет трещины отдельности и клеточные полости растительных тканей, а также инкрустирует склеротиниты.

Угли долинской свиты характеризуются относительно простым, по сравнению с углями нижележащих свит, вещественно-петрографическим составом, который изменяется как по разрезу свиты, так и по площади бассейна (табл. 23). В направлении с запада на восток происходит снижение содержания в углях микрокомпонентов группы витринита и увеличение количества фюзинита и лейптинита.

Содержание витринита в углях на площади Тентекского района составляет 49—72%, Шерубайнурицкого 40—74% и Карагандинского 42—59%. Наиболее высоким содержанием витринита отличаются угли пласта D_1 на площади Тентекского района и пласта D_6 на всей площади его распространения. Липоидные компоненты в углях составляют 1—10% в Тентекском районе, 2—9% в Шерубайнурицком и 6—17% в Карагандинском. Количество микрокомпонентов группы фюзинита в углях возрастает в восточном направлении в среднем от 13 до 20%. Суммарное содержание плавких компонентов в углях изменяется от 53—56% до 81—84% в Тентекском и Шерубайнурицком районах и от 61 до 70% — в Карагандинском.

На примере Каражаро-Шаханского участка Шерубайнурицкого района показано изменение содержания в углях витринизированных и плавких компонентов в стратиграфическом разрезе свиты и взаимосвязь их с условиями осадконакопления (рис. 13).

Изменение количественного содержания этих компонентов в углях находится в соответствии с циклами второго порядка осадконакопления (Голицын и др., 1970). Как правило, угли первого (нижнего) пласта в цикле (D_1 , D_4 , D_6 и D_9) отличаются повышенным содержанием витринита по сравнению с лежащими выше пластами. Зависимость между вещественным составом углей и мощностью угольных пластов, которая была отмечена для пластов карагандинской свиты, не наблюдается.

Пониженное количество витринита в углях имеют: в Тентекском и Шерубайнурицком районах пласты D_2 , D_7 , D_8 и D_{11} и Карагандинском — D_2 .

После обогащения углей, количество витринита в концентратах увеличивается не более чем на 10—12% и составляет в среднем 59—68% (табл. 24). Количество минеральных примесей в углях уменьшается на 4—12% и равно в среднем 5—7%. Сумма плавких компонентов в пределах каждого района изменяется от 65 до 80—85%, составляя в среднем по бассейну 75%.

Изменение вещественного состава и степени метаморфизма обогащенных углей по площади бассейна, а также их маркировка по ГОСТ 8150-66 показаны на примере пласта D_6 (рис. 14), угли которого характеризуются довольно постоянным петрографическим составом. На Дубовском участке Карагандинского района суммарное содержание плавких компонентов в них равно 70%, в Шерубайнурицком районе, северной и восточной частях Тентекского района 71—80%, а в центральной и юго-западной частях последнего — менее 70%. Метаморфизм углей увеличивается с востока на запад и с севера на юг от стадии газовой до коксовой. Отражательная способность витринита ($10R^a$) в них изменяется от 83 усл. ед. на Дубовском участке Карагандинского района до 95 усл. ед. на глубоких горизонтах Тентекского района. На большей части площади угли относятся к марке КЖ.

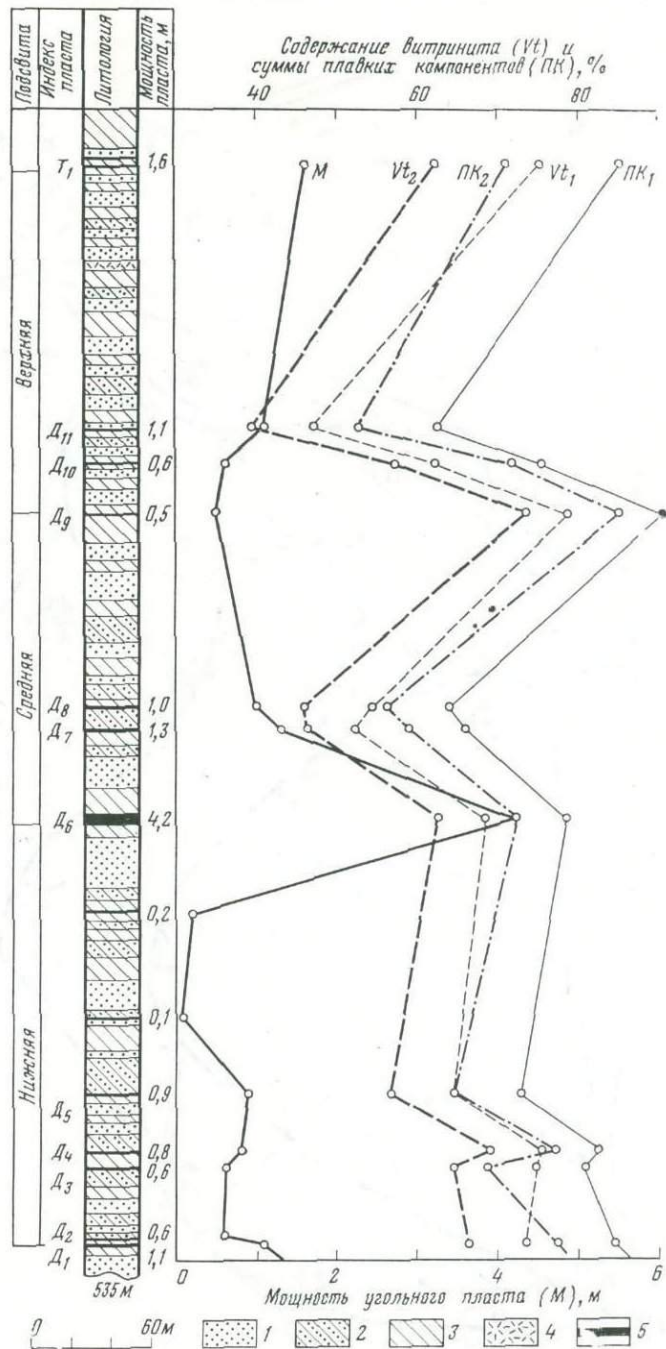


Рис. 13. Изменение вещественного состава углей в разрезе долинской свиты на Каражаро-Шаханском участке
1 — песчаник; 2 — алевролит; 3 — аргиллит; 4 — туф; 5 — уголь; Vt_1 и PK_1 — данные на чистый уголь; Vt_2 и PK_2 — данные с учетом минеральных примесей

Газово-жирные и жирные угли отмечаются в Карагандинском районе, северо-востоке Шерубайнурицкого и севере Тентекского районов. На отдельных площадях Шерубайнурицкого района и в центре Тентекского угли относятся к марке К.

Кроме того, для пласта D_6 на площади Тентекского района (рис. 15) показано изменение марочного состава углей с учетом их естественно-технологической классификации (Голицын, 1966). Степень метаморфизма здесь выражена в изоресплендах, а петрографический состав — посредством толщины

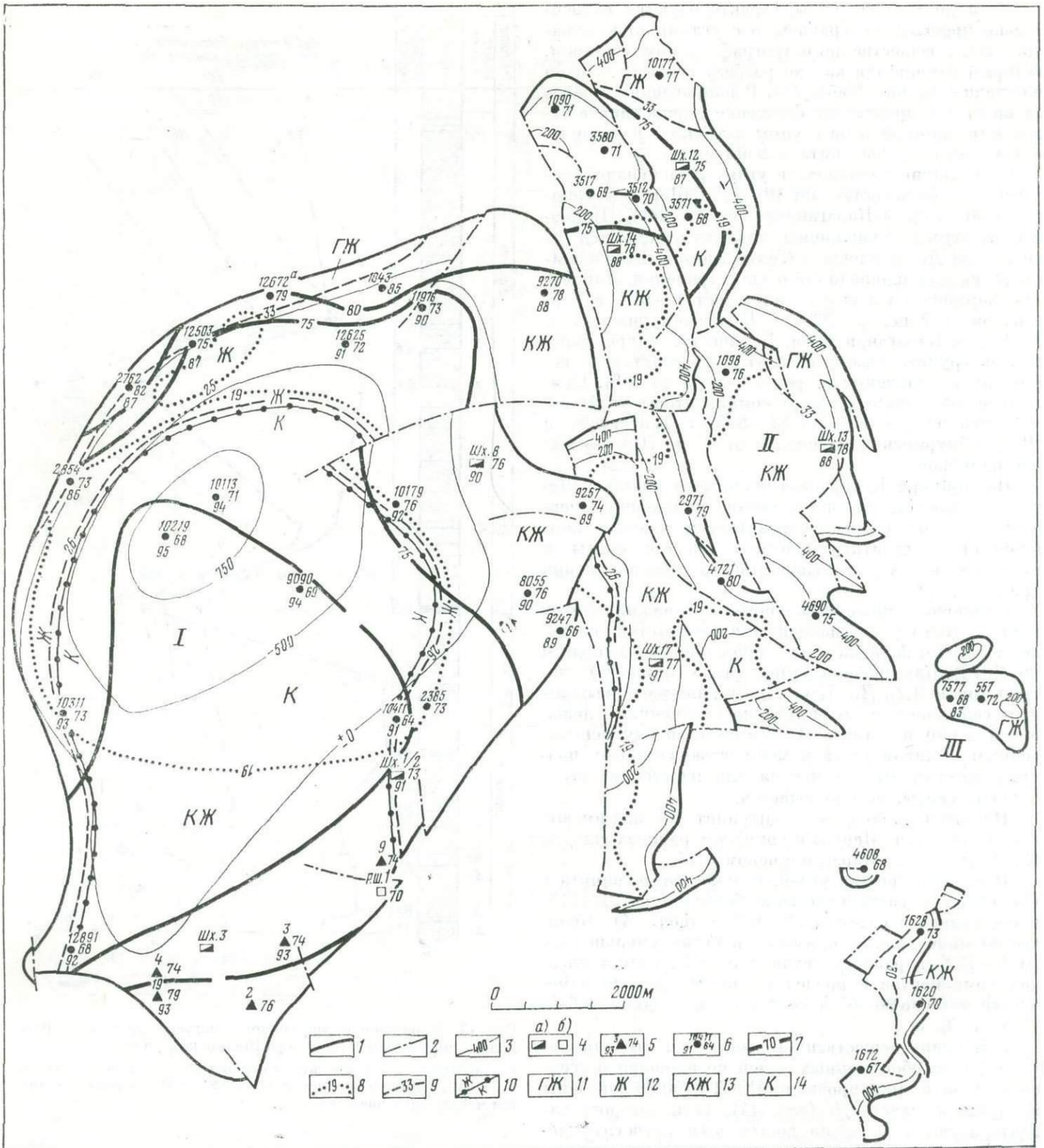


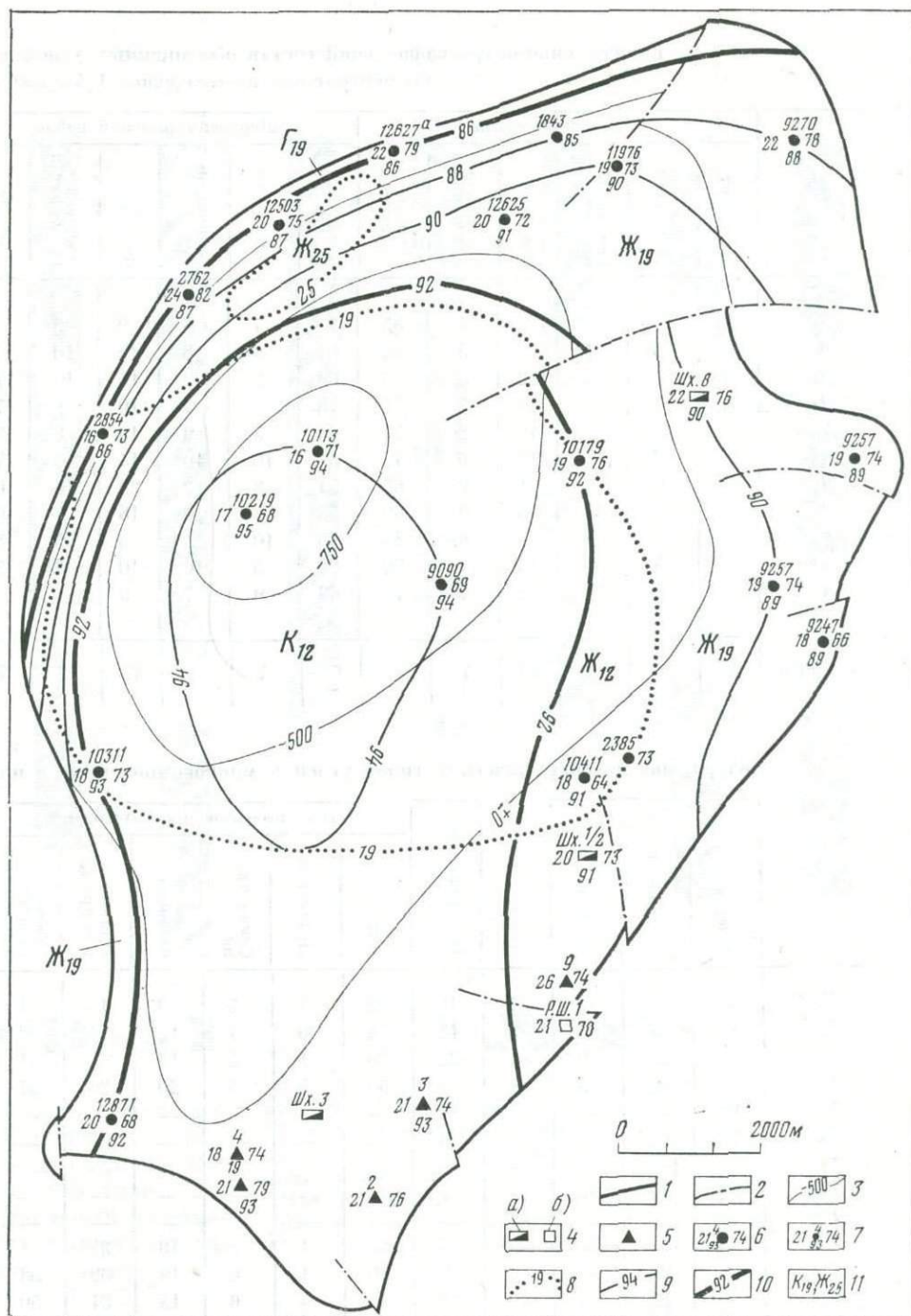
Рис. 14. Карта вещественного состава, метаморфизма и маркировки обогащенных углей пласта Д₆

1 — выход угольного пласта; 2 — разрывные нарушения; 3 — изогипсы почвы пласта, м; 4 — шахта: а) эксплуатационная, б) разведочная; 5 — точка опробования в шахте; 6 — скважина, ее номер, справа — сумма плавающих компонентов, %; внизу — величина отражательной способности витринита (10R₂), условных единиц;

7 — изолинии содержания плавающих компонентов, %; 8 — изолинии толщины пластического слоя, мм; 9 — изолинии выхода летучих веществ, %; 10 — граница зон углей разной стадии метаморфизма. Марки углей: 11 — газово-жирные (V_г более 33%, У=12—24 мм); 12 — жирные (V_г менее 33%, У=25 мм и более); 13 — коксово-жирные (V_г менее 33%, У=19—24 мм); 14 — коксовые (V_г менее 33%, У=12—18 мм). Районы Карагандинского бассейна: I — Тентекский, II — Шерубайнуринский, III — Карагандинский

Рис. 15. Карта марочного состава углей пласта D_6 по естественно-технологической классификации (Тентекский район)

- 1 — выход угольного пласта;
 - 2 — разрывные нарушения;
 - 3 — изолинии почвы пласта, м;
 - 4 — шахта;
- а) эксплуатационная,
б) разведочная;
- 5 — точка опробования в шахте;
 - 6 — скважина;
 - 7 — цифры у точек опробования: сверху — номер выработки, слева — толщина пластического слоя (У), мм; справа — сумма плавающих компонентов, %; внизу — отражательная способность витрина ($10R^a$), условных единиц;
 - 8 — изолинии толщины пластического слоя, мм;
 - 9 — изореспленды ($10R^a$), условных единиц;
 - 10 — границы марок;
 - 11 — марка угля: буква — стадия метаморфизма по отражательной способности, цифра — нижний предел толщины пластического слоя, мм



пластического слоя. Из рис. 15 видно, что на северо-западе Тентекской мульды развиты угли марок G_{19} и Zh_{19} , на юго-востоке — Zh_{19} и K_{12} , а в центре, где степень метаморфизма углей выше, — K_{12} . В результате получена более правильная картина распределения углей разных марок по площади.

ПЛАСТЫ ТЕНТЕКСКОЙ СВИТЫ

В этой свите наиболее детально изучены угли пластов T_1 и T_3 , имеющих промышленное значение, остальные пласты ($T_4 - T_{17}$) охарактеризованы по единичным скважинам.

По характеру накопления исходного материала угли относятся к автохтонно-аллохтонным. Большинство пластов имеет однородное, реже относительно

комплексное строение, представлены они в основном полублестящими или полуматовыми дюрено-клареновыми и клареновыми углями смешанного или стеблевого состава. Споровые разновидности встречаются редко и характерны в основном для пласта T_1 . Матовые дюреновые угли присутствуют в небольшом количестве (табл. 25, рис. 16).

Внешне угли черного цвета, средней крепости, иногда слабые, листоватые, с тонко- и неяснополосчатой текстурой, как правило, с повышенным содержанием минеральных примесей. Микроскопически они характеризуются относительно высоким содержанием витренизированного вещества, где мелкофрагментарный и крупноаттитовый γ -витринит преобладает над линзовидным Δ -витринитом и десминитом. Аттитовые участки состоят в основном из витренизированных компонентов или семивитренизи-

Вещественно-петрографический состав обогащенных углей долинской свиты, %
(концентрат плотностью менее 1,4 г/см³)

Пласт	Тентекский район						Шерубайнуринский район						Карагандинский район					
	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Плавающие компоненты
D ₁	76	8	3	8	5	85	73	7	6	9	5	82	64	12	7	12	5	78
D ₂	77	4	5	9	5	83	61	6	8	15	10	70	58	12	9	15	6	73
D ₃	70	3	7	12	8	75	68	3	9	10	10	74	—	—	—	—	—	—
D ₄	72	4	6	11	7	78	73	4	7	10	6	79	62	14	7	13	4	78
D ₅	64	4	8	16	8	71	64	5	9	14	8	72	56	10	9	18	7	69
D ₆	63	7	6	18	6	72	61	10	10	14	5	74	54	12	12	18	4	70
D ₇	57	6	7	21	9	65	54	8	12	20	6	66	—	—	—	—	—	—
D ₈	61	5	10	15	9	69	58	7	10	18	7	68	—	—	—	—	—	—
D ₉	76	10	3	5	6	87	76	10	4	5	5	87	—	—	—	—	—	—
D ₁₀	67	7	6	13	7	76	68	5	10	10	7	76	—	—	—	—	—	—
D ₁₁	69	7	5	12	7	78	69	9	7	9	6	80	—	—	—	—	—	—
Среднее	68	6	6	13	7	76	66	7	8	12	7	76	59	12	9	15	5	74

Таблица 25

Содержание петрографических типов углей и микрокомпонентов в пластах тентекской свиты, %

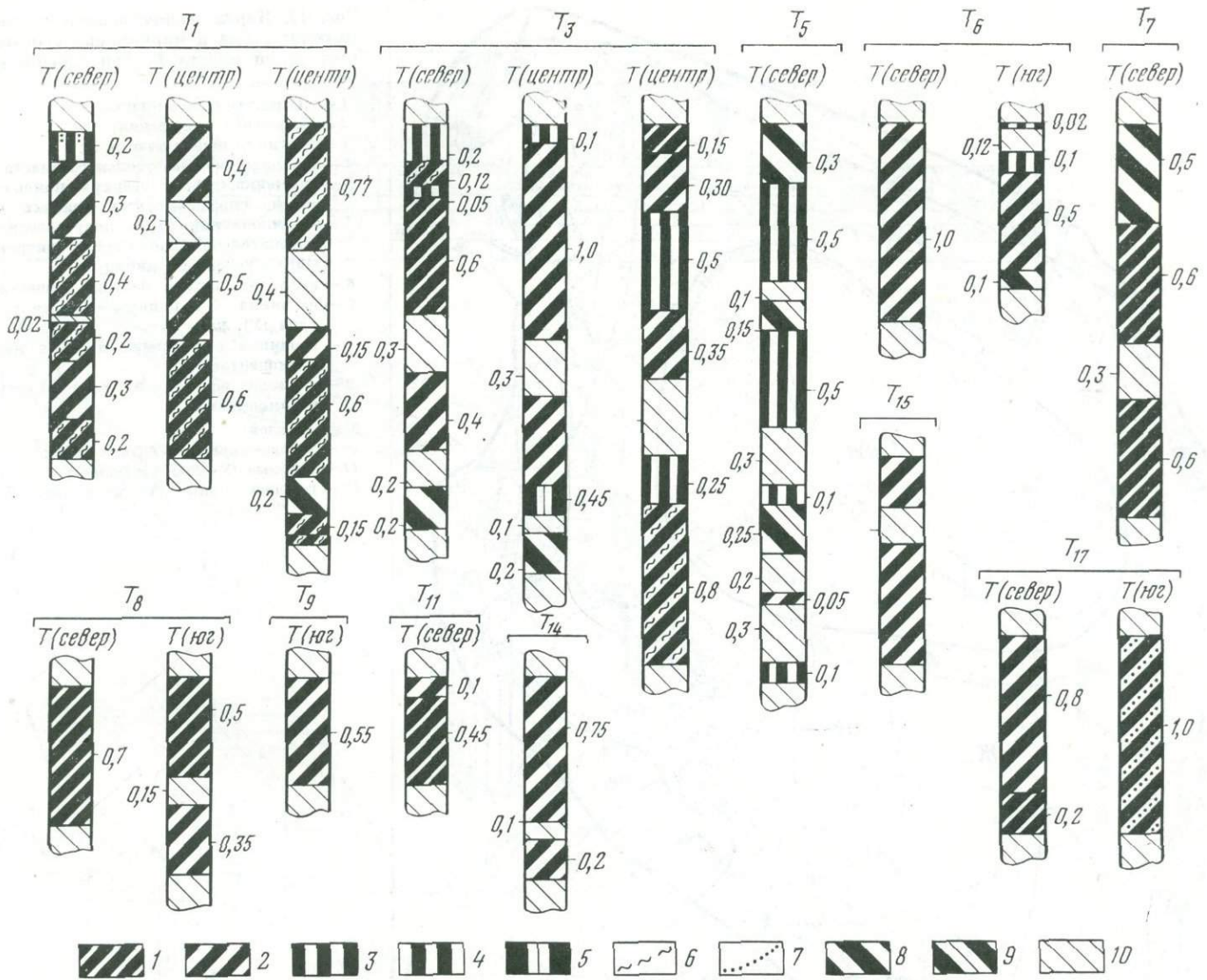
Пласт	Кларен	Дюрено-кларен	Кларено-дюрен	Дюрен	Породные прослои	Уголь необогащенный (рядовой)						Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³					
						Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Сумма плавающих компонентов	Витринит	Лейтинит	Семивитринит	Фюзинит	Минеральные примеси	Сумма плавающих компонентов
T ₁	45	41	3	1	10	62	7	5	9	17	71	76	7	4	7	6	84
T ₃	13	37	27	5	18	54	6	7	19	14	62	64	6	8	15	7	72
T ₅	—	29	49	—	22	38	1	5	13	43	41	58	2	11	18	11	64
T ₆	—	90	5	—	5	50	5	5	20	20	57	57	3	15	15	10	65
T ₇	84	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	69	2	8	9	12	73
T ₈	29	62	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
T ₉	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66	2	9	13	10	71
T ₁₁	83	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
T ₁₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61	5	5	17	12	63
T ₁₃	—	—	—	—	—	48	1	5	19	27	51	—	—	—	—	—	—
T ₁₄	—	90	—	—	10	35	1	6	19	39	38	66	1	9	13	11	70
T ₁₅	—	82	—	—	18	46	2	6	15	31	50	70	3	6	9	12	75
T ₁₇	10	90	—	—	—	44	2	4	16	34	47	79	1	5	5	10	82
Среднее	24	58	8	До 1	10	47	3	6	16	28	52	67	3	8	12	10	73

рваных с β-структурой. По степени разложивности исходного материала гелифицированное вещество относится к посттелинитам и преколлинитам. Фюзенизированные компоненты представлены чаще всего α- и β-фюзинитом, склеротинитом, различным по форме и структуре.

Минеральные примеси состоят главным образом из глинистых минералов (82%), которые образуют в угле последние скопления. Кроме того, большинство пластов отличается повышенным содержанием пирита и зерен терригенного кварца, встречаются осколки вулканического пепла.

К характерным особенностям углей тентекской свиты следует отнести: неоднородность витринизированного вещества, небольшое количество спор, повышенное содержание витринитосклеротинита и фюзинитосклеротинита, а также значительную минерализацию их.

Определенной закономерности в изменении микрокомпонентного состава углей, за исключением лейтинита, в стратиграфическом разрезе свиты не наблюдается (см. табл. 25). Содержание витринита в рядовом угле колеблется от 35–38% (пласты T₅ и T₁₄) до 62% (пласт T₁) и зависит главным образом от ко-



личества минеральных примесей в нем (14—43%). Содержание лейптинита уменьшается вверх по разрезу от 6—7 до 1—2%, составляя в среднем 3%. Количество фюзинита изменяется от 9% (пласт T_1) до 20% (пласт T_6), семивитринит же почти не изменяется. В среднем для углей пластов тентекской свиты содержание плавких компонентов равно 52%, в пластах T_3 и T_1 оно увеличивается до 62—71%.

После обогащения углей, количество витринита в них возрастает в среднем на 20%; количество фюзинита снижается на 4%, минеральных примесей — на 18% (до 6—12%).

Суммарное содержание плавких компонентов в концентрате колеблется от 64 до 84%, в среднем составляет 73% (см. табл. 25).

Изменение петрографического состава, степени метаморфизма и марок обогащенных углей на площади Тентекского района показано на примере пласта T_1 , как наиболее перспективного для освоения (рис. 17). Как видно из приведенного рисунка, состав углей изменяется незначительно; суммарное содержание плавких компонентов в них в основном составляет более 85%. И только на глубоких горизонтах и восточной окраине района количество их уменьшается до 74%. На большей части площади распространения пласта угли находятся на стадии Ж ($10R^a=87-90$ усл. ед.), и только на северной и запад-

Рис. 16. Петрографические разрезы угольных пластов тентекской свиты Тентекского района

Типы углей: 1 — клареновый; 2 — дюрено-клареновый; 3 — кларено-дюреновый; 4 — дюреновый; 5 — угли минерализованные ($As > 35\%$); 6 — угли споровые; 7 — угли зольные; 8 — углистые аргиллиты; 9 — слабоуглистые аргиллиты; 10 — аргиллиты; T_1, T_3, T_5 и т. д. — индексы угольных пластов

ной окраинах — на стадии Г ($10R^a$ менее 86 усл. ед.). Марочный состав углей довольно пестрый, наибольшее распространение имеют коксово-жирные угли, среди которых выделяются отдельные пятна жирных. Кроме того, на севере и западе выделяется узкая полоса, где угли относятся к газовой-жирным. Такое разнообразие марочного состава углей, на сравнительно небольшой площади распространения пласта, при довольно постоянном их петрографическом составе и почти одной стадии метаморфизма, говорит о том, что такие классификационные параметры углей, как выход летучих веществ ($V^r, \%$) и толщина пластического слоя ($Y, мм$), не являются совершенными и не могут достаточно точно характеризовать коксуюемость углей (Аммосов, Еремин и др., 1963). Если учесть, что изменение большинства показателей качества углей (W^a, V^r, R, C^r, Q_6^r и др.) происходит зонально, то и технологические марки, по всей вероятности, должны распределяться так же.

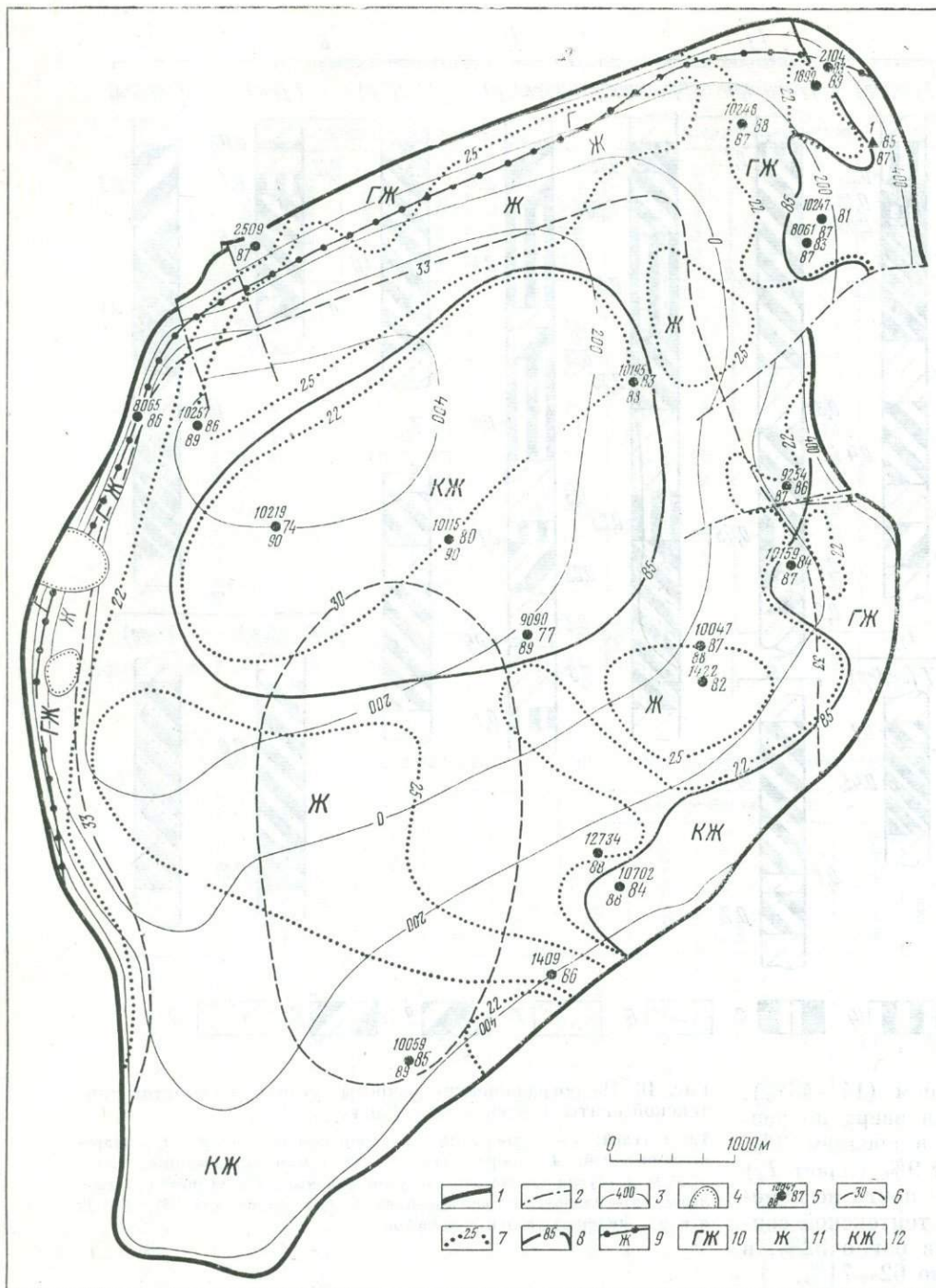


Рис. 17. Карта вещественного состава, метаморфизма и маркировки обогащенных углей пласта T_1 Тентекского района

- 1 — выход угольного пласта;
- 2 — разрывные нарушения;
- 3 — изогипсы почвы пласта, м;
- 4 — площадь размыва угольного пласта;
- 5 — скважина, цифры: сверху — номер скважины, справа — сумма плавких микрокомпонентов, %, снизу — величина отражательной способности витринита ($10R^2$), условных единиц;
- 6 — изолинии выхода летучих веществ, %;
- 7 — изолинии толщины пластического слоя (У), мм;
- 8 — изолинии содержания плавких микрокомпонентов, %;
- 9 — граница зон углей разной степени метаморфизма

Марки углей:

- 10 — газово-жирные (V_r более 33%);
- 11 — жирные ($U=25$ мм и более);
- 12 — коксово-жирные (V_r менее 33%, U менее 25 мм)

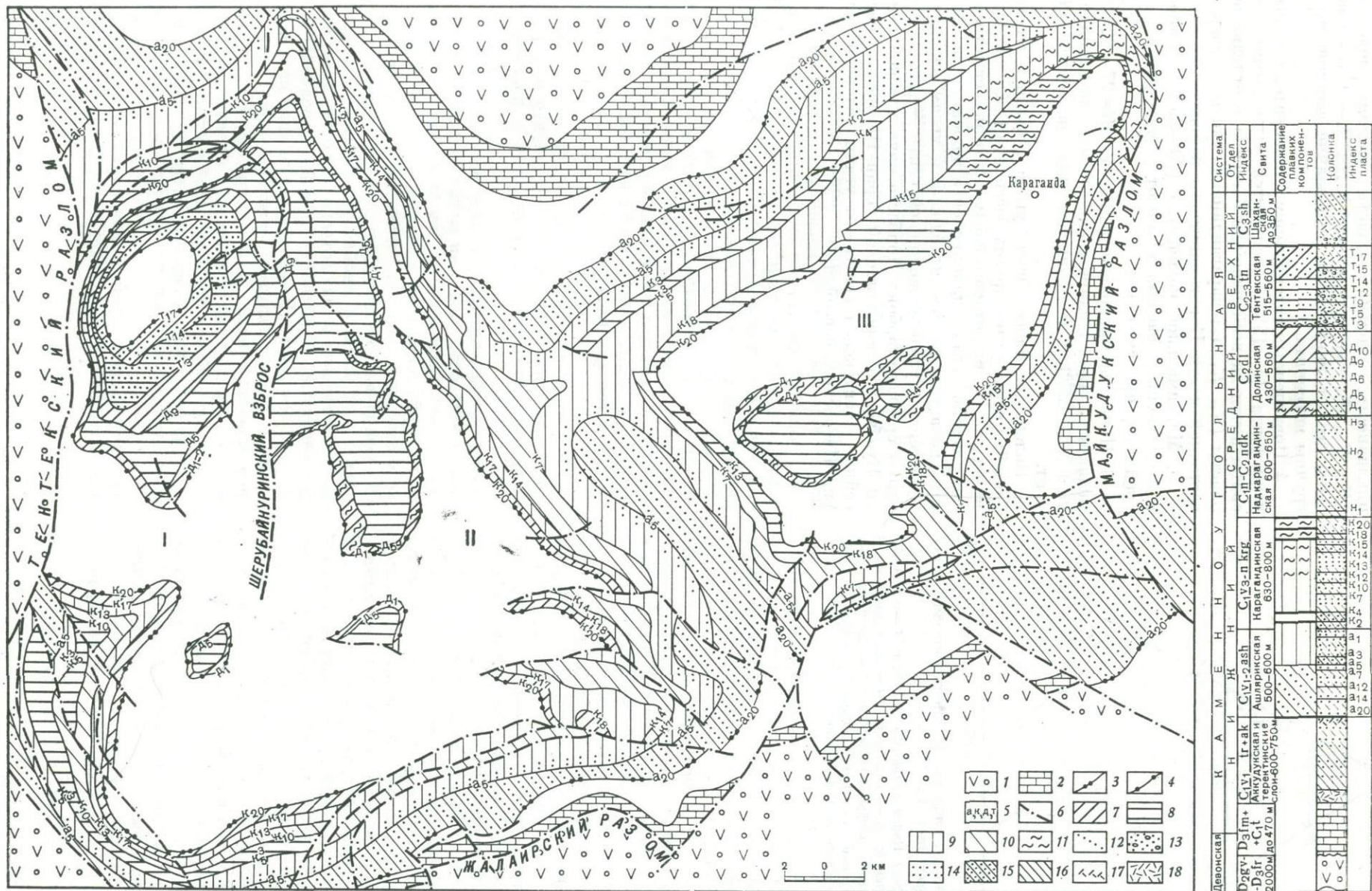
В результате проведенных исследований и обобщения имеющегося материала по петрографическому анализу составлена схематическая карта вещественного состава палеозойских углей бассейна (рис. 18). Основным параметром карты является содержание плавких компонентов (ПК, %) в обогащенных углях. Кроме того, на карте выделены участки, где угли имеют повышенное содержание компонентов группы лейптинита (10% и более для углей долинской свиты, 5% и более для углей карагандинской свиты) и минеральных примесей (более 10%). Все угли бассейна разделены на четыре группы по количеству плавких компонентов в них: 85—75%, 75—65%, 65—55% и 55—45%. К первым двум группам относятся в основном угли долинской и тентекской свит, к двум последним — угли карагандинской и ашлярикской

свит. Для наглядности на карту нанесены только те угольные пласты, по которым проходит граница групп углей различного петрографического состава.

Отмечены характерные особенности и установлен ряд закономерностей в изменении вещественного состава палеозойских углей бассейна:

1. Количество плавких компонентов в обогащенных углях ашлярикской и большинства пластов карагандинской свит составляет 45—65%, долинской и тентекской свит—65—85%.

2. Содержание плавких компонентов уменьшается в углях карагандинской свиты на 10—15% в южном направлении, в углях долинской свиты — на 5—10% с запада на восток, а тентекской свиты — с глубиной залегания пластов.



Система	А Я Р Х Н И И				Сопоставимые плавких компонентов	Колонка	Индекс пласта
	Отдел	Верхний	Средний	Средний			
Девонская	Саш	Саш	Саш	Саш	до 350 м		17
	Индес	Тентекская	Долинская	Тентекская			
Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	свая 600-650 м		10
	Надкаррагинская	Надкаррагинская	Надкаррагинская	Надкаррагинская			
Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	свая 630-800 м		10
	Капаладинская	Капаладинская	Капаладинская	Капаладинская			
Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	свая 500-600 м		10
	Ашлярикская	Ашлярикская	Ашлярикская	Ашлярикская			
Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	Силурийская	свая 600-750 м		10
	Ашлярикская	Ашлярикская	Ашлярикская	Ашлярикская			

Рис. 18. Схематическая карта вещественного состава обогащенных углей Карагандинского бассейна (составили А. А. Кузнецова, М. В. Голицын)
 1 — эффузивно-обломочная толща ордовика и девона; 2 — карбонатная толща фамена и турне; 3 — граница ашлярикска-карагандинской толщи; 4 — граница долиньско-тентекской толщи; 5 — индексы угольных пластов: ашлярикска, карагандинская, долиньская

и тентекской свит; 6 — разрывные нарушения. Содержание в концентрате плавких компонентов: 7 — 85-75%; 8 — 75-65%; 9 — 65-55%; 10 — 55-45%; 11 — лейптинита в углях долиньской свиты 10% и более, карагандинской — 5% и более; 12 — минеральных примесей — 13% и более; 13 — конгломераты; 14 — песчаники; 15 — алевролиты; 16 — аргиллиты; 17 — туфы (только на колонке); 18 — туффиты (только на колонке). Угленосные районы: I — Тентекский, II — Шерубайуриинский, III — Карагандинский

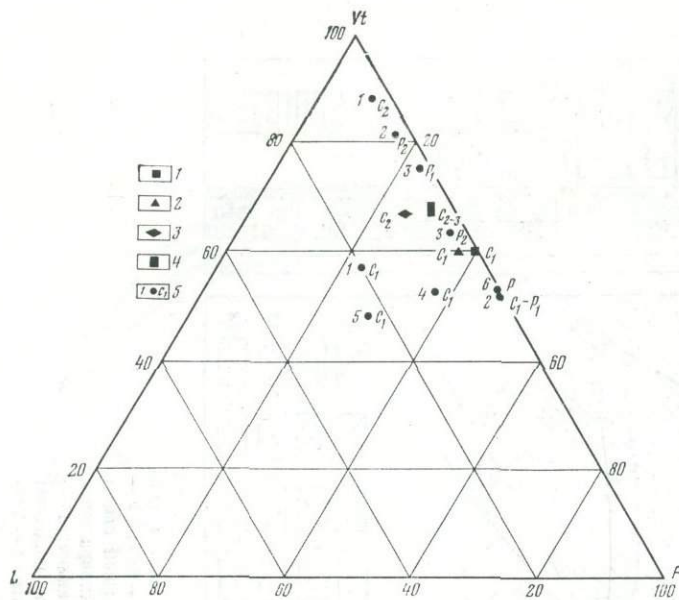


Рис. 19. Вещественный состав углей Карагандинского и некоторых других бассейнов СССР

Угли продуктивных свит Карагандинского бассейна: 1 — ашлярикской; 2 — карагандинской; 3 — долинской; 4 — тентекской; 5 — бассейны и возраст углей (цифры на рисунке): 1 — Донецкий; 2 — Кузнецкий; 3 — Печорский; 4 — Подмосковский; 5 — Кизеловский; 6 — Тунгусский (Норильское месторождение)

3. В изменении вещественного состава углей в стратиграфическом разрезе намечается определенная цикличность. Угольные пласты средних подсвит (K_{10}, K_{12}, K_{14} — карагандинской и D_7, D_8 — долинской свит) имеют пониженное содержание компонентов группы витринита.

4. Повышенным содержанием компонентов группы лейттинита (5—15%) отличаются угли долинской свиты почти на всей площади бассейна и отдельные пласты (K_{18}, K_{14}, K_6) карагандинской свиты в северо-восточной части Карагандинского района.

5. Максимальное количество (20—30%) компонентов группы фюзинита имеют угли карагандинской и ашлярикской свит.

6. Наиболее минерализованными ($Ml=27-32\%$) являются угли ашлярикской, низов карагандинской ($K_1-K_5^3$) и большинства пластов тентекской свит.

Положение палеозойских углей Карагандинского бассейна среди углей других бассейнов СССР показано на рис. 19, из которого следует, что по вещественному составу угли ашлярикской и большинства пластов карагандинской свит близки к углям балахонской серии Кузбасса, долинской свиты — тяготеют к углям среднего карбона Донбасса, ерунаковской свиты Кузбасса и воркутинской серии Печорского бассейна, а тентекской свиты — к углям печорской серии Печорского бассейна.

Глава III

МЕТАМОРФИЗМ УГЛЕЙ

Характеристика свойств карагандинских углей разных стадий метаморфизма приведена в табл. 26. В настоящей работе принято буквенное обозначение стадий метаморфизма угля (Д, Г, Ж, К, ОС, Т и т. д.). Подстадии обозначаются цифрами: Ж₁, Ж₂, Ж₃ — угли жирные мало-, средне- и высокометаморфизованные.

В пределах Карагандинского бассейна развиты угли средних и, в меньшей степени, высоких стадий метаморфизма, причем в различных районах метаморфизм углей по разным причинам оказался неодинаковым (рис. 20). Общей закономерностью для бассейна является увеличение степени метаморфизма углей в южном направлении, в Карагандинском районе — в юго-западном, в Шерубайнуринском и Тентекском — в южном. Если вдоль северной окраины бассейна распространены угли газовые, жирные и коксовые малометаморфизованные, то на юге бассейна и глубоких горизонтах его угли находятся на стадиях К, ОС, Т и ПА.

На востоке бассейна в слабо изученном Верхне-сокурском районе, где от размыва сохранились только отложения ашлярикской свиты, угли находятся на стадиях ОС и Т.

В наиболее изученном Карагандинском районе угли ашлярикской свиты на севере относятся к жирным и коксовым, а на юге и западе к коксовым и отощенным спекающимся. В карагандинской свите на севере угли жирные, реже коксовые, а на юге и западе коксовые, отчасти отощенные спекающиеся. На крайнем северо-востоке района, в замке синклинали, угли самых верхних пластов свиты относятся к газовым. В слабо изученной восточной части района развиты угли коксовые и жирные. На крайнем юге района (юг Талдыкудукского участка) степень метаморфизма углей ашлярикской и карагандинской свит резко повышается, достигая стадии тощих. В центральной части Карагандинской синклинали, в так называемой Дубовской мульде, в долинской свите на северном крыле распространены угли газовые, а на южном — жирные.

В Шерубайнуринском районе метаморфизм углей ашлярикской свиты постепенно нарастает к югу,

причем в северной половине района преобладают угли стадии К, а в южной — ОС. Почти все угли карагандинской свиты находятся на коксовой стадии, причем на севере они мало- и среднетаморфизованные, а на юге — средне- и высокометаморфизованные, частично отощенные спекающиеся. На крайнем юге района (Кичкинекольский участок) угли этих двух свит находятся на стадии тощих и антрацитов.

Долинская свита слагает одноименную мульду, в пределах которой метаморфизм углей постепенно повышается к югу, но угли обычно не выходят за пределы стадии жирных углей. На севере распространены — жирные мало- и среднетаморфизованные, на юге — жирные средне- и высокометаморфизованные, отчасти коксовые угли. Несколько южнее, в небольшой Колпакской мульде, эти угли уже находятся на коксовой стадии.

В Тентекском районе в целом проявляется четкая тенденция увеличения метаморфизма углей к югу. Угли ашлярикской и карагандинской свит на севере относятся к коксовым, отчасти жирным, на юго-западе — к коксовым и отощенным спекающимся. На крайнем юге района (Тасзаимский участок) развиты тощие угли и антрациты. Эта общая закономерность нарушена на севере Сасыккольского участка, где среди коксовых и отощенных спекающихся углей развиты угли тощие. Отложения долинской и тентекской свит в северной половине района слагают асимметричную Тентекскую мульду. На северо-западном ее крыле в долинской свите развиты угли газовые и жирные, а на юго-восточном — жирные и даже коксовые угли. В вышележащей тентекской свите угли в основном газовые, лишь на крайнем юго-востоке они переходят в жирные. К югу от Тентекской мульды расположена небольшая Карагоская мульда, в которой угли низов долинской свиты, в соответствии с общей закономерностью, находятся на стадии К.

Основным видом метаморфизма в Карагандинском бассейне является метаморфизм региональный, в меньшей степени — термальный. Роль динамометаморфизма неясна.

Стадии метаморфизма углей Центрального Казахстана по основным физическим, петрографическим и технологическим признакам

Стадии и подстадии метаморфизма		Отражательная способность витринита		Цвет оболочек спор в анплифах с масляной иммерсией	Показатель преломления, Крылова, 1954	Выход летучих веществ (V ^r), %		Содержание углерода (C ^r), %		Толщина пластического слоя (У), мм		Коксуемость (остаток кокса в барабане), кг		Теплота сгорания (Q _с ^r), тыс. ккал/кг		Выход продуктов коксования, %				Действительная плотность, г/см ³	Кажущаяся плотность, г/см ³
принятые для углей	По И. И. Амосову, 1963	R ^o , %	10 R ^a , усл. ед.			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	перегретая вода	конс	смола	бензол		
Г ₁ Г ₂ Г ₃	II ₁ II ₂ II ₃	0,65—0,93	77—85	Темно-коричневый Коричневый Серо-коричневый	1,80—1,85	Менее 40—31	Менее 42—35	83— 85,9	83— 85,5	0—10	9—22	230— 270	270— 320	8,1— 8,3	8,1— 8,3	6,6	68	6,1	1,8	1,36	1,29
Ж ₁ Ж ₂ Ж ₃	III ₁ III ₂ III ₃	0,94—1,20	85—92	Коричневато-серый Серый с коричневатым оттенком Серый с желтоватым оттенком	1,85—1,90	Менее 31—23	Менее 35—27	86— 88,5	85,6— 88,2	10—12	22—25	250— 280	320— 325	8,2— 8,4	8,2— 8,5	5,4	75	4,4	1,3	1,40	1,32
К ₁ К ₂ К ₃	IV ₁ IV ₂ IV ₃	1,21—1,60	92—100	Светло-серый Споры не видны (контрасты резкие)	1,90—1,97	Менее 23—16	Менее 27—18	88,6— 90,2	88,3— 90,0	7—11	11—24	270— 300	325— 345	8,3— 8,5	8,4— 8,6	4,5	79	2,7	0,8	1,45	1,35
OC	V	1,61—1,99	100—107	Споры не видны (контрасты ослабленные)	1,97—1,99	Менее 16—12	Менее 18—13	90,3— 91,5	90,1— 91,5	0—7	0—11	230— 270	250— 280	До 8,7	—	—	—	—	—	—	—
T	VI	2,00—2,75	107—120	—	1,99—2,03	Менее 12—9	Менее 13—9	91,6— 93,0	91,6— 93,0	0	0	—	—	До 8,6	—	—	—	—	—	—	—
ПА	VII	2,76—5,20	120—150	—	Более 2,03	Менее 9—7	Менее 9—7	93—95	93—95	0	0	—	—	До 8,5	—	—	—	—	—	—	—
A	VIII—X	Более 5,20	Более 150	—	—	Менее 7	Менее 7	Более 95,0	Более 95,0	0	0	—	—	До 8,4	—	—	—	—	—	—	—

Примечания. 1 — угли с суммой плавких компонентов 60%. 2 — угли с суммой плавких компонентов 80%.

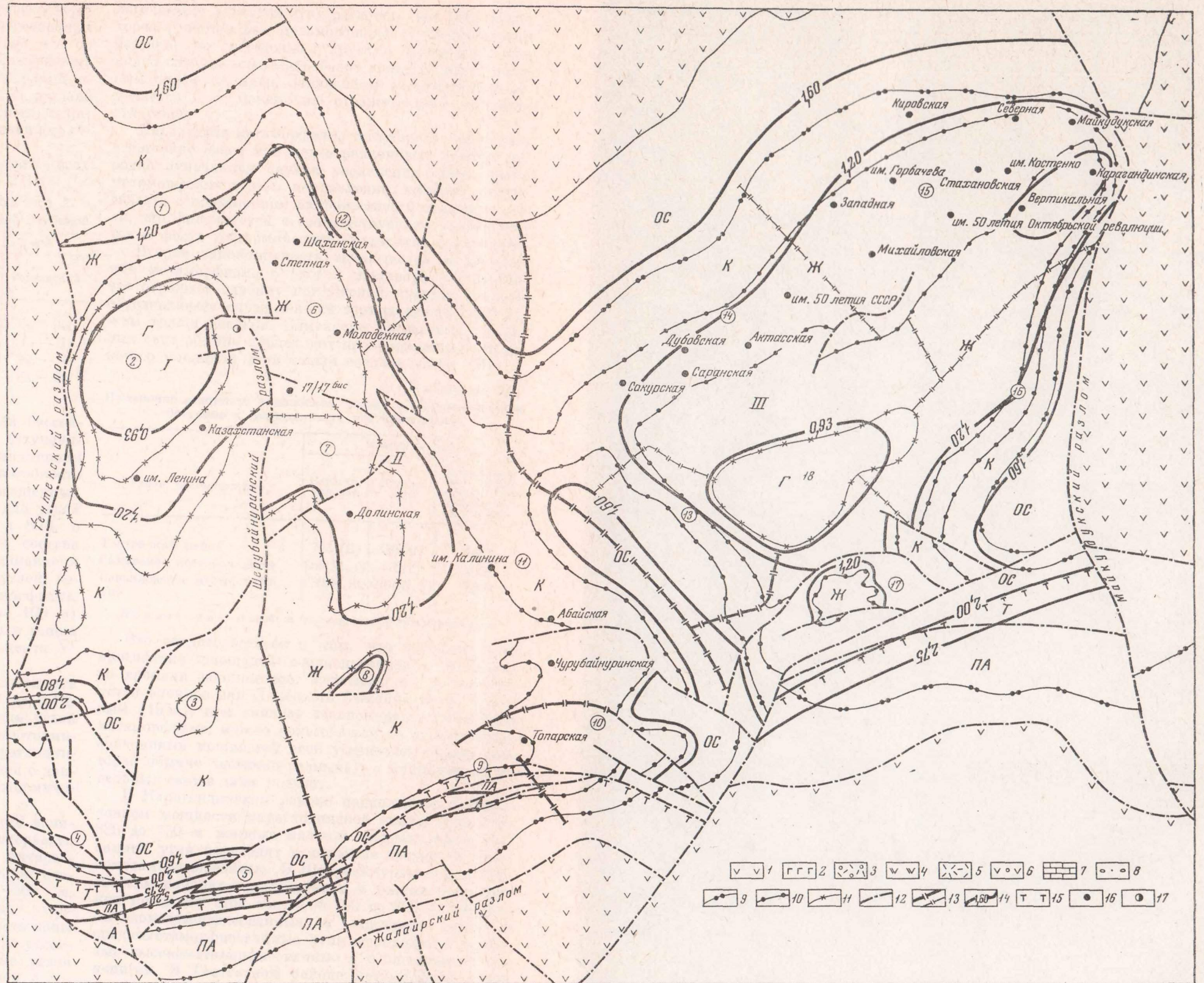
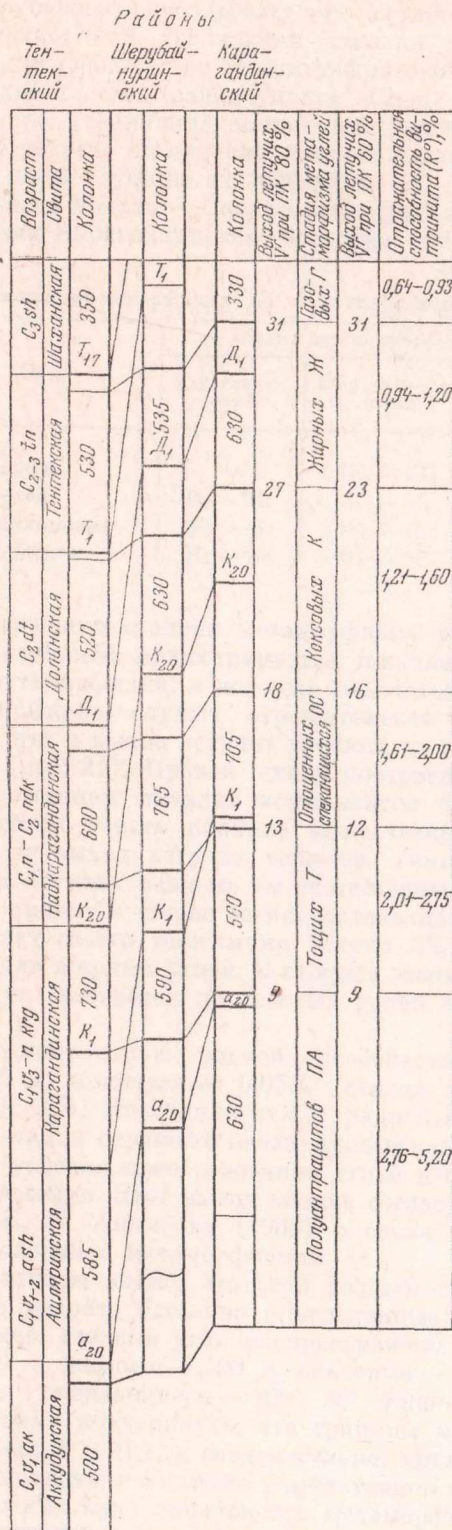


Рис. 20. Схема метаморфизма палеозойских углей Карагандинского бассейна

1 — докарбонные отложения; 2 — ордовик; 3 — нижний девон, кобленский ярус; 4 — нижний девон; 5 — кобленский — живецкий ярусы; 6 — живецкий — франский ярусы; 7 — турнейский ярус; 8 — мезозойские отложения; 9 — нижняя граница ашлярской свиты; 10 — границы карагандинской свиты; 11 — границы долинской свиты; 12 — разрывные нарушения; 13 — границы угле-

носных районов и участков; 14 — границы зон метаморфизма и значения отражательной способности витринита (R₀), %; 15 — зона проявления термального метаморфизма. Шахты: 16 — действующие; 17 — строящиеся; стадии метаморфизма углей: Г — газовых; Ж — жирных; К — коксовых; ОС — отощенных спекающихся; Т — тощих; ПА — полуантрацитов; А — антрацитов. Угленосные районы: I — Тентекский, II — Шерубайнуринский, III — Карагандин-

ский. Участки бассейна (цифры в кружках): 1 — Манжинский, 2 — Тентекский, 3 — Карагогский, 4 — Сасыккольский, 5 — Тасзаимский, 6 — Каражаро-Шаханский, 7 — Долинский, 8 — Колпаковский, 9 — Кичинекольский, 10 — Южный, 11 — Центральный, 12 — Северный, 13 — Алабасский, 14 — Саранский, 15 — Промышленный, 16 — Майкудукский, 17 — Талдыкудукский, 18 — Дубовский

РЕГИОНАЛЬНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ

Ведущая роль регионального метаморфизма признается подавляющим большинством отечественных и зарубежных исследователей. Установлено, что он проявляется в увеличении степени метаморфизма углей и пород: 1) со стратиграфической глубиной залегания пластов (закон Хильта—Скока¹); 2) в плане по мере увеличения мощностей угленосных толщ; 3) в разрезе по падению пластов с увеличением современной глубины их залегания.

Закон Хильта — Скока четко проявляется во всех районах Карагандинского бассейна (табл. 27).

Таблица 27

Изменение метаморфизма со стратиграфической глубиной

Свита	Стадия метаморфизма по районам		
	Карагандинский	Шерубайнуринский	Тентекский
Тентекская	—	Ж ₁ — Ж ₂	Г ₂ — Ж ₁
Долинская	Г ₃ — Ж ₁	Ж ₁ — К ₁	Г ₃ — К ₁
Карагандинская	Ж ₁ — К ₁	Ж ₃ — К ₃	Ж ₃ — К ₃
Ашлярикская	К ₁ — К ₂	К ₁ — ОС	К ₂ — ОС

Изменение степени метаморфизма углей бассейна с глубиной иллюстрируется шкалами (ступенями) метаморфизма, в которых показателями степени метаморфизма служат отражательная способность витринита и выход летучих веществ из обогащенных углей (рис. 21). Правая шкала построена для углей с содержанием плавких компонентов 60 и 80% с тем, чтобы учесть влияние вещественного состава углей на выход летучих веществ. Темп изменения выхода летучих веществ из обогащенных углей, который принят в шкале за показатель метаморфизма, достигает своего максимума (около 2% на 100 м) на стадии жирных углей. В сторону газовых и тощих углей он снижается до десятых долей процента V^T на 100 м.

Градиент отражательной способности витринита (R°/100 м) меняется от 0,05% (стадия Ж) до 0,1% (стадия ОС). Колебания этого градиента для углей одной стадии отражают неодинаковые палеогеотермические условия преобразования углей в Карагандинском бассейне. Этот вывод вполне согласуется с данными И. И. Аммосова (1968) о связи геотермических условий с метаморфизмом.

Из шкалы видно, что угли разных стадий занимают в разрезе бассейна определенные интервалы. Например, газовые угли распространены в интервале 1000 м, жирные — 500 м, коксовые — 600 м, отощенные спекающиеся — 400 м, тощие — 500 м. Необходимо подчеркнуть, что границы между углями стадий Т и ПА, а следовательно, мощность зоны Т, установлены в бассейне в достаточной мере условно. Вертикальная зональность метаморфизма углей Карагандинского бассейна оказалась сходной с зональностью, установленной в других бассейнах СССР, что, видимо, связано с общностью истории геологического развития этих регионов (рис. 22).

Некоторые сужение зон метаморфизма в Экибастузском бассейне, по сравнению с другими бассейнами, очевидно следует объяснять более напряженным тепловым полем его недр. Зональность метаморфизма отмечается и по изменению отражательной способности углей.

Нарастание метаморфизма с глубиной происходит в бассейне более или менее равномерно. Однако нередко отмечаются случаи увеличения темпа роста метаморфизма в этом направлении, которое следует связать с повышением напряженности теплового поля, что фиксируется в соответствующем увеличении темпа роста геотермических градиентов с глубиной.

Вторая закономерность заключается в повышении метаморфизма с ростом мощности отложений, что отражает глубину погружения пластов, которая обуславливает определенный термодинамический режим толщи осадков. Изменение мощностей отдельных свит обычно происходит пропорционально изменению мощности всей толщи осадков (табл. 28).

Таблица 28

Изменение мощности угленосной толщи в Карагандинском бассейне и сопредельных месторождениях

Район, месторождение	Мощность свит, м		
	Карагандинская	Долинская	Карагандинская, надкарагандинская, долинская, тентекская
Тентекский район	725 (Ж)	520 (Ж)	2400
Самарское месторождение	600 (Ж, Г)	430 (Г)	2000
Завьяловское месторождение	650 (К, Ж)	470 (Ж, Г)	2200

Примечание. В скобках указана стадия метаморфизма.

Это свидетельствует о том, что интенсивность прогибания площадей осадконакопления менялась во времени закономерно. Учитывая это положение, установленное для Донецкого бассейна В. З. Ершовым (1954), при анализе закономерного изменения метаморфизма, можно пользоваться не абсолютными значениями мощностей всей угленосной толщи (которая обычно частично размыта), а мощностями отдельных свит и даже подсвит.

В Карагандинском районе параллельно с увеличением мощности карагандинской свиты к югу от 630 до 750 м жирные мало- и среднеметаморфизованные угли переходят в коксовые средне- и высокометаморфизованные. В Шерубайнуринском и Тентекском районах с увеличением в южном направлении мощности этой свиты от 700 до 800 м, жирные высокометаморфизованные и коксовые мало- и среднеметаморфизованные угли переходят в коксовые высокометаморфизованные и отощенные спекающиеся. В Тентекском районе метаморфизм углей долинской свиты повышается в юго-восточном направлении, где по мере увеличения мощности долинской свиты от 425 до 560 м прослеживается метаморфический ряд углей: газовые — жирные — коксовые.

Третья закономерность, касающаяся увеличения степени метаморфизма в направлении падения угольных пластов, имеет очень важное значение при прогнозировании качества углей глубоких горизон-

¹ Известное правило Хильта нами предложено называть законом Хильта—Скока (Голицын, 1966), поскольку В. И. Скок (1954, 1963) существенно уточнил основные закономерности изменения метаморфизма с глубиной, что имело первостепенное значение для прогноза качества углей глубоких горизонтов многих угольных бассейнов.

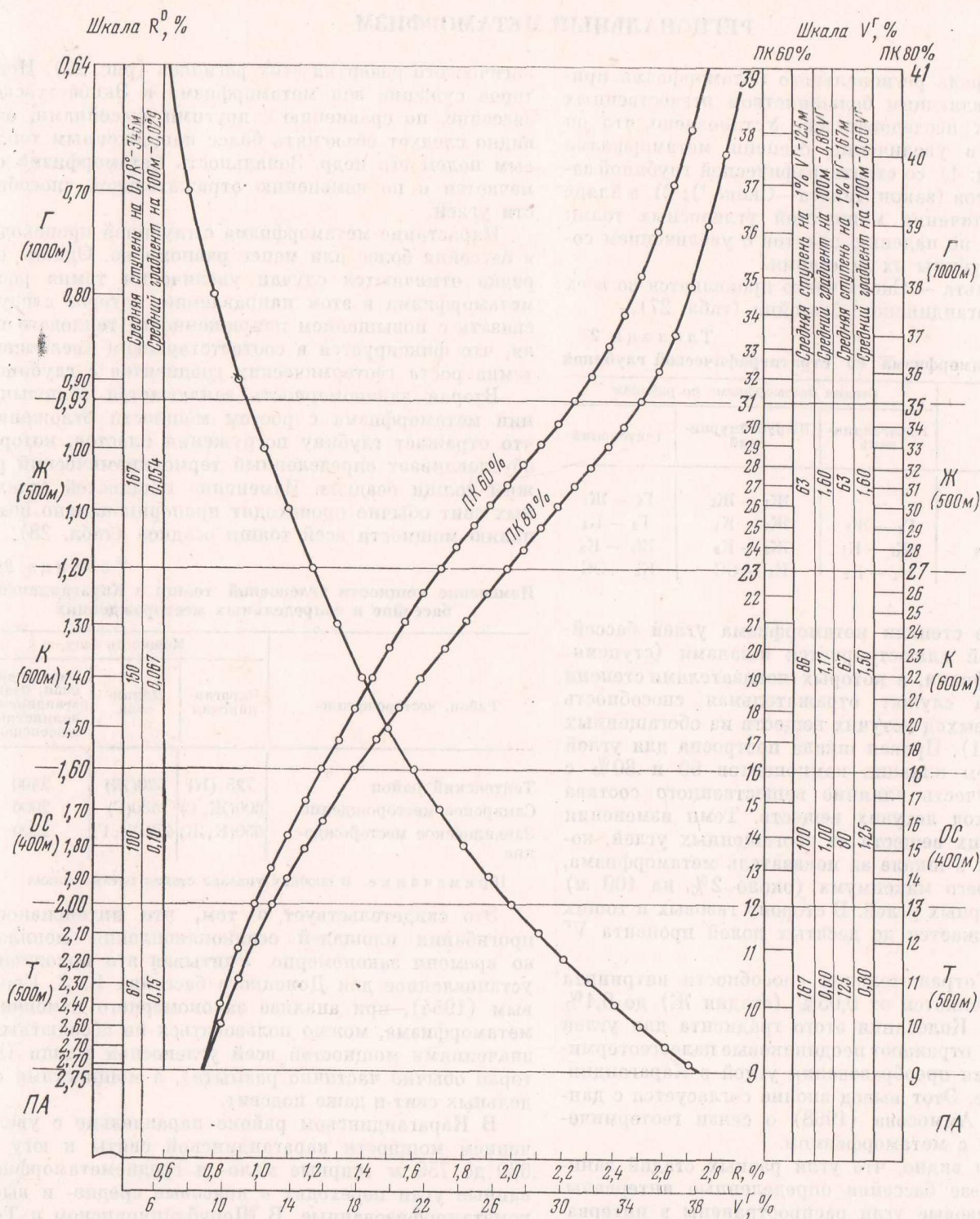


Рис. 21. Шкалы метаморфизма углей Карагандинского бассейна

Стадии метаморфизма углей: Г — газовых; Ж — жирных; К — коксовых; ОС — огощенных спекающихся; Т — тощих; ПА — полуантрацитов. ПК — сумма плавких компонентов в угле, %; R° — отражательная способность витринита, %; VΓ — выход летучих веществ на горючую массу, %

тов. В недалеком прошлом, когда разведочные работы велись в основном на небольших глубинах, эта закономерность не учитывалась и стадия метаморфизма, установленная вблизи поверхности, распространялась на угли глубоких горизонтов. Во многих бассейнах (в том числе и Карагандинском) это привело к неточной оценке марочного состава углей

глубоких горизонтов. На изменение степени метаморфизма углей с глубиной залегания пласта впервые указали в Карагандинском бассейне — Л. Ф. Думлер (1956), в Донецком — М. Л. Левенштейн (1959), в Кузнецком — И. И. Аммосов.

В табл. 29 это положение иллюстрируется на примере пласта D₆ в Тентекской мульде. На северо-западном крыле мульды скорость нарастания метаморфизма с глубиной в 2—3 раза больше, чем на юго-восточном крыле (0,8—0,9 и 0,25—0,40% VΓ на 100 м). На северном крыле Карагандинской синклинали (Промышленный и Саранский участки) темп снижения выхода летучих веществ из углей долиньской и карагандинской свит равен около 1% на 100 м, а на южном — около 0,5% на 100 м.

Таблица 29

Изменение метаморфизма углей пласта Д₆ с глубиной (м) по крыльям Тентекской мульды

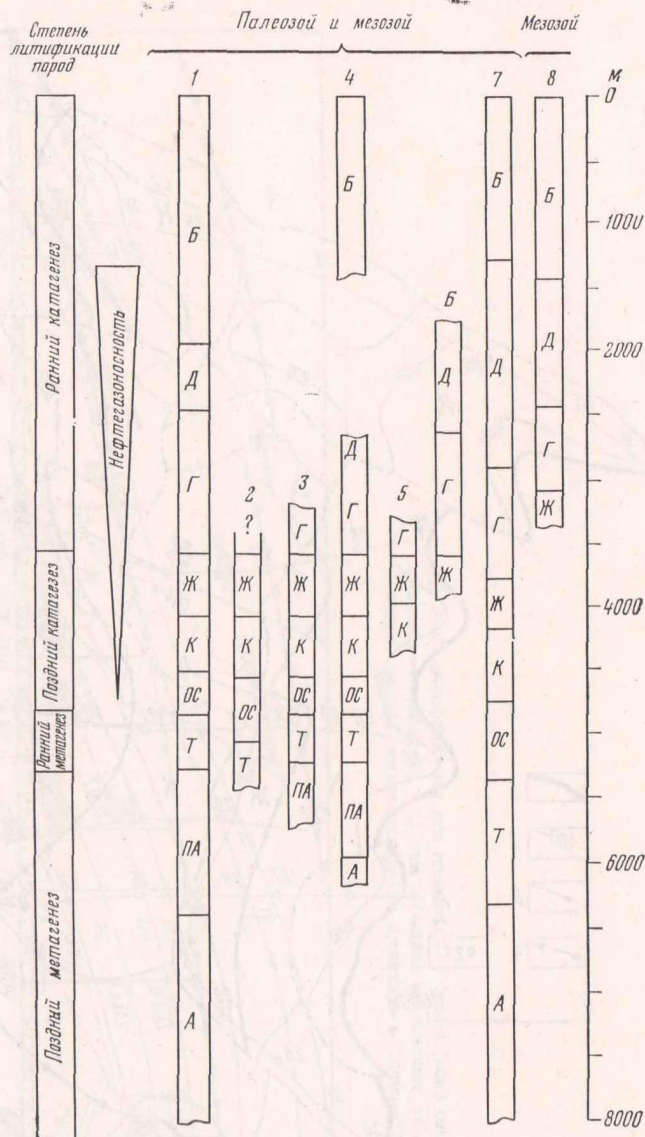
Поле шахты	100	300	500	700	900	1000	Средний градиент V _Г , % на 100 м, по вертикали
6 (север)	Г ₃ 34,5	Г ₃ 33,2	Ж ₁ 31,1	Ж ₂ 29,0	Ж ₃ 27,0	Ж ₃ 25,0	0,95
8	Ж ₁ 31,7	Ж ₁ 30,7	Ж ₂ 29,7	Ж ₂ 28,0	Ж ₃ 26,3	К ₁ 24,5	0,72
Казахстанская (юг)	Ж ₃ 25,5	К ₁ 24,5	К ₁ 23,9	К ₁ 23,4	К ₁ 23,0	К ₁ 22,5	0,30
Им. Ленина (запад)	Ж ₃ 27,0	Ж ₃ 26,0	Ж ₃ 25,0	К ₁ 24,2	К ₁ 23,5	К ₁ 23,0	0,40
6 (юг)	Ж ₁ 32,0	Ж ₁ 30,6	Ж ₂ 28,8	Ж ₃ 27,0	Ж ₃ 25,0	К ₁ 23,5	0,85

Примечание. Числитель — стадии метаморфизма, знаменатель — выход летучих (V_Г, %)

Выявленные закономерности в изменении свойств углей, обусловленные влиянием регионального метаморфизма, находят подтверждение практически во всех районах Карагандинского бассейна и используются для прогноза качества углей глубоких горизонтов.

Рис. 22. Глубинная зональность метаморфизма ископаемых углей

Стадии метаморфизма углей: Б — бурых, Д — длиннопламенных, Г — газовых, Ж — жирных, К — коксовых, ОС — отощенных спекающихся, Т — тощих, А — антрацитов. Районы: 1 — Донбасс (по Левенштейну, 1969 г.); 2 — Джезказганская впадина (по Голицыну, 1972 г.); 3 — Тенизская впадина (по Голицыну, 1972 г.); 4 — Карагандинский бассейн (по Голицыну, 1972 г.); 5 — Экибастузский бассейн (по Голицыну, 1972 г.); 6 — Кайнама (по Голицыну, 1972 г.); 7 — Кузнецкий бассейн (по Паху, 1971 г.); 8 — Западная Сибирь (по Аммосову, 1967 г.)



СВЯЗЬ МЕТАМОРФИЗМА УГЛЕЙ С РАЗВИТИЕМ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Современное распределение зон метаморфизма в плане и в разрезе представляет собой результат проявления ряда последовательных тектонических этапов, каждый из которых характеризуется погружением угольных пластов на определенное время в области определенных температур и давлений. Процессы, протекавшие после основной метаморфизации угля (в период максимального погружения пластов), могли сильно повлиять на характер распределения в недрах углей различных стадий метаморфизма. Следствием этого явилось участие зон метаморфизма в основных процессах складчатости; эти зоны, хотя и в сглаженной форме, обычно повторяют складки, в которые смяты угольные пласты, и нередко разорваны дизъюнктивами.

Связь метаморфизма углей со складчатостями структурами рассмотрена на примере пласта К₁₂ в Шерубайнуриной синклинали (см. рис. 9). В принципе указанные зоны метаморфизма повторяют основные структурные формы этого пласта, т. е. направление линий равного метаморфизма (изоград, изоволь, изореспленд) совпадает с направлением изогипс почвы пласта. Закономерности, за-

ложенные в доинверсионный этап и связанные с неодинаковой глубиной погружения пласта до складчатости, выразились в увеличении степени метаморфизма углей верхних горизонтов в юго-восточном направлении от стадии Ж и К на Манжинском участке до К и ОС на Центральном и Южном участках. В этом же направлении возрастает мощность карагандинской свиты от 700 до 800 м.

До инверсии максимальное погружение пласта К₁₂ происходило на юге Шерубайнуриной синклинали, с которым не совпадает современный центр этой структуры, находящейся в ее северо-западной части — в Тентекской мульде. В доинверсионный этап угли пласта К₁₂ достигли на юге высоких стадий метаморфизма (ОС, Т, а местами и ПА). После инверсии юг Шерубайнуриной синклинали испытал довольно быстрое поднятие, и высокометаморфизованные угли были выведены в приповерхностные зоны с соответствующим ослаблением метаморфических процессов. В то же время на севере синклинали, где доинверсионное погружение пластов было меньшим, чем на юге, угли достигли только стадий Ж и К, что и фиксируется в настоящее время на верхних гори-

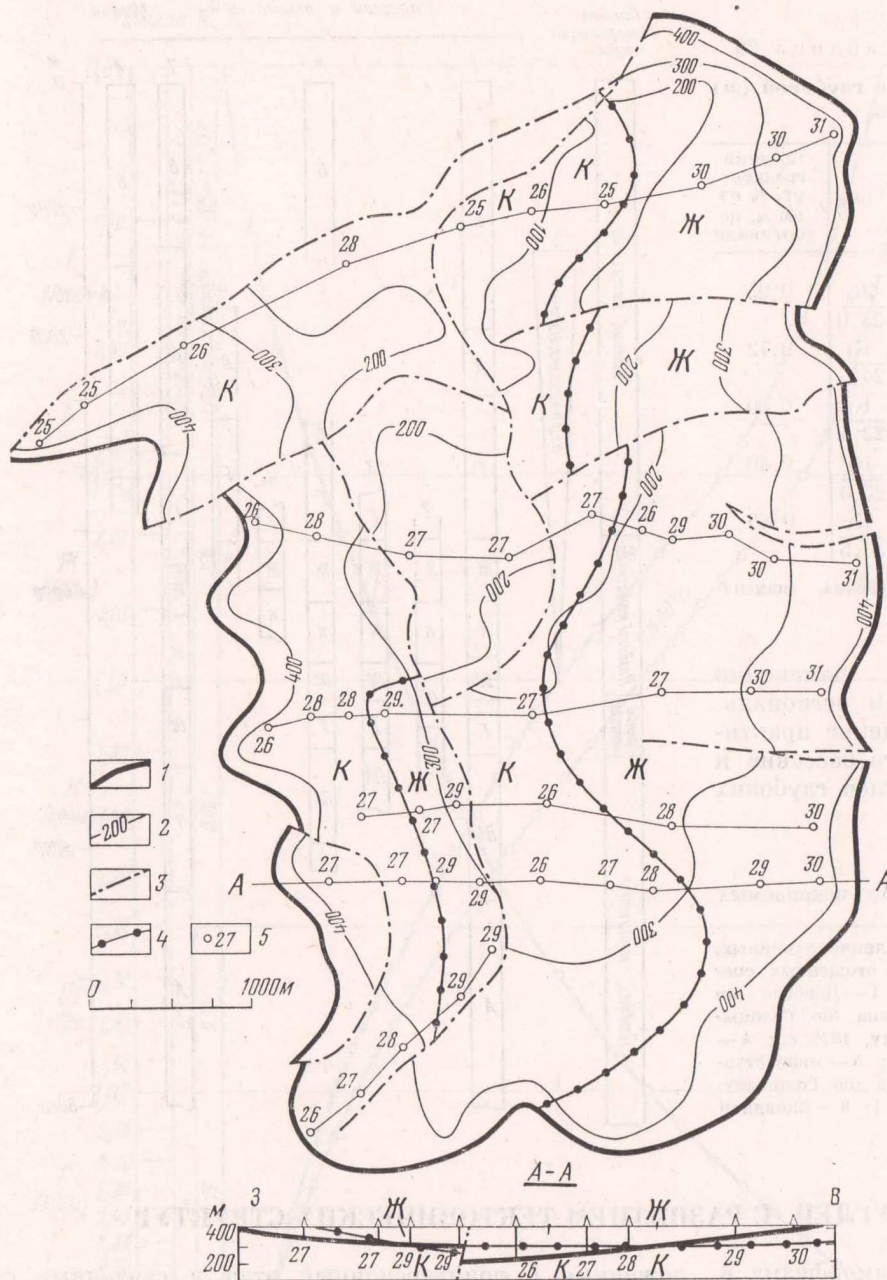


Рис. 23. Схема метаморфизма углей пласта D_1 на юге Долинской мульды

- 1 — выход пласта D_1 под наносы;
- 2 — изогипсы почвы пласта, м;
- 3 — разрывные нарушения;
- 4 — граница зон метаморфизма. Стадии метаморфизма углей:
- Ж — жирных,
- К — коксовых;
- 5 — выход летучих веществ на горючую массу (по концентратам плотностью меньше $1,4 \text{ г/см}^3$), %

зонах Манжинского участка (север Тентекской мульды). Процесс инверсии затронул этот район значительно слабее, чем юг синклинали. Длительное время он оставался глубоко погруженным, процессы метаморфизма здесь продолжались, в результате чего на глубоких горизонтах Тентекской мульды степень метаморфизма углей пласта K_{12} повысилась до стадий Т, а возможно и ПА. Наименьшим доинверсионным погружением характеризуется Карагандинский район, особенно его северо-восточная часть, где развиты жирные угли.

На отдельных участках имеются случаи, когда по падению пластов степень метаморфизма углей не возрастает, а наоборот снижается, как, например, на западном крыле Долинской мульды, где по падению коксовые угли сменяются жирными (рис. 23). К этому могли привести позднейшие тектонические движения, изменившие на обратное направление падения пород угленосной толщи, в которой процессы метаморфизма в значительной мере уже завершились. Очевидно, в карбоне этот участок представлял

собой полого падающую на запад моноклираль, а современная Долинская мульда окончательно сформировалась только в самом конце палеозоя, а возможно, и в мезозое. Не исключено, что это связано с киммерийскими движениями, которые обусловили в Карагандинском бассейне дополнительную складчатость, обновление старых и появление новых разрывов, роль которых в настоящее время явно недооценивается.

Связь метаморфизма углей с разрывной тектоникой очень велика. В послепереверсионный этап взаимные перемещения тектонических блоков с последующей частичной денудацией поднятых блоков нередко значительно меняют картину доинверсионного метаморфизма, что, в свою очередь, влечет за собой изменение доинверсионного марочного состава углей.

Все многообразие связей метаморфизма с разрывной тектоникой можно свести к двум случаям.

1. Поверхности равного метаморфизма смещены по разрывам так же или почти так же, как и уголь-

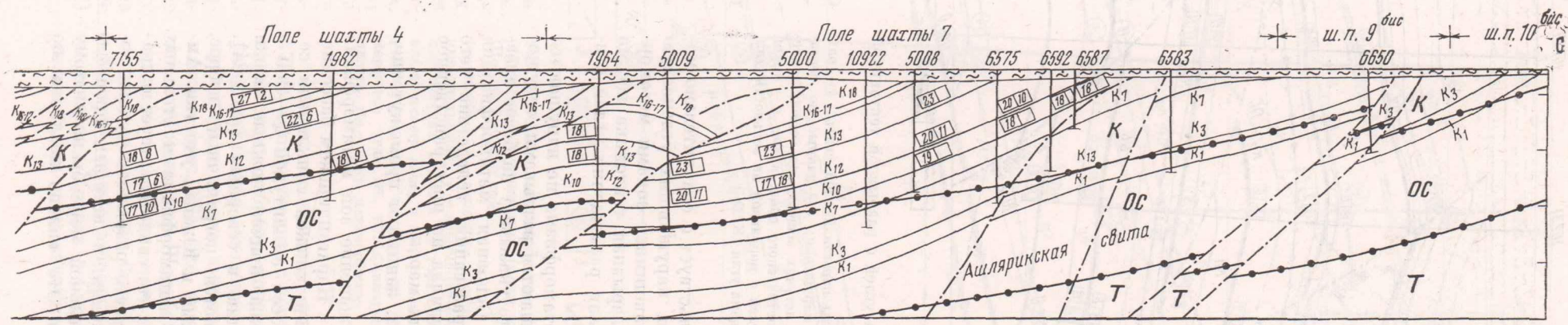
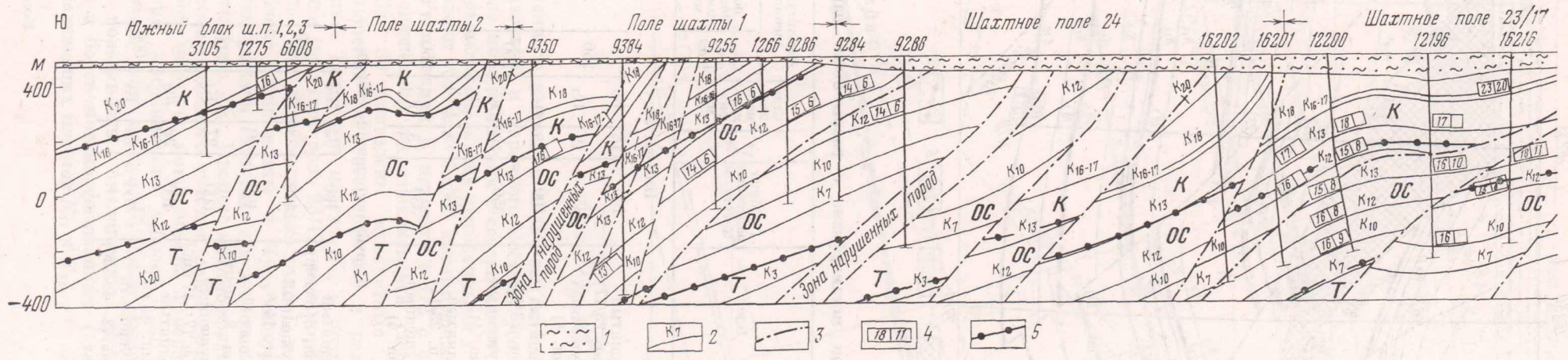


Рис 24. Связь метаморфизма углей с разрывными нарушениями (Южная часть Шеребайтуринского района)
 1 — наносы; 2 — угольные пласты карагандинской свиты; 3 — раз-

рывные нарушения; 4 — данные по обогащенным углям: слева — выход летучих веществ на горючую массу, в %, справа — толщина пластического слоя, в мм; 5 — границы зон метаморфизма угля (К, ОС, Т)

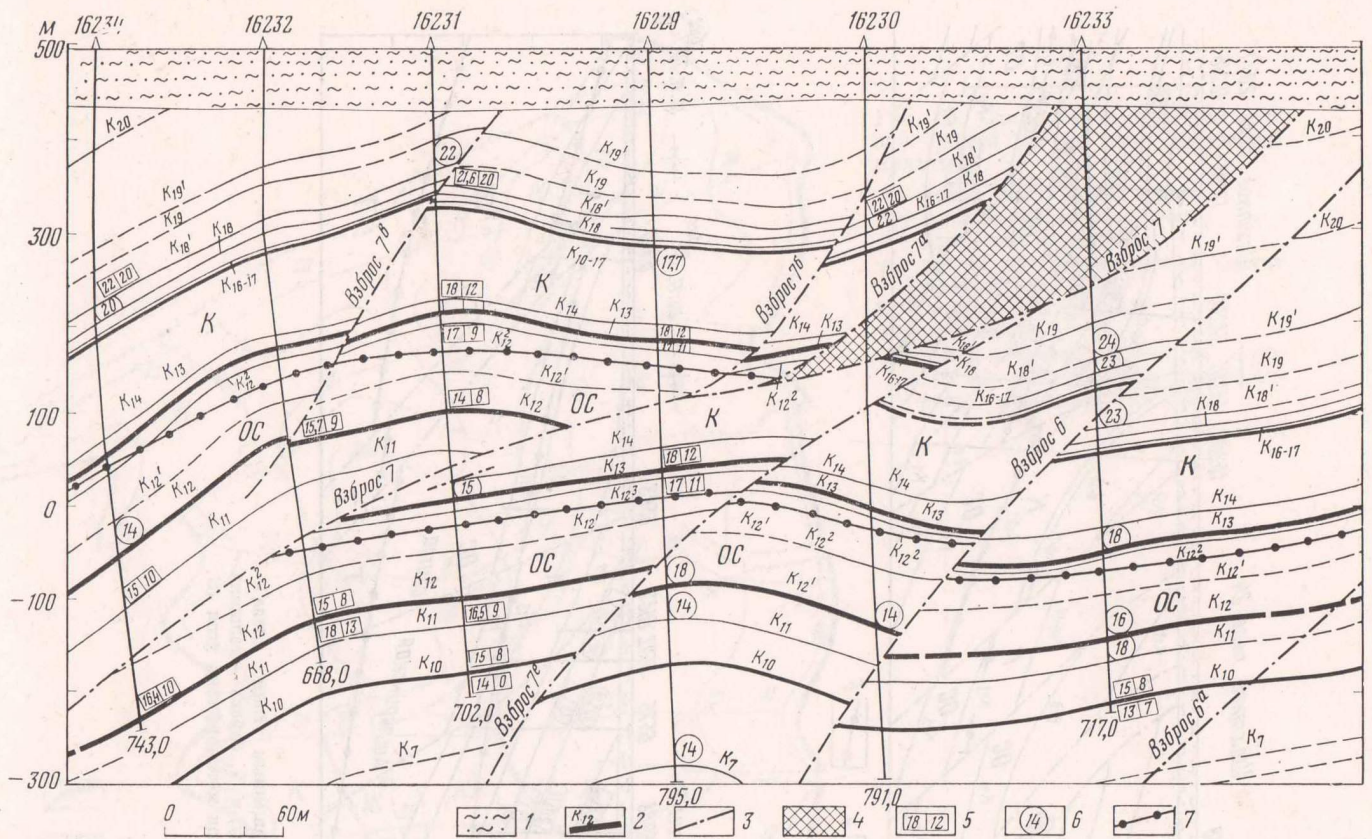


Рис. 25. Связь метаморфизма углей с разрывной тектоникой (разведочный участок 23/17)

1 — наносы; 2 — угольные пласты карагандинской свиты; 3 — разрывные нарушения; 4 — зона нарушения; 5 — данные по обогащенным углям: слева — выход летучих веществ на горючую массу, в %; справа — толщина пластического слоя, в мм; 6 — выход летучих веществ из рядовых углей с поправкой на зольность угля, в %; 7 — границы зон метаморфизма угля (К, ОС)

ные пласты, что свидетельствует о сравнительно молодом возрасте разрывов, нарушивших угленосную толщу с уже сформировавшимися зонами метаморфизма. В этом случае разрывная тектоника весьма существенно изменяет план размещения углей разных марок.

2. Поверхности изометаморфизма не нарушаются или незначительно нарушаются разрывами, секущими угленосную толщу, что указывает на более древний возраст разрывов. Основная метаморфизация произошла после их образования, вследствие чего тектоника сильно не повлияла на пространственное размещение углей разных марок.

Все остальные случаи занимают промежуточное положение.

Рассмотрим взаимоотношение зон метаморфизма с разрывной тектоникой в Карагандинском бассейне. На юго-востоке Шерубайнуринской синклинали серий ступенчатых взбросов амплитудой 50—300 м образована система блоков, причем южные блоки приподняты по отношению к северным (рис. 24). Наиболее крупным является пограничный взброс, разделяющий Центральный и Южный участки. Амплитуды смещения зон метаморфизма и угольных пластов примерно равны, что свидетельствует о сравнительно молодом возрасте разрывов, осложняющих угленосные отложения, в которых процессы метаморфизма в значительной мере были к этому времени уже завершены. Это сильно повлияло на

Таблица 30

Связь зон метаморфизма с разрывными нарушениями

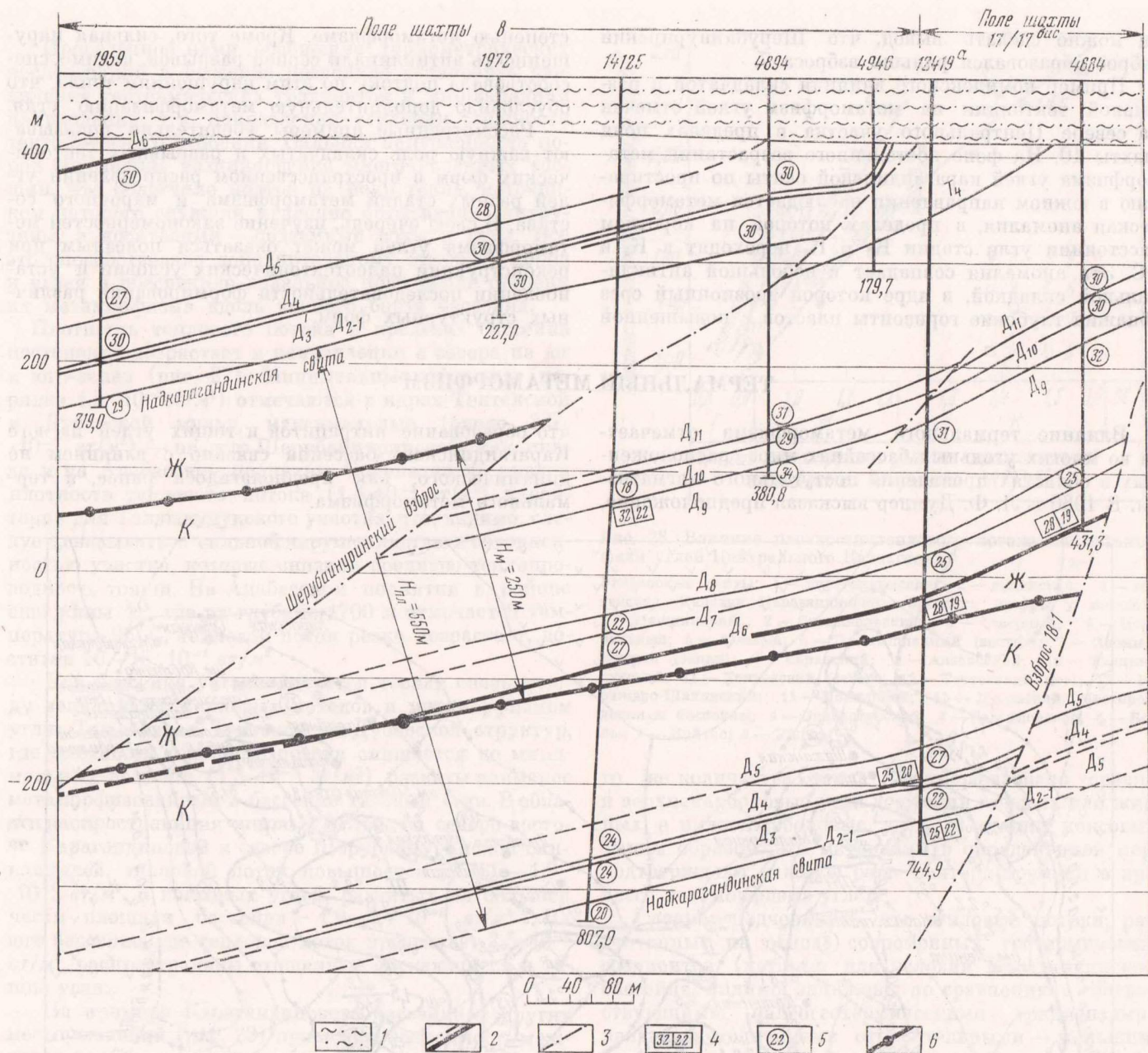
Пласт	Блок	Глубина залегания пласта, м	V _Г , %	Стадия метаморфизма	Амплитуда смещения, м		Н _М /Н _{ПЛ}
					пласта, Н _{ПЛ}	поверхности метаморфизма, Н _М	

Взброс № 7

K ₁₈	Поднятый (ш.п. 23/17)	100	18	K ₃			
K ₁₈	Опущенный (п.ш. 4)	350	19	K ₃	250	250	1,0
K ₁₃	Поднятый (ш.п. 23/17)	100	15	ОС ₁			
K ₁₃	Опущенный (п.ш. 4)	350	16	ОС ₁	250	250	1,0
K ₁₂	Поднятый (ш.п. 23/17)	100	14	ОС ₁			
K ₁₂	Опущенный (п.ш. 4)	350	15	ОС ₁	250	250	1,0

Шерубайнуринский взброс

D ₁	Поднятый (п.ш. 8, север)	100	32	Ж ₂			
D ₁	Опущенный (п.ш. 14)	400	29	Ж ₃	300	120	0,40
D ₁	Поднятый (п.ш. 8, центр)	100	30	Ж ₃			
D ₁	Опущенный (п.ш. 17—17 бис)	600	27	K ₁	500	320	0,64
D ₁	Поднятый (п.ш. 8, юг)	100	28	Ж ₃			
D ₁	Опущенный (п.ш. 42—42 бис)	700	24	K ₁	600	360	0,60



распределение в разрезе и плане зон метаморфизма, следовательно, и марочного состава углей. В результате по мере движения с севера на юг на дневную поверхность оказались выведенными с больших глубин блоки со все более метаморфизованными углями. Угли стадии К перешли в ОС с соответствующим снижением их спекающей способности.

В табл. 30 приведены конкретные примеры взаимоотношений зон метаморфизма и разрывов в этом районе. Так, угли пласта K_{18} в поднятом на 250 м блоке (шахтное поле 23/17) метаморфизованы так же (или даже несколько выше), как в опущенном блоке (поле шахты 4 Чурубайнуриинской). Зоны метаморфизма смещены так же, как и угольные пласты (рис. 25). Процесс метаморфизма в пределах рассматриваемого участка, ранее представлявшего собой пологую моноклиналь, завершился до образования пограничного взброса 7, по которому впоследствии угли стадии K_3 были выведены на дневную поверхность. Аналогичное перемещение испытали и более метаморфизованные (стадии ОС) угли нижележащих пластов K_{12} и K_{13} .

Рис. 26. Связь метаморфизма углей долинской свиты с разрывными нарушениями (поля шахт 8 Тентекской и 17/17 бис Шерубайнуриинской)

1 — наносы; 2 — угольные пласты долинской свиты; 3 — разрывные нарушения; 4 — данные по обогащенным углям: справа — выход летучих веществ на горючую массу, в %; слева — толщина пластического слоя, в мм; 5 — выход летучих веществ из рядовых углей с поправкой на зольность угля, в %; 6 — границы зон метаморфизма угля (Ж, К). Амплитуды смещения: $N_{пл}$ — угольного пласта; N_m — зоны метаморфизма

Анализ материалов по полям шахт 8, 14, 17/17бис, примыкающим с запада и востока к Шерубайнуриинскому взбросу, показывает, что по этому разрыву амплитуда смещения зон метаморфизма равна примерно половине амплитуды смещения угольных пластов (рис. 26). Это свидетельствует о том, что после образования Шерубайнуриинского взброса процессы метаморфизма еще продолжались, в результате чего залегающие более глубоко угли в лежащем восточном крыле взброса оказались, в соответствии с законом Хильта — Скока, метаморфизованными сильнее, чем угли висячего западного крыла. Отсю-

да можно сделать вывод, что Шерубайнуринский взброс образовался раньше взброса 7.

Пример комплексного влияния складчатой и разрывной тектоники на метаморфизм углей отмечен на севере Центрального участка в пределах поля шахты 10. На фоне постепенного возрастания метаморфизма углей карагадинской свиты по простиранию в южном направлении наблюдается метаморфическая аномалия, в пределах которой на коротком расстоянии угли стадии K_2 и K_3 переходят в K_3 и ОС. Эта аномалия совпадает с небольшой антиклинальной складкой, в ядре которой эрозионный срез обнажил глубокие горизонты пластов с повышенной

степенью метаморфизма. Кроме того, сильная нарушенность антиклинали серией разрывов, видимо, способствовала подтоку по этим нарушениям тепла, что обусловило дополнительную метаморфизацию угля.

Рассмотренные примеры убедительно показывают важную роль складчатых и разрывных тектонических форм в пространственном распределении углей разных стадий метаморфизма и марочного состава. В свою очередь, изучение закономерностей метаморфизма углей может оказаться полезным при реконструкции палеотектонических условий и установлении последовательности формирования различных структурных форм.

ТЕРМАЛЬНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ

Влияние термального метаморфизма отмечается во многих угольных бассейнах мира, расположенных в областях проявления постугольного магматизма. В 1960 г. Л. Ф. Думлер высказал предположение,

что образование антрацитов и тощих углей на юге Карагадинского бассейна связано с влиянием не динамического, как предполагалось ранее, а термального метаморфизма.

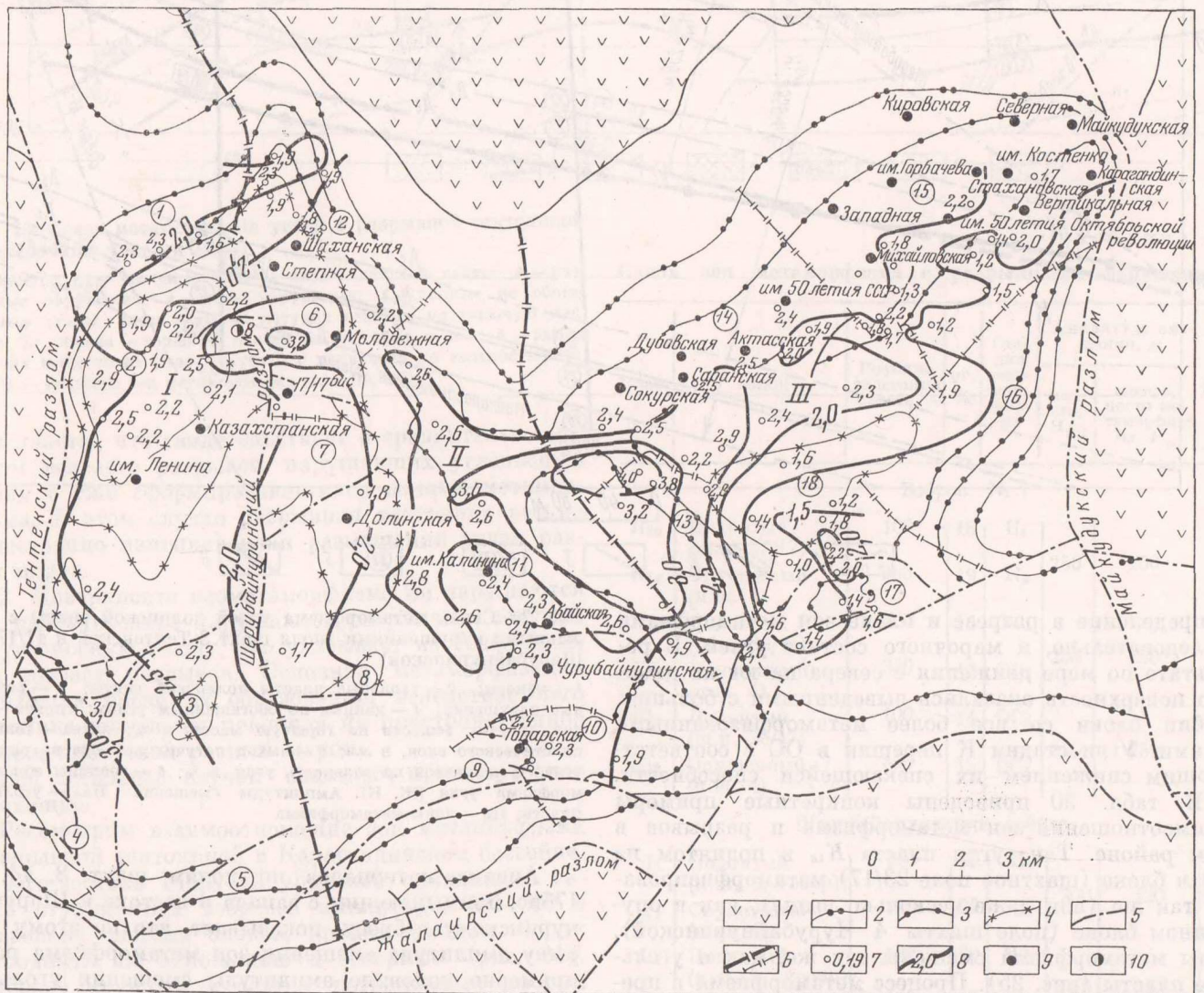


Рис. 27. Схема теплового потока Карагадинского бассейна 1 — докарбонные отложения; 2 — нижняя граница ашлярической свиты; 3 — границы карагадинской свиты; 4 — границы долинской свиты; 5 — разрывные нарушения; 6 — границы угольных районов и участков; 7 — значение теплового потока по скважине, $вт/м^2 \cdot 10^{-2}$; 8 — изолинии теплового потока, $вт/м^2 \cdot 10^{-2}$. Шахты: 9 — действующие; 10 — строящиеся. Угольные районы: I — Тентек-

ский; II — Шерубайнуринский; III — Карагадинский. Участки бассейна (цифры в кружках): 1 — Манжинский; 2 — Тентекский; 3 — Карагогский; 4 — Сасыккольский; 5 — Тасзаимский; 6 — Каражаро-Шаханский; 7 — Долинский; 8 — Нолпакский; 9 — Кичкинекольский; 10 — Южный; 11 — Центральный; 12 — Северный; 13 — Алабасский; 14 — Саранский; 15 — Промышленный; 16 — Майкудукский; 17 — Талдыкудукский; 18 — Дубовский

Проведенное нами обобщение термометрических исследований в бассейне позволило установить увеличение геотермических градиентов в юго-западном направлении, т. е. направлении усиления сложности тектонического строения. Сильная нарушенность пород обусловила возникновение многочисленных трещин, что облегчило подток из недр тепла, источником которого служили медленно остывающие интрузивы, а носителями — подземные воды и газы. Все это способствовало дополнительному прогреву пород и углей и обеспечило локальное повышение степени их метаморфизма вдоль южного борта бассейна.

Плотность теплового потока в пределах бассейна постепенно возрастает в направлении с севера на юг и юго-запад (рис. 27). Минимальные значения (порядка $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$) отмечаются в ядрах Тентекской и Дубовской мульд, максимальные (около $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$) — на юге Шерубайнуриной синклинали и на Алабасском поднятии. Сравнительно низкая плотность теплового потока ($1,8 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$) характерна для Талдыкудукского участка, что, видимо, следует связывать с сильной нарушенностью и обводненностью участка, которые снизили среднюю теплопроводность толщ. На Алабасском поднятии в районе скважины 4Р, где на глубине 1700 м отмечается температура 96°С , тепловой поток резко возрастает, достигая $10-15 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$.

Для бассейна устанавливается тесная связь между величинами тепловых потоков и метаморфизмом угля. Так, в ядрах Тентекской и Дубовской структур, где плотность теплового потока снижается до минимальных величин ($1,5 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$), развиты наименее метаморфизованные в бассейне газовые угли. В области распространения жирных углей, на северо-востоке Карагандинской и севере Шерубайнуриной синклиналей, тепловой поток повышается до $1,7-1,9 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$, а коксовых углей, развитых на большей части площади бассейна — $1,9-2,4 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$. На юге бассейна, где тепловой поток превышает $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ вт/м}^2$, распространены отощенные спекающиеся и тощие угли.

На примере Карагандинского бассейна и других месторождений (рис. 28) приведена зависимость между плотностью теплового потока и отражательной способностью витринита, служащей одним из основных показателей степени метаморфизма углей. Значки разных свит и месторождений расположились на этом графике в соответствии с возрастом углей. Значки наиболее древних (нижнекарбоновых) углей карагандинской свиты находятся в правой части графика, наиболее молодых углей тентекской свиты (C_{2-3}) — в левой, а значки среднекарбоновых углей долинской свиты занимают на графике промежуточное положение. Из графика следует, что для достижения одной и той же стадии метаморфизма более молодые угли долинской и тентекской свит потребовали больше тепловой энергии, чем более древние угли карагандинской свиты. В свою очередь, воздействие одного и то-

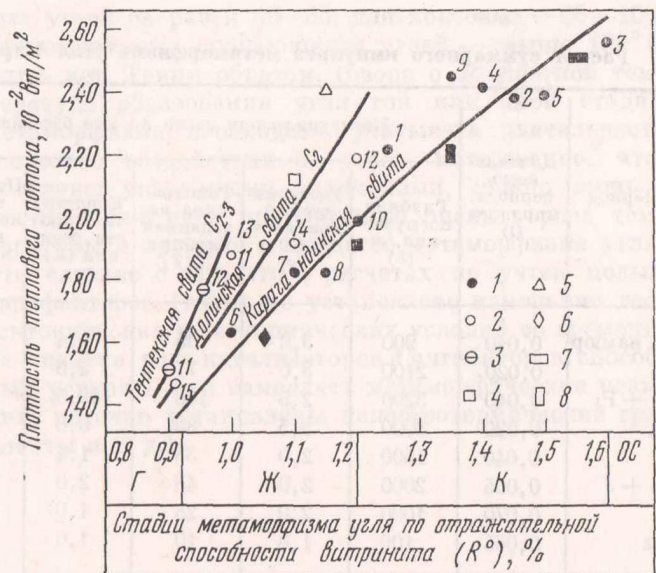


Рис. 28. Влияние плотности теплового потока на метаморфизм углей Центрального Казахстана

Угленосные свиты: 1 — карагандинская; 2 — долинская; 3 — тентекская. Участки Карагандинского бассейна (цифры у значков): 1 — Манжинский; 2 — Сасыкольский; 3 — Северный; 4 — Центральный; 5 — Южный; 6 — Промышленный (восток); 7 — Промышленный (запад); 8 — Саранский; 9 — Алабасский; 10 — Талдыкудукский; 11 — Тентекский (север); 12 — Тентекский (юг); 13 — Каражаро-Шаханский; 14 — Долинский; 15 — Дубовский. Месторождения и бассейны: 4 — Экибастузский; 5 — Завьяловское; 6 — Борлы; 7 — Койтас; 8 — Ушсор

го же количества тепла метаморфизовало средние и верхнекарбоновые угли до стадии газовых или жирных, а нижнекарбоновые угли до стадии коксовых. Таким образом, эти материалы в определенной мере подтверждают важную роль фактора времени в процессе метаморфизма углей.

Следует подчеркнуть, что тепловые потоки, рассчитанные на основе современных геотермических градиентов (которые для условий Карагандинского бассейна, видимо, занижены по сравнению с соответствующими палеогеотермическими градиентами), являются величинами относительными — меньшими по сравнению с фактическими тепловыми потоками, которые (в основном в палеозое) обусловили метаморфизацию карагандинских углей. Вместе с тем, пользоваться полученными относительными величинами для установления общих закономерностей изменения теплового режима недр в пределах определения регионов вполне возможно.

В заключение следует отметить, что установленная зависимость между плотностью теплового потока и степенью метаморфизма углей может быть использована для решения обратной задачи — определения (естественно с большей степенью приближения) по известной отражательной способности витринита величин палеотепловых потоков, обусловивших образование углей тех или иных стадий углефикации.

ФАКТОРЫ МЕТАМОРФИЗМА

Главным фактором метаморфизма углей практически всеми исследователями признается температура. Давлению обычно отводится незначительная роль (структурный метаморфизм). С другой стороны, физико-химии полагают, что оно тормозит процессы

метаморфизма, происходящие в недрах в условиях полузакрытых систем. Роль времени оценивается по-разному, хотя большинство исследователей считают время необходимым условием протекания метаморфических процессов. Например, М. и Р. Тейхмюллер

бассейна. Так, по данным М. Л. Левенштейна (1969) метаморфизация антрацитов Восточного Донбасса почти полностью закончилась в период максимального погружения (до 8—14 км), а последующие процессы (после резкого позднегерцинского подъема и эрозии) не оказали на угли почти никакого воздействия. С другой стороны, на Шебелинской структуре (западное продолжение Донбасса) жирный уголь в пласте, погруженном более чем на 3 км, в течение 270 млн. лет, характеризуется большим значением суммарного импульса метаморфизма после максимального погружения, чем до него.

Расчеты, произведенные для угля различных месторождений Центрального Казахстана, показывают, что суммарный импульс метаморфизма для газовых углей не превышает 40°С млрд. лет, для жир-

ных углей он равен 40—65, для коксовых — 65—100, для отощенных спекающихся углей — свыше 100°С млрд. лет. Таким образом, говоря о конкретной температуре образования угля той или иной стадии метаморфизма, необходимо учитывать длительность теплового воздействия на уголь. Естественно, что, пользуясь указанными величинами, можно лишь в значительной мере приближенно оценить роль температуры и времени в процессе метаморфизма угля. Это связано с тем, что в расчетах не учтен целый ряд факторов (точно не установлено изменение геотектонических и геотермических условий во времени, не оценена роль катализаторов и ингибиторов, способных ускорять или замедлять метаморфические реакции, неточно установлены палеогеотермические градиенты и т. д.).

Важнейшим фактором, влияющим на скорость метаморфизма, является температура. Чем выше температура, тем быстрее протекает процесс метаморфизма. В настоящее время для угля Центрального Казахстана характерны температуры в диапазоне 100—200°С. Это объясняется тем, что в этот период времени происходило погружение угля на глубину 3—5 км.

Важнейшим фактором, влияющим на скорость метаморфизма, является температура. Чем выше температура, тем быстрее протекает процесс метаморфизма. В настоящее время для угля Центрального Казахстана характерны температуры в диапазоне 100—200°С. Это объясняется тем, что в этот период времени происходило погружение угля на глубину 3—5 км.

ТАБЛИЦА 1

Характеристики угля казахстанского бассейна. Промышленные угли казахстанского бассейна

№ п/п	Наименование месторождения	Вид угля	Содержание влаги (%)			Содержание золы (%)			Содержание серы (%)			Содержание азота (%)			Содержание фосфора (%)		
			природная	поверхностная	испаряемая	поверхностная	испаряемая	поверхностная	испаряемая	поверхностная	испаряемая	поверхностная	испаряемая	поверхностная	испаряемая		
1	Карагандинский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	Жезказганский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3	Актюбинский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4	Сарыаркский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5	Сарыаркский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6	Сарыаркский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
7	Сарыаркский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8	Сарыаркский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
9	Сарыаркский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
10	Сарыаркский	Каменный	10,5	1,5	0,1	12,5	1,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Важнейшим фактором, влияющим на скорость метаморфизма, является температура. Чем выше температура, тем быстрее протекает процесс метаморфизма. В настоящее время для угля Центрального Казахстана характерны температуры в диапазоне 100—200°С. Это объясняется тем, что в этот период времени происходило погружение угля на глубину 3—5 км.

Важнейшим фактором, влияющим на скорость метаморфизма, является температура. Чем выше температура, тем быстрее протекает процесс метаморфизма. В настоящее время для угля Центрального Казахстана характерны температуры в диапазоне 100—200°С. Это объясняется тем, что в этот период времени происходило погружение угля на глубину 3—5 км.

Глава IV КАЧЕСТВО УГЛЕЙ

Поскольку вопросы качества углей Карагандинского бассейна детально освещены в ряде специальных работ, мы ограничимся лишь краткой характеристикой углей промышленных свит и рассмотрим влияние вещественного состава и степени метаморфизма на их основные свойства.

Сведения о качестве углей отдельных пластов данным шахт и скважин приведены в табл. 32—36. Взаимосвязь вещественного состава и качественных показателей углей промышленных районов бассейна показана на рис. 29, 30, 31.

УГЛИ АШЛЯРИКСКОЙ СВИТЫ

Влажность аналитическая обычно составляет 0,5—1,5%, рабочая влажность угля в коренном залегании 3—4%¹. Зольность угольной массы очень высокая — 25—33%, товарная зольность 30—35%. Особенно зольны угли Тентекского и Шерубай-

углей относится к мало- и средне сернистым (содержание общей серы 1,0—2,5%), средне- и многофосфористым ($P_c=0,01-0,1\%$). Количество углерода равно 87—90%, водорода — 4,5—5,1%, сумма кислорода и азота 6—8%. Теплота сго-

Таблица 32

Характеристика углей ашлярикской свиты Промышленного участка Карагандинского бассейна

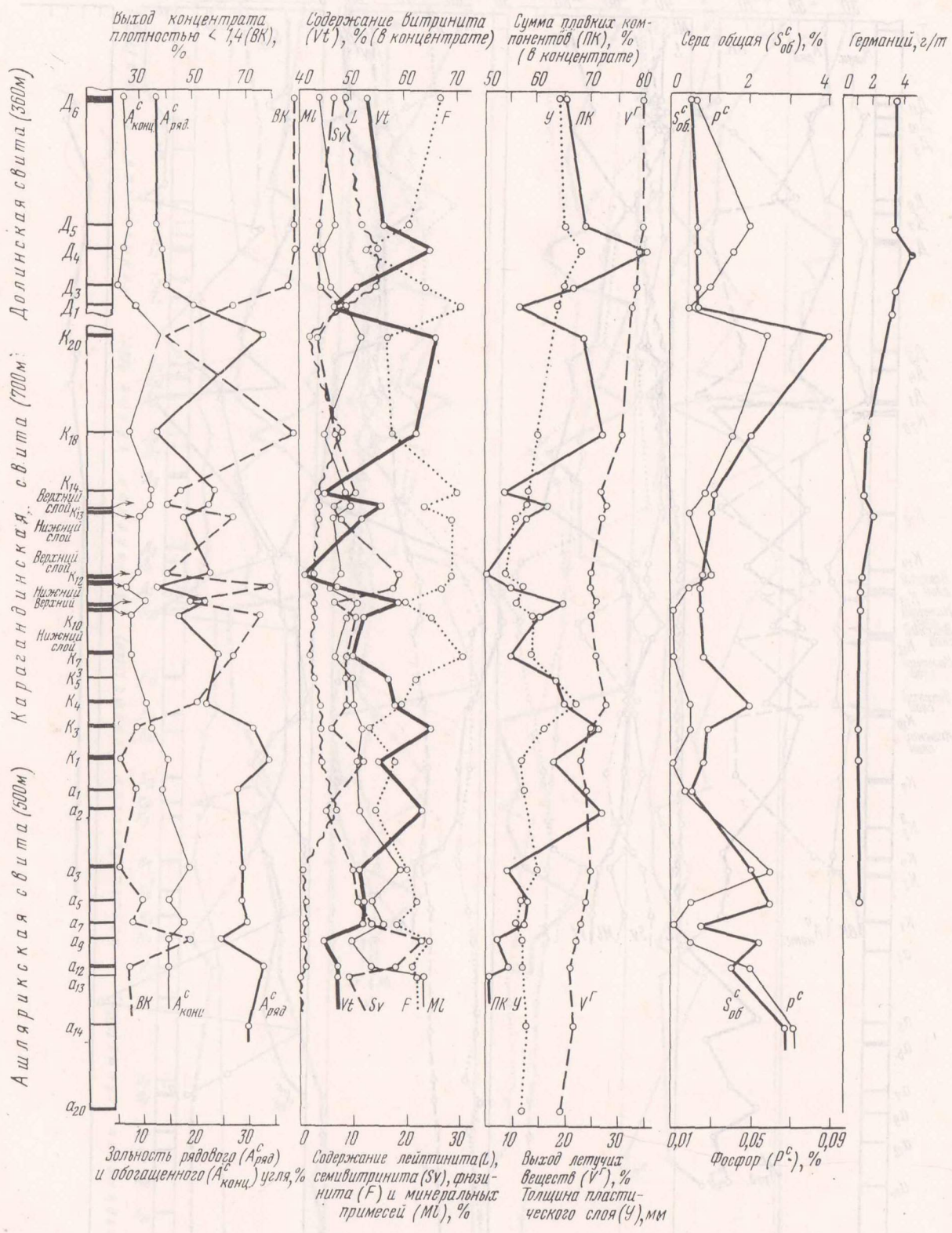
Пласт	Угленосность					Сумма плавок компонентов, %	Стадия метаморфизма	Качество угля							Технологическая характеристика						
	общая	Мощность, м		Процент площади пласта с балансовой мощностью	Сумма плавок компонентов, %			Рядовой			Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³				Остаток кокса в барабане, кг	Марка угля		Балансовые запасы, млн. т до глубины 600 м			
		подсчетная						А ^с угольной массы, %	А ^с товарной массы, %	Q _б , ккал/кг	Выход, %	А ^с , %	VГ, %	S ^с общ., %		P ^с , %	У, мм		СГ, %	ГОСТ 8450-66	Естественно-технологическая классификация
		балансовая	забалансовая																		
A ₁₃	1,4	—	0,7	—	50	K ₁ —K ₂	41	47	8300	15(23) *	27	21	0,7	0,02	13	89,0	—	Кэн	K _{12Эн}	—	
A ₁₂	1,6	1,2	1,2	40	54	K ₁ —K ₂	32	39	8300	25(31)	15	21	0,6	0,05	12	90,2	—	Кэн	K _{12Эн}	55,0	
A ₉	1,5	—	0,8	—	52	K ₁	30	35	8500	48(53)	15	22	1,2	0,01	10	89,4	—	Кэн	K _{12Эн}	—	
A ₇	2,2	1,8	1,8	65	50	K ₁	32	45	8300	26(33)	18	23	0,5	0,01	11	90,0	—	ОСЭн	K _{6Эн}	92,0	
A ₆	1,0	—	0,8	—	51	K ₁	33	40	8300	22(27)	18	25	0,7	0,01	16	87,0	—	Кэн	K _{12Эн}	—	
A ₅	2,4	2,0	—	100	55	K ₁	29	33	8400	30(38)	15	24	0,9	0,01	15	88,9	332	Кэн	K _{12Эн}	117,6	
A ₃	2,0	—	0,6	—	54	K ₁	29	36	8500	11(18)	19	25	1,8	0,03	—	89,3	—	Кэн	K _{12Эн}	14,7	
A ₁	0,8	—	0,7	—	72	Жз	26	33	8200	44(49)	12	26	0,4	0,02	15	88,5	—	Кэн	Ж _{12Эн}	—	

* В скобках — выход концентрата плотностью менее 1,4 г/см³ в пересчете на беспородный уголь.

нуриного районов. Обогащаемость углей чрезвычайно трудная (выход концентрата 20—40%, при зольности 11—15%). Большинство ашлярикских

рания по бомбе составляет 8,2—8,5 тыс. ккал/кг, низшая теплота сгорания рабочего топлива 4,9—5,3 тыс. ккал/кг. Выход летучих веществ на горючую массу из концентратов на севере бассейна равен 18—23%, на юге 15—18%. Угли обладают пониженной спекаемостью. Толщина пластического слоя обогащенных углей обычно равна 6—10 мм.

¹ Влажность добываемого угля на 2—3% выше, чем угля в коренном залегании, что связано с увлажнением его при орошении очистных забоев.



Только на Промышленном участке спекаемость углей несколько улучшается ($У = 12 - 14$ мм). Согласно ГОСТ 8150-66, ашлярикские угли на севере бассейна относятся к маркам Кэн, Кэн и ОСэн, а на юге бассейна — в основном к марке ОСэн. При коксовании ашлярикских углей получен прочный кокс (остаток в барабане 312 — 332 кг). Однако золь-

Рис. 29. Взаимосвязь вещественного состава и качественных показателей углей Карагандинского района

ность кокса оказалась очень высокой ($A^c = 23 - 30\%$), что практически исключает возможность использования этих углей для коксования.

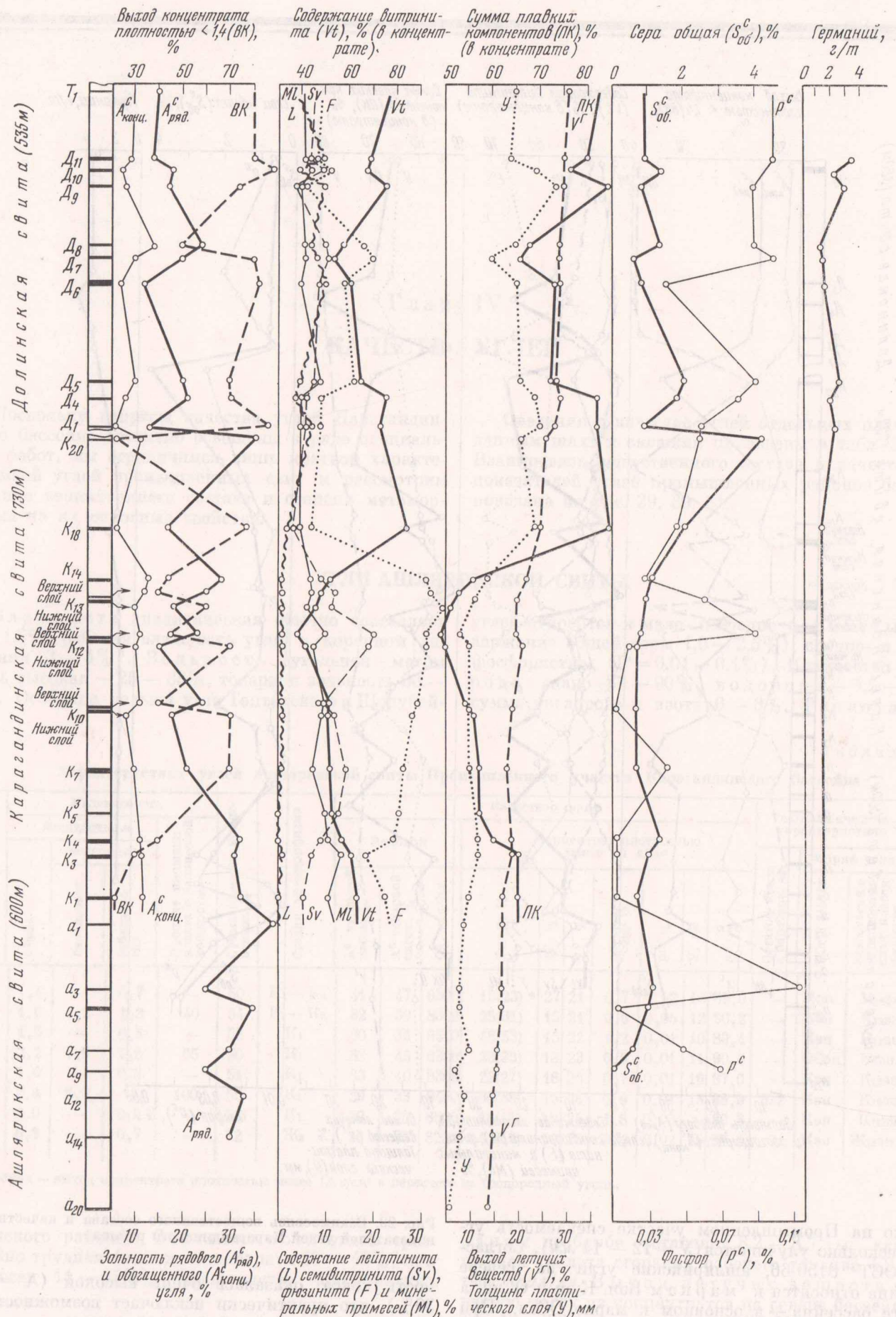


Рис. 30. Взаимосвязь вещественного состава и качественных показателей углей Шерубайурина района

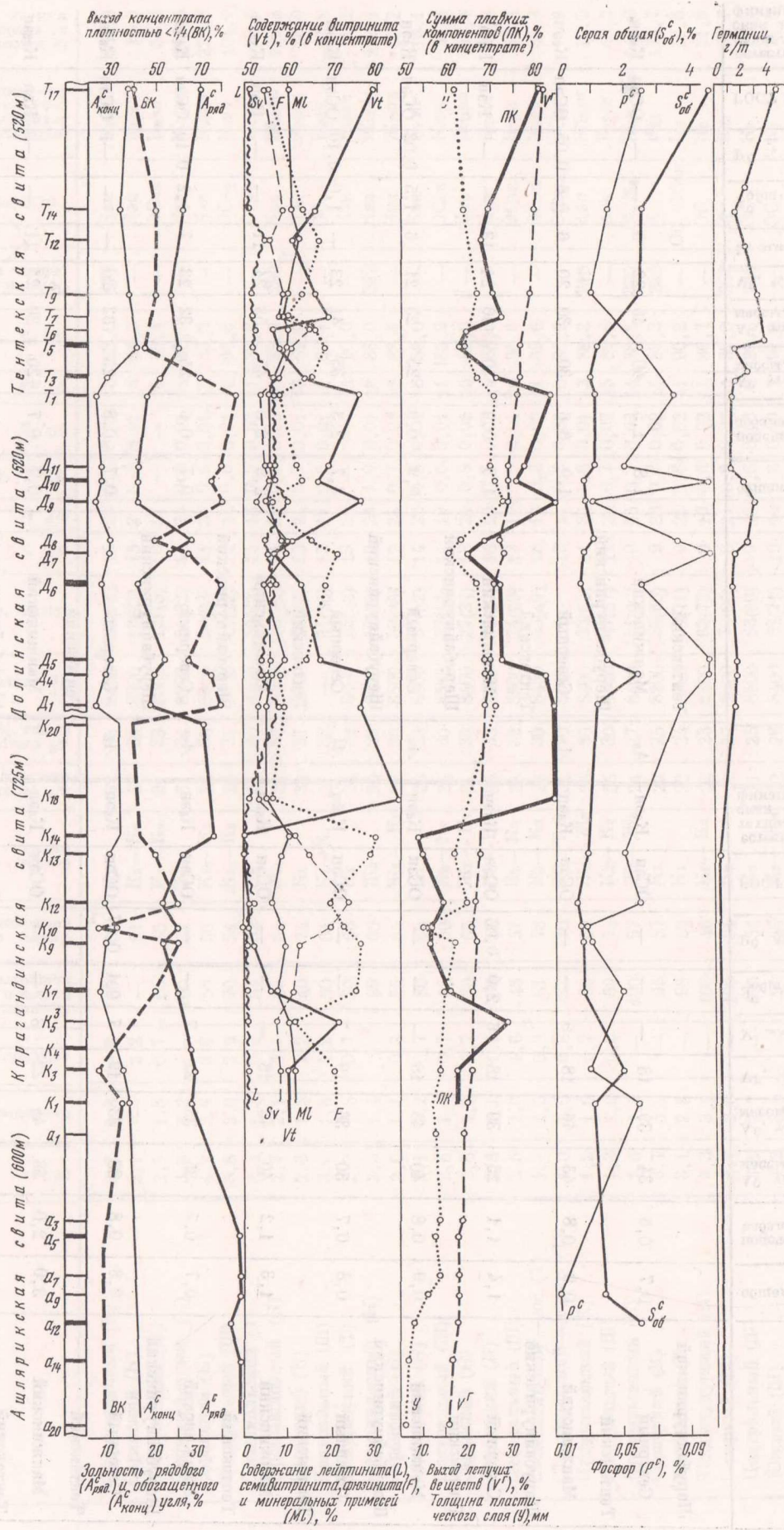


Рис. 31. Взаимосвязь вещественного состава и качественных показателей углей Тентекского района

Характеристика углей карагандинской свиты Карагандинского бассейна

Пласт	Участок	Мощность, м			Процент площади пласта с балансовой мощностью	Сумма плавающих компонентов, %	Стадия метаморфизма	Уголь рядовой			Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³						Остаток кокса в баббаре, кг	Марка угля		Балансовые запасы до глубины 600 м, млн. т	
		общая	подсчетная					Ас угольной массы, %	Ас товарной массы, %	Q _B , ккал/кг	выход, %	Ас, %	V _Г , %	S _C общ., %	P _C , %	У, мм		С _Г , %	ГОСТ 8150-66		естественно-технологическая классификация
			балансовая	забалансовая																	
K ₁	Промышленный (К)	3,7	2,8	0,8	80	60	K ₁	32	35	8400	25(34)	15	22	0,5	0,01	12	88,0	178	KЭн	K _{12Эн}	187,5
	Саранский (К)	3,1	—	2,2	—	61	K ₁ —K ₂	33	36	8300	19(27)	15	21	0,5	0,01	13	88,5	—	KЭн	K _{12Эн}	26,3
	Центральный (Ш)	2,5	1,8	0,7	65	65	K ₂ —K ₃	31	33	8300	13(18)	16	17	—	—	8	90,4	—	ОСЭн	K _{6Эн}	53,3
K ₂	Промышленный (К)	3,8	3,2	—	100	58	Ж ₃	31	34	8200	24(32)	14	24	0,6	0,01	14	88,0	—	KЭн	Ж _{12Эн}	275,6
	Саранский (К)	4,2	3,6	3,6	50	50	K ₁ —K ₂	33	36	8300	20(23)	14	20	0,6	0,01	12	89,5	—	KЭн	K _{12Эн}	229,0
	Центральный (Ш)	3,8	2,9	2,9	70	54	K ₂ —K ₃	29	34	8500	18(22)	14	16	0,6	0,01	8	90,6	—	ОСЭн	K _{6Эн}	104,9
K ₂₋₃	Сасыккольский (Т)	1,4	1,3	0,8	84	52	K ₂	29	30	8500	30(62)	14	18	0,8	0,03	11	89,6	—	ОСЭн	K _{6Эн}	27,5
K ₃	Промышленный (К)	2,7	2,1	2,1	95	64	Ж ₃	29	33	8400	33(39)	14	25	0,6	0,03	16	88,2	280	KЭн	Ж _{12Эн}	176,8
	Саранский (К)	2,8	1,5	1,5	40	74	K ₁	30	37	8300	25(36)	15	24	0,7	0,01	16	89,0	—	KЭн	K _{12Эн}	28,0
	Центральный (Ш)	3,0	1,8	1,8	60	64	K ₂ —K ₃	27	33	—	31(36)	15	17	0,6	0,01	11	90,1	—	ОСЭн	K _{6Эн}	52,0
K ₄	Манжинский (Т)	2,2	1,5	0,7	70	63	K ₁	26	32	8400	25(42)	13	21	—	—	14	90,0	—	KЭн	K _{12Эн}	11,5
	Промышленный (К)	2,3	1,4	—	99	60	Ж ₃	20	26	8400	50(62)	13	26	1,0	0,01	18	88,0	329	KЭн	Ж _{12Эн}	142,1
	Саранский (К)	2,0	1,1	0,8	75	64	Ж ₃ —K ₁	27	30	8500	30(36)	12	24	0,7	0,01	16	88,4	—	KЭн	Ж _{12Эн}	62,2
K ₅₋₃	Алабасский (К)	2,1	1,2	0,7	80	65	K ₁	26	28	8600	37(52)	14	22	0,8	0,01	16	89,0	—	KЭн	K _{6Эн}	16,1
	Центральный (Ш)	2,8	1,3	0,7	45	60	K ₂ —K ₃	26	30	8500	37(42)	14	19	0,6	0,01	11	89,9	—	ОСЭн	K _{6Эн}	34,4
	Саранский (К)	2,5	1,2	0,7	30	62	Ж ₃ —K ₁	31	33	8400	27(34)	13	24	0,8	0,01	15	88,0	—	KЭн	Ж _{12Эн}	37,5
K ₆	Алабасский (К)	2,8	1,3	1,1	50	55	Ж ₃ —K ₁	30	33	8600	22(27)	14	23	0,5	0,03	14	88,0	—	KЭн	K _{12Эн}	22,8
	Центральный (Ш)	2,5	1,6	1,6	45	57	K ₂ —K ₃	28	32	8500	24(29)	13	19	0,5	0,01	10	90,6	—	ОСЭн	K _{6Эн}	52,4
	Сасыккольский — юг (Т)	1,4	1,3	0,8	81	78	K ₁ —K ₂	28	30	8450	43(49)	13	18	0,6	0,02	11	89,6	—	ОСЭн	K _{6Эн}	35,3
K ₇	Сасыккольский — север (Т)	1,0	1,0	0,8	87	70	ОС, Т	31	30	8040	—	16	11	0,8	0,02	0	90,9	—	ОСЭн	ОСЭн	5,9
	Промышленный (К)	1,2	1,0	0,7	30	60	Ж ₂ —Ж ₃	26	30	8400	53(62)	11	26	0,6	0,01	13	88,2	318	KЭн	Ж _{12Эн}	16,5
	Центральный (Ш)	1,3	1,0	0,6	60	74	K ₂ —K ₃	25	30	8600	47(57)	11	20	0,7	0,07	15	89,6	—	KЭн	K _{12Эн}	40,2
K ₈	Промышленный (К)	1,6	1,4	—	100	57	Ж ₂ —Ж ₃	24	27	8400	51(60)	10	26	0,7	0,03	14	88,5	300	K, K ₂	Ж ₁₂ , Ж ₆	149,9
	Саранский (К)	3,7	3,2	—	95	57	K ₁	22	25	8200	58(65)	9	23	0,7	0,02	14	89,3	298	K	K ₁₂	174,7
	Алабасский (К)	3,1	2,8	—	98	52	K ₁	22	24	8300	60(71)	9	21	0,6	0,02	11	90,2	—	ОС, ОСЭн	K ₆	46,5
K ₉	Талдыкудукский (К)	3,3	3,1	—	100	46	K ₁ —K ₂	22	23	8400	62(73)	9	19	0,6	0,02	11	89,7	—	ОС	K ₆	31,8
	Северный (Ш)	2,4	2,0	—	100	61	K ₂	20	27	8400	70(80)	8	21	0,6	0,02	14	89,0	336	K	K ₁₂	37,7
	Центральный (Ш)	3,1	2,7	—	100	54	K ₂	21	25	8500	63(69)	9	18	0,6	0,03	9	89,6	225	ОС	K ₆	176,3
K ₁₀	Южный (Ш)	3,2	3,0	—	90	56	K ₃ —ОС ₁	22	26	8400	66(71)	10	16	0,6	0,09	7	91,2	—	ОС	K ₆	78,5
	Манжинский (Т)	3,2	2,9	—	100	59	K ₁	30	34	8400	35(47)	9	20	0,7	0,06	14	89,8	—	KЭн	K _{12Эн}	43,1
	Сасыккольский — юг (Т)	1,9	1,9	1,9	97	59	K ₂	21	22	8500	65(82)	10	18	0,5	0,03	11	89,9	—	ОС	K ₆	59,1
K ₁₁	Сасыккольский — север (Т)	1,8	1,8	—	100	65	ОС, Т	23	28	8400	60(77)	10	12	0,6	0,03	0	90,9	—	ОСЭн	ОСЭн	17,5
	Промышленный (К)	1,3	0,9	0,7	25	61	Ж ₃	28	32	—	35(42)	13	27	—	—	16	88,0	—	KЭн	Ж _{12Эн}	18,3
	Саранский (К)	1,9	1,4	—	56	60	K ₁	24	30	8460	62(74)	12	22	1,0	0,01	13	89,0	—	KЭн	K _{12Эн}	7,6
K ₁₂	Сасыккольский (Т)	1,3	1,0	0,7	44	74	K ₂ —K ₃	27	29	8600	54(62)	11	18	0,9	0,05	13	89,9	—	KЭн	K _{12Эн}	11,7
	Промышленный (К)	1,0	0,8	0,7	45	72	Ж ₃	20	22	8300	72(77)	9	31	0,7	0,05	17	87,6	—	K	Ж ₁₂	28,0
K ₁₃	Саранский (К)	0,9	0,8	0,6	37	68	K ₁	23	24	8600	66(81)	8	24	0,6	0,05	18	88,9	—	K	Ж _{12Эн}	39,0

Пласт	Участок	Мощность, м			Процент площади пласта с балансовой мощностью	Сумма плавленых компонентов, %	Стадия метаморфизма	Уголь рядовой			Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³						Остаток кокса в барабане, кг	Марка угля		Балансовые запасы до глубины 600 м, млн. т	
		общая	подсчетная					АС угольной массы, %	АС товарной массы, %	Q _B , ккал/кг	выход, %	АС, %	УГ, %	S _{общ} , %	P _C , %	У, мм		СГ, %	ГОСТ 8150-66		естественно-технологическая классификация
			балансовая	забалансовая																	
K ₉	Талдыкудукский (К)	0,9	0,9	0,6	25	66	K ₂	13	13	—	79(86)	10	23	0,6	0,15	14	88,4	—	К	K ₁₂	3,3
	Манжинский (Т)	1,3	1,2	0,6	95	57	K ₁	23	28	8430	66(75)	10	22	0,9	0,03	13	89,8	—	К	K ₁₂	—
K _{10B}	Промышленный (К)	1,4	1,3	0,7	75	61	Ж ₃	27	32	8310	35(41)	14	26	—	—	17	—	250	КЭП	Ж _{12ЭН}	252,5
K _{10H}	Промышленный (К)	2,1	2,0	—	100	57	Ж ₃	20	25	8310	65(71)	10	24	0,5	0,01	13	88,0	270	К	Ж ₁₂	
K _{10B}	Саранский (К)	0,8	0,6	—	100	66	K ₁	27	32	8380	35(45)	10	26	1,0	0,02	17	—	—	КЭН	K _{12ЭН}	—
K _{10H+C}	Саранский (К)	3,3	3,2	—	100	56	K ₁	21	26	8380	60(71)	9	23	0,6	0,01	14	88,8	308	К	K ₁₂	201,2
K ₁₀	Саранский (К)	4,4	3,7	—	100	52	K ₁	22	26	8390	56(66)	10	22	0,7	—	11	89,0	—	К	K ₆	—
	Алабасский (К)	3,4	2,6	—	100	52	K ₁	20	24	8450	60(69)	9	21	0,6	0,01	9	88,9	—	ОС	K ₆	41,3
K _{10B}	Талдыкудукский (К)	2,6	2,3	0,8	95	56	K ₁	19	24	8200	72(81)	9	21	0,6	0,01	11	89,0	—	ОС	K ₆	34,2
	Центральный (Ш)	2,0	1,8	0,7	90	55	K ₂	25	29	8300	39(47)	15	19	0,6	0,01	10	90,0	233	ОСЭН	K _{6ЭН}	263,7
K _{10H}	Центральный (Ш)	2,2	2,0	0,7	95	57	K ₂	21	25	8500	62(76)	10	18	0,5	0,01	11	89,9	—	ОС	K ₆	
K ₁₀	Центральный (Ш)	5,0	4,4	—	100	55	K ₂	27	31	8500	46(56)	13	19	0,5	0,01	11	89,6	269	ОСЭН	K _{6ЭН}	—
	Южный (Ш)	2,1	1,8	0,6	85	54	K ₃	25	28	8560	59(64)	10	16	0,6	0,5	7	91,0	—	ОС	K ₆	34,7
K ₁₁	Манжинский (Т)	1,4	1,2	0,6	95	55	K ₁	24	27	8600	42(62)	12	20	0,9	0,02	10	89,7	—	ОСЭН	K _{6ЭН}	28,1
	Сасыккольский — юг (Т)	2,3	2,0	0,7	72	51	K ₂	26	28	8550	50(77)	12	19	0,9	0,03	13	89,9	—	ОСЭН	K _{12ЭН}	27,2
K ₁₁	Сасыккольский — север (Т)	4,1	4,1	0,7	90	62	ОС, Т	26	29	8360	53(79)	11	13	0,6	0,01	0	92,0	—	ОСЭН	ОСЭН	46,5
	Тасзаимский (Т)	3,5	3,0	—	100	61	ОС, Т	26	30	8590	55(70)	10	11	0,6	—	0	91,2	—	ОСЭН	ОСЭН	3,6
K ₁₁	Саранский (К)	1,0	0,9	0,6	40	67	Ж ₃	23	26	8400	60(65)	10	25	0,7	0,02	17	88,7	—	К	Ж ₁₂	11,5
	Алабасский (К)	1,9	1,0	0,7	10	46	Ж ₃	25	26	8400	41(47)	12	24	0,6	0,03	15	88,0	—	КЭН	Ж _{12ЭН}	2,5
K _{12B}	Талдыкудукский (К)	1,2	1,1	0,7	65	56	K ₁	20	23	8500	63(67)	13	23	0,5	0,02	9	89,0	—	ОСЭН	K _{6ЭН}	16,4
	Центральный (Ш)	1,3	1,1	0,6	90	61	K ₂	23	26	8400	58(65)	10	20	0,5	0,02	13	89,4	—	К	K ₁₂	77,1
K _{12B}	Южный (Ш)	1,6	1,3	0,8	75	58	K ₃	25	28	8500	57(61)	12	15	0,5	0,04	8	90,6	—	ОСЭН	K _{6ЭН}	98,0
	Манжинский (Т)	1,8	1,2	—	100	67	K ₁	25	28	8600	50(58)	10	23	0,9	0,03	14	90,4	—	К	K ₁₂	5,0
K _{12B}	Майкудукский (К)	2,9	2,3	—	100	53	Ж ₃	24	29	8300	50(57)	13	22	0,5	0,03	9	88,6	—	ОСЭН	Ж _{6ЭН}	30,5
K _{12H}	Майкудукский (К)	4,3	4,1	—	100	59	Ж ₃	16	18	8440	79(84)	8	23	—	—	10	88,6	—	ОС	Ж ₆	
K _{12B}	Промышленный (К)	3,0	2,3	—	100	54	Ж ₂	23	29	8300	44(53)	11	25	0,5	0,02	10	88,1	—	К _{2ЭП}	Ж _{6ЭН}	626,2
K _{12H}	Промышленный (К)	5,2	5,0	—	100	55	Ж ₂	17	19	8370	78(85)	8	26	0,5	0,03	11	87,9	303	К _{2, ОС}	Ж _{6, К₆}	
K _{12B}	Саранский (К)	2,3	1,7	—	90	48	K ₁	24	29	8390	45(54)	14	22	0,6	0,02	10	88,7	190	ОСЭН	K _{6ЭН}	327,7
K _{12H}	Саранский (К)	3,5	3,2	—	95	53	K ₁	19	21	8510	75(82)	9	24	0,6	0,02	11	88,6	297	К ₂	K ₆	
K _{12B}	Алабасский (К)	1,8	1,7	—	100	43	K ₁	26	29	8450	34(43)	12	20	0,4	0,05	9	88,9	—	ОСЭН	K _{6ЭН}	80,5
K _{12H}	Алабасский (К)	3,4	3,2	—	100	48	K ₁	20	21	8520	70(77)	9	21	0,5	0,03	10	88,8	—	ОС	K ₆	
K _{12B}	Талдыкудукский (К)	2,8	2,4	—	100	47	K ₁	26	29	8430	56(62)	14	19	0,5	0,02	8	89,2	—	ОСЭН	K _{6ЭН}	112,7
K _{12H}	Талдыкудукский (К)	3,5	3,2	—	100	49	K ₁	17	20	8490	80(83)	9	20	0,5	0,02	9	89,1	—	ОС	K ₆	
K _{12B}	Центральный (Ш)	1,7	1,5	0,7	70	50	K ₂	25	28	8320	48(53)	13	19	0,6	0,05	8	89,1	—	ОСЭН	K _{6ЭН}	259,9
K _{12H}	Центральный (Ш)	2,3	2,3	0,7	95	51	K ₂	19	21	8520	65(70)	10	18	0,6	0,05	9	89,2	—	ОС	K ₆	
K ₁₂	Южный (Ш)	2,5	2,1	0,7	90	48	ОС ₁	25	29	8450	47(60)	13	14	0,6	0,04	6—0	91,1	—	ОСЭН	ОСЭН	48,0
	Манжинский (Т)	1,0	0,9	0,6	30	64	K ₁	23	28	8480	70(75)	10	21	0,6	0,07	15	89,8	—	К	K ₁₂	15,9
	Сасыккольский (Т)	1,1	1,0	0,8	63	57	K ₂	28	32	7740	72(79)	11	10	0,6	0,09	0	91,8	—	ОСЭН	ОСЭН	14,0

Таблица 34 (окончание)

Пласт	Участок	Мощность, м			Процент площади пласта с балансовой мощностью	Сумма плановых компонентов, %	Стадия метаморфизма	Уголь рядовой			Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³						Остаток кокса в ба-рабанах, кг	Марка угля		Балансовые запасы, до глубины 600 м, млн. т	
		общая	подсчетная					выход, %	АС, %	УГ, %	S ^с общ, %	P ^с , %	У, мм	СГ, %	ГОСТ 8150-86	естественно-технологическая классификация					
			балансовая	забалансовая														АС угольной массы, %	АС товарной массы, %		Q _B , ккал/кг
K _{13B}	Промышленный (К)	1,1	0,8	—	100	64	Ж ₁ , Ж ₂	25	31	—	41(46)	12	28	—	—	14	—	—	КЭн	Ж _{12Эн}	126,5
K _{13H}	Промышленный (К)	1,9	1,8	—	100	47	Ж ₁ , Ж ₂	18	19	8500	72(78)	10	26	0,6	0,05	11	87,1	—	К ₂ , ОС	Ж ₆ , К ₆	
K _{13B}	Саранский (К)	1,0	—	0,7	—	68	Ж ₃ —К ₁	27	34	—	42(49)	15	28	0,6	0,03	16	—	—	КЭн	Ж _{12Эн}	61,8
K _{13H}	Саранский (К)	1,5	1,1	0,6	75	59	Ж ₃ —К ₁	24	25	8500	80(85)	10	25	0,6	0,01	16	88,0	—	К	Ж ₁₂	
K _{13B}	Алабасский (К)	1,2	0,8	0,7	40	55	Ж ₃	24	25	—	36(42)	15	28	0,6	0,03	16	—	—	КЭн	Ж _{12Эн}	45,5
K _{13H}	Алабасский (К)	1,5	1,3	0,7	55	69	Ж ₃	24	26	8400	50(56)	12	24	0,6	0,03	15	88,6	—	КЭн	Ж _{12Эн}	
K _{13B}	Талдыкудукский (К)	2,0	1,7	—	100	44	К ₁	25	29	8200	73(78)	17	23	0,6	0,01	10	—	—	ОСЭн	К _{6Эн}	64,8
K _{13H}	Талдыкудукский (К)	2,8	2,7	—	100	51	К ₁	17	18	8300	75(80)	9	20	0,6	0,01	10	89,2	—	ОС	К ₆	
K _{13B}	Центральный (Ш)	1,3	1,2	0,7	60	57	К ₁	23	27	8400	40(53)	15	23	0,7	0,03	15	89,5	—	КЭн	К _{12Эн}	218,3
K _{13H}	Центральный (Ш)	2,0	1,6	0,8	80	52	К ₁	22	27	8600	66(74)	12	21	0,6	0,03	11	89,8	267	ОСЭн	К _{6Эн}	
K _{13B}	Южный (Ш)	1,1	0,9	0,7	15	46	К ₃	20	21	8400	50(56)	10	15	0,7	0,02	8	90,8	—	ОС	К ₆	34,9
K _{13H}	Южный (Ш)	2,0	2,0	0,7	86	48	К ₃	22	29	8400	60(66)	10	17	0,6	0,14	8	90,8	—	ОС	К ₆	
K ₁₃	Сасыккольский (Т)	2,4	1,2	0,8	90	55	ОС ₁	22	24	8630	59(68)	12	13	0,7	0,02	0—6	91,0	—	ОСЭн	ОСЭн	25,5
K ₁₄	Промышленный (К)	2,1	1,6	—	99	50	Ж ₁ , Ж ₂	22	24	8300	56(62)	12	27	0,6	0,04	13	87,5	294	КЭн	Ж _{12Эн}	103,4
	Саранский (К)	1,4	1,2	—	80	50	Ж ₃ —К ₁	22	27	8480	63(68)	12	24	0,5	0,03	14	88,0	—	КЭн	Ж _{12Эн}	59,5
	Талдыкудукский (К)	1,4	1,2	0,8	30	54	К ₁	21	25	8520	62(72)	13	23	0,5	0,01	12	88,8	—	КЭн	К _{12Эн}	9,9
	Центральный (Ш)	1,1	1,0	0,6	35	56	К ₁ —К ₂	24	25	8460	57(65)	12	18	0,7	0,10	13	89,0	312	КЭн	К _{12Эн}	34,5
	Южный (Ш)	1,8	1,6	0,6	80	47	К ₁ —К ₂	22	23	8580	70(79)	10	16	0,6	0,15	10	90,8	—	ОС	К ₆	6,9
	Сасыккольский — юг (Т)	1,5	1,4	0,4	93	56	К ₂	22	26	8580	67(74)	13	18	0,8	0,08	10	90,3	—	ОСЭн	К _{6Эн}	40,6
	Сасыккольский — север (Т)	1,3	1,3	0,7	99	61	ОС ₁	24	25	8560	64(67)	14	12	0,7	0,10	0	91,1	—	ОСЭн	ОСЭн	42,6
	Тасзаимский (Т)	3,0	2,0	0,7	70	43	Т	25	26	8570	46(64)	12	11	0,6	0,13	0	91,0	—	ОСЭн	ТЭн	7,0
K ₁₈	Промышленный (Т)	3,2	1,5	—	97	63	Ж ₁ —Ж ₂	14	20	8300	85(89)	7	31	1,0	0,06	16	86,2	318	К	Ж ₁₂	63,8
	Саранский (К)	1,9	0,9	0,6	60	52	Ж ₂ —Ж ₃	17	17	8500	79(86)	9	27	1,1	0,04	16	88,7	—	К	Ж ₁₂	28,3
	Алабасский (К)	1,2	1,1	0,6	70	90	Ж ₃	19	22	8580	56(65)	9	28	0,9	0,04	24	87,5	—	КЖ	Ж ₁₀	4,4
	Талдыкудукский (К)	1,0	1,0	0,7	95	86	Ж ₃	21	31	8500	84(88)	7	27	0,7	0,07	25	88,3	—	Ж	Ж ₂₅	45,1
	Северный (Ш)	0,7	0,7	0,6	25	88	К ₁	25	28	8490	19(25)	10	24	1,4	0,02	20	88,2	—	КЖЭн	К _{19Эн}	—
	Центральный (Ш)	1,3	1,1	0,8	65	84	К ₁	18	24	8600	75(82)	6	24	0,9	0,06	21	89,0	335	КЖ	К ₁₉	86,0
	Южный (Ш)	1,4	1,3	—	90	86	К ₂	18	19	8600	77(83)	7	19	0,9	0,05	18	89,8	337	КЖ, К ₁	К ₁₂	54,6
	Сасыккольский — юг (Т)	1,0	1,0	0,7	91	86	К ₂ —К ₃	20	24	8620	67(79)	9	18	1,8	0,02	15	88,9	—	К	К ₁₂	19,8
	Сасыккольский — север (Т)	1,3	1,3	0,7	97	85	К ₃ —ОС ₁	23	27	8480	68(82)	8	15	1,3	0,04	9	90,1	—	ОС	К ₆	47,6
K ₁₈ ¹	Алабасский (К)	1,0	0,9	0,6	70	65	Ж ₂ —Ж ₃	22	24	8400	54(76)	9	27	1,6	0,09	18	87,0	—	К	Ж ₁₂	8,0
	Талдыкудукский (К)	1,3	1,2	0,6	60	65	Ж ₂ —Ж ₃	17	17	8400	64(70)	11	28	1,1	0,03	17	87,7	—	К	Ж ₁₂	48,5
	Центральный (Ш)	1,2	1,2	—	100	87	К ₁	8	9	8600	92(95)	4	23	0,6	0,05	23	89,5	—	КЖ	К ₁₉	24,2
	Южный (Ш)	1,5	1,4	—	100	86	К ₂	12	13	8620	77(86)	6	20	0,8	0,04	18	89,5	332	КЖ	К ₁₂	58,1
K ₁₈ ²	Южный (Ш)	0,9	0,9	0,6	45	79	К ₂	19	21	8470	60(79)	9	21	1,2	0,01	14	89,6	320	К	К ₁₂	3,7

При мечания. 1. В скобках указан выход концентрата плотностью менее 1,4 г/см³ в пересчете на беспородный уголь.
2. Угленосные районы: К — Карагандинский, Ш — Шерубайнуринский, Т — Тентекский.

Характеристика углей долинской свиты Карагандинского бассейна

Пласт	Участок	Мощность, м			Процент площади пласта с балансовой мощностью	Сумма плавающих компонентов, %	Стадия метаморфизма	Уголь рядовой			Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³						Остаток кокса в барабане, в %	Марна угля		Балансовые запасы до глубины 600 м, млн. т	
		общая	подсчетная					АС угольной массы, %	АС товарной массы, %	Q _D , ккал/кг	выход, %	АС, %	VГ, %	S _{общ} , %	р _c , %	У, мм		СГ, %	ГОСТ 8150-66		естественно-технологическая классификация
			балансовая	забалансовая																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Д ₁	Дубовский (К)	1,4	1,2	—	100	57	Ж ₁	20	25	8300	65(70)	9	33	0,8	0,05	19	85,7	—	ГЖ	Ж ₁₉	62,4
	Каражаро-Шаханский (Ш)	1,1	1,0	0,7	80	82	Ж ₂	14	16	8500	72(77)	8	29	1,0	0,02	21	87,0	—	КЖ	Ж ₁₉	55,9
	Долинский (Ш)	1,2	1,1	—	95	83	Ж ₂	12	17	8600	83(88)	5	28	0,7	0,02	25	87,6	—	КЖ	Ж ₂₅	77,9
	Северо-запад (Т)	1,2	0,8	0,6	65	88	Ж ₃	21	34	8400	70(78)	11	32	1,3	0,02	27	86,7	—	Ж	Ж ₂₅	10,0
	Юго-восток (Т)	1,2	1,1	0,6	80	83	К ₁	19	25	8500	78(83)	7	24	1,1	0,03	24	88,8	—	КЖ	Ж ₁₉ , К ₁₉	46,0
Д ₃	Дубовский (К)	1,5	1,3	—	90	67	Ж ₁	16	23	8400	84(91)	6	34	0,9	0,02	20	86,0	—	ГЖ	Ж ₁₉	22,9
	Каражаро-Шаханский (Ш)	0,6	—	0,6	—	74	Ж ₂	22	26	8400	67(77)	13	28	1,7	0,05	19	86,8	—	КЖ	Ж ₁₉	—
	Долинский (Ш)	0,7	—	0,6	—	73	Ж ₂	20	25	8600	56(61)	10	28	—	—	22	87,0	—	КЖ	Ж ₁₉	3,7
	Северо-запад (Т)	1,1	0,9	—	95	77	Ж ₃	22	22	8500	75(80)	11	32	—	—	25	86,3	—	Ж	Ж ₂₅	13,0
	Юго-восток (Т)	1,0	0,9	0,6	70	74	К ₂	20	23	8400	60(70)	12	25	1,7	0,06	23	88,6	—	КЖ	К ₁₉	32,0
Д ₄	Дубовский (К)	1,0	1,0	—	100	81	Ж ₁	14	14	8300	88(91)	7	34	0,6	0,02	23	85,6	—	ГЖ	Ж ₁₉	27,8
	Каражаро-Шаханский (Ш)	0,8	0,8	0,6	35	79	Ж ₂	17	18	8600	78(85)	9	29	1,0	0,03	20	87,5	—	КЖ	Ж ₁₉	28,3
	Долинский (Ш)	1,1	1,0	—	95	83	Ж ₂	21	25	8600	70(80)	8	29	1,5	0,03	24	87,5	342	КЖ	Ж ₁₉	47,9
	Северо-запад (Т)	0,8	0,7	0,5	60	85	Ж ₃	23	23	8500	65(72)	10	32	1,3	0,04	27	86,2	—	Ж	Ж ₂₅	8,0
	Юго-восток (Т)	1,0	0,8	—	85	83	К ₁	20	23	8500	77(81)	9	25	1,4	0,04	21	88,6	—	КЖ	Ж ₁₉ , К ₁₉	37,0
Д ₅	Дубовский (К)	1,4	1,4	0,6	75	69	Г ₃	13	13	8400	87(90)	8	35	0,7	0,06	20	85,6	—	ГЖ	Г ₁₉	21,0
	Каражаро-Шаханский (Ш)	0,9	0,9	0,6	60	66	Ж ₂	20	21	8500	73(76)	12	29	1,1	0,05	17	86,0	—	К	Ж ₁₂	35,8
	Долинский (Ш)	1,4	1,2	—	95	71	Ж ₂	20	28	8500	70(74)	10	28	1,2	0,05	21	87,5	335	КЖ	Ж ₁₉	41,5
	Северо-запад (Т)	1,2	0,9	0,5	65	73	Ж ₂ —Ж ₃	22	22	8500	73(81)	12	32	1,1	0,11	25	86,4	—	Ж	Ж ₂₅	11,0
	Юго-восток (Т)	1,1	0,9	0,6	80	71	К ₁	20	21	8500	66(72)	12	25	1,4	0,09	22	88,8	—	КЖ	К ₁₉	41,0

Пласт	Участок	Мощность, м			Процент площади пласта с балансовой мощностью	Сумма плавающих компонентов, %	Стадия метаморфизма	Уголь рядовой			Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³						Остаток кокса в барабане, в кг	Марка угля		Балансовые запасы до глубины 600 м, млн. т	
		общая	подсчетная					А ^с угольной массы, %	А ^с товарной массы, %	Q _г ^с ккал/кг	выход, %	А ^с , %	V ^г , %	S ^с _{общ.} , %	P ^с , %	У, мм		С ^г , %	ГОСТ 8450-66		естественно-технологическая классификация
			балансовая	забалансовая																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Д ₆	Дубовский (К)	4,6	4,4	—	100	70	Г ₃	13	14	8400	90(97)	7	35	0,6	0,06	19	85,3	—	ГЖ	Г ₁₉	7,8
	Каражаро-Шаханский (Ш)	4,2	3,9	—	100	72	Ж ₁ — Ж ₂	14	18	8500	84(89)	8	32	0,6	0,05	19	86,0	345	КЖ	Ж ₁₉	200,3
	Долинский (Ш)	6,0	5,8	—	100	71	Ж ₂	13	14	8500	81(86)	7	29	0,5	0,03	20	87,2	333	КЖ	Ж ₁₉	25,7
	Северо-запад (Т)	5,3	4,7	—	100	73	Ж ₂	18	23	8400	76(85)	8	33	0,6	0,03	24	84,9	—	ГЖ	Ж ₁₉	75,0
	Юго-восток (Т)	5,8	5,2	—	100	71	Ж ₃ — К ₁	17	21	8500	80(88)	8	26	0,6	0,05	22	88,4	347	КЖ	Ж ₁₉	220,0
Д ₇	Каражаро-Шаханский (Ш)	1,3	1,2	0,9	90	68	Ж ₁ — Ж ₂	17	18	8400	73(78)	9	30	0,6	0,03	14	87,0	300	К	Ж ₁₂	36,3
	Северо-запад (Т)	1,3	0,9	0,6	35	58	Ж ₂	22	22	8500	66(71)	10	30	0,7	0,06	16	83,6	—	К	Ж ₁₂	5,0
	Юго-восток (Т)	1,2	0,9	0,6	20	71	Ж ₃ — К ₁	22	23	8500	73(78)	12	26	0,6	0,10	17	88,0	—	К	Ж ₁₂	11,2
Д ₈	Каражаро-Шаханский (Ш)	1,0	—	0,7	—	67	Ж ₁	23	24	8400	61(66)	12	30	0,8	0,05	16	86,5	—	К	Ж ₁₂	0,03
	Северо-запад (Т)	1,1	—	0,8	—	71	Ж ₁ — Ж ₂	30	30	8500	38(46)	12	32	1,2	0,02	22	83,5	—	КЖ	Ж ₁₉	—
	Юго-восток (Т)	1,3	0,9	0,6	20	67	Ж ₃	24	26	8400	44(52)	13	28	0,9	0,03	20	87,0	—	КЖ	Ж ₁₉	10,5
Д ₉	Каражаро-Шаханский (Ш)	0,9	0,8	0,5	10	87	Ж ₁	16	18	8300	76(83)	8	34	0,7	0,03	23	86,5	—	ГЖ	Ж ₁₉	6,8
	Северо-запад (Т)	1,0	0,8	0,6	20	89	Ж ₁	20	26	8500	80(85)	10	34	0,9	0,03	26	86,2	—	Ж	Ж ₂₅	2,0
	Юго-восток (Т)	1,4	1,0	—	65	87	Ж ₂ — Ж ₃	17	21	8470	68(75)	8	30	0,7	0,06	28	87,6	—	Ж	Ж ₂₅	29,0
Д ₁₀	Каражаро-Шаханский (Ш)	0,6	—	0,6	—	72	Ж ₁	15	16	8400	85(88)	9	30	0,9	0,09	20	86,0	—	КЖ	Ж ₁₉	5,1
	Долинский (Ш)	1,0	0,9	—	100	80	Ж ₂	18	18	8500	89(92)	7	29	0,8	0,09	24	87,0	—	КЖ	Ж ₁₉	—
	Северо-запад (Т)	1,1	1,0	—	99	78	Ж ₁	17	19	8500	79(89)	10	33	0,9	0,10	24	85,7	—	ГЖ	Ж ₁₉	18,0
	Юго-восток (Т)	1,2	1,0	—	100	74	Ж ₂	16	21	8600	78(89)	10	29	1,0	0,10	24	87,0	335	КЖ	Ж ₁₉	—
Д ₁₁	Каражаро-Шаханский (Ш)	1,1	1,0	0,6	30	80	Ж ₁	15	16	8400	90(94)	9	32	—	—	20	86,0	—	КЖ	Ж ₁₉	5,0
	Северо-запад (Т)	1,0	0,8	0,6	55	76	Ж ₁	14	14	8500	87(93)	9	34	0,9	0,07	24	85,3	—	ГЖ	Ж ₁₉	1,0
	Юго-восток (Т)	1,4	1,0	—	95	79	Ж ₂	16	20	8400	79(86)	10	29	0,8	0,10	23	87,0	334	ГЖ, КЖ	Ж ₁₉	24,4

Примечание. В графе 12 в скобках указан выход концентрата плотностью менее 1,4 г/см³ в пересчете на беспородный уголь.

Характеристика углей тентекской свиты Тентекского района Карагандинского бассейна

Пласт	Участок	Мощность, м			Процент площади пласта с балансовой мощностью	Сумма плавленых компонентов, %	Стадия метаморфизма	Уголь рядовой			Концентрат плотностью менее 1,4 г/см ³						Остаток кокса в барабане, кг	Марка угля		Балансовые запасы до глубины 600 м, млн. т	
		общая	подсчетная					АС угольной массы, %	АС товарной массы, %	Q _б , ккал/кг	выход, %	АС, %	VГ, %	S _{общ} , %	P _б , %	У, мм		СГ, %	ГОСТ 8450-66		естественно-технологическая классификация
			балансовая	забалансовая																	
T ₁	Северо-запад	1,7	1,1	0,6	55	83	Ж ₁	23	28	8580	59(63) *	10	34	0,9	0,03	23	83,3	—	ГЖ	Ж ₁₉	9,0
	Юго-восток	1,9	1,3	0,6	65	85	Ж ₂	19	27	8480	76(81)	8	32	0,9	0,02	24	86,8	324	КЖ, Ж	Ж ₁₉ , Ж ₂₅	32,0
T ₃	Северо-запад	1,7	1,3	—	100	72	Ж ₁	22	24	8500	63(70)	10	33	1,0	0,04	19	85,3	—	ГЖ	Ж ₁₉	9,0
	Юго-восток	0,9	0,9	—	85	71	Ж ₂	19	21	8460	73(84)	9	32	1,0	0,02	21	87,6	334	КЖ	Ж ₁₉	37,5
T ₅	Юго-восток	3,2	1,1	0,7	35	64	Ж ₂	27	32	8400	52(57)	15	31	0,6	0,05	17	86,3	—	КЖЭн, ГЖЭн	Ж _{12Эн}	9,0
T ₆	Юго-восток	1,5	1,0	0,8	20	65	Ж ₂	23	23	8400	54(59)	12	32	0,6	0,11	18	86,6	—	ГЖЭн, КЖЭн	Ж _{12Эн}	4,1
T ₇	Северо-запад	1,1	—	0,7	—	75	Ж ₁	31	35	8300	31(36)	11	34	—	—	22	85,5	—	ГЖЭн	Ж _{19Эн}	1,0
	Юго-восток	1,8	1,0	0,7	10	71	Ж ₁	26	31	8400	42(47)	11	33	1,2	0,87	22	86,7	—	ГЖЭн	Ж _{19Эн}	3,0
T ₉	Юго-восток	1,8	1,0	0,7	40	71	Ж ₁	26	31	8400	37(39)	12	34	—	—	24	85,5	—	ГЖЭн, КЖЭн	Ж _{19Эн}	10,2
T ₁₂	Юго-восток	2,1	1,0	0,8	10	68	Г ₃	34	39	8200	20(23)	18	34	1,2	0,09	20	—	—	ГЖЭн	Ж _{19Эн}	—
T ₁₄	Северо-запад	1,1	—	0,7	—	76	Г ₂	30	38	8200	30(34)	12	36	1,0	0,02	19	80,2	—	ГЖЭн	Г _{19Эн}	1,0
	Юго-восток	2,0	1,0	0,8	10	65	Г ₂	27	35	8260	50(54)	12	35	—	—	18	85,1	—	ГЖЭн	Г _{12Эн}	2,1
T ₁₅	Северо-запад	1,2	—	0,7	—	82	Г ₂	35	40	8100	16(21)	16	37	2,5	0,03	18	81,4	—	ГЖЭп	Г _{12Эн}	—
	Юго-восток	2,0	—	0,7	—	68	Г ₂	29	31	8360	14(19)	15	36	2,3	0,04	17	85,4	—	ГЖЭн	Г _{12Эн}	—
T ₁₇	Северо-запад	1,2	—	0,9	—	80	Г ₂	27	35	8200	43(48)	12	37	2,1	0,05	18	80,6	—	ГЖЭн	Г _{12Эн}	—
	Юго-восток	0,9	—	0,8	—	83	Г ₂	28	36	8200	40(44)	15	37	4,2	0,09	17	84,9	—	ГЖЭн	Г _{12Эн}	—

В скобках указан выход концентрата плотностью менее 1,4 г/см³ в пересчете на беспородный уголь.

УГЛИ КАРАГАНДИНСКОЙ СВИТЫ

Аналитическая влажность углей равна 0,5—1,5%, влажность рабочего топлива 3,0—5,5% в Карагандинском районе и 4,2—4,8% в Шерубайнурином. Зольность углей пластов K_1 — K_5 , K_{14} — K_{20} и верхних слоев пластов K_{10} , K_{12} и K_{13} очень высокая — 23—30%. Менее зольными ($A^c=15$ —25%) являются угли нижних слоев пластов K_{10} , K_{12} , и K_{13} , а также пластов K_7 и K_{18} . В целом зольность углей несколько повышается в западном направлении. Товарная зольность углей Карагандинского района по данным шахт равна 27—38% (пласты K_1 — K_4), 22—24% (пласты K_7 , K_{10} , K_{14}) и 15—21% (пласты K_{12} , K_{13} , K_{18}). В Шерубайнурином районе эти величины больше на 2—4%. Обогащаемость углей многих пластов чрезвычайно трудная (выход концентрата 20—50% при зольности 11—15%). Угли пластов K_7 , K_{10} , K_{12} , K_{13} и K_{18} имеют трудную и среднюю обогащаемость (выход концентрата 60—75% при зольности 7—10%). На отдельных участках пласт K_{18} отличается легкой обогащаемостью (выход концентрата более 80%).

Содержание серы обычно менее 1,5% (малосернистые угли). В углях пластов K_{13} — K_{20} в Шерубайнурином районе оно возрастает до 1,5—2,5% (среднесернистые угли). Более 2,5% серы содержат угли пластов K_{17} , K_{19} и K_{20} . Большинство углей карагандинской свиты относится к много- и среднефосфористым ($P^c=0,01$ —0,1%). На отдельных участках угли основных пластов — K_7 , K_{10} , K_{12} относятся к малофосфористым (менее 0,01%). Повышенное количество фосфора (более 0,05%) обычно содержат угли пластов K_{14} — K_{20} . Количество углерода в углях на

севере бассейна равно 86—88%, на юге 88—90%, содержание водорода соответственно равно 5,1—5,3 и 4,6—4,8%, а сумма кислорода и азота — 8—9 и 6—8%. Теплота сгорания по бомбе равна 8,1—8,6 тыс. ккал/кг, низшая рабочего топлива 4,9—6,7 тыс. ккал/кг.

Выход летучих веществ из обогащенных углей на севере бассейна составляет 20—30%, на юге 10—20%. Для углей нижних пластов она на 10—13% ниже, чем для верхних. Угли большинства пластов обладают пониженной спекаемостью. Толщина пластического слоя равна 8—12 мм. Для углей отдельных пластов пластический слой возрастает до 15—25 мм (пласт K_4 на востоке Промышленного участка, пласты K_{10} и K_{12} на западе этого участка, пласт K_{18} в Шерубайнурином районе и др.). На юге бассейна угли спекаются хуже, чем на севере. Согласно ГОСТ 8150-66, на севере бассейна угли относятся к маркам К, КЖ и K_2 , а на юге — к маркам ОС, K_2 , К и КЖ. На большей части площади пригодны для коксования угли пластов K_7 , K_{10} , K_{11} , K_{12} , K_{13} , K_{18} .

При самостоятельном коксовании наиболее прочный кокс дают угли пласта K_4 на Промышленном участке (остаток в барабане 315—344 кг), K_{18} и K_{18}^1 в Шерубайнурином районе (остаток в барабане 329—343 кг). На отдельных участках Карагандинского района прочный кокс получен из углей пластов K_7 , K_{10} , K_{12} . Большинство же углей характеризуется остатком в барабане 250—300 кг и пригодно для использования в качестве отожающей добавки в шихте с жирными углями.

УГЛИ ДОЛИНСКОЙ СВИТЫ

Аналитическая влажность угля равна 1—2%, влажность рабочего топлива 4,5—6,5%. Зольность углей основных пластов составляет 15—20%, причем в западных районах бассейна она несколько выше, чем в восточных. Товарная зольность углей, по данным шахт, в Шерубайнурином районе равна 21—34%, в Тентекском районе — 27—28%. Обогащаемость углей большинства пластов средняя (выход концентрата 65—80%, зольность 6—9%). Трудно и чрезвычайно трудно обогащаются угли ряда тонких пластов (D_3 , D_5 , D_7 , D_8).

Угли всех пластов в Карагандинском и многих пластов в Шерубайнурином и Тентекском районах малосернистые (содержат серы менее 1,5%). Угли пластов D_2 , D_4 , D_5 и D_{10} в Шерубайнурином районе и пластов D_4 и D_8 — в Тентекском районе содержат 1,5—2,5% серы, т. е. относятся к среднесернистым. Практически все угли относятся к многофосфористым ($P^c=0,03$ —0,1%). Содержание углерода равно 85—88%, водорода 5,1—5,8%, сумма кислорода и азота 8—10%. Теплота сгорания по бомбе оценивается в 8,3—8,6 тыс. ккал/кг, низшая рабочего топлива 5,3—6,8 тыс. ккал/кг.

Выход летучих веществ из концентратов в Карагандинском районе равен 32—35%, в Шеру-

байнурином 26—34% и в Тентекском 23—36%. Снижение выхода летучих веществ в Шерубайнурином районе происходит в южном направлении, в Тентекском районе — в юго-восточном, а в Карагандинском — в юго-западном. Угли долинской свиты обладают лучшей в бассейне спекаемостью. В большинстве случаев толщина пластического слоя превышает 20, а иногда и 30 мм. В Карагандинском районе угли характеризуются пластическим слоем 19—23 мм, в Шерубайнурином — 20—25 мм и в Тентекском — 20—30 мм. В Тентекском районе распространены угли марок КЖ, Ж и ГЖ, в Шерубайнурином районе — в основном марки КЖ, реже К и в Карагандинском районе — марки ГЖ.

Все угли долинской свиты пригодны для производства кокса, за исключением труднообогащаемых углей пластов D_3 и D_8 . Жирные угли свиты отличаются хорошей коксуемостью. При самостоятельном коксовании углей пластов D_1 — D_6 получен прочный кокс с остатком в барабане 320—350 кг. Эти угли могут принимать в шихте добавку углей марок K_2 и K в размере 20—40%. Угли пластов D_9 — D_{11} дают кокс с остатком в барабане 310—340 кг и могут принимать добавку углей пониженной спекаемости в размере 50—80%.

УГЛИ ТЕНТЕКСКОЙ СВИТЫ

Влажность угля равна: аналитическая 1—2%, рабочего топлива 5,0—6,5%. Зольность угольной массы, как правило, превышает 25%, составляя в сре-

днем 30%. Лишь угли двух нижних пластов T_1 и T_3 имеют зольность 19—25%. Зольность в товарном угле повышается на 2—10%. Обогащаемость углей

чрезвычайно трудная (выход концентрата 25—45%, зольность 12—15%). Только угли пластов T_1 и T_3 характеризуются средней, реже трудной обогатимостью (выход концентрата 60—85%, зольность 7—10%).

Количество серы закономерно повышается вверх по разрезу от 1,0—1,5% (пласты T_1 — T_6) до 2,5% и более (пласты T_8 — T_{17}). Особенно сернисты угли пластов T_{15} и T_{17} . Угли пластов T_3 и T_{12} среднефосфористые ($P^c=0,01$ — $0,03\%$), остальные пластов — многофосфористые. Содержание углерода равно 84—86%, водорода 5,4—5,6%, сумма кислорода и азота 9—11%. Теплота сгорания по бомбе составляет 8,0—8,4 тыс. ккал/кг, низшая рабочего топлива 5,6—6,0 тыс. ккал/кг.

Выход летучих веществ из обогащенных углей нижних пластов равен 32—35%, верхних пластов — 35—38%. Угли хорошо спекаются. Пластический слой обычно равен 17—23 мм (для углей пласта T_1 — 23—24 мм). Согласно ГОСТ 8150-66 угли свиты относятся к маркам КЖ, К и ГЖ. Для коксования пригодны только угли пластов T_1 и T_3 .

Коксующесть углей хорошая. Кокс, полученный из углей пласта T_1 , характеризуется остатком в барабане 324 кг, а кокс из шихты с участием 70% углей марки K_2 — 336 кг.

Таким образом, угли ашлярической, значительной части пластов карагандинской и почти всей тентекской свиты отличаются низкой рабочей влажностью (3—5%), высокой калорийностью рабочего топлива (4500—6000 ккал/кг) и тугоплавкостью золы. Однако все они высокозольные (A^c товарного угля 30—35%), чрезвычайно труднообогатимые и пригодны только для энергетических целей.

Для производства кокса могут быть использованы угли основных пластов карагандинской свиты, практически всей долинской свиты и двух нижних пластов тентекской свиты. Эти угли характеризуются зольностью 15—25%, средней и трудной обогатимостью и пластическим слоем обычно равным 8—25 мм (для углей долинской и тентекской свит и ряда пластов карагандинской свиты) и относятся к маркам К, K_2 , КЖ и Ж.

ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕЙ

ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ

Для определения стадии метаморфизма углей обычно замеряется отражательная способность витринита (в масле и воздухе).

В табл. 37 приведены значения отражательной способности витринита карагандинских углей разных стадий метаморфизма.

Таблица 37

Связь отражательной способности витринитов карагандинских углей с метаморфизмом

Стадия метаморфизма	Средняя отражательная способность витринита	
	в масле, R^a , %	в воздухе $10R^a$, усл. ед.
Г	0,65—0,93	77—85
Ж	0,94—1,20	85—92
К	1,21—1,60	92—100
ОС	1,61—1,99	100—107
Т	2,00—2,75	107—120
ПА — А	Более 2,75	Более 120

Следует подчеркнуть, что результаты замеров отражательной способности по ряду пластов бассейна не соответствуют приведенной выше градации. Например, угли пласта K_{12} характеризуются значениями $10R^a$ на 2—3 единицы большим, чем изометаморфные угли соседних пластов. Это, видимо, связано с различием витринизированного вещества, слагающего эти пласты.

СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ. ЗОЛЬНОСТЬ

Минеральные примеси определяют состав золы углей, который, в свою очередь, определяет плавкость золы. Преобладание в карагандинских углях каолинита и других глинистых минералов обусловили высокое содержание в золе углей кремнезема (45—65% в углях карагандинской свиты и 45—55% в углях долинской свиты) и глинозема (18—30% в углях

карагандинской свиты и 22—37% в углях долинской свиты). С этим связана очень высокая температура плавления золы (для углей карагандинской свиты — 1500°C, для долинской и тентекской — 1400—1500°C).

Не все минеральные примеси отрицательно влияют на процесс коксования углей. Не являются вредной примесью соединения железа, на долю которых приходится 1% при зольности кокса в 10%. Для углей пласта K_4 , по данным Б. Г. Габермана (1962), из 12% минеральных примесей в коксе 1,5—2% принадлежат соединениям железа. Не относятся к вредным примесям в угле и карбонаты, которые в виде флюсов участвуют в доменной плавке. Их количество в составе золы углей основных пластов карагандинской свиты равно 5—16%, долинской свиты 1—12% и тентекской свиты 4—10%.

Различные минеральные примеси оказывают неодинаковое влияние на спекаемость углей. По данным Б. Г. Габермана, добавка к чистому витрену 20% каолинита, клинохлора или пирита снизила пластический слой с 19 до 12 мм, а добавка 20% кварца, ортоклаза или альбита уменьшила пластический слой с 19 до 15 мм.

ОБОГАТИМОСТЬ

В процессе метаморфизма происходит уплотнение молекулярной структуры угля, что сопровождается усилением связей между угольным и минеральным веществом. Этим, очевидно, можно объяснить тот факт, что с усилением степени метаморфизма углей пластов K_7 и K_{13} в южном направлении (от стадии Ж — К до стадии К — ОС) значительно ухудшается их обогатимость. По-видимому, по этой же причине коксовые угли ашлярической свиты при исходной зольности 30% дают выход концентрата 20—30%, а газовые угли тентекской свиты — 30—50%.

На обогатимость углей также оказывает влияние характер связи минеральных примесей с углем, что подробно освещено в известных работах В. К. Прянишника (1960, 1963).

Результаты анализов витренев и фюзенов из углей Карагандинского бассейна, %

Участок	Шахта, шахтное поле	Пласт	Стадия метаморфизма	Состав угля	Wa	Ac	Vr	Cr	Hr
Карагандинская свита									
Промышленный	6/7	K ₇	Ж ₂	Витрен	0,8	6,1	30	87,8	5,3
				Фюзен	0,2	10,7	16	—	—
Промышленный	125/126	K ₁₈	Ж ₂	Витрен	1,2	2,7	27	88,5	5,1
				Фюзен	0,4	5,2	18	93,2	3,5
Промышленный	Им. Костенко	K ₁₀	Ж ₃	Витрен	1,6	1,2	25	86,2	4,5
				Фюзен	1,1	1,6	15	—	—
Северный	39/40	K ₇	K ₁	Витрен	1,6	0,9	24	88,8	4,9
				Фюзен	1,2	3,8	17	92,0	4,4
Долинская свита									
Каражаро-Шаханский	Молодежная (13)	D ₇	Ж ₁	Витрен	1,9	1,4	31	86,7	5,5
				Фюзен	1,3	9,3	16	91,4	3,8
Тентекский	Им. Ленина (3)	D ₅	K ₁	Витрен	0,8	7,1	26	89,5	5,3
				Фюзен	0,4	10,0	14	90,5	3,8

Наблюдается определенная связь зольности и обогатимости угля с его вещественным составом. Как правило, более зольны фюзенизированные компоненты. Для углей карагандинской свиты зольность чистых фюзенов равна 3,8—10,7%, а чистых витренев 0,9—6,1% (табл. 38). Для углей долинской свиты эти величины соответственно равны 9,3—10,0 и 1,4—7,1%. В целом для бассейна богатые фюзеном угли ашлярикской и карагандинской свит более зольны и обладают худшей обогатимостью, чем богатые витреном угли долинской свиты.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ

На стадии Ж витрен характеризуется содержанием углерода 86—88%, водорода 4,5—5,5%, суммы кислорода и азота 6,3—9,3%. Для фюзена эти величины соответственно равны: 91—93%, 3,5—4,5% и 3,3—4,8%. При повышении степени метаморфизма содержание углерода возрастает, а водорода, кислорода и азота — снижается. Например, при содержании плавких компонентов 60% газовые угли содержат углерода в среднем 84%, жирные 87%, коксовые 89%, отощенные спекающиеся 91% и тощие 93%.

Все это обусловило повышение содержания углерода вниз по разрезу карбона от 84—86% в углях тентекской свиты до 87—90% — в углях ашлярикской свиты. Соответственно снижается содержание водорода от 5,6—5,4 до 5,0—4,5%. В плане содержание углерода растет к западу. Так, для газовых углей долинской свиты в Карагандинском районе оно равно 85—86%, а для жирных и коксовых углей этой свиты в Тентекском районе — 86—89%.

СЕРА

С увеличением в угле количества гелифицированного вещества повышается его сернистость, что связано с восстановительным характером среды осадконакопления. Этим обусловлена повышенная сернистость богатых витринитом углей верхов карагандинской, долинской и тентекской свит по сравнению

с углями основной части карагандинской, а также ашлярикской свиты.

С изменением вещественного состава меняется и сернистость углей отдельных пачек пласта. Например, в пласте K₁₈ на Промышленном участке богатые витринитом угли нижней пачки содержат серы 2,8—4,2%, а угли верхней пачки, в которых витринита меньше, 0,6—0,7%. В пласте K₁₀, по данным Ф. А. Петровой, более богатые гелифицированным веществом угли верхнего слоя содержат серы около 2%, а угли нижнего слоя — только 0,5—0,8%. Такое же объяснение находит факт увеличения сернистости долинских углей Тентекского района по сравнению с их аналогами в Карагандинском районе. В Шерубайнуринском районе больше серы содержат угли карагандинской свиты на Северном участке по сравнению с углями Центрального участка, где витринита меньше.

ФОСФОР

Обычно количество фосфора возрастает с увеличением в угле витринизированного вещества. С этим связано большее содержание фосфора в углях долинской и тентекской свит по сравнению с углями ашлярикской и карагандинской свит. С увеличением содержания витринита в углях основных пластов карагандинской свиты Тентекского района по сравнению с их аналогами в других районах происходит резкое повышение их фосфористости (от 0,01—0,03 до 0,03—0,08%). Богатые витринитом угли верхних пластов карагандинской свиты отличаются повышенным содержанием фосфора (P^c более 0,02). В пласте K₁₈ на Промышленном участке богатые витринитом угли нижней пачки содержат фосфора в несколько раз больше, чем угли верхней пачки, в которых витринита мало (P^c соответственно равен 0,01—0,02 и 0,04—0,08%).

ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ

Влияние вещественного состава и метаморфизма карагандинских углей на их теплоту сгорания (по бомбе) дано в табл. 39.

Таблица 39

Теплота сгорания углей Карагандинского бассейна

Стадия	Теплота сгорания (Q_0^r , ккал/кг) при содержании в углях плавких компонентов, %	
	60	80
Г	8200	8200
Ж	8300	8350
К	8400	8500

ВЫХОД ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ

На этот показатель существенное влияние оказывает вещественный состав и степень метаморфизма угля (табл. 40).

Таблица 40

Средний выход летучих веществ на горючую массу для углей жирной стадии.

Микрокомпоненты	Данные И. В. Еремина (1968)	Данные В. К. Упорова и А. А. Кузнецовой по Карагандинскому бассейну
Лейптинит	50	44
Витринит	30	30
Фюзинит	15	12

СПЕКАЕМОСТЬ

Зависимость спекающей способности углей Карагандинского бассейна и ряда других месторождений от вещественного состава и степени метаморфизма показана на рис. 32. На стадии Ж при повышении содержания плавких компонентов от 50 до 80% пластический слой возрастает от 7 до 24 мм. На стадии К этот показатель в среднем соответственно меняется от 6 до 18 мм, а на стадии Г — от 6 до 15 мм. В процессе метаморфизма спекаемость углей сначала улучшается, достигая максимума на стадии Ж, а затем снова ухудшается. Для углей с содержанием плавких компонентов 60% толщина пластического слоя в среднем равна: на стадии Г — 6 мм, на стадии Ж — 11 мм, на стадии К — 9 мм. Для углей с содержанием плавких компонентов 80% эти величины соответственно равны 15, 24 и 18 мм.

Все это нашло отражение в спекающей способности углей продуктивных свит. В целом для бассейна спекаемость улучшается вверх по разрезу; по мере снижения степени метаморфизма и повышения содержания плавких компонентов растет толщина пластического слоя от 6—14 мм для углей ашлярикской и большинства пластов карагандинской свит до 15—30 мм для углей долинской, тентекской и ряда пластов карагандинской свит. Угли основных пластов карагандинской свиты на севере бассейна спекаются лучше, чем на юге, где выше степень их метаморфизма. Толщина пластического слоя соответственно снижается от 15—10 мм на стадии Ж до 10—6 мм на стадии К.

Наилучшей в бассейне спекаемостью обладают угли долинской свиты. Почти все они находятся на стадии Ж и отличаются высоким содержанием не только витринита, но и лейптинита. В большинстве случаев пластический слой углей превышает 20, а иногда и 30 мм. В плане улучшение спекаемости до-

линских углей происходит с востока на запад параллельно с увеличением степени метаморфизма и количества плавких компонентов. В Тентекском районе заметное улучшение спекающей способности углей большинства пластов происходит в северном направлении с соответствующим ростом пластического слоя на 2—5 мм, что связано с изменением стадии метаморфизма от К до Ж. На крайнем западе района спекаемость углей несколько понижается в связи с понижением степени метаморфизма до стадии Г.

Богатые витринитом угли тентекской свиты также отличаются хорошей, хотя и несколько пониженной по сравнению с долинскими углями, спекаемостью, что связано с малой степенью их метаморфизма (стадия Г).

КОКСУЕМОСТЬ

Связь прочности кокса с петрографическим составом и степенью метаморфизма углей показана на рис. 33, составленным М. В. Голицыным в 1959 г. по методу И. В. Еремина (1959). Зависимость между суммой плавких компонентов (ПК) и прочностью кокса (остатком кокса в барабане) для углей средних стадий метаморфизма выражается кривой с максимумом, который соответствует $ПК=75\%$. При дальнейшем увеличении количества плавких компонентов прочность кокса вновь снижается. Вправо от максимума располагается область жирных (в технологическом смысле) углей, способных при коксовании принимать отошающую добавку. На левой ветви кривой, особенно в нижней части, располагаются угли, применяемые в качестве отошающей добавки.

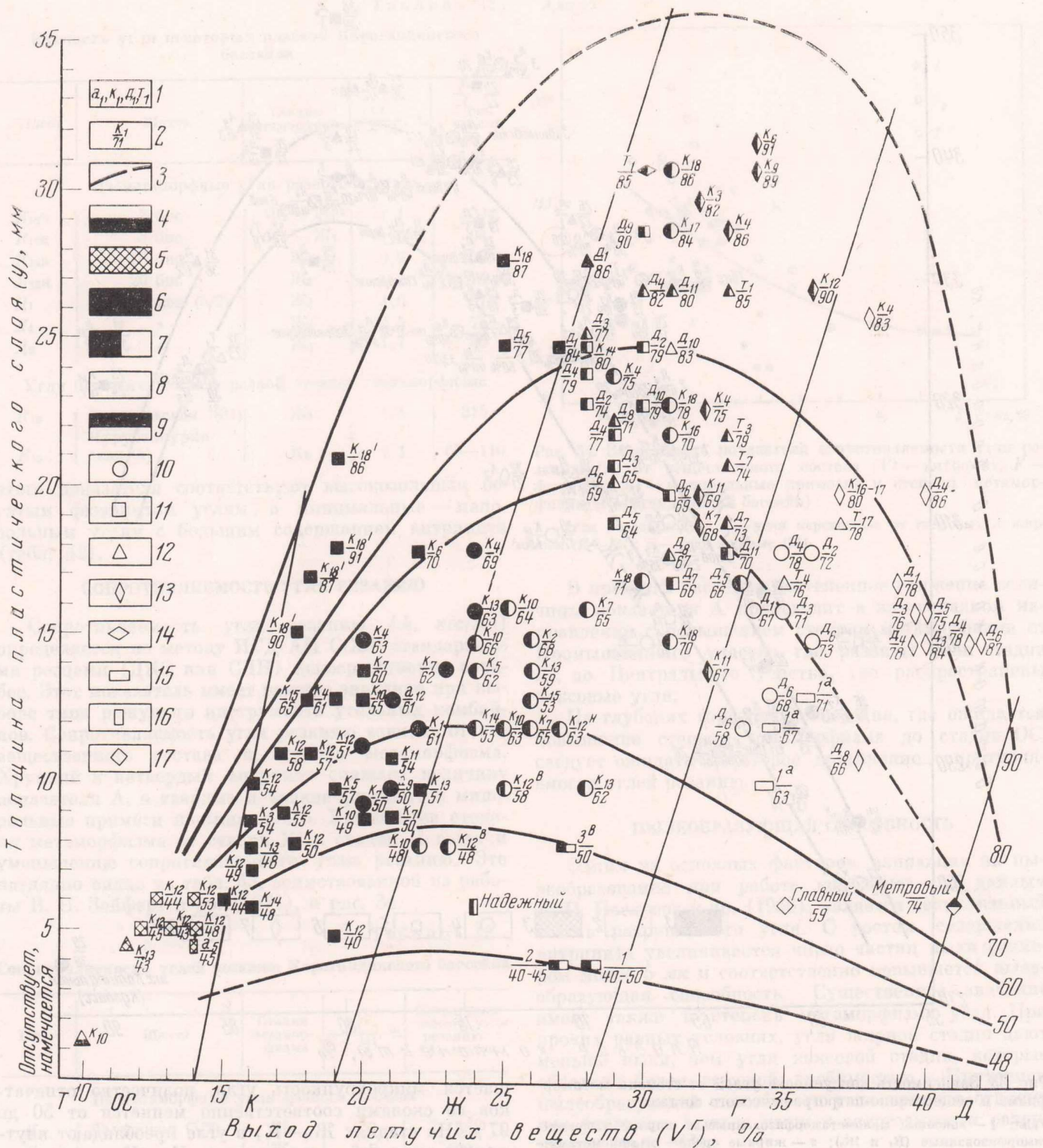
С помощью этого графика можно производить довольно точный расчет шихт для коксования. Результаты нескольких таких расчетов вынесены на график. Например, шихта, состоящая из 30% углей пласта T_1 ($ПК=85\%$) и 70% углей пласта K_{12} ($ПК=58\%$), имеет расчетное $ПК=66\%$ и должна (по графику) дать кокс с барабана в 315—320 кг, фактический результат — 316 кг. При увеличении количества углей пласта T_1 до 40% расчетная сумма плавких компонентов повысилась до 69%; предполагаемый остаток в барабане должен составить около 330 кг, фактический результат — 330 кг.

Наилучший по качеству кокс (остаток в барабане до 350 кг) при прочих равных условиях дают угли стадии К, хотя эти угли обычно и не принимают отошающей добавки более 10—20%. Менее прочный кокс при самостоятельном коксовании дают угли стадии Ж, но они способны принимать отошающую добавку в шихте до 75% без снижения (а обычно с повышением) прочности кокса. Кокс, полученный из газовых углей, непрочен, но при благоприятном петрографическом составе они могут принимать отошающую добавку. Угли стадии ОС дают непрочный кокс и используются только в шихте с жирными углями.

Таблица 41

Состав продуктов коксования карагандинских углей, %

Стадия метаморфизма	Пирогенетическая вода	Кокс	Смола	Бензол
Г	6,6	68	6,9	1,8
Ж	5,4	75	4,4	1,3
К	4,5	79	2,7	0,8



Следует отметить, что жирные угли стадии Ж₃ по коксуемости близки к коксовым углям, а газовые угли стадии Г₃ — к жирным.

На разных стадиях метаморфизма состав продуктов коксования не остается постоянным (табл. 41).

Из таблицы видно, что с повышением степени метаморфизма в продуктах коксования падает содержание воды, смолы и бензола, но увеличивается выход кокса.

ТВЕРДОСТЬ И ХРУПКОСТЬ

Твердость и хрупкость углей обусловлены их вещественным составом и степенью метаморфизма. По данным Е. М. Зинченко и др. (1969) при зольности

Рис. 32. Зависимость спекаемости углей от степени метаморфизма и вещественно-петрографического состава

1 — индексы пластов ашлярической, карагандинской, долинской и тентекской свит; 2 — числитель — индекс пласта, знаменатель — сумма плавких компонентов, %; 3 — изолинии плавких компонентов, %. Стадии метаморфизма: 4 — Т; 5 — ОС; 6 — К; 7 — Ж; 8 — Г; 9 — Д. Районы Карагандинского бассейна: 10 — Карагандинский; 11 — Шерубайнуринский; 12 — Тентекский; месторождения: 13 — Самарское; 14 — Завьяловское; 15 — Экибастуз; 16 — Космурун и Сарыадыр; 17 — Кайнама

угля 15—20% на стадии Ж блестящие угли пластов K₁₀, K₁₂, на Промышленном участке характеризуются микротвердостью до 35 кгс/мм², полублестящие угли 37—43, полуматовые 43—45 и матовые 48—

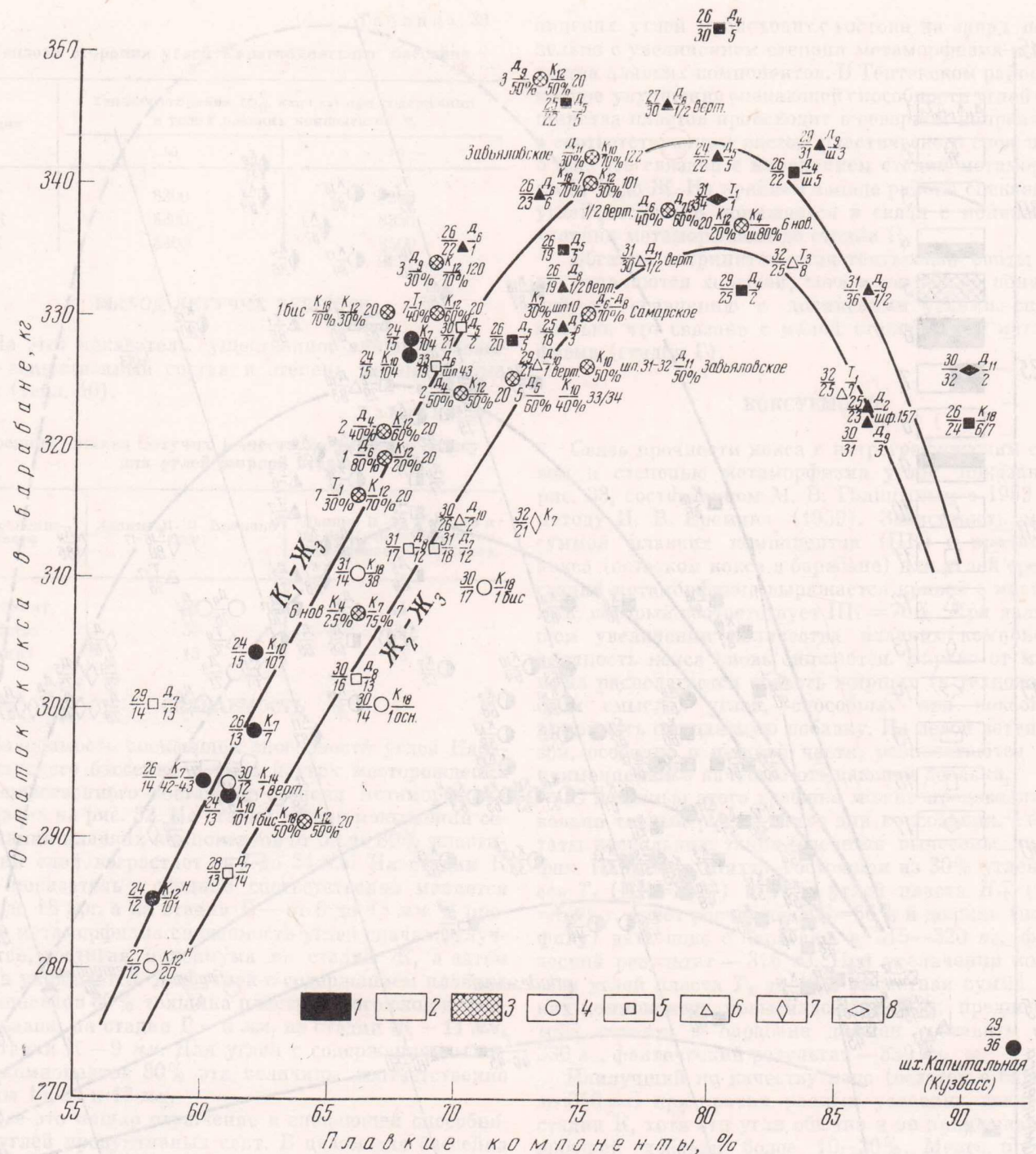


Рис. 33. Зависимость коксуетости углей от степени метаморфизма и вещественно-петрографического состава

Угли: 1 — коксовые малометаморфизованные и жирные высокометаморфизованные (К₁ и Ж₃); 2 — жирные средне- и малометаморфизованные (Ж₂—Ж₃); 3 — шихты для коксования; районы Карагандинского бассейна: 4 — Карагандинский; 5 — Шерубайгуринский; 6 — Тентекский; месторождения: 7 — Самарское; 8 — Завьяловское. Цифры у значков коксовых шихт: 1 — номер шахты, К₁₈ — индекс пласта; 70% — доля участия угля в шихте. Цифры у значков проб индивидуального коксования: слева в числителе — выход летучих веществ, %; в знаменателе — толщина пластического слоя, мм; справа в числителе — индекс пласта, в знаменателе — номер шахты

53 кгс/мм². Микротвердость витринита на стадии Г₃—Ж₁ равна 27, а на стадии К₁ повышается до 36 кгс/мм². Микротвердость лейптинита меняется от 20 (стадия Г₃) до 27 кгс/мм² (стадия К₂). С увеличением метаморфизма от стадии Ж₁ до К₃ повы-

шается микрохрупкость угля, количество отпечатков со сколами соответственно меняется от 50 до 97%. На стадиях Ж₁—К₁ в угле преобладают внутренние трещины, а на стадиях К₂—К₃ — внешние трещины и сколы.

КРЕПОСТЬ УГЛЯ

Одним из основных показателей крепости угля служит временное сопротивление одноосному сжатию ($\sigma_{сж}$, кгс/см²), которое зависит от степени метаморфизма и вещественного состава угля. Судя по материалам М. М. Мукушева и др. (1972), временное сопротивление сжатию для углей стадии Ж равно 80—250 кгс/см², а для углей стадии К — 50—150 кгс/см², причем максимальные значения

Крепость угля некоторых пластов Карагандинского бассейна

Пласт	Шахта	Стадия метаморфизма	VI	
			$\frac{VI}{F+MI}$, %	σ сж., кгс/см ²
Изометаморфные угли разного состава				
K _{12B}	3 бис	Ж ₂ — Ж ₃	1,1	130
K _{12B}	3 бис	Ж ₂ — Ж ₃	1,6	96
K _{12B}	20 бис	Ж ₂	0,9	105
K _{12H}	20 бис	Ж ₂	1,2	75
D ₁	Долинская (5/2)	Ж ₃	4,0	57
D ₄	»	Ж ₃	2,5	75
D ₂	»	Ж ₃	1,7	80

Угли близкого состава разной степени метаморфизма

Пласт	Шахта	Стадия метаморфизма	$\frac{VI}{F+MI}$, %	σ сж., кгс/см ²
K ₁₃	Стахановская (31)	Ж ₂	1,4	215
K ₁₃	Чурубайшуринская (4)	K ₂	1,1	65—110

этого показателя соответствуют высокозольным богатым фюзинитом углям, а минимальные — мало-зольным углям с большим содержанием витринита (табл. 42).

СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ УГЛЯ РЕЗАНИЮ

Сопротивляемость угля резанию (A , кгс/мм) определяется по методу ИГД АН СССР стандартными резами (ДКС или СДН) непосредственно в забое. Этот показатель имеет важное значение при выборе типа режущего инструмента угольных комбайнов. Сопротивляемость угля резанию зависит от его вещественного состава и степени метаморфизма. Хрупкий и нетвердый витринит снижает величину показателя A , а твердые и вязкие фюзинит и минеральные примеси повышают его. Увеличение степени метаморфизма от стадии Ж к стадии К ведет к уменьшению сопротивляемости угля резанию. Это наглядно видно из табл. 43, заимствованной из работы В. П. Зейферт и др. (1971), и рис. 34.

Таблица 43

Сопротивляемость углей резанию Карагандинского бассейна

Пласт	Шахта	Стадия метаморфизма	VI	
			$\frac{VI}{F+MI}$, %	Сопротивляемость угля резанию (A), кгс/мм
Изометаморфные угли разного состава				
D ₁	Долинская (5/2)	Ж ₃	4,0	85
D ₄	»	Ж ₃	2,5	120
D _{6B}	1/2 Наклонная	K ₁	1,6	77
D _{6H}	»	K ₁	2,5	67
D ₆	Шаханская (12)	Ж ₁ — Ж ₂	1,8	83
D ₇	»	Ж ₁ — Ж ₂	1,4	115
K _{12B}	Им. 50-летия Октябрьской революции (22)	Ж ₂	0,9	170
K _{12H}	»	Ж ₂	1,6	147
Угли близкого состава разной степени метаморфизма				
K ₁₃	Карагандинская (35)	Ж ₁	1,4	207
K ₁₃	Стахановская (31)	Ж ₂	1,4	167
K ₁₃	Им. Калинина (9)	Ж ₃ — K ₁	1,1	130

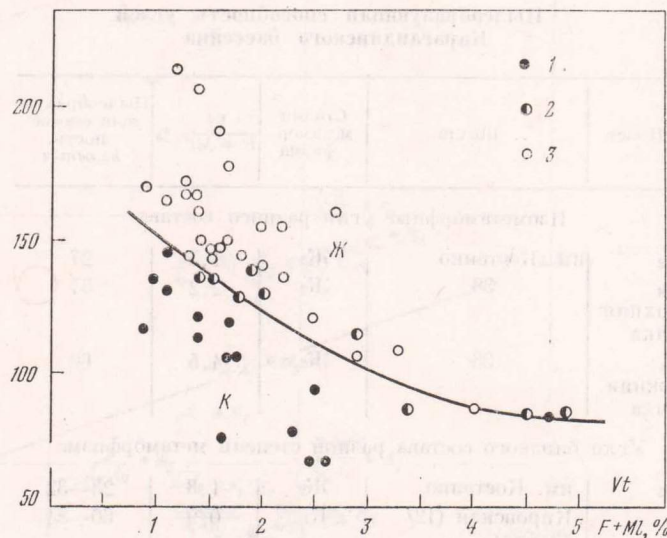


Рис. 34. Зависимость показателя сопротивляемости угля резанию (A) от вещественного состава (VI — витринит, F — фюзинит, MI — минеральные примеси) и степени метаморфизма (Карагандинский бассейн)

1 — угли коксовые (К); 2 — угли переходные от коксовых к жирным (К — Ж); 3 — угли жирные (Ж)

В пределах бассейна постепенное снижение величины показателя A происходит в юго-западном направлении с повышением степени метаморфизма от Промышленного участка, где развиты угли стадии Ж, до Центрального участка, где распространены коксовые угли.

На глубоких горизонтах бассейна, где ожидается повышение степени метаморфизма до стадии ОС, следует ожидать некоторое повышение сопротивляемости углей резанию.

ПЫЛЕОБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

Одним из основных факторов, влияющих на пылеобразование при работе комбайнов, по данным А. П. Поелуева и др. (1966), является вещественный состав разрушаемого угля. С ростом содержания витринита увеличивается число частиц пыли размером менее 5 мк и соответственно повышается пылеобразующая способность. Существенное значение имеет также и степень метаморфизма угля. При прочих равных условиях, угли жирной стадии дают меньше пыли, чем угли коксовой стадии, которые обладают более высокой дробимостью. Критерием пылеобразующей способности угля принято отношение удельного выхода пыли к энергоёмкости разрушения (табл. 44).

ГАЗОНОСНОСТЬ И МЕТАМОРФОГЕННОЕ ГАЗОБРАЗОВАНИЕ

Карагандинский бассейн считается наиболее газоносным бассейном СССР. Средняя газоносность составляет 20—25 м³/т горючей массы. В 1972 г. шахты бассейна в сутки выделяли свыше 1 млн. м³ метана. В табл. 45, составленной по материалам М. А. Ермекова, Г. К. Карасева, П. И. Лищука и Н. С. Умарходжиевой, приведена характеристика газоносности углей основных свит Карагандинского бассейна и (для сравнения) некоторых других месторождений Центрального Казахстана.

Таблица 44

Пылеобразующая способность углей
Карагандинского бассейна

Пласт	Шахта	Стадия метаморфизма	Пылеобразующая способность, кг/квт·ч	
			$\frac{VI}{F+MI}, \%$	
Изометаморфные угли разного состава				
K ₁₂	им. Костенко	Ж ₂	1,3	27
K ₁₃	38	Ж ₂	2,2	37
верхняя пачка				
K ₁₈	38	Ж ₂	4,5	60
нижняя пачка				
Угли близкого состава разной степени метаморфизма				
K ₁₂	им. Костенко	Ж ₂	1,3	23—32
A ₅	Кировская (12/12 бис)	K ₁	0,9	60—84
K ₁₂	Дубовская (107)	K ₂	1,0	65—91

Таблица 45

Газоносность углей Карагандинского бассейна и других месторождений Центрального Казахстана

Участок Карагандинского бассейна, месторождение, бассейн	Глубина зоны газового выветривания, м	Газоносность на глубине 400 м, м ³ /т горючей массы	Стадия метаморфизма	Сумма плавких компонентов (ПК), %	
				необогаченный уголь	концентрат действительной плотности менее 1,4 г/см ³
Ашлярикская свита					
Промышленный	90	20	K ₁	35—54	50—60
Карагандинская свита					
Промышленный (восток)	140	13	Ж ₁	41—66	50—72
Саранский	120	20	K ₁ , K ₂	35—60	45—60
Центральный	100	23	K ₂	38—79	50—87
Южный	125	24	K ₂ , OC	40—80	50—88
Манжинский	125	22	K ₁ , K ₂	45—80	55—86
Экибастузский бассейн	110	9—22	Ж	31—56	54—70
Долинская свита					
Дубовский	—	16	Г ₃ , Ж ₁	61—70	69—78
Долинский	180	20	Ж ₂ , K ₁	57—80	70—88
Каражаро-Шаханский	200	19	Ж ₂	55—80	66—87
Тентекский (юго-восток)	180	24	Ж ₂ , K ₁	57—80	65—85
Тентекский (северо-запад)	300	17	Г ₃ , Ж ₁	57—81	70—85
Самарское месторождение	150	10	Г ₂	65—70	80—85
Завьядовское месторождение	200	16	Ж	60—75	75—85
Тентекская свита					
Тентекский (северо-запад)	350	15	Г ₃	41—71	65—84
Тентекский (восток)	170	21	Ж	40—70	64—84

Основным газом в недрах бассейна является метан. В незначительном количестве присутствуют тяжелые углеводороды, в основном этан (обычно доли процента, реже первые проценты, в единичных случаях до 20%). Встречаются также водород и гелий (менее 0,01%).

Газоносность зависит от многих факторов — вещественного состава и степени метаморфизма углей, структурного положения и тектонического строения участка и т. д.

На рис. 35 показано, что с увеличением степени метаморфизма газоносность повышается от 15—20 м³/т горючей массы для газовых и жирных углей до 20—27 м³/т — для коксовых и отощенных спекающихся. Кроме того, из рис. 34 следует, что газоносность углей долинской свиты, содержащих порядка 80% плавких компонентов, примерно на 5 м³/т выше газоносности изометаморфных углей карагандинской свиты, в которых количество плавких компонентов равно 50—60%.

Здесь уместно рассмотреть вопрос о метаморфогенном газообразовании углей в Карагандинском бассейне. В последние годы появился ряд работ (Багринцева и др., 1968; Моделевский и др., 1972; Ермаков, 1972, и др.), в которых по-новому оценивается роль угленосных толщ в процессах генерации природных газов и угленосные формации признаются важнейшими газопроизводящими толщами.

Первую попытку определить запасы метана в угольных пластах и вмещающих породах Карагандинского бассейна сделал Г. К. Карасев (1962 г.), оценивший эти запасы в 1 трлн. т.

Недра бассейна заключают 74 угольных пласта мощностью свыше 0,5 м, суммарной мощностью 82 м и более ста пропластков угля (до 0,5 м), общей мощностью около 15 м.

Среднее содержание рассеянного органического вещества в породах (табл. 46) по данным изучения свыше 200 образцов из всех свит бассейна составляет 0,9% (данные Л. Е. Козловой из работы Голицына и др., 1970).

Таблица 46

Содержание рассеянного органического вещества % в основных типах пород карбона Карагандинского бассейна

Свита	Песчаник	Алевролит	Аргиллит	Среднее
Аккудукская	0,5	2,0	2,5	1,7
Ашлярикская	0,5	1,0	3,0	1,5
Карагандинская	0,3	0,8	1,1	0,7
Надкарагандинская	0,2	0,3	0,3	0,3
Долинская	0,4	0,5	2,2	1,0
Тентекская	0,3	0,6	0,3	0,4
Среднее	0,4	0,9	1,5	0,9

Учитывая близкое процентное содержание пород в разрезе бассейна (порядка 30% ± 5%) и близкие мощности свит (порядка 550—750 м), содержание рассеянного органического вещества в целом для разреза карбона подсчитано как среднее арифметическое. Количество рассеянного органического вещества до глубины 1800 м (при объеме пород в 2600 млрд. м³, содержания органического вещества —

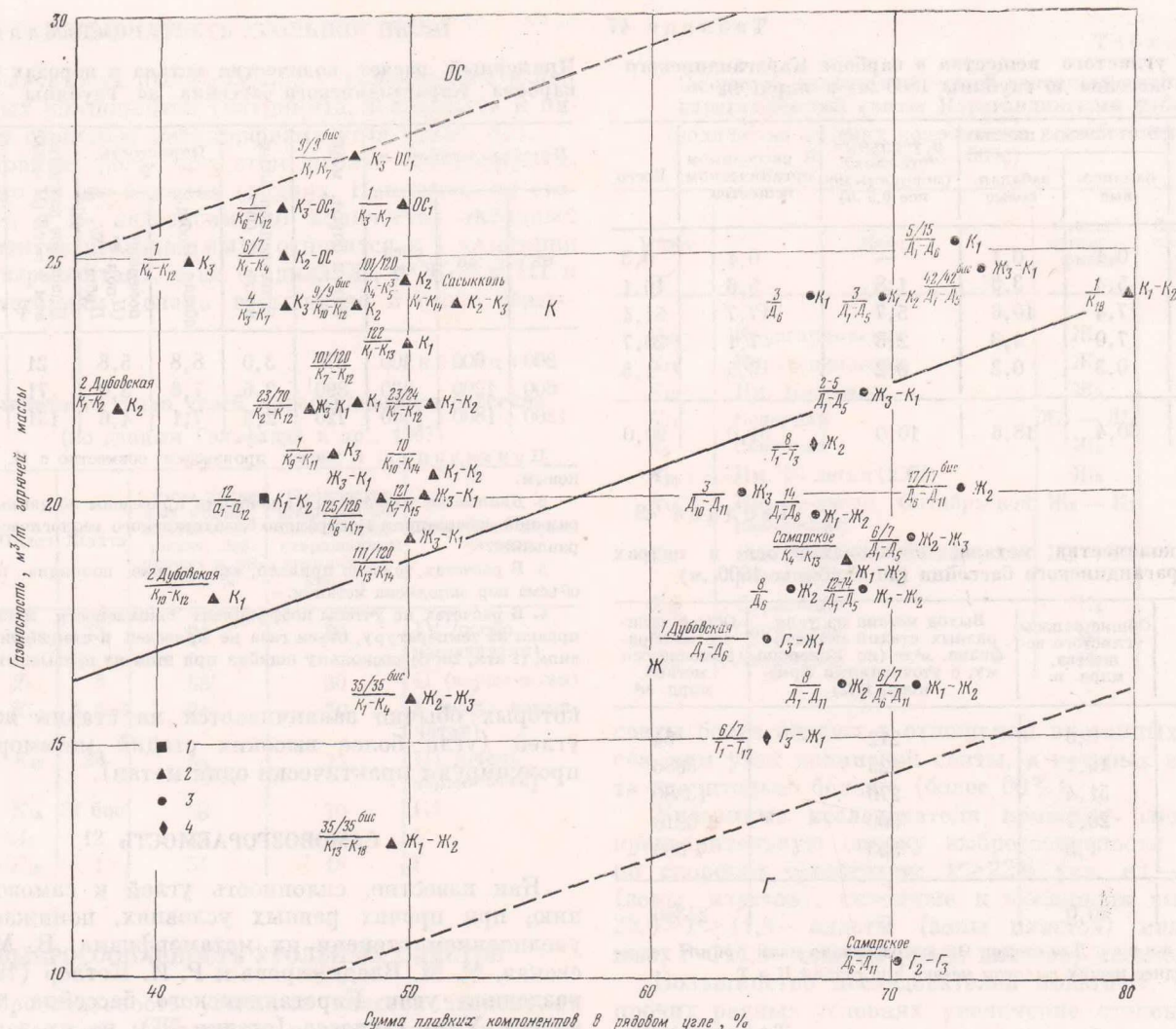


Рис. 35. Зависимость газоносности от вещественного состава и степени метаморфизма палеозойских углей Карагандинского бассейна

Данные по угленосным свитам: 1 — ашлярикской; 2 — карагандинской; 3 — долинской; 4 — тентекской. У знака слева: числитель — номер шахты, шахтного поля, название месторождения; знаменатель — индекс угольного пласта. У знака справа — стадия и подстадия метаморфизма угля

0,9% и его объемном весе 1,3) выразится цифрой порядка 24 млрд. м³ или 31 млрд. т, т. е. примерно равно общим запасам угля, сконцентрированного в угольных пластах.

Общее количество углеродистого вещества, заключенного как в пластах и пропластках угля, так и в виде рассеянных включений до глубины 1800 м, равно 90 млрд. т (табл. 47).

С учетом полной глубины залегания (до 4000 м) запасы углеродистого вещества в Карагандинском бассейне увеличатся примерно на 20%, в основном за счет углей ашлярикской и низов карагандинской свит, и составят порядка 108 млрд. т.

Органическое вещество, заключенное в недрах Карагандинского бассейна до глубины 1800 м как в концентрированном, так и в рассеянном виде, генерировало около 25 трлн. м³ метана. Соответствующие расчеты произведены исходя из запасов органического вещества и количества углеводородных газов, выделяемых на каждой стадии метаморфизма (табл. 48).

С учетом всех запасов органического вещества (до полной глубины залегания углей) общее количество образовавшегося метана превысит 29 трлн. м³. Объем тяжелых углеводородов не подсчитывался из-за малого количества исходных данных, но, по-видимому, он исчисляется несколькими миллиардами кубических метров.

Количество метана, оставшееся в концентрированном и рассеянном органическом веществе (после миграции большей части газов в породы и атмосферу) до

глубины 1800 м, составляет около 2,0 трлн. м³ (табл. 49).

Общее количество метана с учетом всех запасов углеродистого вещества (до полной глубины залегания пластов) видимо превысит 2,4 трлн. м³.

Определенный объем метана сосредоточен и во вмещающих угли породах, в которых он обычно содержится как в свободном, так и в растворенном (в подземных водах) состоянии. Средняя пористость пород карбона равна 8% при колебании от 5 до 13%. Если условно принять, что только половина порового пространства заполнена газом (остальные поры залечены, в результате интенсивно протекающих процессов катагенеза), то при объеме пород карбона в 2600 млрд. м³ общее количество заключенного в них метана составит 4,3 трлн. м³ (табл. 50).

Близкая цифра может быть получена, если принять среднюю газоносность пород в 1,5 м³ газа на 1 м³ породы (фактические данные по материалам газовой лаборатории колеблются от 0,5 до 5,0 м³/м³).

Таким образом, за всю геологическую эпоху Ка-

Запасы углистого вещества в карбоне Карагандинского бассейна до глубины 1800 м, в млрд. т

Стадия метаморфизма	В угольных пластах		В угольных прослоях (мощность менее 0,5 м)	В рассеянном органическом веществе	Всего
	балансовые	забалансовые			
Г	0,1	0,1	—	0,1	0,3
Ж	5,4	3,3	1,8	5,6	16,1
К	17,4	10,6	5,7	17,7	51,4
ОС	7,0	4,3	2,3	7,1	20,7
Т	0,5	0,3	0,2	0,5	1,5
Всего	30,4	18,6	10,0	31,0	90,0

Таблица 48

Расчет количества метана, образовавшегося в недрах Карагандинского бассейна (до глубины 1800 м)

Стадия метаморфизма	Общие запасы углистого вещества, млрд. т	Выход метана из углей разных стадий метаморфизма, м ³ /т (по Успенскому, с уточнениями Ермакова, 1972)	Общее количество образовавшегося метана, млрд. м ³
Г	0,3	212	64
Ж	16,1	229	3686
К	51,4	270	13880
ОС	20,7	300	6210
Т	1,5	333	500
Всего	90,0	—	24340

Примечание. Для стадии ОС выход метана нами принят условно как среднее между выходом метана для стадий К и Т.

Таблица 49

Запасы метана в углестом веществе Карагандинского бассейна до глубины 1800 м, млрд. м³

Стадия метаморфизма	Газоносность, м ³ /т горючей массы	В угольных пластах		В тонких прослоях (мощность менее 0,5 м)	В рассеянном органическом веществе	Всего
		балансовые	забалансовые			
Г	18	2	2	—	2	6
Ж	20	108	66	36	112	322
К	22	383	234	125	389	1131
ОС	25	175	108	57	178	518
Т	27	13	8	5	14	40
Всего	—	681	418	223	695	2017

рагандинского бассейна, в нем (до глубины 1800 м) образовалось 24,3 трлн. м³ метана, часть которого (порядка 8%) осталась в угле и рассеянном органическом веществе, часть (18%) мигрировала во вмещающие породы.

Основная же часть газов (более 18,0 трлн. м³) мигрировала в атмосферу, поскольку отсутствие надежных коллекторов и глинистых покрышек, а также раскрытость практически всех положительных структур исключили возможность образования в Карагандинском бассейне самостоятельных крупных скоплений природных газов. В атмосферу ушло и большинство тяжелых углеводородов, образование

Примерный расчет количества метана в породах и водах карбона Карагандинского бассейна до глубины 1800 м

Интервал глубин, м			Объем пород, млрд. м ³ (V)	Естественная влажность, % (W)	Пористость, %		Пластовое давление, атм P = 0,1 (H - 200) + 1	Объем метана млрд. м ³ V = v _{пол} P / 2·100
от	до	среднее			общая (I общ.)	полезная (I _{пол} = I общ. - W)		
200	600	400	970	3,0	8,8	5,8	21	592
600	1200	900	890	2,6	7,6	5,0	71	1538
1200	1800	1500	720	2,5	7,1	4,6	131	2170

Примечания: 1. Расчет произведен совместно с М. А. Ермаковым.

2. Данные по пористости и влажности приведены по данным Центральной лаборатории Центрально-Казахстанского геологического управления.

3. В расчетах условно принято, что только половина полезного объема пор заполнена метаном.

4. В расчетах не учтены коэффициент сжимаемости метана и поправка на температуру, объем газа не приведен к стандартным условиям (1 атм, 20 °С) поскольку ошибка при этом не превышает 10–15%.

которых обычно заканчивается на стадии жирных углей (угли более высоких стадий метаморфизма продуцируют практически один метан).

САМОВОЗГОРАЕМОСТЬ

Как известно, склонность углей к самовозгоранию, при прочих равных условиях, понижается с увеличением степени их метаморфизма. В. М. Мавевская, М. М. Владимирова и Р. И. Котлер (1962 г.) разделили угли Карагандинского бассейна на два класса. Угли I класса (стадия Ж), по их заключению, более склонны к самовозгоранию, чем угли II класса (стадии К и ОС). Р. И. Котлер (1967) указывает, что угли основных пластов карагандинской свиты Промышленного участка, находящиеся на жирной стадии метаморфизма, более склонны к самовозгоранию, чем угли этой свиты в Шерубайнуринском районе (стадия К). Первые имеют менее плотную ультратонкую структуру, чем вторые, и отличаются поэтому более высокой химической активностью.

Согласно исследованиям, проведенным Г. Н. Крикуновым (1970), склонность углей к самовозгоранию увеличивается с повышением содержания в угле фюзинита.

Р. И. Котлер (1967) дает классификацию карагандинских углей по этому показателю (табл. 51).

Таблица 51

Сводная классификация углей Карагандинского бассейна по степени склонности к самовозгоранию

Группа склонности к самовозгоранию	Содержание компонентов группы фюзинита и пирита, %	Шахта	Пласт	Число пожаров в 1934–1965 гг.
I	Более 25	3,3 бис	K ₁₂	89
II	15–25	35	K ₁₈	2
III	До 15	36,42/43	K ₇	Нет

Взрывчатость пыли связана с количеством в ней активных компонентов (витринита, лейптинита и пирита) и степенью метаморфизма угля (табл. 52).

Основную роль при этом играет метаморфизм, особенно на его высоких стадиях. Например, на стадиях K_1 и K_2 независимо от количества активных компонентов угольная пыль относится к I категории (мало взрывчатая), а на стадиях $Ж_1$ и $Ж_2$ — к III и IV категориям (очень взрывчатая и особо взрывчатая).

Таблица 52

Взрывчатость пыли углей Карагадинского бассейна (по данным Гельфаанда и др., 1967)

Стадия метаморфизма	Пласт	Шахта	Сумма активных компонентов (витринит, лейптинит и пирит), %	Количество инертной добавки, предотвращающее воспламенение, %	Категория взрывчатости
$Ж_1$	K_{18}	35	91	90	IV (особо взрывчатая)
$Ж_3$	D_9	3	88	60	II (взрывчатая)
K_2	K_{18}	1,4,9	94	50	I (мало взрывчатая)
$Ж_2$	K_{12}	23	54	75	III (очень взрывчатая)
$Ж_2$	K_{13}	31 бис	58	70	III
K_1	A_5	12	52	20	I
K_2	K_{13}	1	54	15	I

ВЫБРОСООПАСНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Выбросоопасность угольных пластов зависит от многих условий. Основными показателями выбросоопасности, по данным Е. И. Фоминых, А. Ш. Талакерева и И. А. Карева (1970 г.), являются скорость газоотдачи (P) и коэффициент крепости угля, с ростом которых повышается опасность взрыва. Причем, наиболее точным критерием служит скорость газоотдачи. В свою очередь эти показатели зависят от вещественного состава и степени метаморфизма угля. При увеличении содержания в угле витринита от 30 до 85% (и соответствующем снижении фюзинита) скорость газоотдачи понижается от 23 до 10 условных единиц. По этому признаку бедные витринитом (до 60%) угли карагадинской

Скорость газоотдачи углей основных пластов карагадинской свиты Карагадинского района (количество плавких компонентов в небогатенном угле 45—50%)

Пласт	Шахта	Стадия метаморфизма	Скорость газоотдачи (P), усл. ед.
K_{13}	Карагадинская	$Ж_1$	13
K_{14}	Карагадинская	$Ж_1$	14
K_{12}	Им. Костенко	$Ж_2$	14
K_{11}	Северная	$Ж_2 - Ж_3$	15
K_3	Северная	$Ж_3$	17
K_{14}	Им. 50-летия СССР	$Ж_3$	19
K_{12}	Им. 50-летия Октябрьской революции	$Ж_3 - K_1$	19
K_{10}	Им. 50-летия Октябрьской революции	$Ж_3 - K_1$	20
K_{10}	Саранская	K_1	19
K_{12}	Сокурская	K_1	20
K_{10}	Актасская	K_1	21

свиты более опасны в отношении внезапных выбросов, чем угли долинской свиты, в которых витринита значительно больше (более 60%).

Указанные исследователи приводят следующую предварительную оценку выбросоопасности пластов по скорости газоотдачи: $P > 22,6$ усл. ед. — пласты (зоны пластов), склонные к внезапным выбросам; $22,6 > P > 11,6$ — пласты (зоны пластов) малосклонные; $P < 11,6$ — пласты (зоны пластов) несклонные.

Большинство исследователей полагают, что при прочих равных условиях увеличение степени метаморфизма ведет к повышению выбросоопасности угольных пластов.

По данным Е. И. Фоминых, А. Ш. Талакерева и И. А. Карева, этот вывод подтверждается на примере карагадинских углей близкого петрографического состава, находящихся на стадиях $Ж$ и K . С увеличением степени метаморфизма от $Ж_1$ до K_2 растет скорость газоотдачи угля, а, следовательно, и возрастает опасность проявления внезапных выбросов (табл. 53).

По этому признаку на шахтах и глубоких горизонтах Шерубайнуринского района угли карагадинской свиты, находящиеся на стадиях K и OC , будут опасными в отношении внезапных выбросов.

Глава V

ЗАПАСЫ УГЛЕЙ

Геологические запасы палеозойских углей Карагандинского бассейна, подсчитанные по состоянию на 1/1968 г. до глубины 1800 м по угольным пластам мощностью 0,5 м и более и зольностью менее 45%, составляют 49,0 млрд. т, что соответствует примерно 0,6% общих запасов Союза и 30% запасов Казахстана. Из них, на долю Карагандинского района приходится 19,4 млрд. т, Шерубайнуринского — 17,6 млрд. т, Тентекского — 10,7 млрд. т и Верхнесокурского — 1,3 млрд. т.

Количество балансовых запасов углей равно 30,3 млрд. т, из них в нижнем карбоне 92,4%, в среднем — 7,0% и в верхнем карбоне — 0,6%. По районам и свитам балансовые запасы распределены следующим образом (табл. 54).

Таблица 54

Балансовые запасы углей Карагандинского бассейна

Свита	Всего		В том числе по районам, млрд. т			
	млрд. т	%	Тентекский	Шерубайнуринский	Карагандинский	Верхнесокурский
Ашлярикская	2,7	8,9	—	0,1	2,6	—
Карагандинская	25,3	83,5	3,9	10,8	10,6	—
Долинская	2,1	6,9	1,2	0,7	0,2	—
Тентекская	0,2	0,7	0,2	—	—	—
Всего	30,3	100	5,3	11,6	13,4	—

Действительные запасы оцениваются в 7,6 млрд. т, вероятные 22 млрд. т и возможные — 2,7 млрд. т.

Распределение запасов по группам микрокомпонентов и стадиям метаморфизма дано в табл. 55.

Из табл. 55 видно, что основная часть запасов бассейна приходится на микрокомпоненты группы витринита (46%), в меньшем количестве фюзинита (22%) и семивитринита (10%). Липонидные компоненты составляют всего 2%. По степени метаморфизма максимальное количество запасов приходится на долю коксовых (56%), отощенных спекающихся (24%) и жирных (18%) углей.

Таблица 55

Распределение балансовых запасов палеозойских углей Карагандинского бассейна по группам микрокомпонентов и стадиям метаморфизма, млн. т

Показатель	Свита				Всего
	ашлярикская	карагандинская	долинская	тентекская	
Балансовые запасы углей	2706	25 338	2114	177	30 335
Витринит	1209	11 250	1275	97	13 831
Лейптинит	47	473	158	9	687
Семивитринит	283	2585	110	11	2989
Фюзинит	516	5923	318	24	6781
Минеральные примеси	651	5107	253	36	6047
Сумма плавких компонентов	1350	12 585	1470	110	15 515
Сумма отошающих компонентов	705	7646	391	31	8773
Стадия метаморфизма					
Г	—	—	109	19	128
Ж	733	3071	1459	158	5421
К	1337	15 128	546	—	17 011
ОС	595	6689	—	—	7284
Т	22	404	—	—	426
ПА — А	19	46	—	—	65

Почти все палеозойские угли бассейна спекаются, но из-за чрезвычайно трудной обогатимости (выход концентрата плотностью менее 1,4 г/см³ до 50% с зольностью более 10%) угли ашлярикской свиты и значительная часть углей карагандинской и тентекской свит отнесены к энергетическим. Из числа балансовых запасов углей, пригодных для коксования, составляют 11,5 млрд. т (22%), на карагандинскую свиту их приходится 9,3 млрд. т, долинскую — 2,1 млрд. т и тентекскую — 0,1 млрд. т. Запасы жирных присадочных углей превышают 2,2 млрд. т. Запасы палеозойских углей бассейна, числящиеся на балансе ВГФ, по состоянию на 1/1 1974 г. составляют по категориям (млн. т): А+В+С₁—7668, А+В—2560, С₂—8493, забалансовые—3284.

Бассейн исследован в основном до глубины 600—900 м, более глубокие горизонты вскрыты относительно редкой сетью скважин. Наиболее полно изучен

Карагандинский район, где детально разведаны угли карагандинской свиты на Промышленном и Саранском участках, а также угли долинской свиты на Дубовском участке. Предварительно оценен Алабаский и Талдыкудукский участки (карагандинская свита).

В Шерубайнуринском районе детально разведаны угли карагандинской свиты на Центральном и частично на Северном и Южном участках, угли долинской свиты — на Каражаро-Шаханском и Долинском участках. Предварительно разведаны Северный, Южный и Кичкинекольский участки (карагандинская свита) и Кошпакский участок (долинская свита).

В Тентекском районе детально изучены угли карагандинской свиты на Манжинском участке, долинской и тентекской свит на Тентекском участке; предварительно оценены угли карагандинской свиты Сасыккольского участка. На Тасзаимском и Карагожском участках пройдены лишь единичные скважины.

Основными объектами разведочных работ в настоящее время являются угли карагандинской, долинской, частично тентекской свит. Изучение ашлярических углей, из-за низкого их качества, ограничивается лишь стадией поисков.

В Карагандинском районе детально разведаны угли карагандинской свиты на Промышленном и Саранском участках, а также угли долинской свиты на Дубовском участке. Предварительно оценен Алабаский и Талдыкудукский участки (карагандинская свита). В Шерубайнуринском районе детально разведаны угли карагандинской свиты на Центральном и частично на Северном и Южном участках, угли долинской свиты — на Каражаро-Шаханском и Долинском участках. Предварительно разведаны Северный, Южный и Кичкинекольский участки (карагандинская свита) и Кошпакский участок (долинская свита). В Тентекском районе детально изучены угли карагандинской свиты на Манжинском участке, долинской и тентекской свит на Тентекском участке; предварительно оценены угли карагандинской свиты Сасыккольского участка. На Тасзаимском и Карагожском участках пройдены лишь единичные скважины. Основными объектами разведочных работ в настоящее время являются угли карагандинской, долинской, частично тентекской свит. Изучение ашлярических углей, из-за низкого их качества, ограничивается лишь стадией поисков.

В Тентекском районе детально изучены угли карагандинской свиты на Манжинском участке, долинской и тентекской свит на Тентекском участке; предварительно оценены угли карагандинской свиты Сасыккольского участка. На Тасзаимском и Карагожском участках пройдены лишь единичные скважины. Основными объектами разведочных работ в настоящее время являются угли карагандинской, долинской, частично тентекской свит. Изучение ашлярических углей, из-за низкого их качества, ограничивается лишь стадией поисков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе приведен материал, характеризующий геологию, петрологию, метаморфизм и качество палеозойских углей Карагандинского бассейна. В результате проведенных исследований и обобщения материалов установлено следующее.

1. Угли Карагандинского бассейна гумусовые каменные, как правило, полосчатой текстуры и сложного петрографического состава. Исходным материалом для образования их послужили в основном стеблевые ткани высших растений, при сравнительно небольшом участии грибковых образований, органов спороношения, спор и пыльцы. По числу петрографических типов углей, принимающих участие в строении пластов, большинство из них относится к комплексным и относительно комплексным, представлены они тремя-четырьмя типами углей. И только небольшое количество пластов, как правило долинской и тентекской свит, относится к однородным, представленным каким-либо одним петрографическим типом угля.

2. В формировании пластов наблюдается определенная цикличность; начинаются они чаще всего блестящими или полублестящими углями, которые вверх по разрезу переходят в полуматовые и матовые. Пласты ашлярикской и карагандинской свит сложены в основном полуматовыми кларено-дюреновыми и матовыми дюреновыми углями стеблевого и смешанного состава. Пласты долинской свиты представлены полублестящими дюрено-клареновыми углями спорового или смешанного состава. Блестящие и полуматовые разности имеют подчиненное значение. Пласты тентекской свиты сложены полублестящими клареновыми и полуматовыми дюрено-клареновыми или кларено-дюреновыми углями смешанного и стеблевого состава, часто сильно минерализованными. Угли бассейна характеризуются сложным петрографическим составом, который изменяется как в стратиграфическом разрезе, так и по площади. Вверх по разрезу продуктивной толщи в угольных пластах происходит увеличение количества блестящих и полублестящих типов углей и уменьшение полуматовых и матовых.

3. Среднее суммарное содержание плавких компонентов в углях изменяется от 32 до 80%, из которых компоненты группы витринита составляют от 30 до 75%. Изменение этих компонентов имеет циклический характер, при этом максимум его соответствует углям долинской свиты, а минимум — углям средней части карагандинской свиты. Для большинства пластов

карагандинской свиты характерно увеличение витринита в северном направлении. Для этих же пластов отмечена зависимость между содержанием ПК в углях и их мощностью. Угли наиболее мощных пластов имеют пониженное количество плавких компонентов. На примере пластов долинской свиты довольно отчетливо прослеживается увеличение в углях компонентов группы витринита с востока на запад, а лейптинита — с запада на восток. После обогащения количество плавких компонентов в концентратах углей ашлярикской и большинства пластов карагандинской свит составляет 45—65%, долинской и тентекской — 65—85%. Повышенным содержанием компонентов группы лейптинита (5—15%) отличаются угли долинской свиты и некоторых пластов (K_{18} , K_{14} , K_6) карагандинской свиты на северо-востоке Карагандинского района.

4. Наиболее минерализованными ($Ml=27-32\%$) являются угли ашлярикской, низов карагандинской ($K_1-K_5^3$) и большинства пластов тентекской свит. Минеральные примеси связаны чаще всего с дюреновыми и кларено-дюреновыми типами углей. В разрезе пласта увеличение минерализации углей происходит снизу вверх, от почвы пласта к кровле. Минеральные примеси представлены в основном глинистым веществом (77—87%); карбонаты составляют 7—17%, пирит 4—13%. Кварц, окислы титана и другие акцессорные минералы встречаются в виде единичных зерен. После обогащения углей количество минеральных примесей в концентратах уменьшается более чем в 2 раза, при этом состав их изменяется незначительно.

5. Отмечается неоднотипность углей по степени восстановленности. В ашлярикской свите угли в основном нормально- и сильновосстановленные. Степень восстановленности углей карагандинской свиты в целом усиливается с востока на запад. В Карагандинском районе, на площади Промышленного участка, угли большинства пластов мало- и нормальновосстановленные, на Саранском и Алабасском участках, а также Центральном и Южном участках Шерубайнуринского района угли нормально- и сильновосстановленные. В долинской свите наиболее восстановленными являются угли Дубовского участка, наименее восстановленными — угли северной части Шерубайнуринского района (Каражаро-Шаханский участок). Угли тентекской свиты в основном сильно- и нормальновосстановленные.

6. Общей закономерностью для бассейна является увеличение степени метаморфизма углей в южном направлении, в Карагандинском районе — в юго-западном, в Шерубайнуринском и Тентекском — в южном. Если вдоль северной окраины бассейна распространены угли газовые, жирные и коксовые малометаморфизованные, то на юге бассейна угли находятся на стадии К, ОС и Т. На востоке бассейна в Верхнекурском районе, где от размыва сохранились только отложения ашлярикской свиты, угли находятся на стадии ОС и Т.

7. Неоднородность углей бассейна по петрографическому составу и степени метаморфизма проявляется в различии их химико-технологических свойств и марочного состава. Так, все угли ашлярикской, значительной части карагандинской и почти всей тентекской свит отличаются низкой рабочей влажностью (3—5%), высокой калорийностью рабочего топлива (4500—6000 ккал/кг) и тугоплавкой золой. Однако все они высокозольные (A^c товарного угля 30—35%), чрезвычайно труднообогатимые и пригодны только для энергетических целей. Для производства кокса могут быть использованы угли основных пластов карагандинской свиты, практически все угли долинской свиты и двух нижних пластов тентекской свиты. Эти угли характеризуются зольностью 15—25%, средней и трудной обогатимостью. Пластический слой обычно равен 8—15 мм для углей карагандинской свиты и 15—25 мм для углей долинской

и тентекской свит, а также некоторых пластов карагандинской свиты. Относятся они в основном к маркам К, К₂, КЖ и Ж.

8. С увеличением в углях количества витринита (с соответственным снижением роли фюзинита и минеральных примесей) и повышением степени метаморфизма от стадии Ж до стадии К возрастает хрупкость и пылеобразующая способность угля, снижается его крепость и сопротивляемость резанию.

9. Рост количества витринита в углях повышает их газоносность и взрывчатость угольной пыли. Повышение степени метаморфизма от стадии Г до ОС снижает их газоносность, склонность к самовозгоранию и степень взрывчатости угольной пыли.

10. Геологические запасы палеозойских углей бассейна до глубины 1800 м по состоянию на 1/1 1968 г. оцениваются в 49 млрд. т, из них балансовые — 30,3 млрд. т, в том числе коксуемые 11,5 млрд. т. Числящиеся на балансе ВГФ запасы по состоянию на 1/1 1974 г. составляют по категории А+В+С₁ 7668 млн. т и С₂ — 8493 млн. т.

Из общего числа балансовых запасов основная часть их приходится на долю микрокомпонентов группы витринита (46%), в меньшем количестве фюзинита (22%) и семивитринита (10%). Липоидные компоненты составляют всего 2%. По степени метаморфизма максимальное количество запасов представлено углями коксовыми (56%), отощенными спекающимися (24%) и жирными (18%). Угли газовые, тощие и антрациты в сумме не превышают 2%.

ЛИТЕРАТУРА

- Аммосов И. И. Новые данные по петрографии углей Кузбасса.— Сборник по геологии Сибири, посвященный юбилею проф. М. А. Усова. Томск, 1933.
- Аммосов И. И. Метод для характеристики классификационных признаков каменных углей.— Изв. АН СССР, ОНТ, 1951, № 8.
- Аммосов И. И. Стадии изменения осадочных пород и парагенетические отношения горючих ископаемых.— Сов. геол., 1961, № 4.
- Аммосов И. И. Органическое вещество углей как показатель степени литификации осадочных пород.— В кн.: Угленосные формации и угольные месторождения. М., «Наука», 1968.
- Аммосов И. И., Еремин И. В., Бабинкова Н. И. и др. Петрографические особенности и свойства углей. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Аммосов И. И., Бабашкин Б. Г., Гречишников И. П., Еремин И. В., Калмыков Г. С., Прянишников В. К. Промышленно-генетическая классификация углей СССР. М., «Наука», 1964.
- Багринцева К. И., Васильев В. Г., Ермаков В. И. Роль угленосных толщ в процессах генерации природного газа.— Геология нефти и газа, 1968, № 6.
- Бай-Баллаев Ф. Ф. Закономерности в формировании угленосных отложений.— Химия и генезис твердых горючих ископаемых. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Бердюкова М. Д., Иносова К. И., Ищенко А. М., Коломейцева А. К., Лифшиц М. М., Пазухина Д. К., Шарая Л. Н., Широков А. З. Атлас углей нижнего карбона Донецкого бассейна. М., «Наука», 1964.
- Боголюбова Л. И. Генетические типы клареновых углей среднего карбона Донбасса.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. VI. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956.
- Боголюбова Л. И., Яблоков В. С. Генетические типы углей среднего карбона юго-западной части Донбасса.— Изв. АН СССР, серия геол., 1951, № 6.
- Бурцев Д. Н. Детали строения угленосной толщи Карагандинского бассейна.— Народное хозяйство Казахстана. Алма-Ата, 1933, № 8—10.
- Вальц И. Э. О новой терминологии элементов исходного материала ископаемых углей.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. VI. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956.
- Васильев П. В. Методы геологических наблюдений и исследований в угольных шахтах. М.—Харьков, Углетехиздат, 1951.
- Видавский В. В., Рябоконева Н. Я. Органическая масса донецких углей в связи с их коксумостью.— Геолого-углехимическая карта Донецкого бассейна, вып. V. Харьков, Укргостоптехиздат, 1941.
- Волков Н. А., Лучицкий В. И., Четвериков С. Д. Минеральные образования в пласте «Средний» Карагандинского бассейна.— Разведка недр, 1934, № 12.
- Волков Н. А., Иванчина-Писарева Н. А. Микроскопическое исследование пласта угля «Верхняя Марианна» Карагандинского каменноугольного бассейна.— Горный журнал, 1935, № 3.
- Габерман Б. Г. Витрен как показатель стадии метаморфизма карагандинских каменных углей.— Вопросы геологии угля. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1962.
- Габерман Б. Г. Состав минеральных примесей и их влияние на физико-химические свойства углей Карагандинского бассейна. Автореф. канд. дисс., Алма-Ата, 1962.
- Гапеев А. А. Карагандинское каменноугольное месторождение.— Геологический комитет. Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 61. Петербург, 1922.
- Гапеев А. А. Классификация углей карагандинской свиты Промышленного участка Карагандинского каменноугольного бассейна.— Изв. АН СССР, серия геол., 1943, № 6.
- Гельфанд Ф. М., Пенароков Г. В., Вьюгов Г. И., Крикунов Г. Н. Классификация углей Карагандинского бассейна по степени взрывчатости угольной пыли.— В кн.: Вопросы безопасности в горной промышленности, вып. XXVIII. М., «Недра», 1967.
- Геология месторождений углей и горючих сланцев СССР, т. 5. М., «Недра», 1973.
- Гинзбург А. И., Волкова И. Б., Зарицкий П. В., Богданов В. В. Корреляционные признаки угольных пластов.— Методы корреляции угленосных толщ и синонимии угольных пластов. Л., «Наука», 1968.
- Глушченко И. М. Петрографическая характеристика и ее значение для оценки свойств углей. М., «Недра», 1971.
- Голицын М. В., Орлов И. В. Типы метаморфизма углей Карагандинского бассейна.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Центрального Казахстана, вып. 2. М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Голицын М. В. Метаморфизм и прогноз качества палеозойских углей Большой Караганды.— Сов. геол., 1966, № 4.
- Голицын М. В. О длительности процесса метаморфизма угля.— Изв. АН СССР, серия геол., 1973, № 8.
- Голицын М. В., Козлова Л. Е., Кузнецова А. А. Метаморфизм каоцитоболитов Карагандинского бассейна. М., «Наука», 1970.
- Голицын М. В., Кузнецова А. А. Петрографический состав углей Карагандинский бассейн.— Геология месторождений угля и горючих сланцев, том 5. М., «Недра», 1973.
- Дашко М. Ф. О размывах угольных пластов в Карагандинском бассейне.— Сов. геол., 1955, № 46.
- Дзенс-Литовская О. А. Генетические особенности пласта «Верхняя Марианна» Карагандинского угленосного бассейна.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. II. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Дзенс-Литовская О. А. Некоторые новые данные о включениях и явлениях замещения в угольных пластах Караганды.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. VI. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956.
- Думлер Л. Ф. Новое в стратиграфии и угленосности карбона Центрального Казахстана.— Сов. геол., 1955, № 46.
- Думлер Л. Ф. К вопросу о метаморфизме угля Карагандинского бассейна.— В кн.: Основные итоги геологического изучения Карагандинского бассейна. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1956.
- Еремин И. В. Петрографическая характеристика углей в связи с их использованием в коксовой промышленности.— Труды Института горючих ископаемых, т. VIII, 1959.
- Еремин И. В. Петрографические особенности и свойства углей.— В кн.: Угленосные формации и угольные месторождения. М., «Наука», 1968.
- Ермаков В. И. Угленосные формации и газоносность молодых платформ. Автореф. докт. дисс. М., 1972.
- Ершов В. З. О метаморфизме углей.— Геолого-углехимическая карта Донецкого бассейна, вып. VIII. М., Углетехиздат, 1954.
- Жемчужников Ю. А. Введение в петрографию углей. Изд. 2-е испр. и перераб. Л.—М., ОНТИ, 1934.
- Жемчужников Ю. А. Петрографическая типизация гумитовых углей СССР.— Труды XVIII Международного Геологического Конгресса, т. I. М., 1939.
- Жемчужников Ю. А. Общая геология ископаемых углей. М., Углетехиздат, 1948.
- Жемчужников Ю. А., Любер А. А. К вопросу о синонимии угольных пластов Караганды.— Материалы Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института. Общая геология, сб. 1. Л., 1936.
- Жемчужников Ю. А., Гинзбург А. И. Основы петрологии углей. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Зейферт В. П., Орлов В. Ф., Зимченко Е. М., Унгефуг В. Г. Возможность оценки сопротивляемости угля резанию по

- петрографическому составу и стадии метаморфизма.— Труды Карагандинского научно-исследовательского угольного института, вып. 27. М., «Недра», 1971.
- Зинченко Е. М.* Петрографические особенности углей Карагандинского бассейна по содержанию основных групп микрокомпонентов.— Труды Химико-металлургического ин-та АН Каз. ССР, т. I. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1963.
- Зинченко Е. М.* Влияние петрографических особенностей углей пластов Карагандинского бассейна на их химико-технологические свойства. Автореф. канд. дисс., 1968.
- Зинченко Е. М., Кабокин А. Н.* О связи физико-механических свойств угля и вмещающих пород с метаморфизмом в Карагандинском бассейне.— В кн.: Вопросы технологии в горной промышленности.— Труды Карагандинского научно-исследовательского угольного ин-та, вып. 25. М., «Недра», 1969.
- Иванов Г. А.* Угленосные формации. Л., «Наука», 1967.
- Костлявцев А. А.* Основные черты тектоники западной части Карагандинского бассейна, задачи и методы дальнейшего изучения.— Изв. Томского политехнического ин-та, т. 99, 1959.
- Котлер Р. И.* Сводная классификация углей Карагандинского бассейна по степени склонности к самовозгоранию.— Труды Карагандинского научно-исследовательского угольного ин-та, вып. 28. М., «Недра», 1967.
- Крикунов Г. Н.* Петрографический метод определения химической активности угля к самовозгоранию.— В кн.: Вопросы борьбы с газом, угольной пылью и подземными пожарами на шахтах Карагандинского бассейна, вып. XIX. М., «Недра», 1966.
- Крикунов Г. Н.* Влияние вещественного состава углей на самовозгорание и степень взрывчатости шахтопластов Карагандинского бассейна. Докт. дисс., Караганда, 1970.
- Крылова Н. М.* Петрографическая характеристика угольных пластов карагандинской свиты в восточной части Карагандинского бассейна.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. II. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Крылова Н. М.* Применение поляризованного света для петрографического изучения углей.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. II. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Крылова Н. М., Вальц И. Э., Любер А. А., Гинзбург А. И.* Основные принципы вещественно-петрографической классификации и терминологии гумусовых углей.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. VI. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956.
- Крылова Н. М., Алексеева А. Б.* Изменение углей под воздействием изверженных пород.— В кн.: Материалы по геологии и петрографии углей СССР. Л., «Недра», 1968.
- Кузнецова А. А.* Петрографическая характеристика углей пластов K_{18} и K_{18}^* Карагандинского бассейна.— В кн.: Геология Центрального Казахстана, вып. 3, Алма-Ата, «Наука», 1969.
- Кузнецова А. А.* Микрокомпонентный состав палеозойских углей Карагандинского бассейна.— Тезисы докладов 4 научно-технической конференции. Караганда, 1972.
- Кузнецова А. А., Голицын М. В.* Вещественный состав и восстановленность палеозойских углей Карагандинского бассейна.— В кн.: Геология угольных месторождений (материалы III Всесоюзного совещания по твердым горючим ископаемым), том II. М., «Наука», 1971.
- Кушев Г. Л.* Карагандинский угленосный бассейн. М.—Л., Гостехиздат, 1941.
- Кушев Г. Л.* Карагандинский угленосный бассейн. Изд. 2-е дополненное и переработанное. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1963.
- Лаптева А. М.* Зависимость цвета спор и отражательной способности витринита от генетического типа угля (Донецкий бассейн).— Сов. геол., 1966, № 5.
- Ларищев А. А.* Петрографический состав некоторых углей Ново-Осиновского месторождения Кузбасса.— Химия твердого топлива, 1937, т. VIII, вып. 12.
- Левенштейн М. Л.* Закономерности метаморфизма углей в Центральном районе Донбасса. (Тезисы докладов на конф. по науч.-исслед. работам Донецкого научно-исследовательского угольного ин-та в 1958 г.). Издание Донецкого научно-исследовательского угольного института, 1959.
- Левенштейн М. Л.* Основные проблемы регионального метаморфизма.— Геология угольных месторождений, т. I. М., «Наука», 1969.
- Левенштейн М. Л., Голицын М. В., Пах Э. М., Иванов Н. В.* Особенности преобразования органического вещества на поздних стадиях литогенеза (катагенез, метагенез).— В кн.: Угленосные формации и их генезис (тезисы докладов). М., 1970.
- Лушхин Г. М.* Секреторные образования в углях Карагандинского каменноугольного бассейна.— Сборник статей молодых ученых, сотрудников ленинградских геологических учреждений АН СССР, вып. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958.
- Лушхин Г. М.* Вулканический пепел в углях Карагандинского бассейна.— В кн.: Вопросы геологии угленосных отложений Азиатской части СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1961.
- Лушхин Г. М.* Петрографическая характеристика углей тентекской свиты Карагандинского бассейна.— В кн.: Вопросы геологии угля. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1962.
- Любер А. А.* К петрографической характеристике углей Караганды.— Труды Всесоюзного Геологоразвед. объединения, вып. 358, Л.—М.—Новосибирск, ОНТИ, 1933.
- Любер А. А.* Типы превращения растительных тканей в ископаемый уголь.— Химия твердого топлива, 1934, № 5.
- Любер А. А.* Параллелизация угольных пластов Карагандинского бассейна по спорам.— Разведка недр, 1937, № 15.
- Любер А. А.* Угленепетрографические основы для определения состава и распределения коксовых углей в Карагандинском бассейне.— Труды Института геологических наук, вып. 90, угольн. серия, 1947, № 2.
- Любер А. А.* Основные типы углеобразования в Карагандинском угольном бассейне.— Изв. АН Каз. ССР, серия геол., 1953, вып. 16.
- Любер А. А.* Сравнительная петрографическая характеристика угольных пластов различных свит Караганды.— Труды Лаборатории геологии угля АН СССР, вып. II. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Любер А. А.* Угленепетрографические исследования в Карагандинском угольном бассейне.— В кн.: Основные итоги геологического изучения Карагандинского бассейна за 25 лет. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1956.
- Моделевский М. Ш., Соколова О. Н., Файнгерш Л. А.* К проблеме образования скопеленей газа в результате катагенеза угленосных отложений.— Изв. АН СССР, серия геол., 1972, № 6.
- Мукушев М. М., Маркман Л. Д., Гуменюк П. М., Цой П. М., Эйдельштейн И. А., Налджан В. В., Атыгаев К. О.* Основные физико-механические свойства горных пород бассейна.— В кн.: Свойства горных пород Карагандинского бассейна. Труды Карагандинского научно-исследовательского угольного ин-та. Караганда, 1972.
- Мусял С. А., Бабинкова Н. И.* Физическая и химическая характеристика микрокомпонентов ископаемых углей.— Химия твердого топлива, 1969, № 2.
- Нестеров В. Н.* Состав золы клареновых углей как показатель геохимических условий угленакопления.— Литология и полезные ископаемые, 1964, № 5.
- Нестеров В. Н.* Неравномерность метаморфических изменений клареновых углей как результат особенностей первичных условий накопления исходного материала и его химической разнородности.— В кн.: Подготовка и коксование углей, вып. 9. Свердловск, 1971.
- Нефедьева Л. П.* Округло-угловатые тела в углях ерунаковской свиты Кузнецкого бассейна.— Изв. АН СССР, серия геол., 1949, № 5.
- Поелуев А. П., Журавлев В. П., Шиленьков В. Н., Рыжих Л. И., Крикунов Г. Н.* Пылеобразующая способность угольных пластов.— Труды Карагандинского научно-исследовательского угольного ин-та, вып. 19, М., «Недра», 1966.
- Пранцишников Б. К.* Пирит углей Карагандинского бассейна.— Труды Института горючих ископаемых АН СССР, т. 12, 1960.
- Рухин Л. Б.* Основы литологии. Л.—М., Гостоптехиздат, 1953.
- Самсонов М. Т., Зинченко В. В.* Геолого-промышленная оценка и признаки размывов угольных пластов Карагандинского бассейна.— Труды Химико-металлургического ин-та АН Каз. ССР, т. I, Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1963.
- Сарбеева Л. И.* О восстановленности углей и типах витринита.— В кн.: Вопросы метаморфизма углей и эпитгенеза вмещающих пород. Л., «Наука», 1968.
- Скок В. И.* О ступенях глубинного метаморфизма.— Изв. АН СССР, серия геол., 1954, № 6.

Скок В. И. Тектоника и глубинный метаморфизм угля в Кузнецком бассейне.— Сов. геол., 1963, № 5.

Тейхмюллер М., Тейхмюллер Р. Катагенез угля (углефикация).— В кн.: Диагенез и катагенез осадочных образований. М., «Мир», 1971.

Тимофеев П. П. К вопросу о связи генетических типов углей с обстановкой осадконакопления.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 5.

Тимофеев П. П., Боголюбова Л. И. Генезис гумусовых углей и особенности их распределения в различных типах угленосных формаций СССР.— В кн.: Геология угленосных формаций и стратиграфия карбона СССР (Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона, V сессия). М., «Наука», 1965.

Травин А. Б. О первичной окисленности ископаемых углей.— Геология и геофизика. 1960, № 6.

Травин А. Б., Сендерзон Э. М., Шорин В. П., Громова Т. А., Иванькова Е. Е., Пермигина К. С., Попова М. Е., Шугуров В. Ф., Юсупов Т. С. Атлас верхнепалеозойских углей Кузнецкого бассейна.— Новосибирск, «Наука», 1966.

Трофимов А. А. Некоторые неотложные задачи шахтной геологии Карагандинского бассейна.— Труды Московского геологоразведочного института им. Орджоникидзе, т. 29, 1956.

Усачева А. В. Химико-петрографические исследования угля.— Геолого-углехимическая карта Донецкого бассейна, вып. VIII. М. Углетехиздат, 1954.

Чудовская И. Р., Искюль Е. В. Материалы к вопросу о минеральных включениях и их распределении в углях.— Западное Всероссийское минералогическое об-во, ч. 65, вып. 1, 1936.

Штеменко О. В. Качество углей новых районов Карагандинского бассейна.— Кокс и химия, 1957, № 1.

Штеменко О. В., Упоров В. К., Дягилев В. В. Закономерности изменения технологических свойств углей основных пластов карагандинской свиты Карагандинского бассейна.— В кн.: Подготовка и коксование углей, вып. 2. Свердловск, Metallургиздат, 1960.

Штеменко О. В., Упоров В. К. Угли новых районов Карагандинского бассейна как сырье для коксования.— Вопросы геологии угля.— В кн.: Памяти А. А. Гапеева. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1962.

Яблоков В. С. Строение угольных пластов ерунаковской свиты Кузбасса.— Труды Ин-та геологических наук СССР, вып. 136, 1951, № 3.

Duparque A. Les corps resineux de la houille.— Soc. Geol. du Nord. Annales, 1927.

Duparque A., Judals F. Repartition des Sclerotes et corpuscules sclerotiformes dans les veines de houille du Nord et du Pas-de-Calais. Leur pluralite d'origine.— Ann. Soc. Geol. Nord, 1957, 76, N 3.

Hoehn K. Sklerokoll, ein neuer Bestandteil von Duriten und ähnlichen Bildungen.— Geologie, 3, 1954.

Taylor G., Cook A. Sclerotinit in Coal-its Petrology and Classification.— Geological mag., 1962, v. 99. N. 1.

Stach E., Pickhardt W. Pilzreste (Sklerotinit) in paläozoischen Steinkohlen.— Palaönt. Zeit. b., 1957, 31, 3/4.

ОРГАНИЧЕСКИЕ МИКРОКОМПОНЕНТЫ УГЛЕЙ

Лигнино-целлюлозные ткани

Компоненты группы витринита	табл. I — IV
Компоненты группы семивитринита	табл. IV, V
Компоненты группы семифюзинита	табл. IV — VI
Компоненты группы фюзинита	табл. VI — IX
Неопределенные образования	табл. X — XIII

Липоиды

Компоненты группы лейптинита	табл. XIV — XV
----------------------------------------	----------------

Минеральные включения в углях

Слюдисто-глинистое вещество	табл. XVI, XX
Каолинит	табл. XVI — XVII, XX
Карбонаты	табл. XVIII — XX
Сульфиды	табл. XIX, XXI
Кварц, титанистые минералы	табл. XX, XXI — XXII
Породные прослои в угле	табл. XXIII

Петрографические типы углей ашляриксской и карагандинской свит

Блестящие угли, полублестящие угли и их микро- структуры	табл. XXIV — XXV
Полуматовые угли, матовые угли и их микро- структуры	табл. XXVI — XXVIII

Петрографические типы углей долинской и тектонской свит

Блестящие угли, полублестящие угли и их микро- структуры	табл. XXIX — XXXI
Полуматовые угли, матовые угли и их микро- структуры	табл. XXXII — XXXV
Липтобиолиты	табл. XXXV
Углистое вещество неустановленного происхождения	табл. XXXVI, XXXVII

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Органические микрокомпоненты углей

α -витринит	v α	α -семифюзинит	sf α	Δ -фюзинит	f Δ	Десминит	d
β -витринит	v β	β -семифюзинит	sf β	Δ -витринитосклеротинит	vs Δ	Семидесминит	sd
γ -витринит	v γ	γ -семифюзинит	sf γ	γ -семивитринитосклеротинит	svs γ	Семимикринит	sm
Δ -витринит	v Δ	Δ -семифюзинит	sf Δ	β -семифюзинитосклеротинит	sfs β	Микринит	m
α -семивитринит	sv α	α -фюзинит	f α	γ -семифюзинитосклеротинит	sfs γ	Макроспоры	s
β -семивитринит	sv β	β -фюзинит	f β	α -фюзинитосклеротинит	sf α	Микроспоры	s ₁
γ -семивитринит	sv γ	γ -фюзинит	f γ	β -фюзинитосклеротинит	fs β	Спорангий	sp
Δ -семивитринит	sv Δ			γ -фюзинитосклеротинит	fs γ		

Минеральные включения

Слюдисто-глинистое вещество	сгл
Каолинит	кл
Кальцит	к
Сидерит	с
Пирит	п
Кварц	кв
Титанистый минерал	аб

АТЛАС МИКРОКОМПОНЕНТОВ И ТИПОВ УГЛЕЙ

Таблица I

1— α -витринит, переходящий в β и γ -витринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

2—обрывок α -витринита в дюрено-клареновом угле. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_4 , шх. им. Горбачева (8/9), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— β -витринит (вверху), β -семифузинит (внизу). Проходящий свет без анализатора, увел. 200. Пласт D_4 , шх. 17/17бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

4— β -витринит среди фрагментов β -фузинита и Δ -витринита. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{14} , шх. им. 50-летия Советского Союза (122), Саранский участок, Карагандинский район.

5— β -витринит (внизу десминит). Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_7 , шх. им. 50-летия Советского Союза (122), Саранский участок, Карагандинский район.

6—постепенный переход α -витринита в β -витринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{13} , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица II

1— γ -витринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 350. Пласт K_{18} , шх. им. 50-летия Октябрьской революции (38), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— γ -витринит в сочетании с Δ -витринитом и Δ -витринитосклеротинитом, фрагмент характерен в большей степени для углей долинской и тентекской свит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 350. Пласт D_9 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

Таблица III

1— γ -витринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт D_6 , шх. Молодежная (13), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

2— γ -витринит в дюрено-клареновом угле. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт K_4 , шх. им. Горбачева (8/9), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— γ -витринит (спорангий). Проходящий свет, без анализатора, увел. 540. Пласт K_{13} , поле шх. 2 Дубовская, Алабасский участок, Карагандинский район.

4— γ -витринит в клареновом угле (спорангий с макроспорой внутри). Проходящий свет, без анализатора, увел. 540. Пласт D_6 , шх. 17/17 бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

5— γ -витринит в споровом кларене (обрывок спорангия). Проходящий свет, без анализатора, увел. 540. Пласт K_{13} , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица IV

1—линзовидные полосы Δ -витринита и γ -витринит переходящий в β -витринит (уголь сильновосстановленный). Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , поле шх. 2 Дубовская, Алабасский участок, Карагандинский район.

2— Δ -витринит, имеющий различную окраску (уголь маловосстановленный). Проходящий свет, без анализатора, увел. 250 (шлиф очень тонкий). Пласт K_{18} , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— α -семивитринит со звездчатой структурой. Проходящий свет, без анализатора, увел. 350. Пласт D_1 , ш. п. 142, Дубовский участок, Карагандинский район.

4— β -семивитринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт K_4 , ш. п. 38бис (глубокие горизонты), Промышленный участок, Карагандинский район.

5—крупные линзы α -семифузинита, разделенные узкими полосовидными участками β -семифузинита. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_4 , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

6— α -семифузинит на контакте с β -семифузинитом, ниже расположены полосовидные участки десминита и микринита. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_6 , шх. Степная (14), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

Таблица V

1—линза β -семивитринита в кларено-дюреновом угле. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_7 , шх. им. Горбачева (8/9), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— Δ -семивитринит в дюрено-кларене. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{10} , шх. Чурубайнуринская (4), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

3— фрагмент α -семифюзинита, разорванный в результате микроподвижек в пласте. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{10} , ш. п. 10, Центральный участок, Шерубайнуринский район.

4— α -семифюзинит с нарушенной звездчатой структурой и десминит с включением мелких обрывков фюзенизированных компонентов. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_3 , шх. Западная (70), Промышленный участок, Карагандинский район.

5— α -семифюзинит в десмините. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_7 , шх. 17/17 бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

6— α -семифюзинит (по-видимому, обрывки перидермы) в кларено-дюреновом угле. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

Таблица VI

1— β -семифюзинит, переходящий в α -семифюзинит с нарушенной структурой. Пространство между обрывками ткани выполнено инфльтрационным кальцитом. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

2— два фрагмента β -семифюзинита, верхний из которых на поперечном, а нижний — на несколько скошенном продольном срезе. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

3— Фрагменты семимикринита в кларено-дюрене смешанного состава. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_2 , ш. п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

4— семимикринит в дюреновом угле. Отраженный свет, без анализатора, увел. 340. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

5— фрагмент фюзенизированной ткани с α -структурой. Клеточные полости ткани выполнены каолинитом. Проходящий свет, без анализатора, увел. 15. Пласт K_{12} , шх. 20, Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица VII

1— α -фюзинит, переходящий в β -фюзинит и в β -семивитринит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_5^3 , поле шх. 2 Дубовская, Алабаский участок, Карагандинский район.

2— β -фюзинит и мелкие линзочки β -витринита в Δ -витрините. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_4 , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— крупные линзы β -фюзинита, разделенные между собой линзами и прожилками Δ -витринита. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_6 , шх. Степная (14), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

4— линза Δ -фюзинита в дюрено-кларене. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_{10} , шх. Казахская (1/2 вертикальная Тентекская), Тентекский район.

Таблица VIII

1— α -фюзинит, переходящий в β -фюзинит. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт K_{10} , шх. Актаская (121), Саранский участок, Карагандинский район.

2— α -фюзинит, минерализованный каолинитом. Стенки клеток растительной ткани пористые. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{13} , шх. Чурубайнуринская (4), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

3— α -фюзинит, переходящий в β -фюзинит, клетки тканей выполнены каолинитом. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт D_6 , шх. Степная (14), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

4— α -фюзинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_6 , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица IX

1 — крупноклеточный α -фюзинит (на поперечном срезе). Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{10} , поле шх. 2 Дубовская, Алабаский участок, Карагандинский район.

2 — α -фюзинит с нарушенной структурой (на скошенном продольном срезе). Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

3 — α -фюзинит, отдельные клетки в котором выполнены кальцитом и пиритом. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_7 , шх. Чурубайнуринская (4), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

4 — три фрагмента α -фюзинита (два на поперечном срезе, один на скошенном продольном срезе). Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{10} , поле шх. 10, Центральный участок, Шерубайнуринский район.

5 — микринит (фюзенизированная плектенхима гриба с нарушенной структурой). Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_1 , ш. п. 139, Дубовский участок, Карагандинский район.

6 — α -фюзинитосклеротинит (фюзенизированная плектенхима гриба). Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_3 , шх. Тентекская, Тентекский район.

Таблица X

1— Δ -витринитосклеротинит и Δ -семивитринитосклеротинит в клареновом угле. Проходящий свет, без анализатора, увел. 350. Пласт D_5 , шх. Степная (14), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

2— γ и β -семивитринитосклеротиниты, инкрустированные пиритом в клареновом угле. Проходящий свет, без анализатора, увел. 350. Пласт T_{17} , поле шх. 10 Тентекская, Тентекский район.

Таблица XI

1 — β -семивитринитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_{17} , поле шх. 10 Тентекская, Тентекский район.

2 — α -семифюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_1 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

3 — округло-угловатые тела, представленные β - и γ -фюзинитосклеротинитом и α -семифюзинитосклеротинитом. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_1 , ш.п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

4 — β -семифюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_6 , шх. 17/17 бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

5 — γ -семифюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_2 , ш.п. 139, Дубовский участок, Карагандинский район.

6 — β и Δ -семифюзинитосклеротиниты. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_3 , ш.п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

Таблица XII

1 — α -фюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_3 , шх. Казахстанская (1/2 вертикальная Тентекская), Тентекский район.

2 — скопление округло-овальных тел, представленных в основном α -семифюзинитосклеротинитом и α -фюзинитосклеротинитом. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_3 , ш.п. 139, Дубовский участок, Карагандинский район.

3 — α -фюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_5 , поле шх. 6/7 Тентекская, Тентекский район.

4 — β -фюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_2 , ш.п. 139, Дубовский участок, Карагандинский район.

5 — γ -фюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_3 , шх. Молодежная (13), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

6 — β -фюзинитосклеротинит и γ -семифюзинитосклеротинит. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_1 , ш.п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

Таблица XIII

1 — тела невыясненной природы (по И. Э. Вальц — сферокристаллы графита). Отраженный свет, иммерсия, без анализатора, увел. 1000. Пласт K_{12} , шх. им. 50-летия Октябрьской революции (22), Промышленный участок, Карагандинский район.

2 — тела невыясненной природы (по И. Э. Вальц — сферокристаллы графита). Отраженный свет, иммерсия, без анализатора, увел. 1000. Пласт K_{12} , шх. Вертикальная (1 Вертикальная), Промышленный участок, Карагандинский район.

3 — фрагментарно-избирательная анизотропия у γ -фюзинита. Отраженный свет, иммерсия, николи+, увел. 575. Пласт K_{12} , шх. Актасская (121), Саранский участок, Карагандинский район.

4 — каемчатая анизотропия у семивитринита. Отраженный свет, иммерсия, николи+, увел. 575.

Пласт K_{12} , шх. им. Калинина (9), Центральный участок, Шерубайнуринский район.

Таблица XIV

1 — макроспора в споровом дюрено-кларене. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_1 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

2 — макроспора, внутренняя полость которой выполнена витринитом. Проходящий свет, без анализатора, увел. 320. Пласт T_3 , поле шх. 6/7 Тентекская, Тентекский район.

3 — липоидное вещество, по-видимому, представляющее собой содержимое незрелого спорангия. Проходящий свет, без анализатора, увел. 350. Пласт T_3 , поле шх. 6/7 Тентекская, Тентекский район.

4 — макроспора в споровом дюрене. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт D_{2-3} , ш.п. 142, Дубовский участок, Карагандинский район.

Таблица XV

1 — скопление макро- и микроспор в споровом дюрено-кларене. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт D_6 , шх. Шаханская (12), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

2 — скопление макро- и микроспор в дюрено-кларене. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт D_1 , ш.п. 139, Дубовский участок, Карагандинский район.

3 — линзовидное скопление макро- и микроспор в кларене. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт T_1 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

4 — макроспора и сингенетичные образования кальцита в угле. Проходящий свет, николи+, увел. 110. Пласт D_3 , ш.п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

Таблица XVI

1 — слюдисто-глинистое вещество в витрините. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_7 , шх. 17/17 бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

2 — слюдисто-глинистое вещество в клареновом угле. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_1 , шх. Северная (36/42), Промышленный участок, Карагандинский район.

3 — переслаивание компонентов группы витринита со слюдисто-глинистым веществом. Проходящий свет, без анализатора, увел. 100. Пласт K_2 , шх. 61/65, Промышленный участок, Карагандинский район.

4 — кристаллический каолинит, выполняющий клеточные полости в фюзене. Проходящий свет, николи+, увел. 300. Пласт K_1 , шх. 61/65, Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XVII

1 — каолинит, выполняющий клеточные полости в α -витрините. Проходящий свет, николи+, увел. 300. Пласт K_{12} , шх. 20, Промышленный участок, Карагандинский район.

2 — каолинит, выполняющий клеточные полости в α -семифюзините. Проходящий свет, николи+, увел. 60. Пласт K_{13} , шх. Майкудукская (33/34). Промышленный участок, Карагандинский район.

3— каолинит, выполняющий трещины отдельности в витрините. Проходящий свет, николи+, увел. 110. Пласт K_7 , шх. 61/65, Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XVIII

1— замещение каолинита кальцитом в клеточных полостях фюзена. Проходящий свет, николи+, увел. 300. Пласт K_{10} , шх. Майкудукская (33/34), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— кальцит, выполняющий клеточные полости в фюзене с деформированной (дуговой) структурой. Проходящий свет, николи+, увел. 110. Пласт D_1 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнурийский район.

3— кальцит, выполняющий трещины раздробления в угле. Проходящий свет, николи+, увел. 110. Пласт K_{12} , шх. Майкудукская (33/34), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XIX

1— прожилки кальцита и глинистого вещества в витрините. Проходящий свет, николи+, увел. 140. Пласт D_1 , шх. им. Ленина (3 Тентекская), Тентекский район.

2— округлые образования сидерита и кальцит в витрините. Проходящий свет, николи+, увел. 110. Пласт D_1 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнурийский район.

3— сидеритизированный уголь. Фрагменты тканей разбиты трещинками, выполненными кальцитом. Проходящий свет, николи+, увел. 60. Пласт K_{12} , шх. 20, Промышленный участок, Карагандинский район.

4— вкрапления зерен пирита в кларене. Проходящий свет, без анализатора, увел. 120. Пласт D_5 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнурийский район.

5— скопление сидерита в дюрено-клареновом угле. Проходящий свет, николи+, увел. 200. Пласт D_6 , поле шх. 6/7 Тентекская, Тентекский район.

Таблица XX

1— зерна каолинита и агрегаты слюдисто-глинистого вещества в кларено-дюрене. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_5^3 , поле шх. 10, Центральный участок, Шерубайнурийский район.

2— кальцит и каолинит, выполняющие трещины отдельности в дюрено-кларене. Отраженный свет, без анализатора, увел. 350. Пласт K_6 , шх. им. Горбачева (8/9), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— зерна кальцита, каолинита и сидерита в Δ -витрините. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_4 , шх. им. Горбачева (8/9), Промышленный участок, Карагандинский район.

4— зерна сидерита в Δ -витрините. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{13} шх. Актасская (121), Саранский участок, Карагандинский район.

5— зерна кварца в витрините. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнурийский район.

Таблица XXI

1— агрегаты пирита в витрините. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_6 , шх. Карагандинская (35 бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— пирит, выполняющий просветы между комковатыми агрегатами в β -паренхите (β -семивитрините). Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_1 , ш. п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

3— пирит по трещинам отдельности. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_3 , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнурийский район.

4— пирит, выполняющий клеточные полости α -семивитринита. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_3 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

5— титанистый минерал (анатаз-брукит) и каолинит, выполняющие трещины отдельности в Δ -витрините. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_2 , шх. Западная (70), Промышленный участок, Карагандинский район.

6— титанистый минерал (анатаз-брукит) в дюрено-клареновом угле. Отраженный свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. Абайская (6/7), Центральный участок, Шерубайнурийский район.

Таблица XXII

1— титанистый минерал в ассоциации с каолинитом. Проходящий свет, николи+, увел. 600. Пласт D_1 , ш. п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

2— титанистый минерал в ассоциации с каолинитом, выполняющий трещину отдельности в витрините. Проходящий свет, николи+, увел. 450. Пласт D_4 , ш. п. 5/15. Долинский участок, Шерубайнурийский район.

3— новообразование титанистого минерала и каолинита в дюрено-кларене. Проходящий свет, николи+, увел. 110. Пласт D_3 , ш. п. 139, Дубовский участок, Карагандинский район.

Таблица XXIII

1— прожилки гипса в угле. Natur. вел. Пласт K_3 , шх. 77, Промышленный участок, Карагандинский район.

2— переслаивание алевролита с углем и углестым аргиллитом. Трещины отдельности в угле выполнены кальцитом. Natur. вел. Пласт K_{10} (почва), шх. Майкудукская (33/34), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— прослой аргиллита в угле. Контакт с углем довольно резкий. Natur. вел. Пласт D_4 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнурийский район.

4— трещины отдельности в угле, выполненные каолинитом. Natur. вел. Пласт K_{13} , шх. Майкудукская (33/34), Промышленный участок, Карагандинский район.

5— прослой в угле, образованный переслаиванием слабоуглистого и светло-бурого аргиллита. Natur. вел. Пласт K_3 , шх. Западная (70), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XXIV

Угли ашлярикской и карагандинской свит

1— уголь блестящий неяснополосчатый. Natur. вел. Пласт A_5 , шх. Кировская (12/12бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— уголь блестящий неяснополосчатый с линзовидными включениями фюзена. Natur. вел. Пласт K_4 , шх. им. Горбачева (8/9), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— уголь полублестящий неяснополосчатый с линзовидными включениями фюзена, в значительной степени минерализованный. Natur. вел. Пласт A_5 , шх. Кировская (12/12бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

4— уголь полублестящий широкополосчатый. Natur. вел. Пласт K_{13} , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XXV

Микроструктуры углей ашлярикской и карагандинской свит

1— кларен смешанного состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{18} , шх. им. 50-летия Октябрьской революции (38), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— кларен смешанного состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_6 , шх. Карагандинская (35 бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

3— дюрено-кларен стеблевого состава. Трещины отдельности в угле выполнены каолинитом. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_4 , шх. Вертикальная (1 Вертикальная), Промышленный участок, Карагандинский район.

4— минерализованный дюрено-кларен стеблевого состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт A_5 , шх. Кировская (12/12бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

5— кларено-дюрен, состоящий в основном из остатков органов спороношения (спорангий), спор и десминита. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{13} , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XXVI

Угли ашлярикской и карагандинской свит

1— уголь полуматовый штриховато-полосчатый. Natur. вел. Пласт A_5 , шх. Кировская (12/12бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— уголь полуматовый штриховато-полосчатый. Natur. вел. Пласт K_7 , шх. им. Костенко (86/87), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XXVII

Угли ашлярикской и карагандинской свит

1— уголь полуматовый однородный очень крепкий, вязкий с полураковистым изломом. Natur. вел. Пласт K_{13} , шх. Карагандинская (35бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

2— уголь матовый редко штриховатый, в почве прослой алевrolита. Natur. вел. Пласт A_7 , шх. Кировская (12/12бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

3 — (а, б) — уголь матовый штриховато-редкополосчатый. Natur. вел. Пласт K_2 , шх. Западная (70), Промышленный участок, Карагандинский район.

Таблица XXVIII

Микроструктуры угля ашлярикской и карагандинской свит

1 — кларено-дюрен стеблевого состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт A_5 , шх. Кировская (12/12бис), Промышленный участок, Карагандинский район.

2 — дюрен стеблевого состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{12} , шх. им. 50-летия Советского Союза (122), Саранский участок, Карагандинский район.

3 — кларено-дюрен смешанного состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт K_{18} , шх. им. Калинина (9), Центральный участок, Шерубайнуриинский район.

Таблица XXIX

Угли долинской и тентекской свит

1 — уголь блестящий неяснополосчатый с мелкими линзовидными включениями рыхлого фюзена. Natur. вел. Пласт D_1 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнуриинский район.

2 (а, б). Уголь блестящий неяснополосчатый. Часто отмечаются плоскости притирания (2, б). Natur. вел. Пласт T_1 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

3 — уголь блестящий неяснополосчатый, участками перемят и минерализован. Natur. вел. Пласт D_9 , шх. им. Ленина (3 Тентекская), Тентекский район.

Таблица XXX

Угли долинской свиты

1 — уголь полублестящий неяснополосчатый с тонкими линзовидными включениями фюзена. Natur. вел. Пласт D_6 , шх. Шаханская (12), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуриинский район.

2 — уголь полублестящий с редкими полосами витрена. Natur. вел. Пласт D_1 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнуриинский район.

3 — уголь полуматовый полосчатый. Natur. вел. Пласт D_5 , шх. 17/17бис. Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуриинский район.

Таблица XXXI

Микроструктуры углей долинской и тентекской свит

1 — ультракларен. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_9 , шх. 6/7 Тентекская, Тентекский район.

2 — кларен спорового состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_1 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

3 — кларен смешанного состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_4 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнуриинский район.

4 — дюрено-кларен спорового состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_6 , шх. Шаханская (12), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуриинский район.

5 — минерализованный дюрено-кларен смешанного состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_3 , шх. Казахстанская (1/2 вертикальная Тентекская), Тентекский район.

Таблица XXXII

Угли долинской свиты

1 — уголь полуматовый штриховато-линзовидно-полосчатый. Natur. вел. Пласт D_8 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

2 — уголь полуматовый широкополосчатый. Natur. вел. Пласт D_6 , шх. Шаханская (12), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

Таблица XXXIII

Угли долинской и тентекской свит

1(a, б) — уголь полуматовый полосчатый. Natur. вел. Пласт D_7 , шх. 17/17бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

2 — уголь полуматовый линзовидно-полосчатый. Natur. вел. Пласт T_1 , шх. 8 Тентекская, Тентекский район.

3 — уголь полуматовый штриховато-широкополосчатый. Natur. вел. Пласт D_5 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнуринский район.

Таблица XXXIV

Угли долинской свиты

1 — уголь матовый штриховатый. Natur. вел. Пласт D_2 , шх. Долинская (5/2), Долинский участок, Шерубайнуринский район.

2 — уголь матовый штриховато-редкополосчатый. Natur. вел. Пласт D_7 , шх. 17/17бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

3 — уголь матовый однородный. Natur. вел. Пласт D_6 , шх. им. Ленина (3 Тентекская), Тентекский район.

4 — уголь матовый однородный, близкий к углю-стому аргиллиту, крепкий с полураковистым изломом. Natur. вел. Пласт D_6 , шх. Степная (14), Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

Таблица XXXV

Микроструктуры углей долинской и тентекской свит

1 — минерализованный дюрено-кларен смешанного состава. Крупные округло-овальные тела (Δ — витринитосклеротинит) инкрустированы пиритом. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт T_{17} , поле шх. 10 Тентекская, Тентекский район.

2 — кларено-дюрено-стеблевого состава, обогащенный округло-овальными телами (α -семифузинитосклеротинитом, β и Δ -фузинитосклеротинитом). Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт T_{15} , поле шх. 10 Тентекская, Тентекский район.

3 — дюрено-кларено-стеблевого состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_1 , ш. п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

4 — минерализованный кларено-дюрено-стеблевого состава. Проходящий свет, без анализатора, увел. 250. Пласт D_7 , шх. 17/17бис, Каражаро-Шаханский участок, Шерубайнуринский район.

5 — прослой спорового липтобиолита. Проходящий свет, без анализатора, увел. 200. Пласт D_{2-3} , ш. п. 141, Дубовский участок, Карагандинский район.

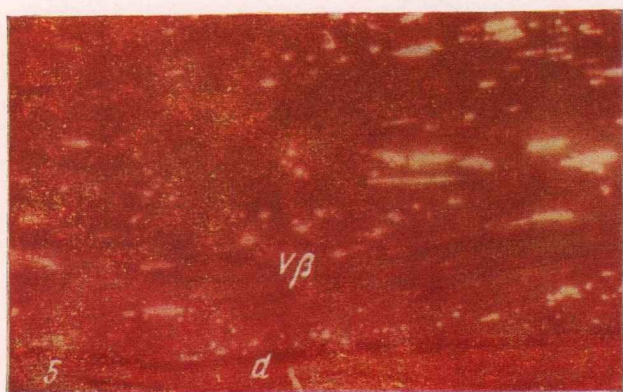
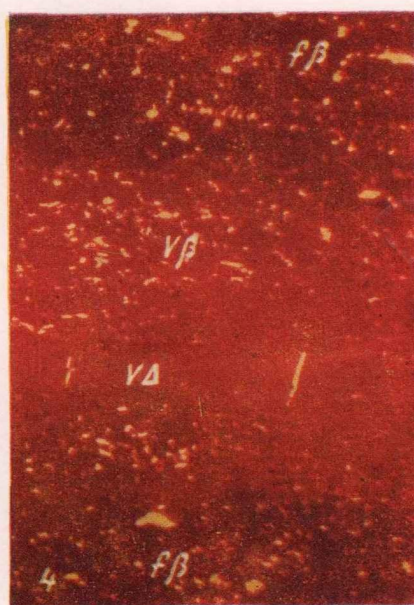
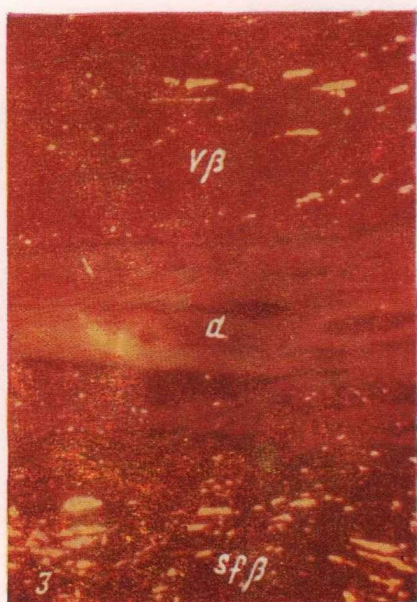
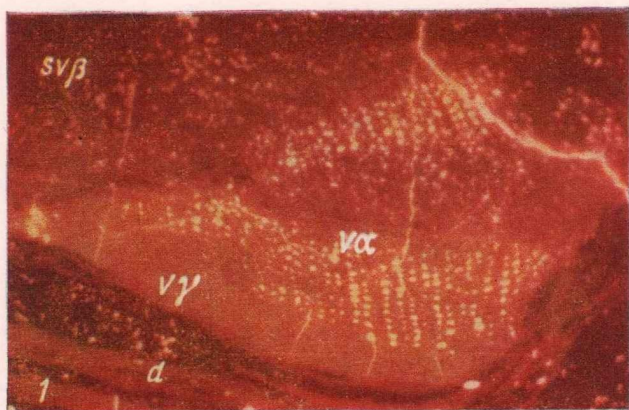
Таблица XXXVI

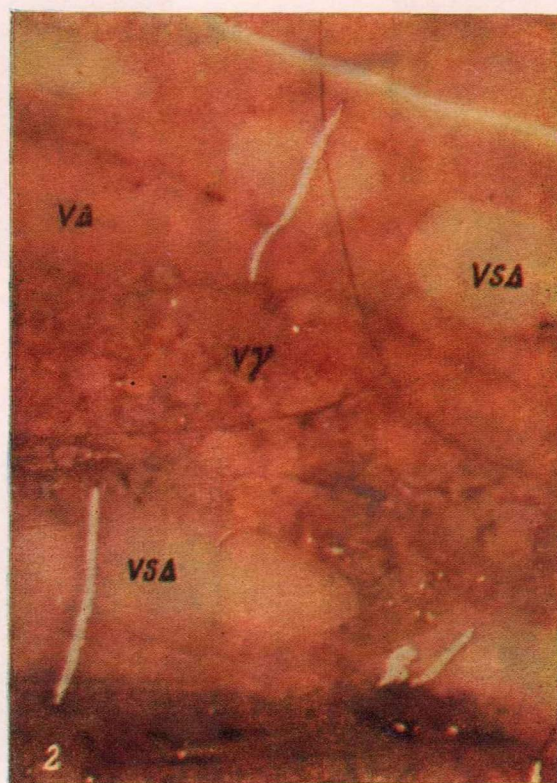
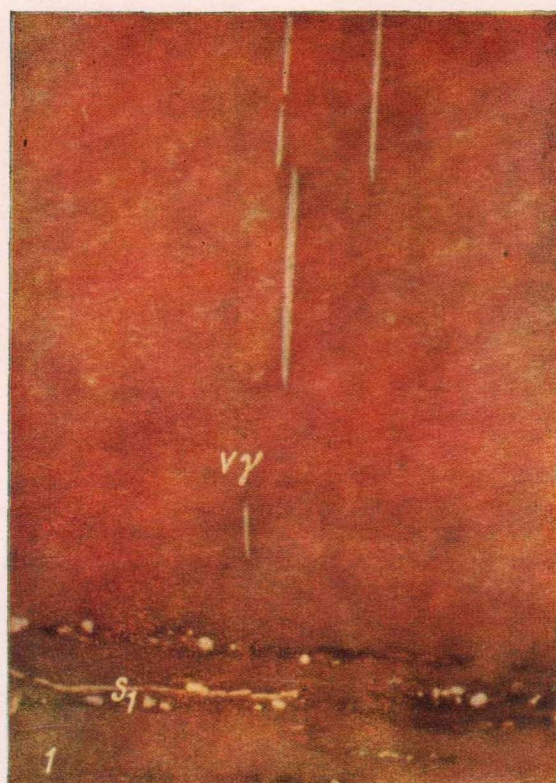
1 — угольное вещество неуставленного происхождения, выполняющее трещину в породе. Natur. вел. Вид спереди. Карагандинская свита, интервал между пластинами K_{10} и K_{12} . Саранский участок, Карагандинский район.

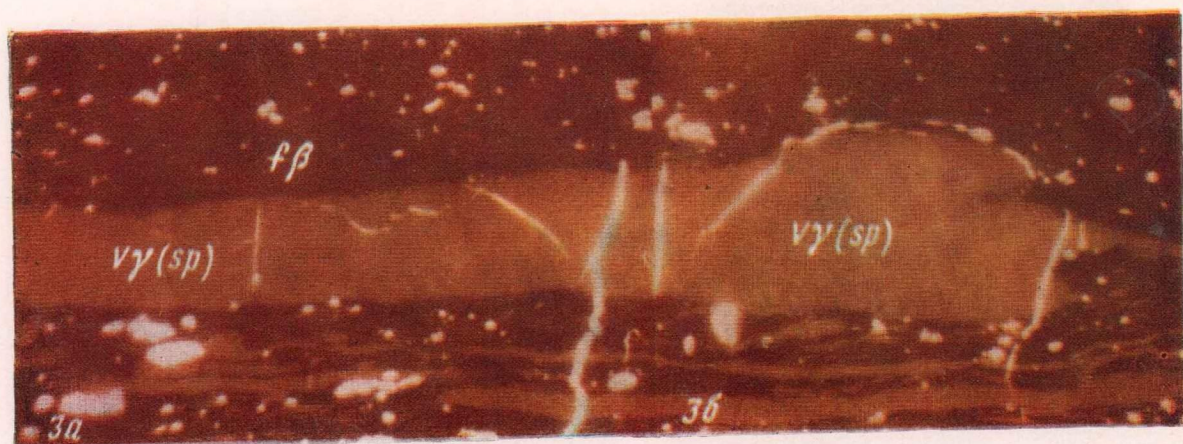
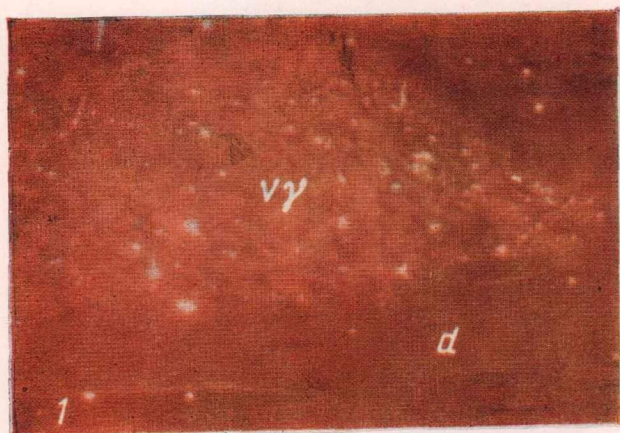
2 — то же, вид сбоку.

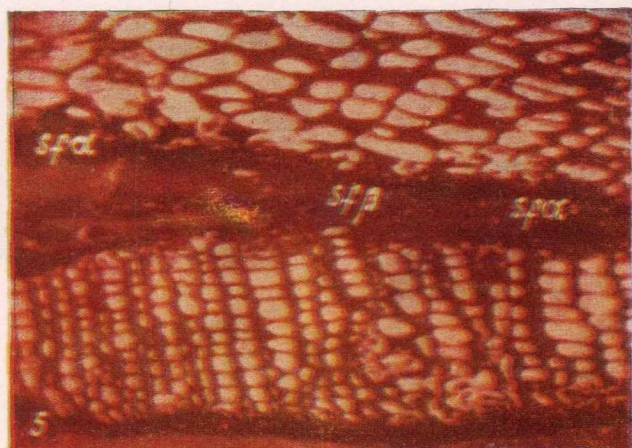
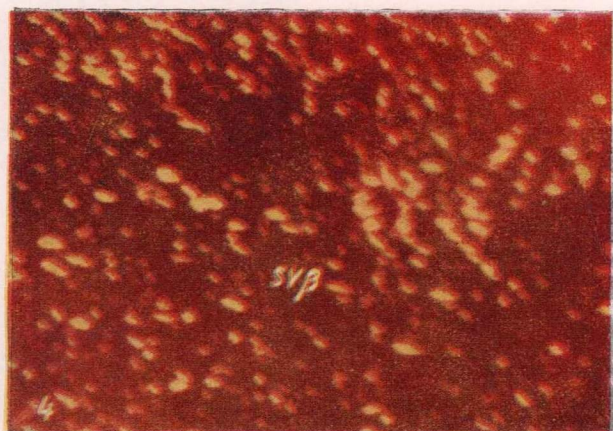
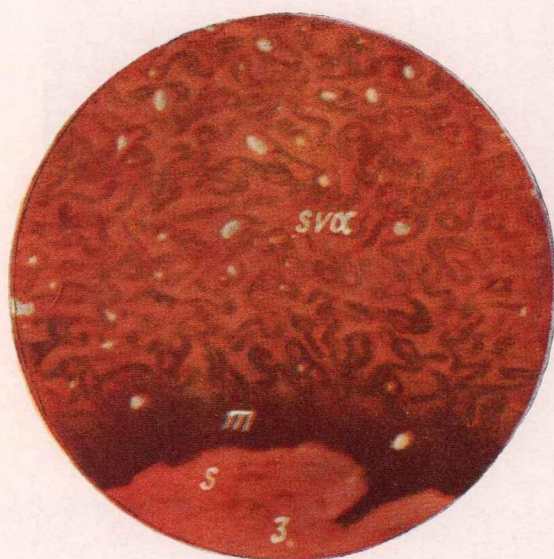
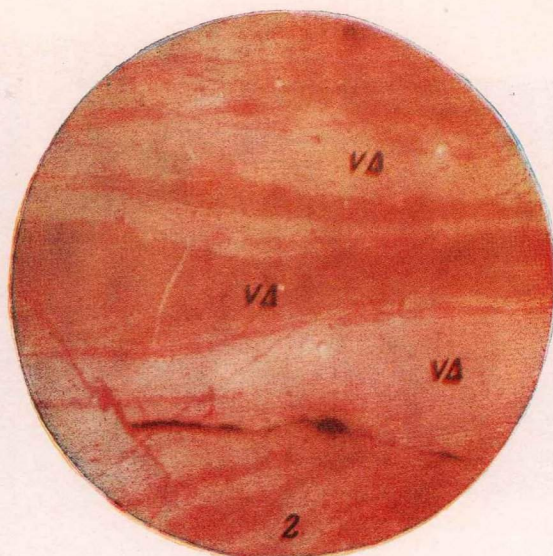
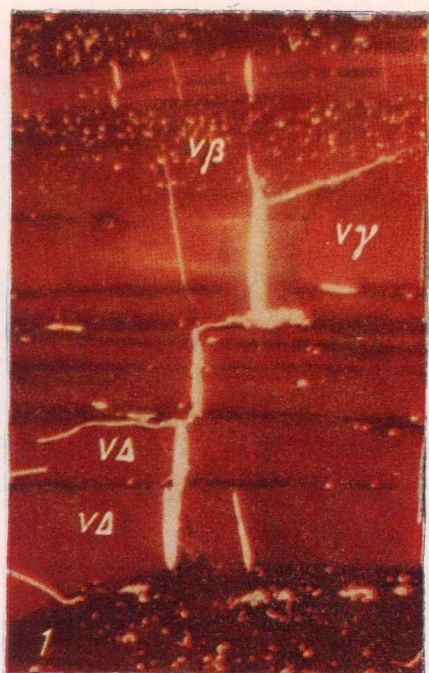
Таблица XXXVII

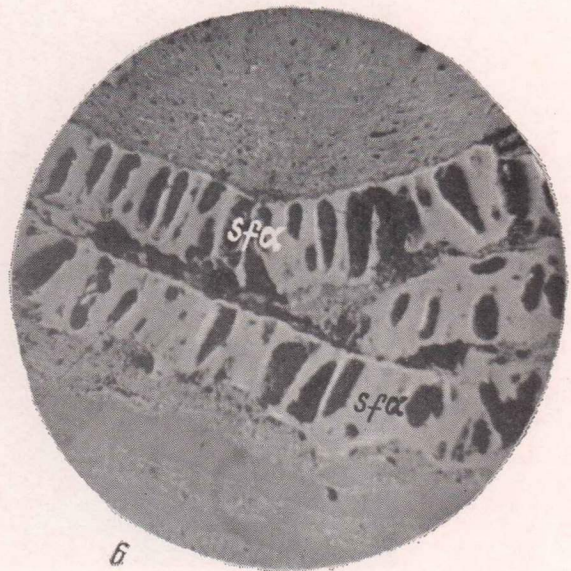
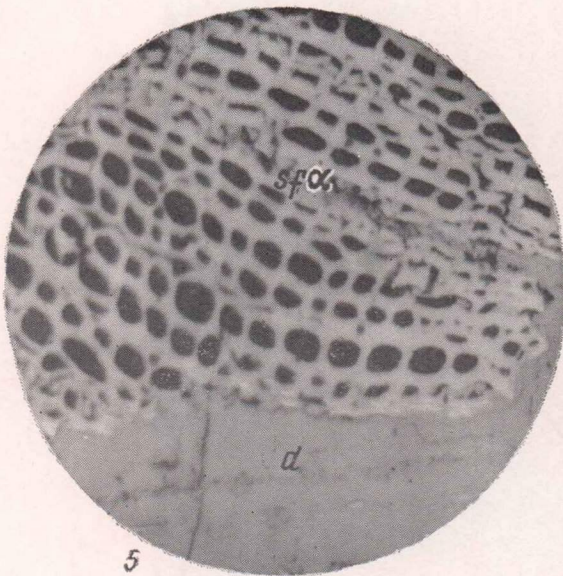
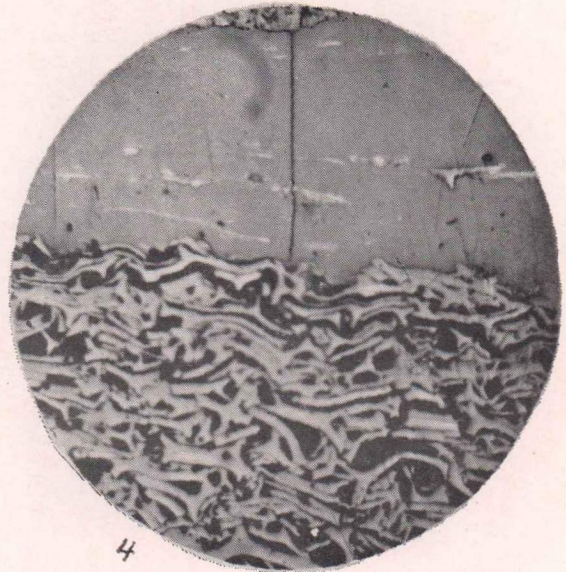
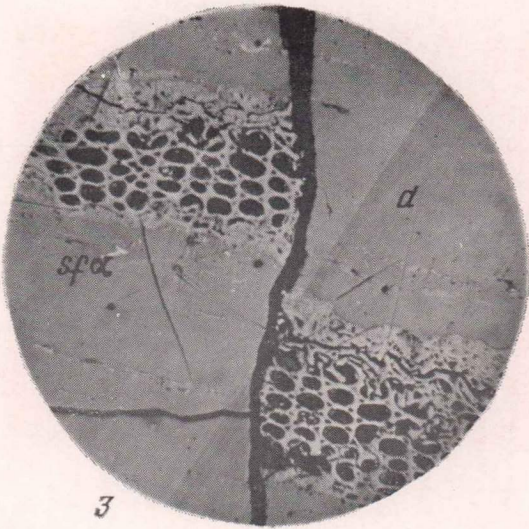
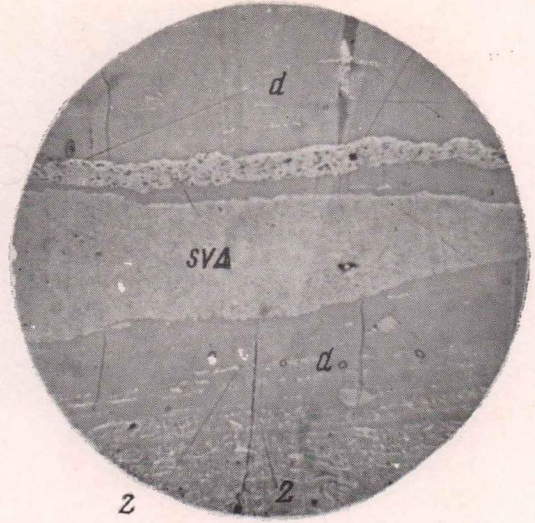
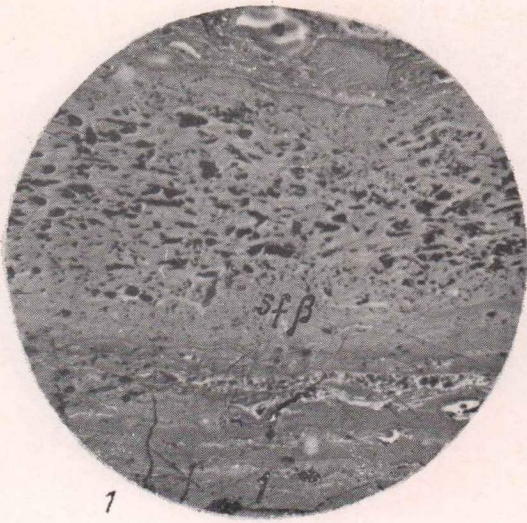
1 — угольное вещество неуставленного происхождения (фрагмент образца табл. XXXVI). Отраженный свет, без анализатора, увел. 70.

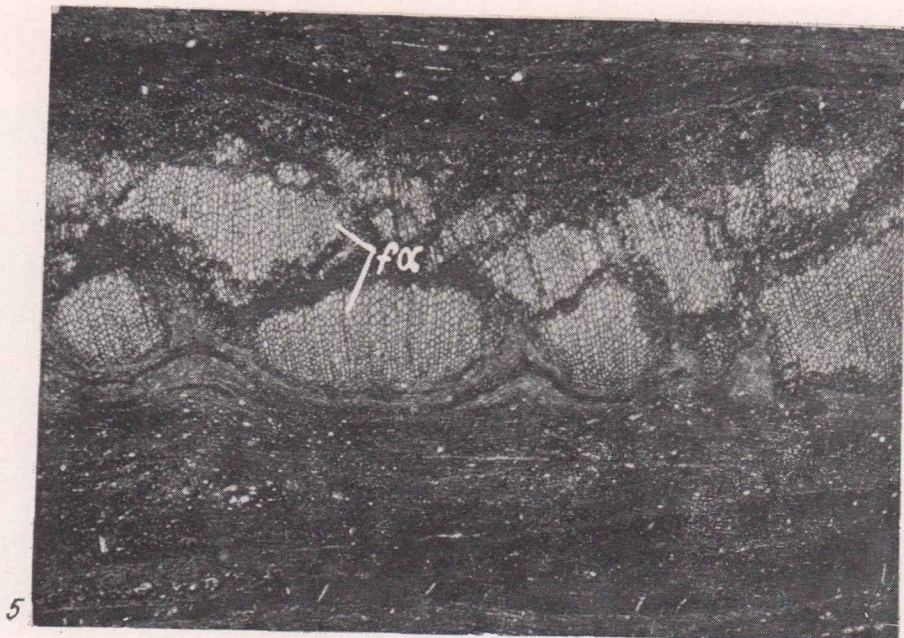
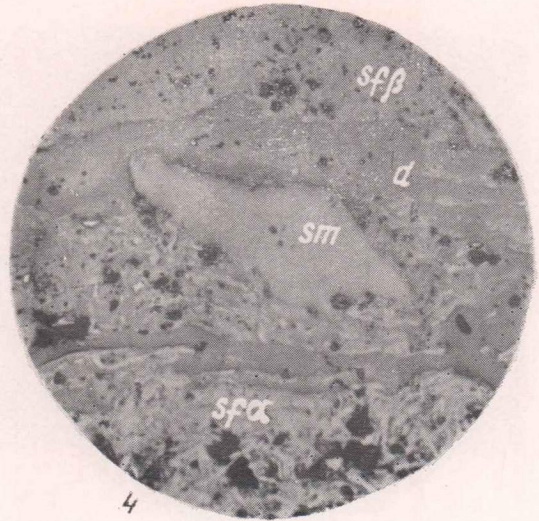
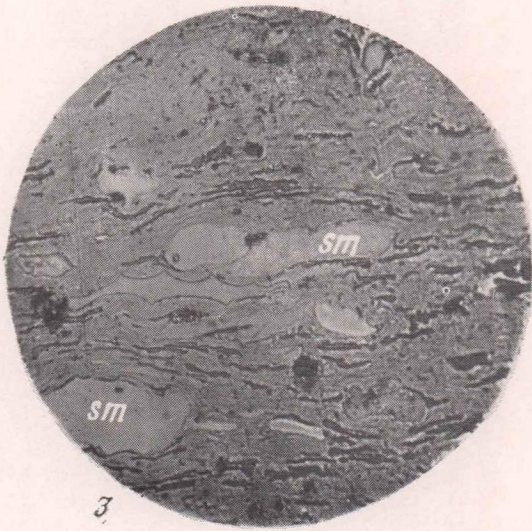
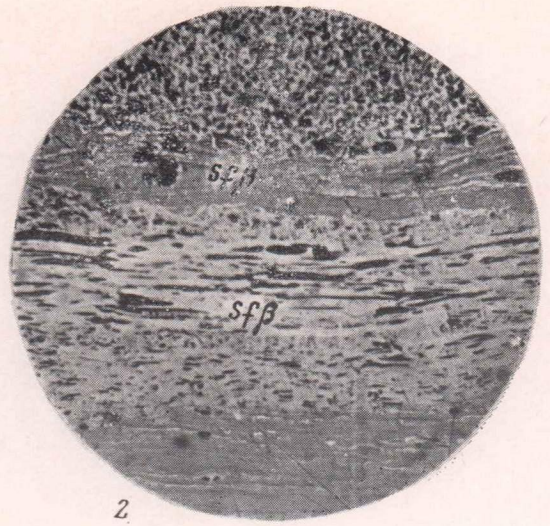
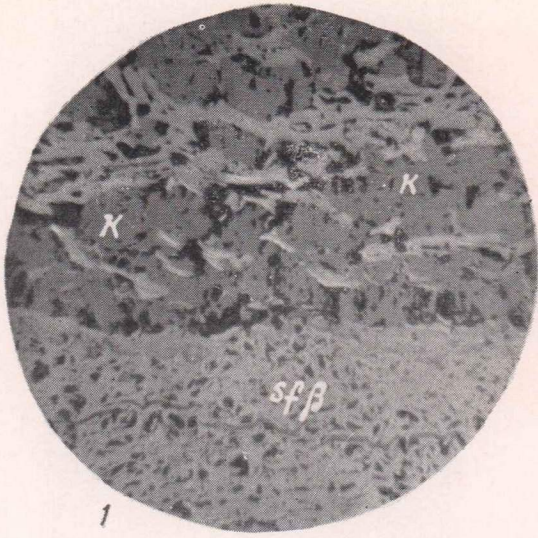


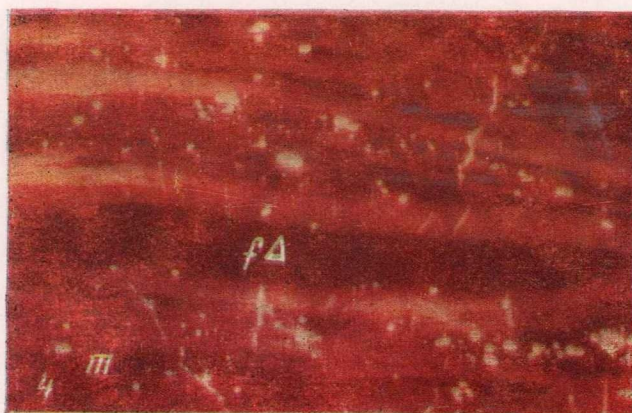
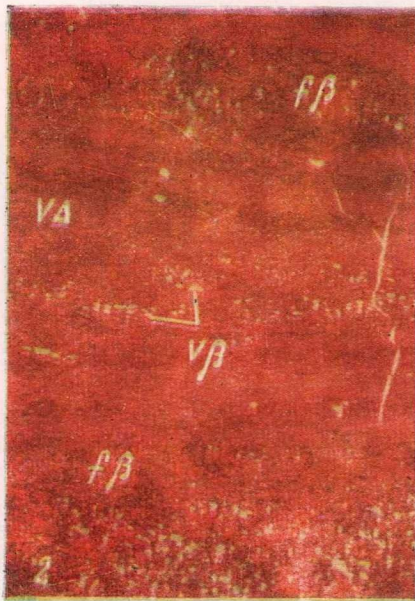


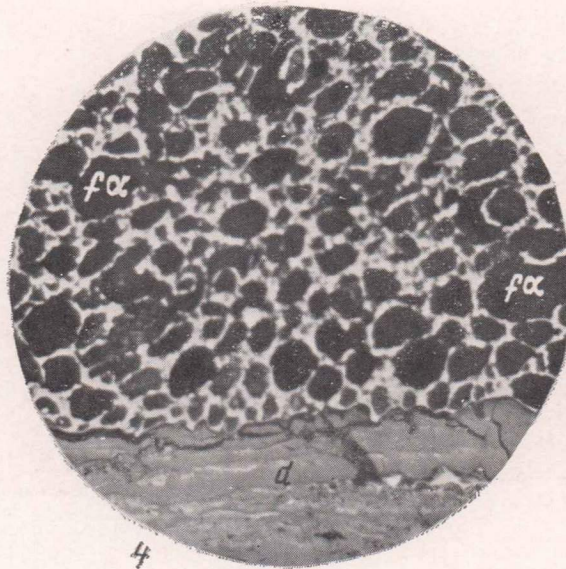
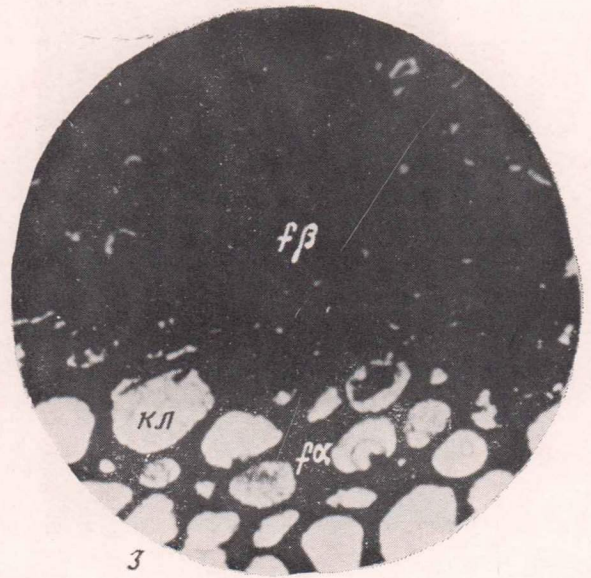
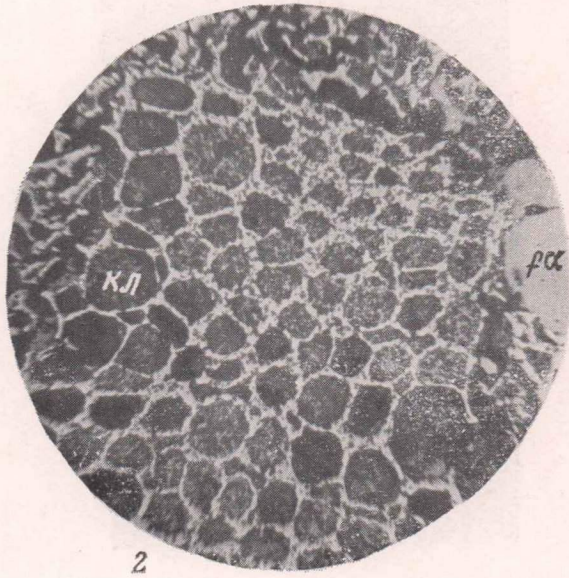
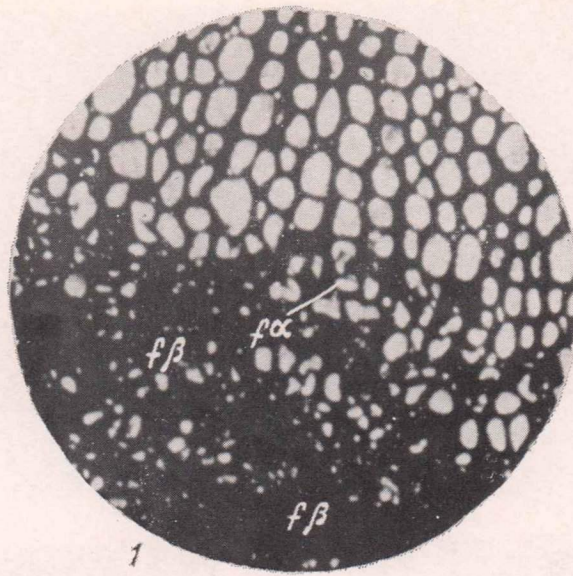


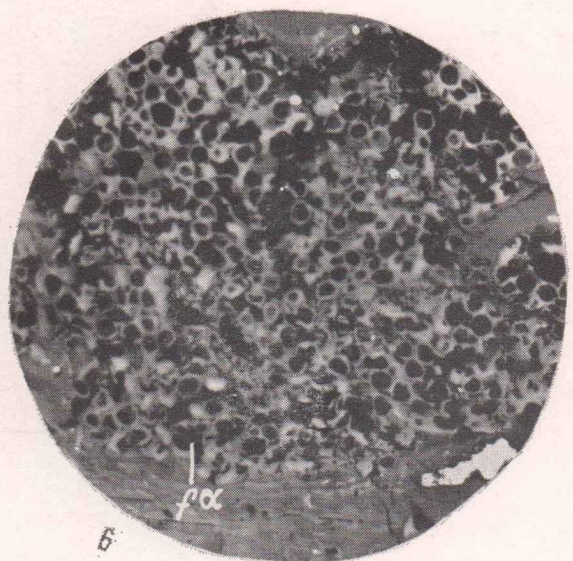
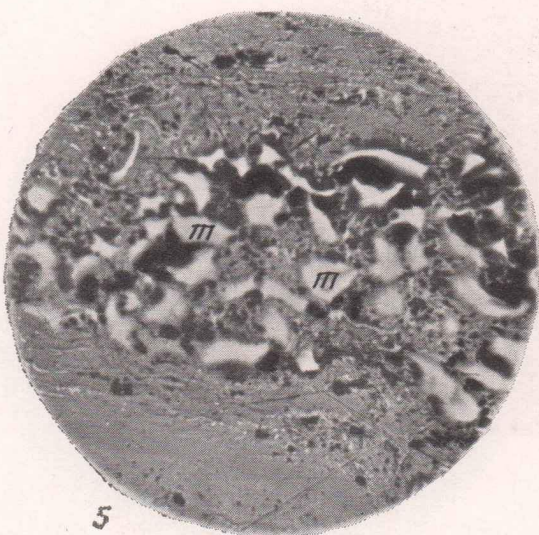
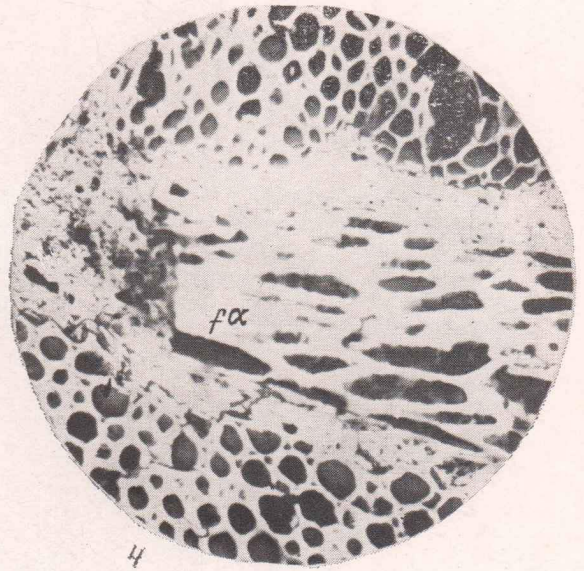
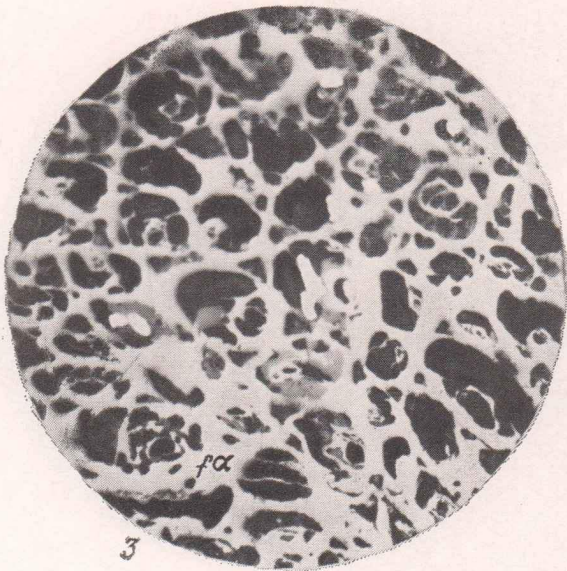
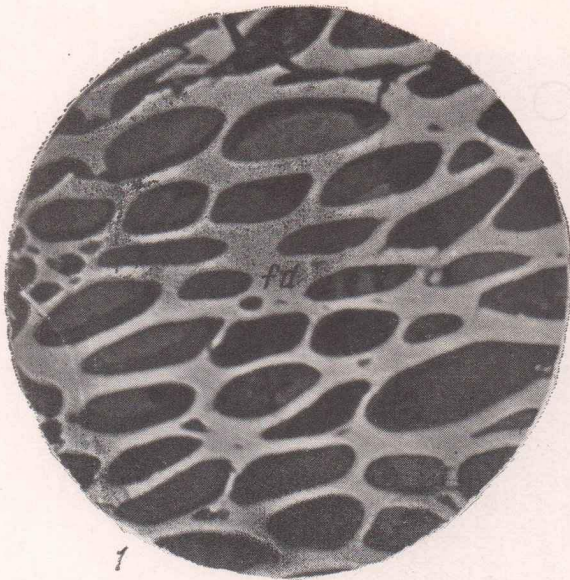


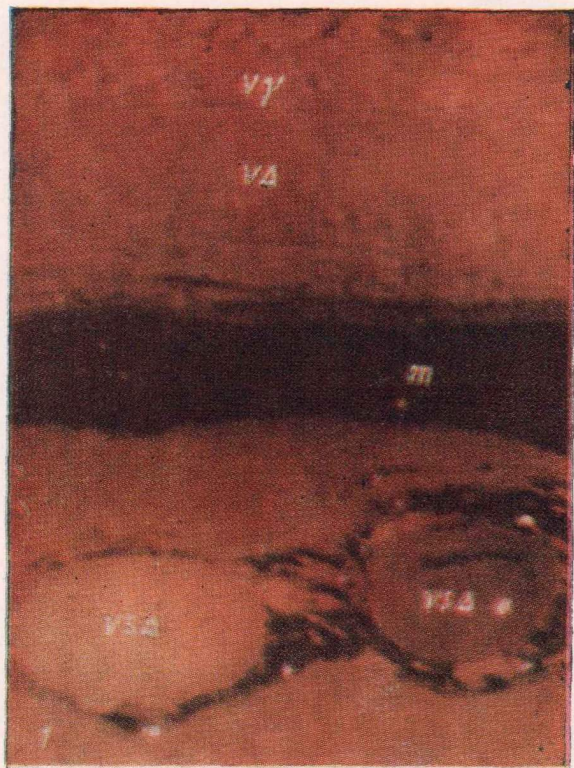






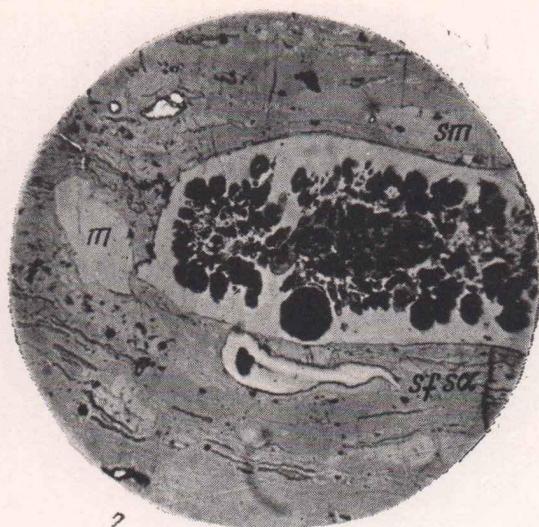




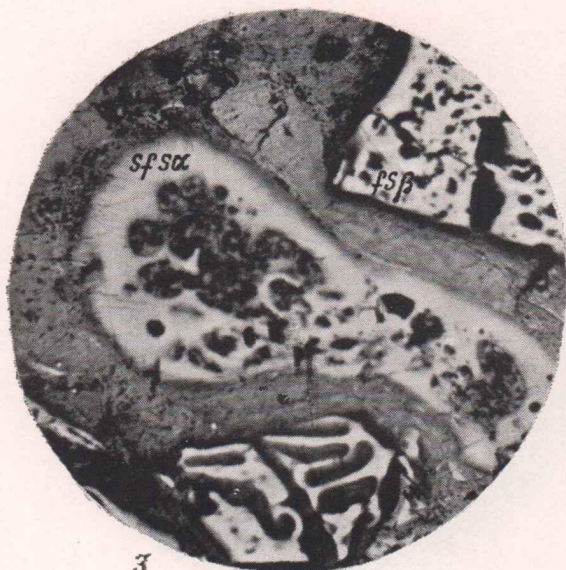




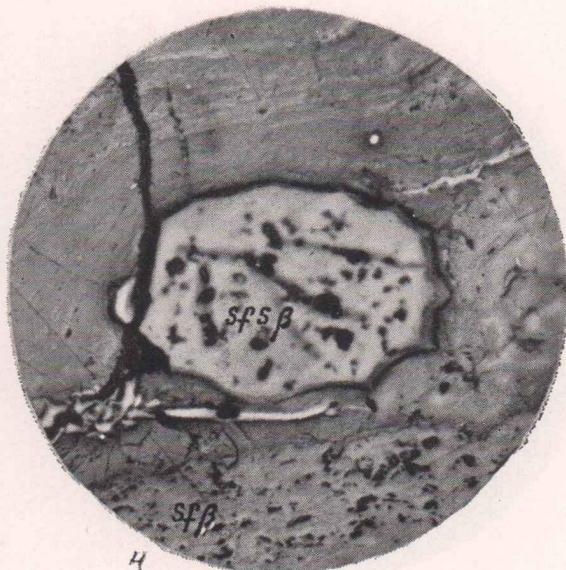
1



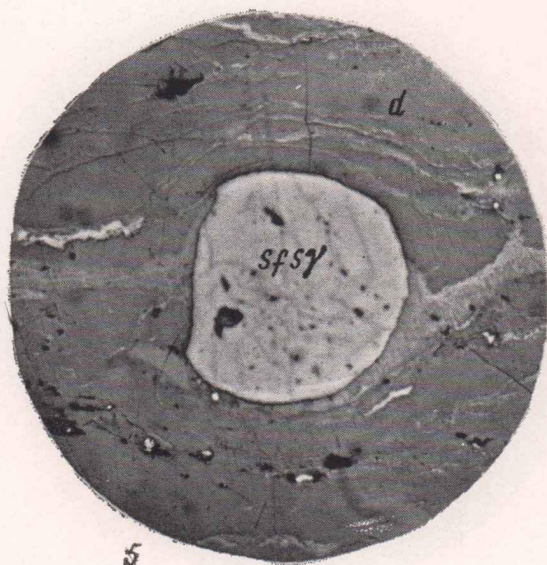
2



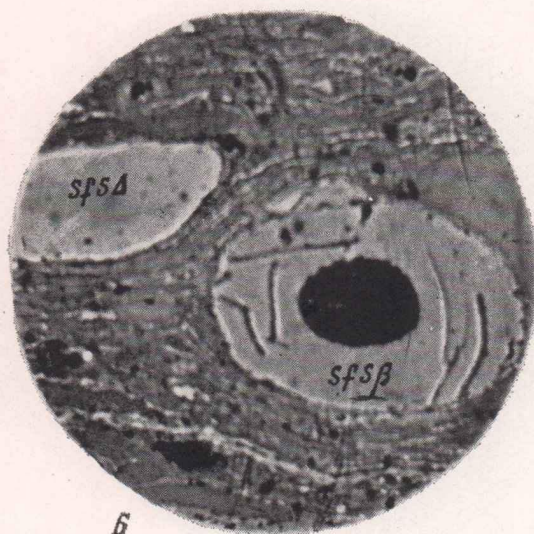
3



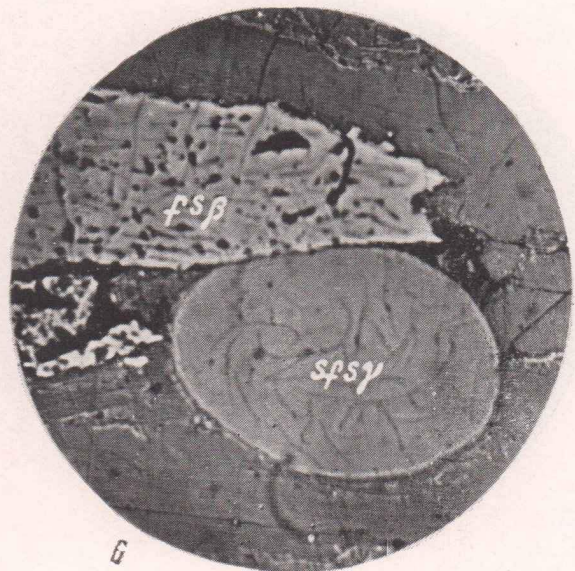
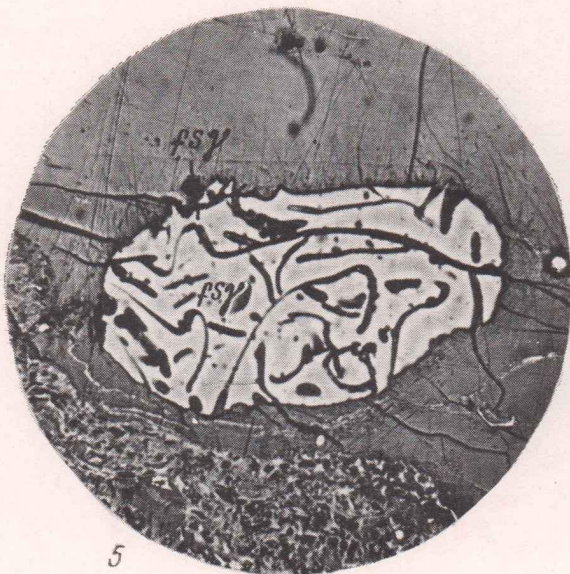
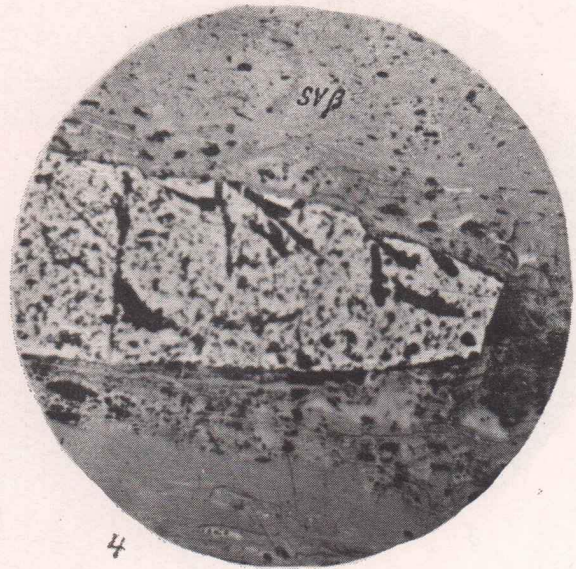
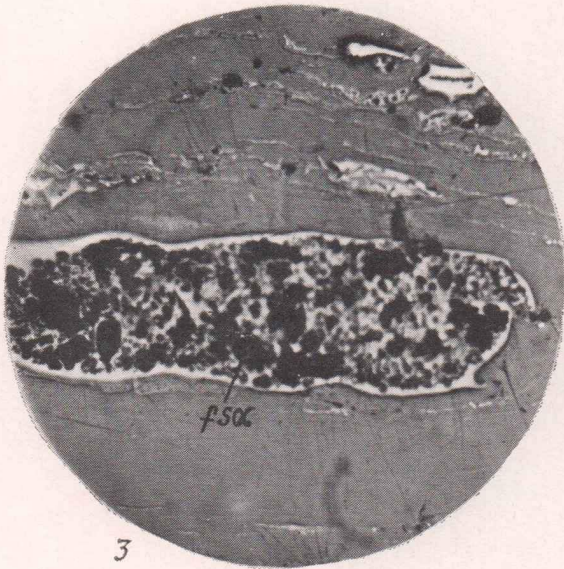
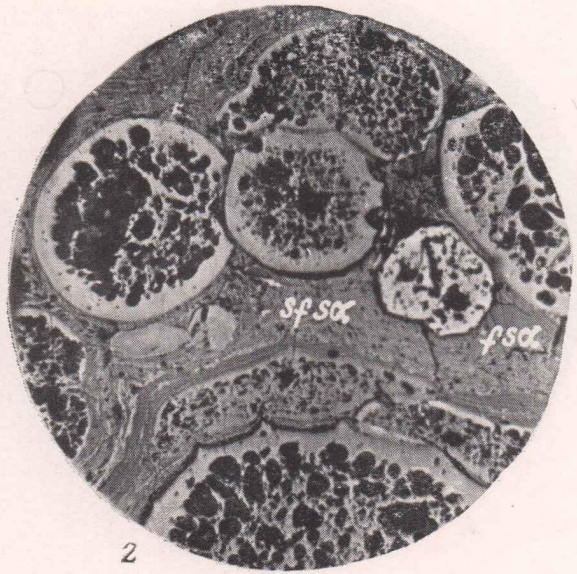
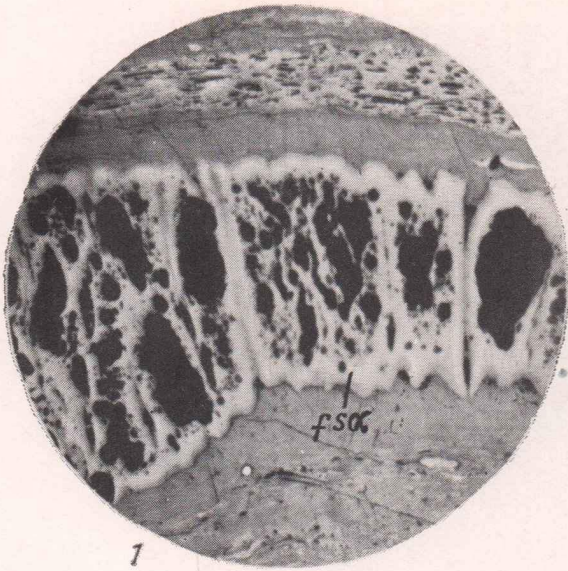
4



5



6

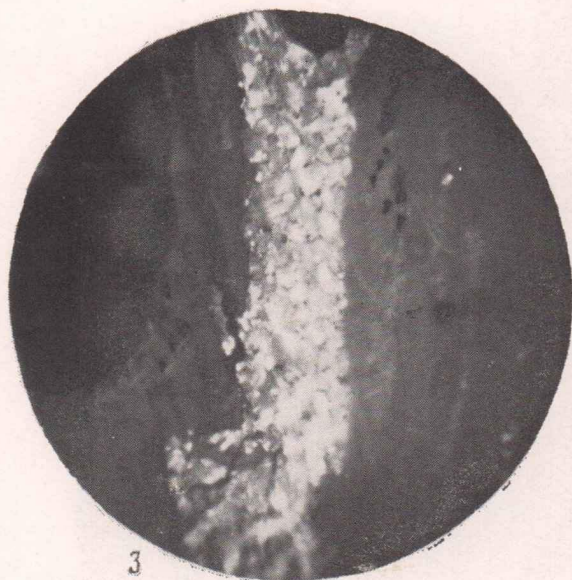




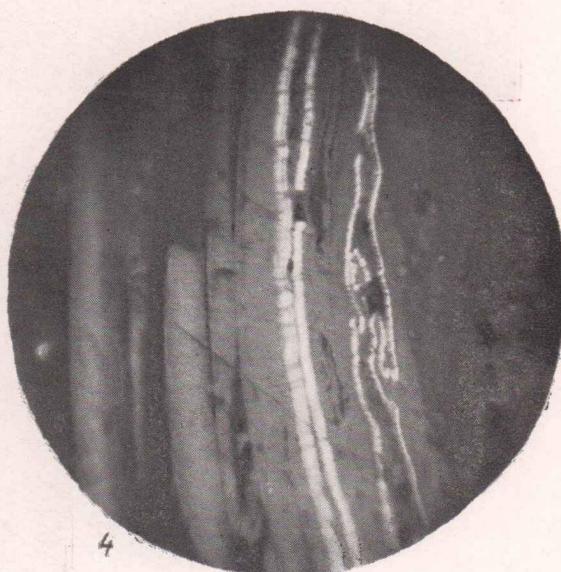
1



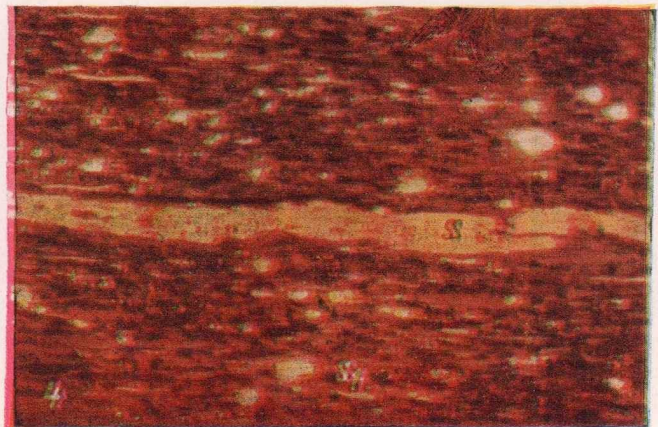
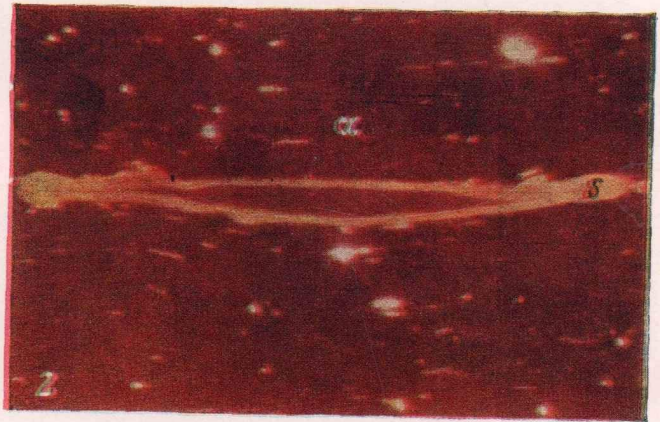
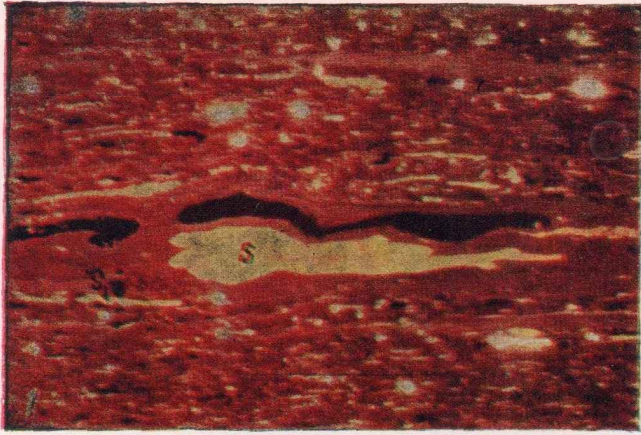
2

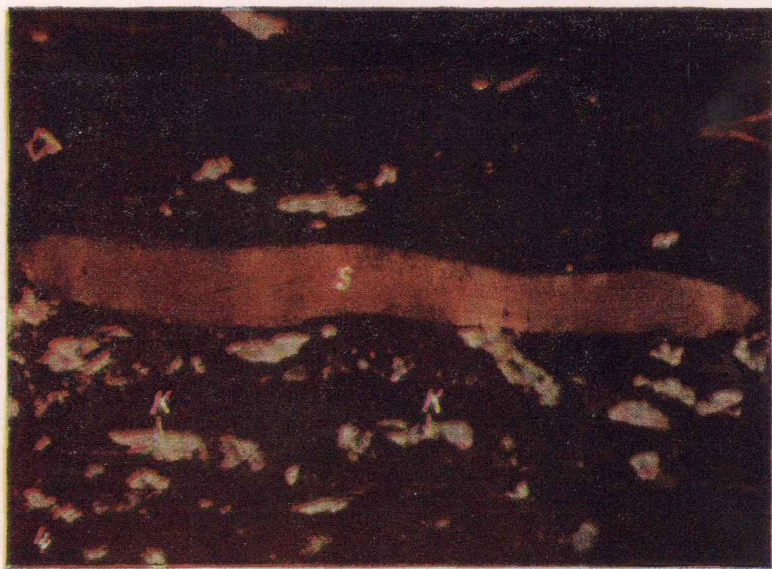
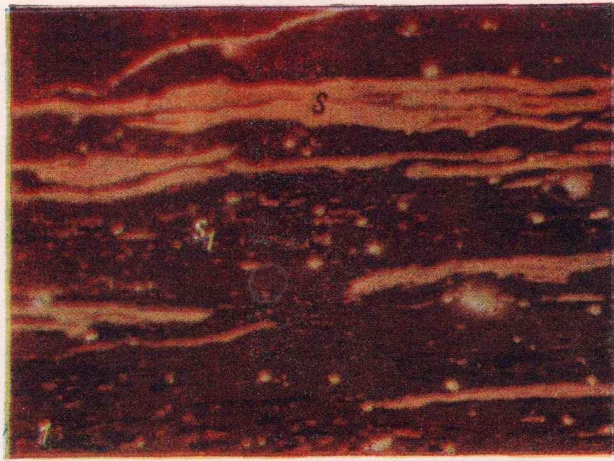


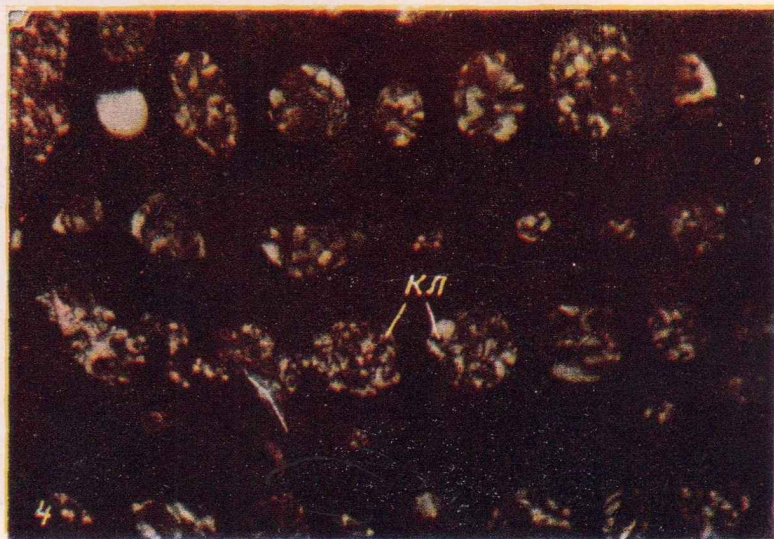
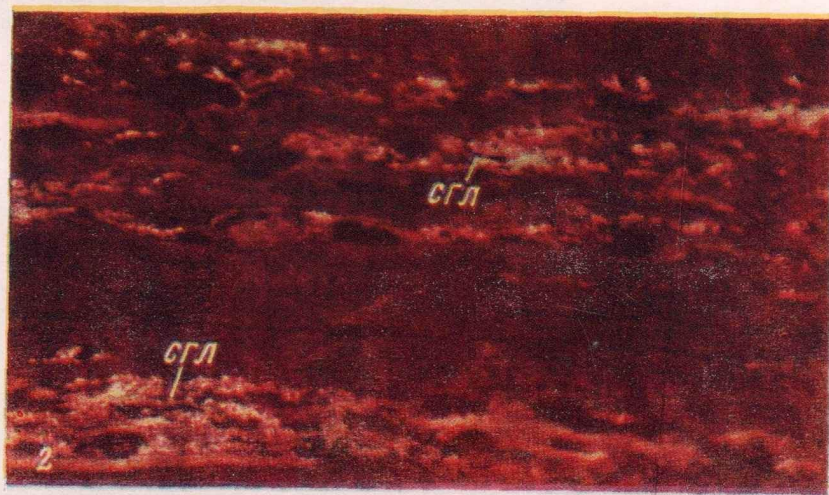
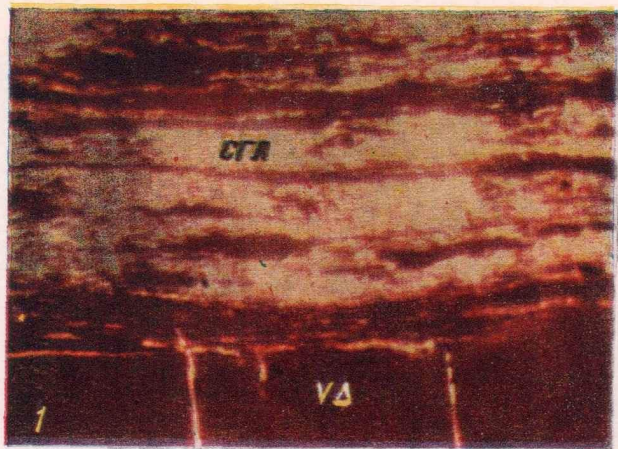
3

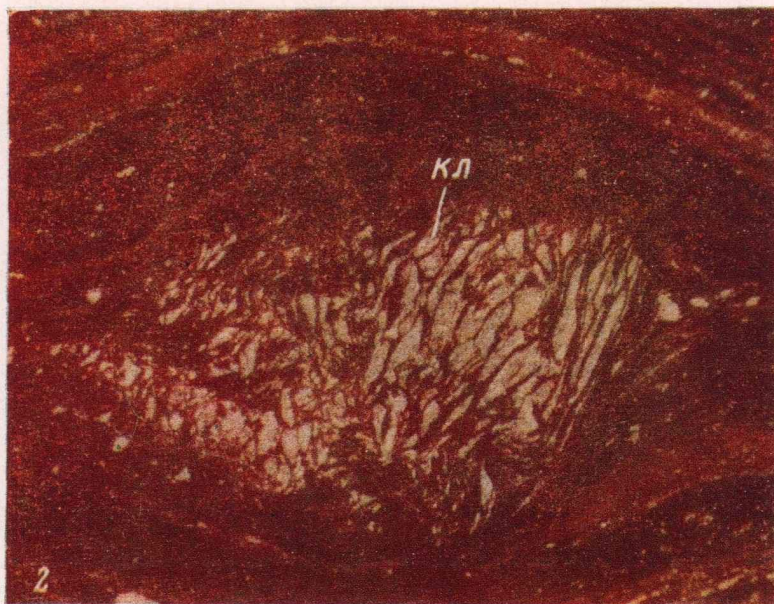
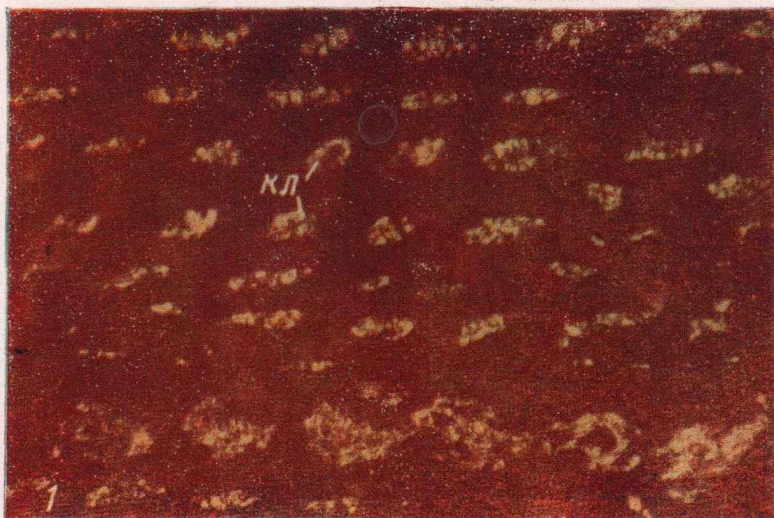


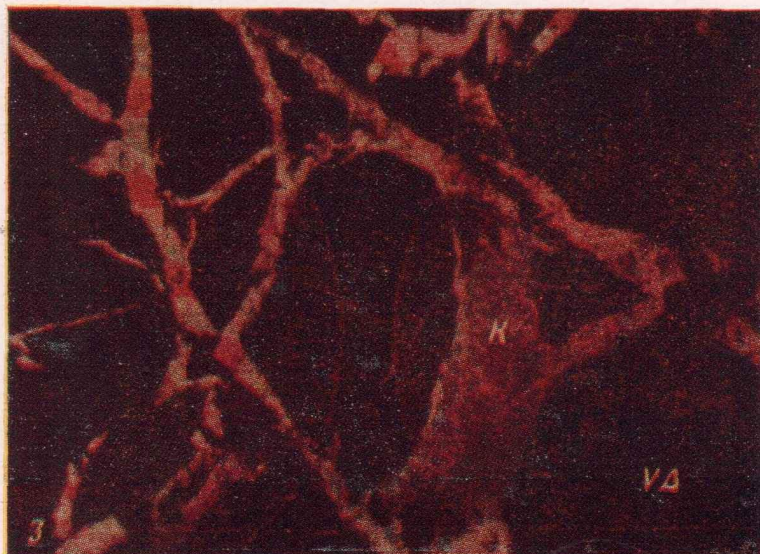
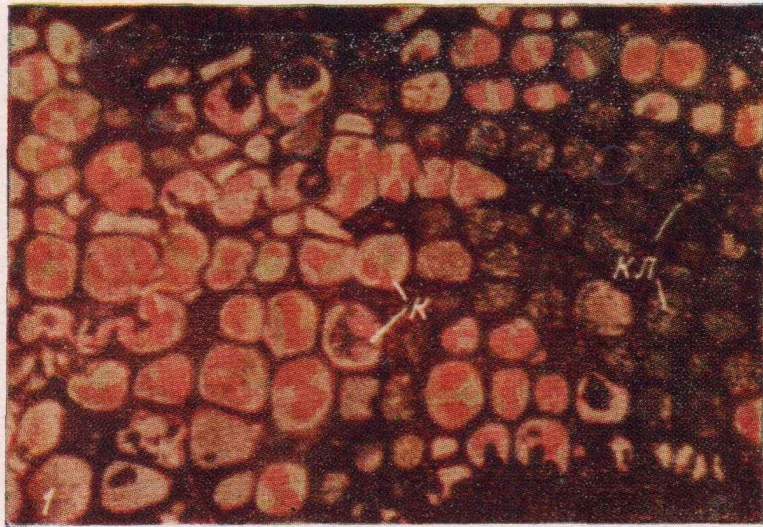
4

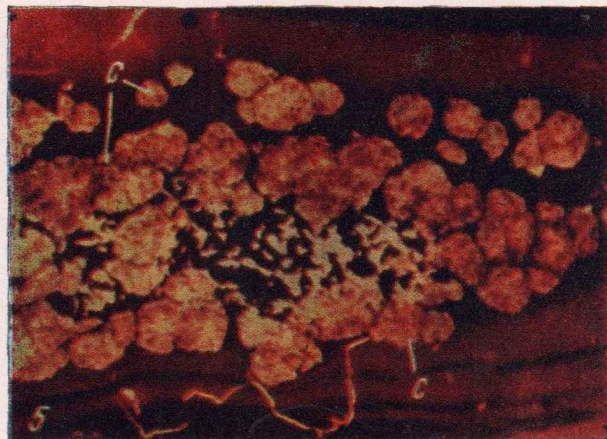
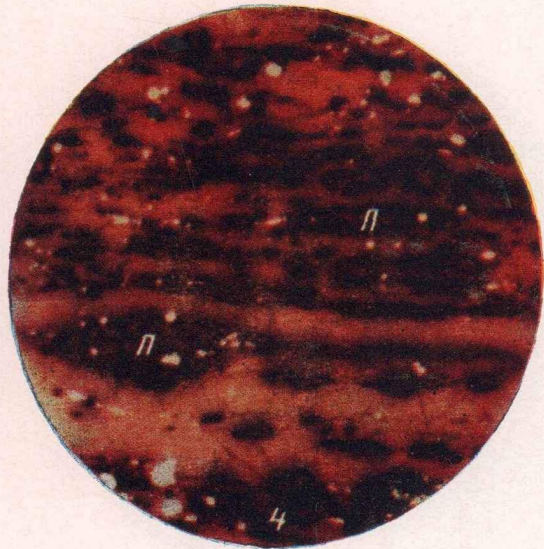
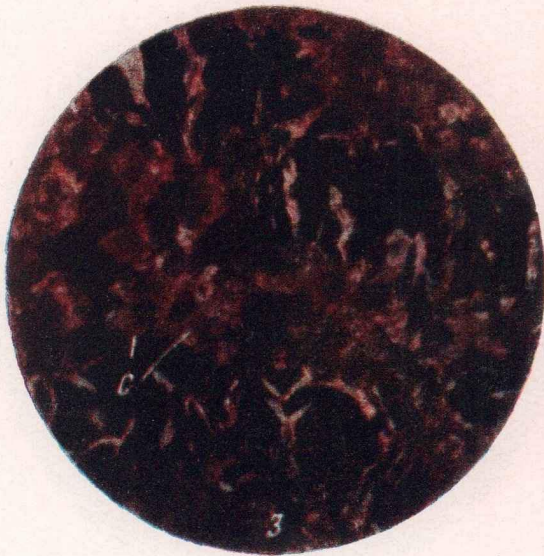


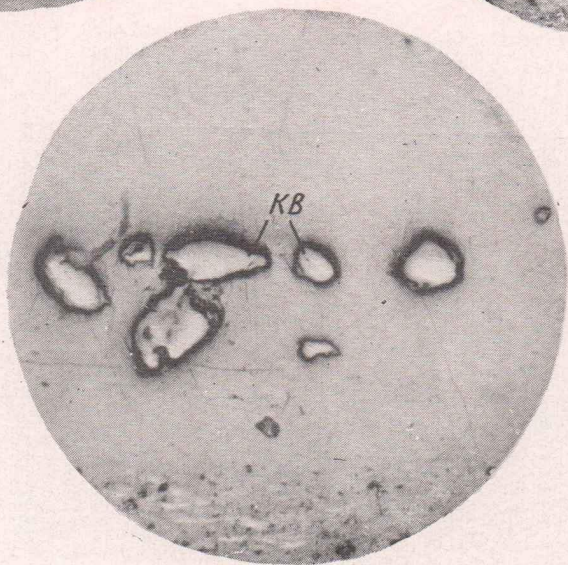
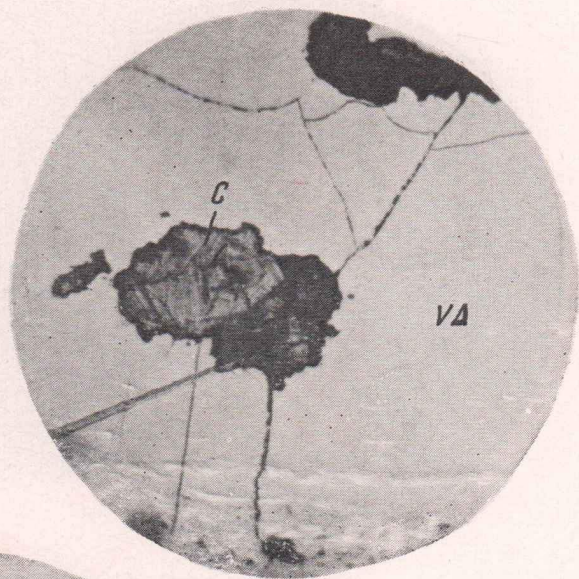
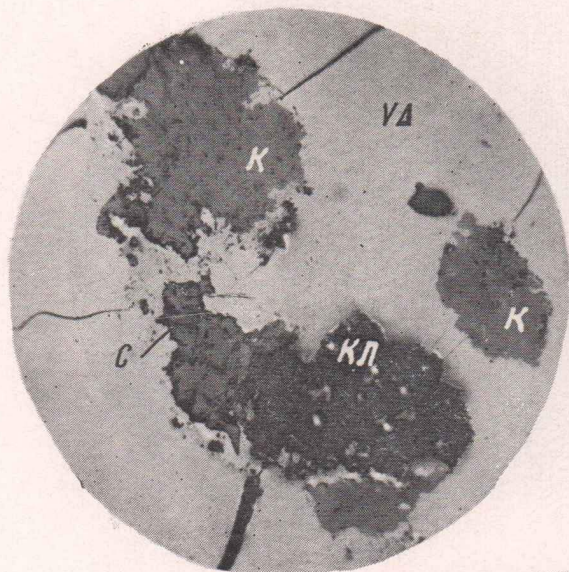
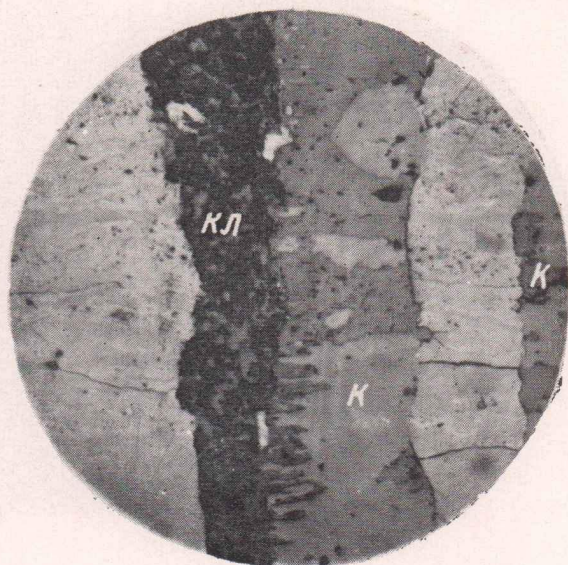
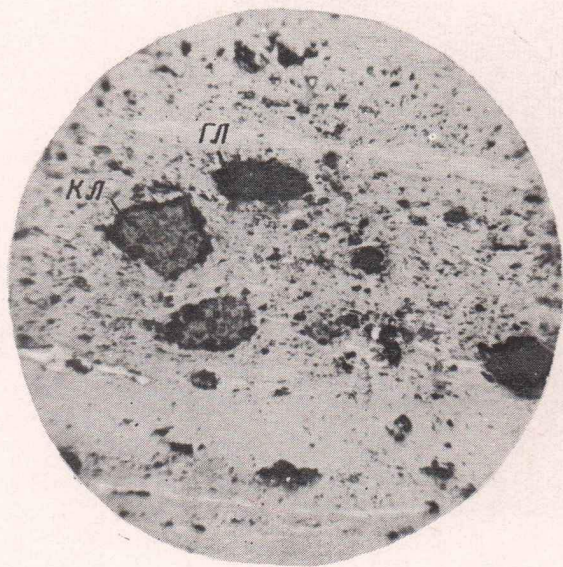


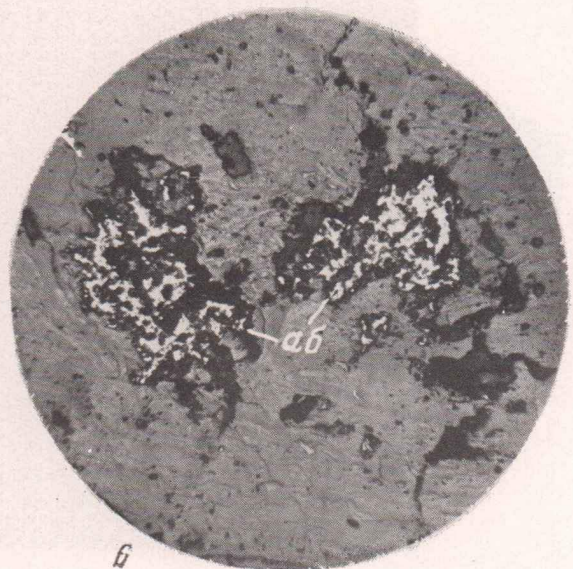
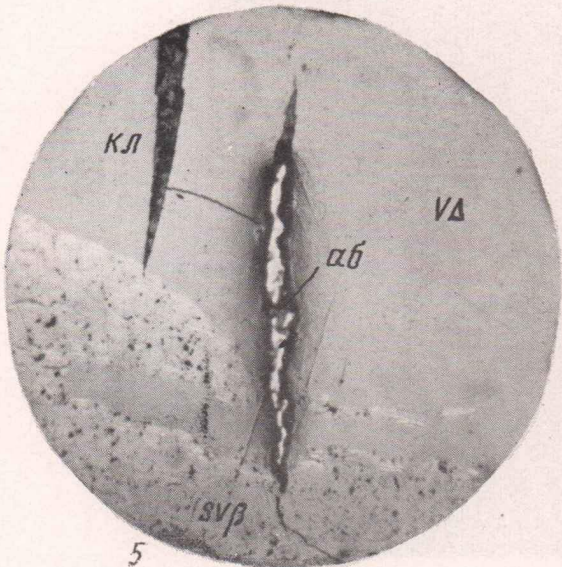
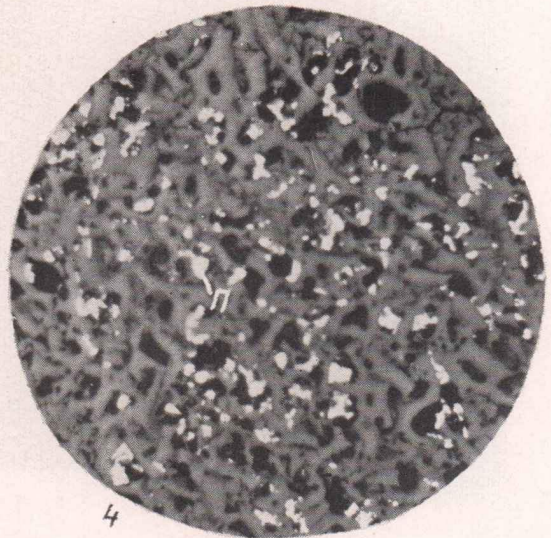
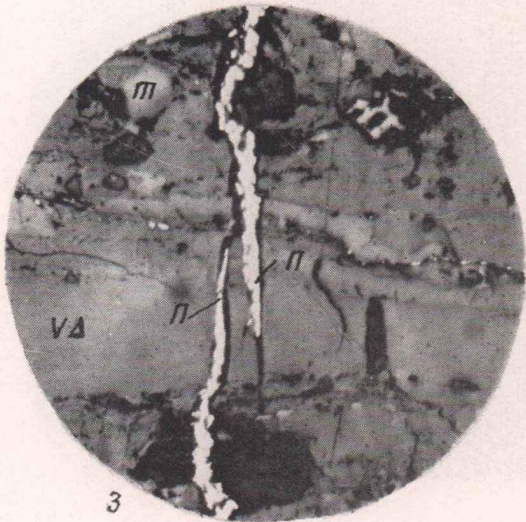
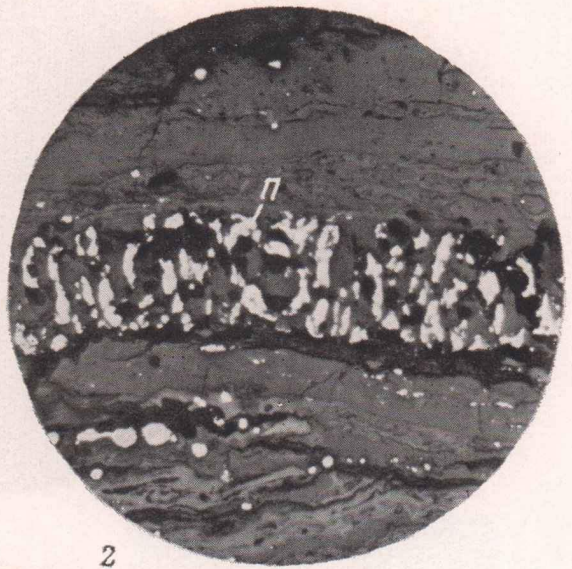
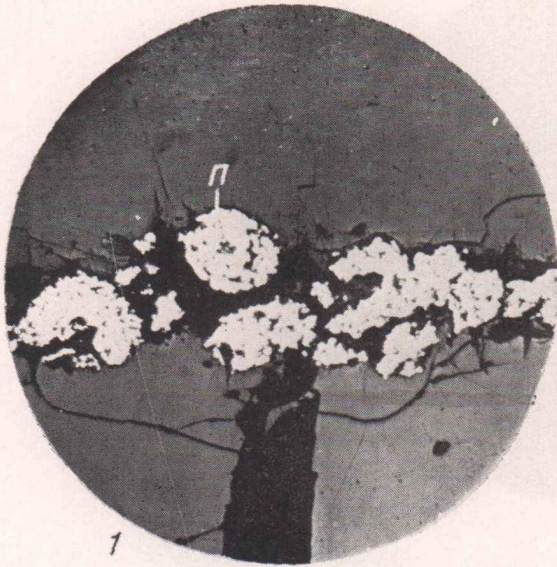


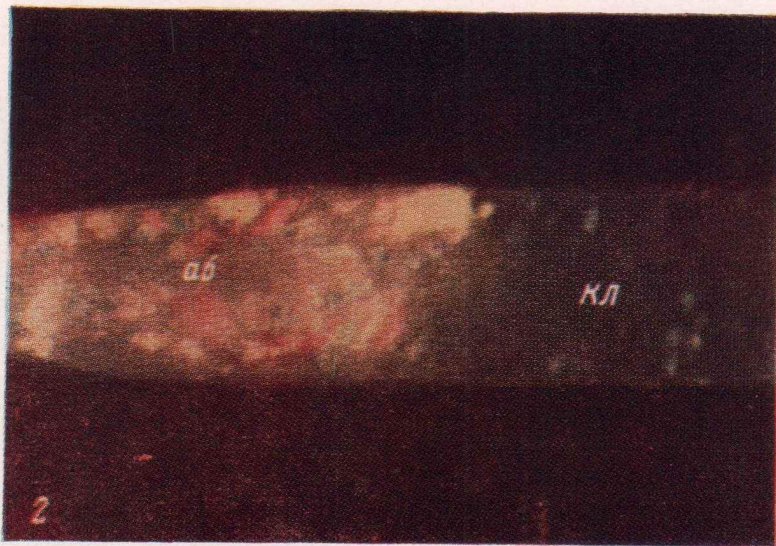
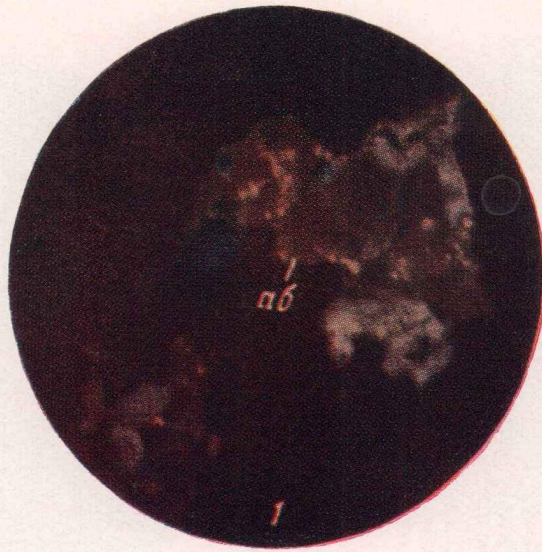


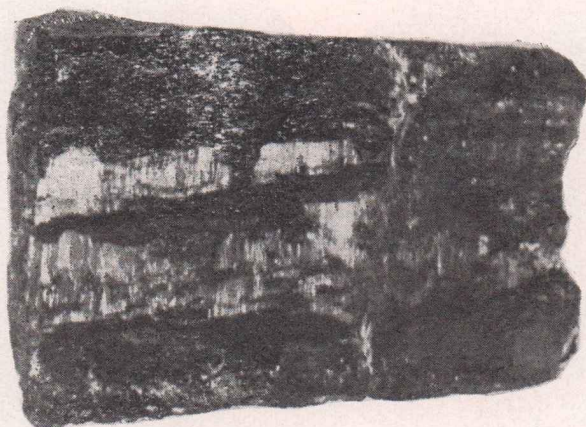




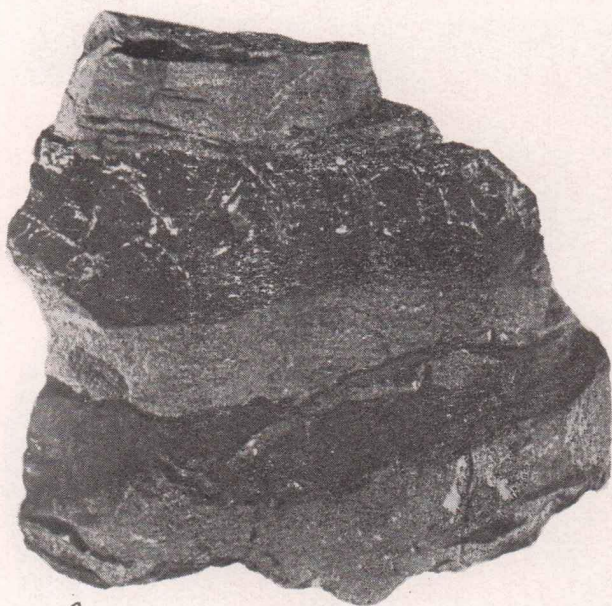




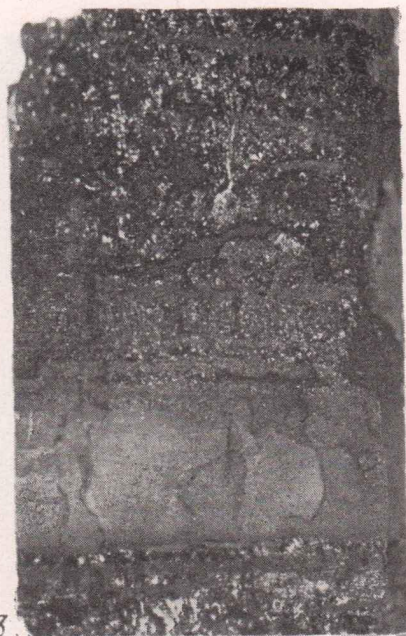




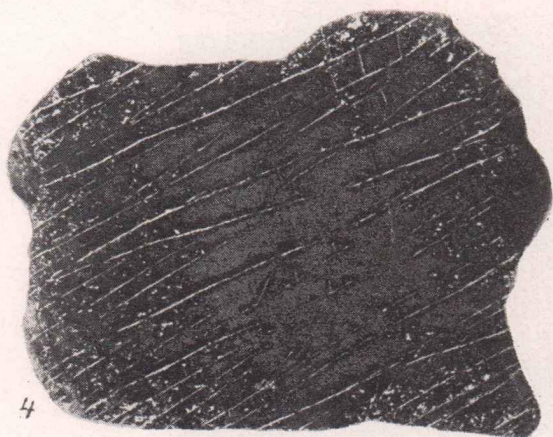
1



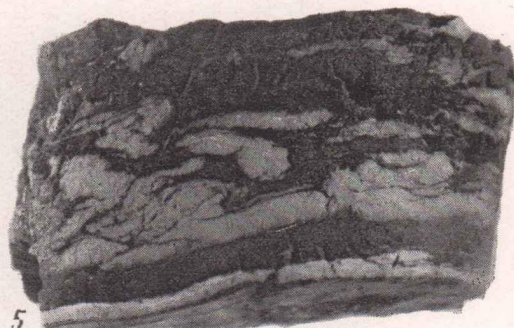
2



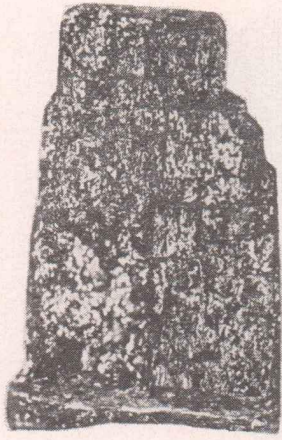
3



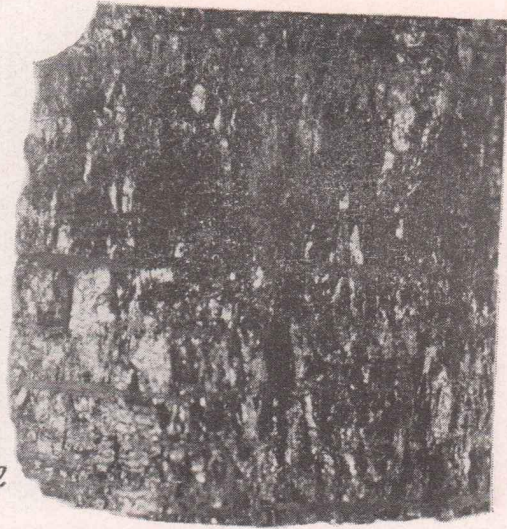
4



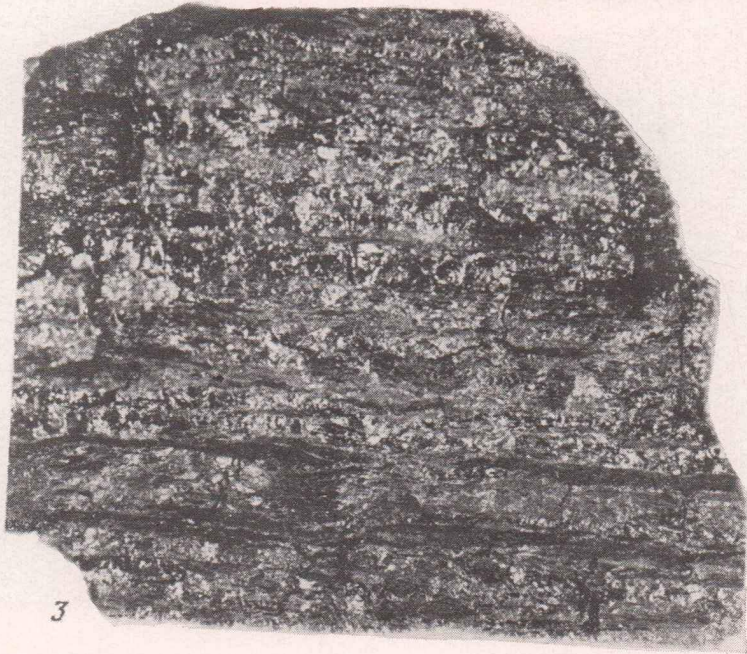
5



1



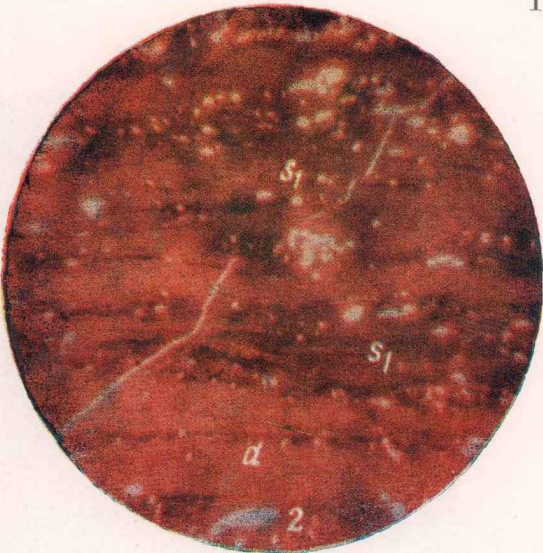
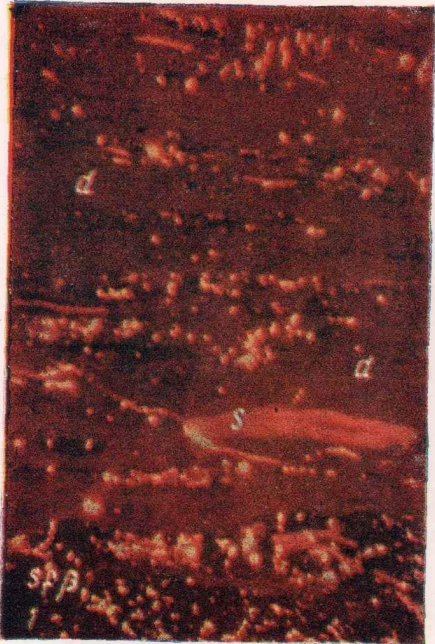
2



3

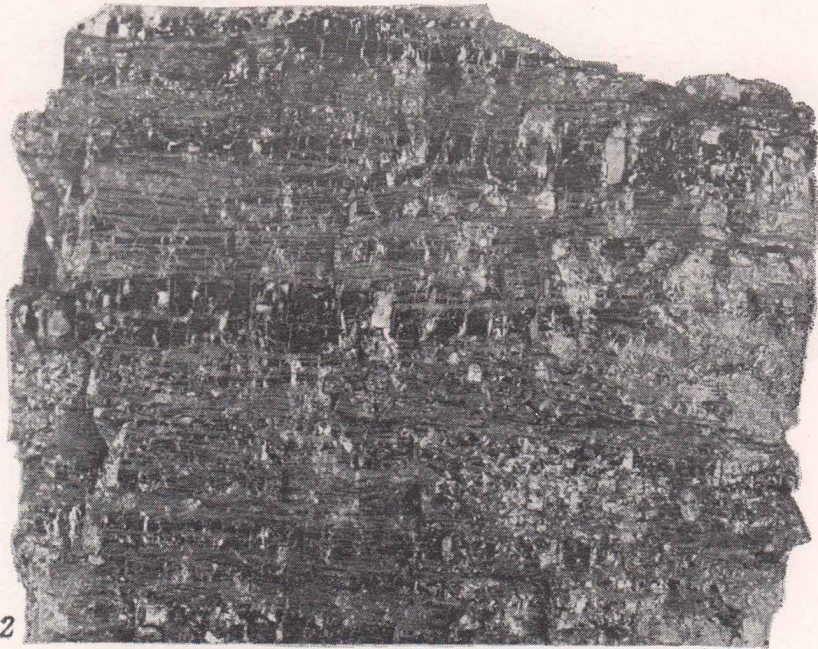


4

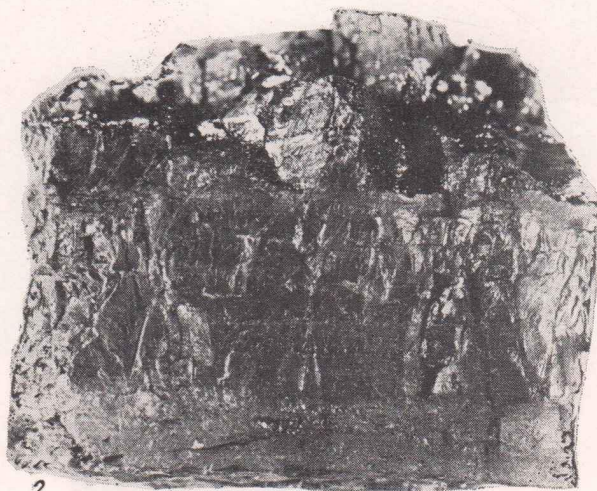




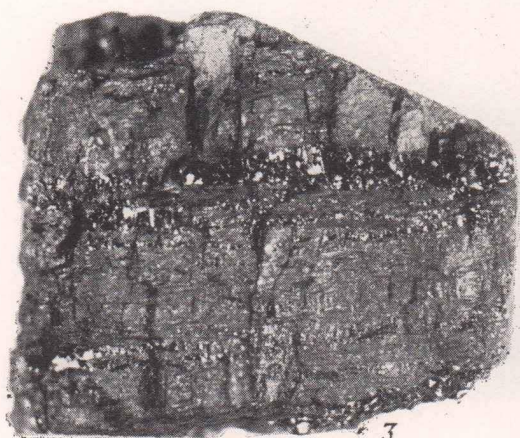
1



2



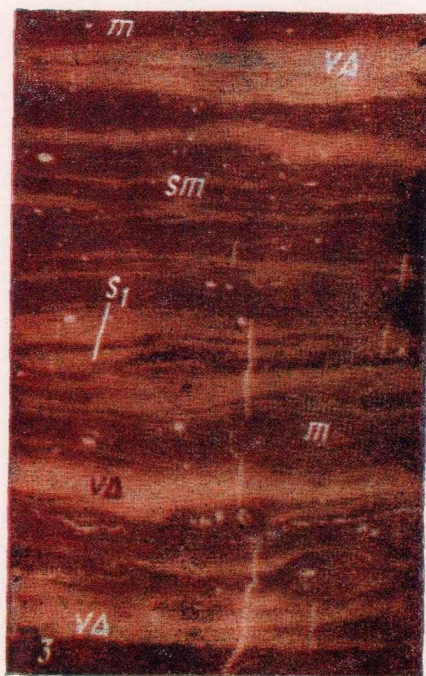
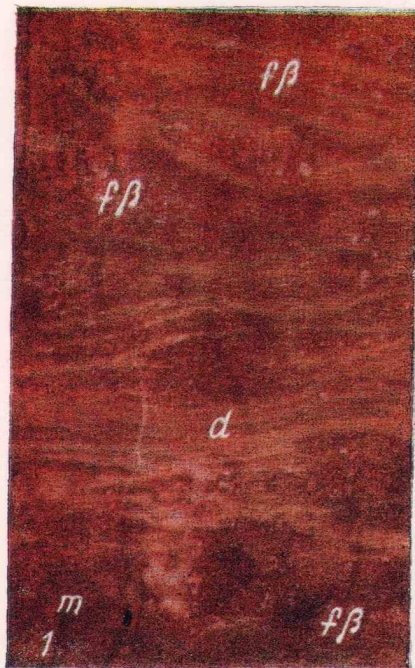
2



3

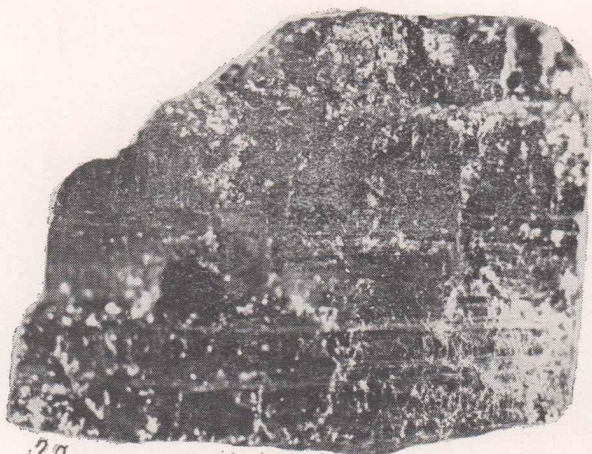


4

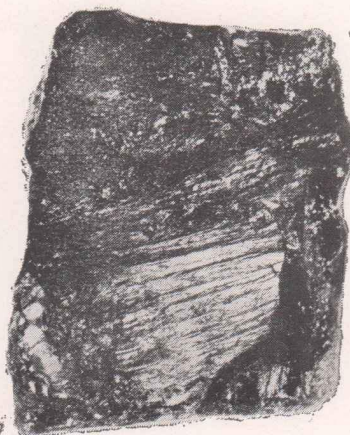




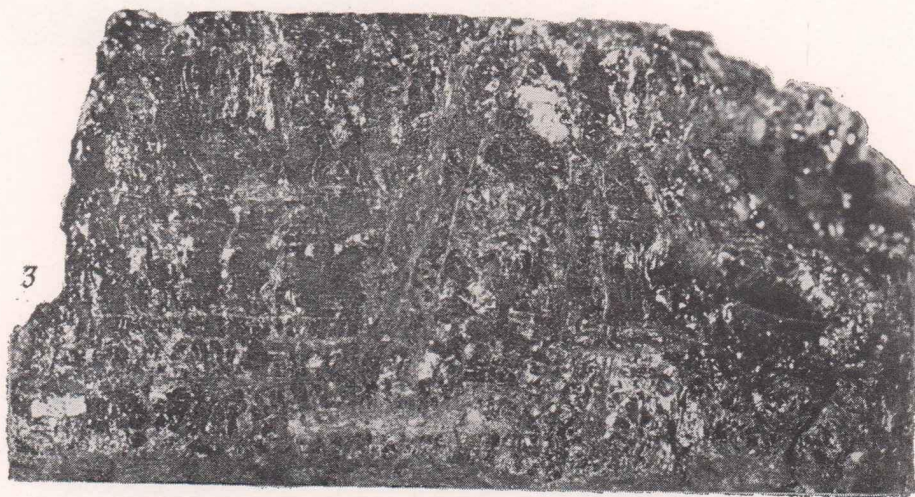
1



2a



2b



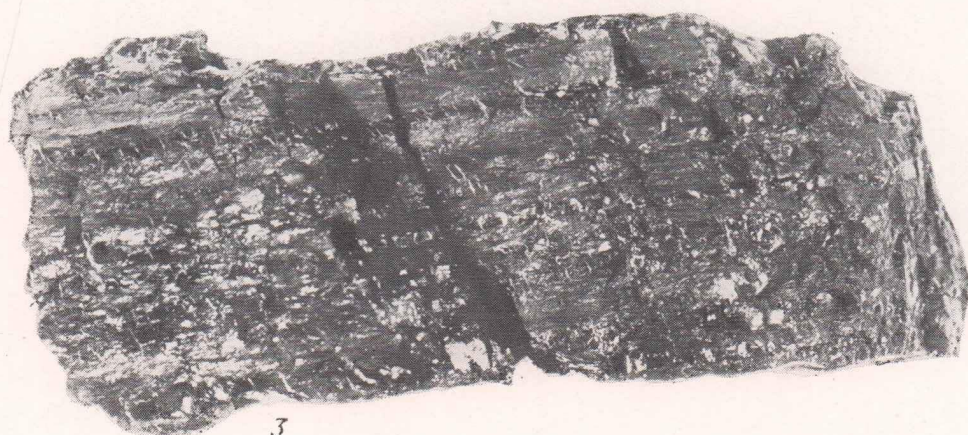
3



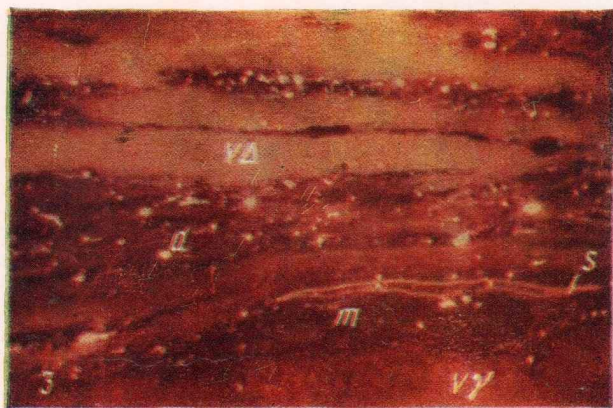
1



2

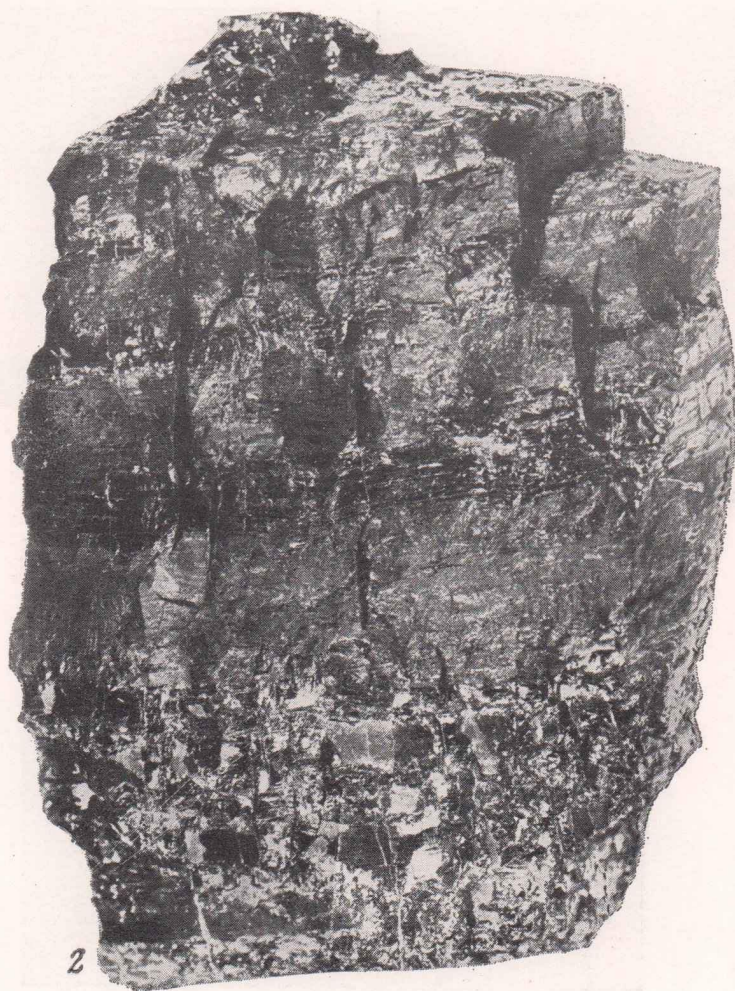


3





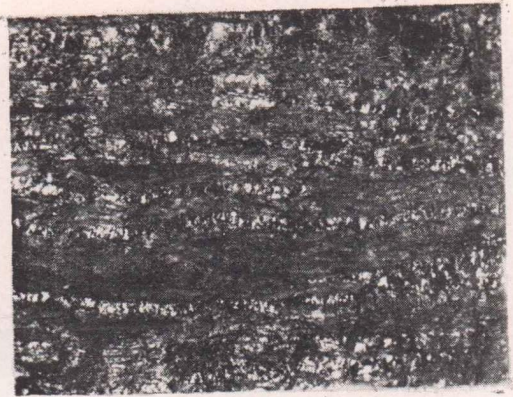
1



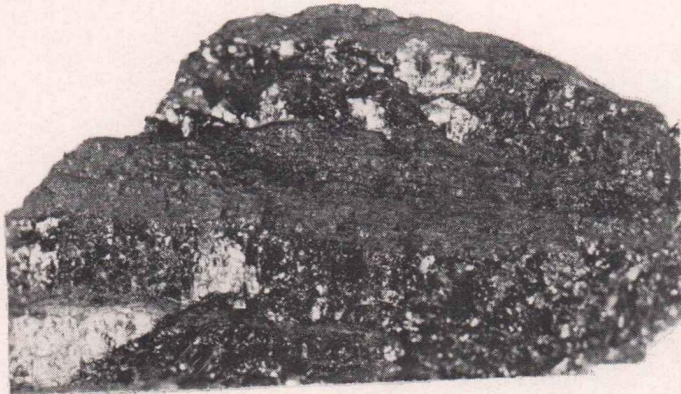
2



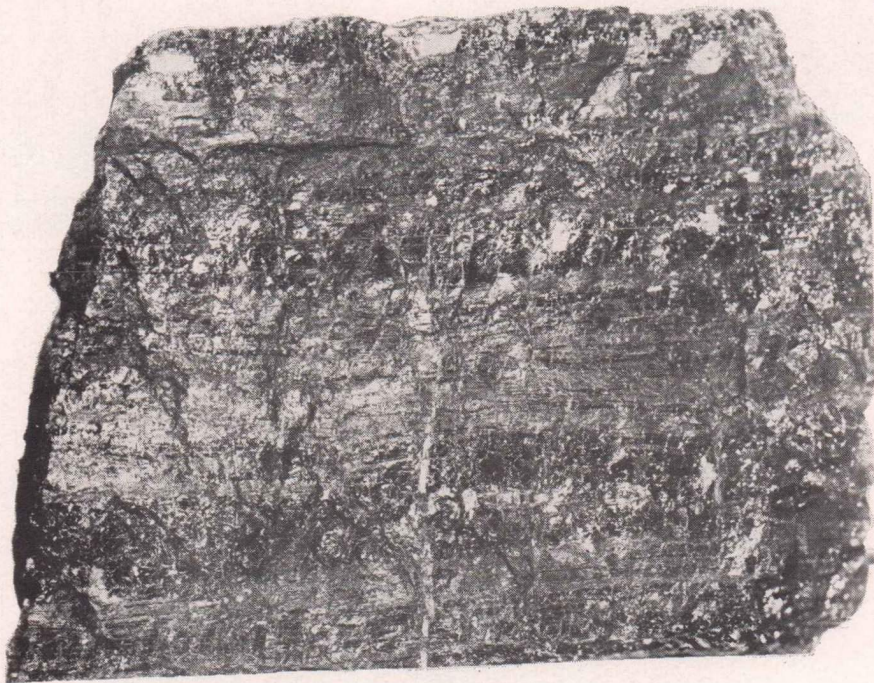
1



2



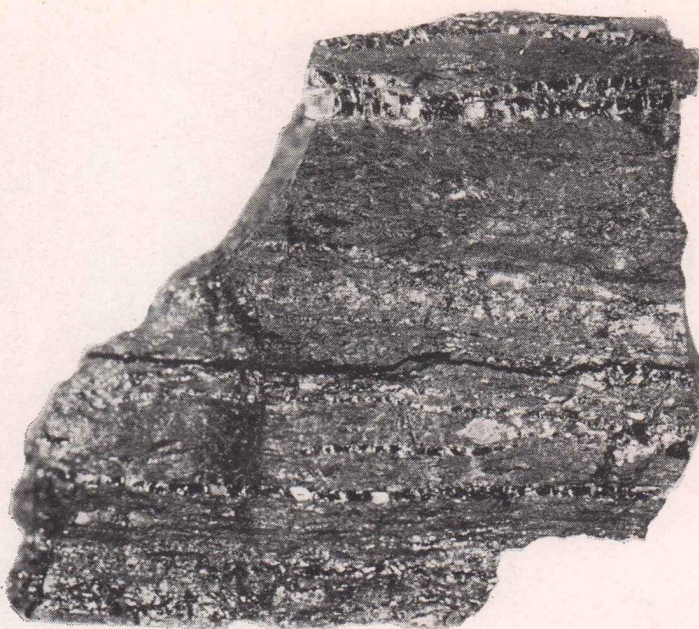
3



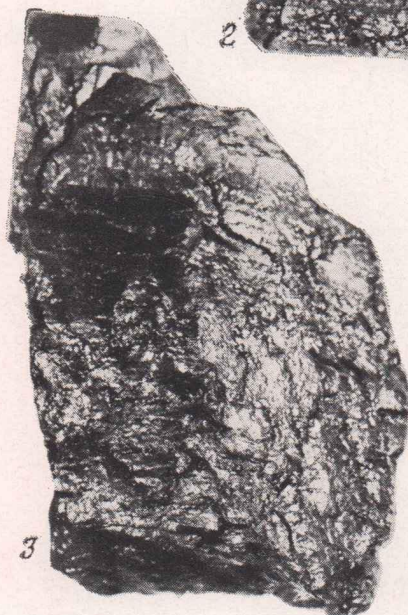
4



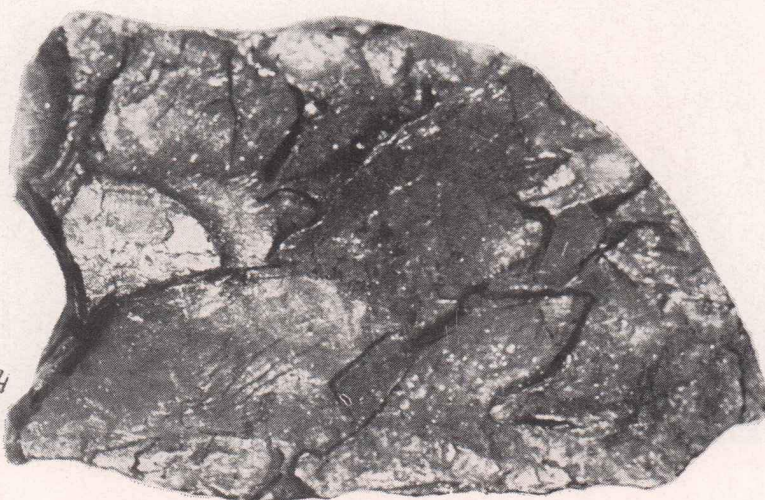
1



2



3

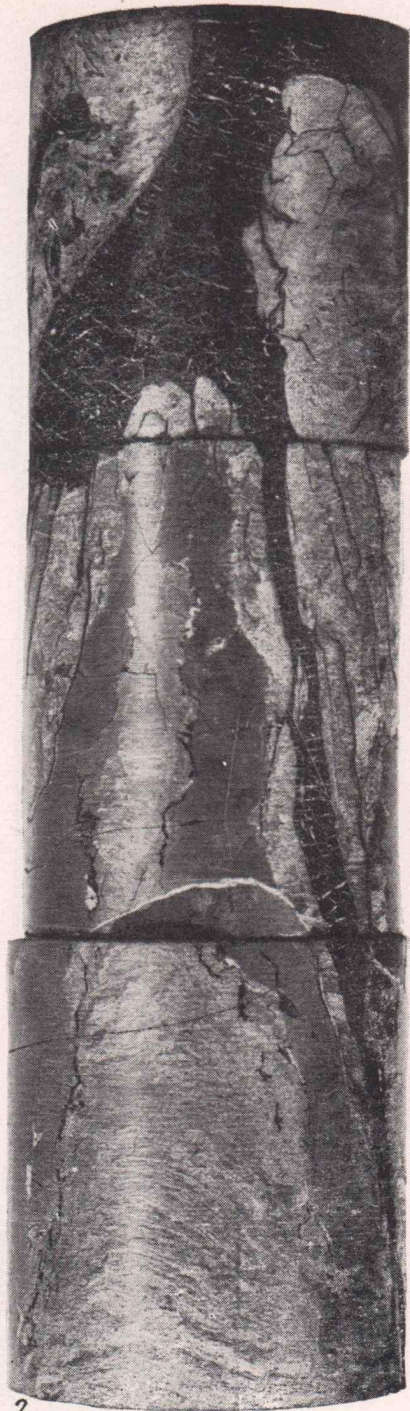


4





1



2



ОГЛАВЛЕНИЕ

От Комиссии по атласам углей СССР	3
Введение	4
Г л а в а I. Геологическое строение и угленосность Карагандинского бассейна (<i>М. В. Голицын</i>)	5
Стратиграфия	5
Тектоника	6
Угленосность	9
Размывы угольных пластов	13
Г л а в а II. Петрография углей (<i>А. А. Кузнецова</i>)	16
История углепетрографических исследований в бассейне	16
Методика исследования	18
Исходный материал	18
Органические микрокомпоненты	19
Классификация и номенклатура микрокомпонентов	19
Характеристика микрокомпонентов	20
Минеральные включения в углях (<i>Н. М. Крылова, А. А. Кузнецова</i>)	24
Породы кровли, почвы и прослоев угольных пластов	28
Петрографические типы и разновидности углей	28
Восстановленность углей	34
Петрографический состав и строение угольных пластов	36
Пласты ашлярической свиты.	36
Пласты карагандинской свиты	39
Пласты долинской свиты	46
Пласты тентекской свиты	51
Г л а в а III. Метаморфизм углей (<i>М. В. Голицын</i>)	57
Региональный метаморфизм	59
Связь метаморфизма углей с развитием тектонических структур	61
Термальный метаморфизм	66
Факторы метаморфизма	67
Г л а в а IV. Качество углей (<i>М. В. Голицын, А. А. Кузнецова</i>)	70
Угли ашлярической свиты	70
Угли карагандинской свиты	81
Угли долинской свиты	81
Угли тентекской свиты	81
Влияние вещественного состава и степени метаморфизма на некоторые свойства углей	82
Отражательная способность	82
Состав минеральных примесей. Зольность	82
Обогащаемость	82
Элементарный состав	83

Сера	83
Фосфор	83
Теплота сгорания	83
Выход летучих веществ	84
Спекаемость	84
Коксуемость	84
Твердость и хрупкость	85
Крепость угля	86
Сопротивляемость угля резанию	87
Пылеобразующая способность	87
Газоносность и метаморфогенные газообразования	87
Самовозгораемость	90
Взрывчатость угольной пыли	91
Выбросоопасность угольных пластов	91
Г л а в а V. Запасы углей (А. А. Кузнецова, М. В. Голицын) . .	92
Заключение	94
Литература	96
Атлас микрокомпонентов и типов углей	99

А. А. Кузнецова, М. В. Голицын, Н. М. Крылова

АТЛАС ПАЛЕОЗОЙСКИХ УГЛЕЙ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Утверждено к печати Межведомственным литологическим комитетом

Редактор издательства *Н. В. Знаменская*

Художник *Л. А. Грибов*

Художественный редактор *С. А. Литвак*

Технические редакторы

Л. В. Каскова, Н. Н. Плохова

Корректоры

Е. И. Корневская, В. Г. Петрова

Сдано в набор 3/II 1975 г.

Подписано к печати 30/X 1975 г.

Формат 60×90¹/₈. Бумага типографская № 1.

Усл. печ. л. 49. Уч.-изд. л. 18,3.

Тираж 2150. Т-14994. Тип. зак. 2028. Цена 2 р. 21 к.

Издательство «Наука».

103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука».

121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

1579