АТЛАС
УГЛЕЙ НИЖНЕГО КАРБОНА ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Дорогой
Светлане Петровне
от одного из авторов
К. Шилова

19 X 71

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ACADEMY OF SCIENCES OF THE UKRAINIAN SSR
INSTITUTE OF GEOLOGICAL SCIENCES
GEOLOGICAL SURVER OF THE UKRAINIAN SSR
UKRAINIAN GEOLOGICAL PROSPECTING RFSEARCH INSTITUTE
DNIEPROPETROVSK EXPEDITION

M. D. BERDIUKOVA, K. I. INOSOVA, A. M. ISHCHENKO,
A. K. KOLOMEITSEVA, M. M. LIFSHITZ, D. K. PAZUKHINA,
L. N. SHARAYEVA, A. Z. SHIROKOV

ATLAS OF THE LOWER CARBONIFEROUS COALS OF DONETZ BASIN

PUBLISHING HAUSE «NAUKA»
Moscow—1964

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ УССР
УКРАИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ДНЕПРОПЕТРОВСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

М. Д. БЕРДЮКОВА, К. И. ИНОСОВА, А. М. ИЩЕНКО,
А. К. КОЛОМЕЙЦЕВА, М. М. ЛИФШИЦ, Д. К. ПАЗУХИНА,
Л. Н. ШАРАЕВА, А. З. ШИРОКОВ

АТЛАС УГЛЕЙ НИЖНЕГО КАРБОНА ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
Москва — 1964

Шахты и рудники Донбасса © 2017

УДК 662.66(477.6)(084.4)

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

А. З. Широкова (главный редактор), *И. Э. Вальц*, *А. М. Ищенко* (зам. главного редактора), *М. И. Струева*

EDITORIAL BOARD

A. Z. Shirokov (Editor-in-chief), *I. E. Valtz*, *A. M. Ishchenko* (deputy editor), *M. I. Struyev*

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1955 г. по инициативе Геологического института АН СССР, Лаборатории геологии угля АН СССР и Всесоюзного научно-исследовательского института Государственного геологического комитета СССР было начато составление атласов углей различных бассейнов и районов СССР. Основной целью этой большой коллективной работы являются подведение итогов исследовательских и геологоразведочных работ, проведенных главным образом за последние 10—15 лет и давших ценные материалы, иногда совершенно по-новому освещающие петрографию, качество и строение угольных пластов как ранее известных, так и новых угольных месторождений.

Для организации и руководства всей проводимой работой, в которой приняли участие более 30 учреждений Академии наук СССР, академий наук союзных республик, Государственного геологического комитета СССР, ряда высших учебных заведений и исследовательских лабораторий, была создана междуведомственная Комиссия по атласам углей СССР, вошедшая в 1962 г. в Комиссию по осадочным породам при ОГГН АН СССР (председатель — В. С. Яблоков, заместитель председателя — И. Э. Вальц).

Составление 35 намеченных атласов проводится на местах учреждениями, непосредственно ведущими изучение угольных бассейнов.

Комиссия при участии всех исполнителей определила характер и объем иллюстраций и разработала методические указания применительно к основным видам работ, связанным с составлением атласов. Все подготовленные к печати атласы рассматриваются и утверждаются комиссией.

Несмотря на принятую единую схему, атласы углей различных бассейнов по объему и содержанию все же не могут быть совершенно подобны друг другу, так как построены на различном первичном материале. Однако атласы дают по существу впервые подобранный по одному методу ценный материал о составе углей и строении угольных пластов отдельных бассейнов и являются первым необходимым этапом, на основе которого может быть выработана единая научная типизация углей Советского Союза.

Региональные атласы послужат основой для составления единого атласа углей СССР, который должен обобщить результаты работ большого коллектива советских углепетрографов, углехимиков и геологов-угольщиков и отразить все разнообразие наших угольных ресурсов.

Закончено составление 20 атласов, из которых 4 атласа изданы (Атлас нижнекарбоновых углей Подмосковного бассейна, Атлас юрских углей Тургайского бассейна, Атлас карбоновых, юрских и третичных углей Кавказа и Атлас третичных углей Днепровского бассейна) [1].

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.

Комиссия по атласам углей СССР

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

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ВВЕДЕНИЕ

В толще пород нижнего карбона Донецкого бассейна угли приурочены к отложениям нижневизейского, верхневизейского и намюрского возрастов.

Наиболее древние угли — нижневизейские, распространены на северной окраине бассейна (южный склон Воронежского массива) и по всему северному борту Днепровско-Донецкой впадины.

Угли верхневизейского и намюрского возрастов были выявлены по юго-западной и южной окраине бассейна еще в период проведения Геологическим комитетом детального геологического картирования Донецкого бассейна. Однако выявленные в процессе геологической съемки угольные пласты верхневизейского (бассейн р. Кальмиус) и намюрского (бассейн р. Миус) возраста оказались маломощными, не имеющими, за редкими исключениями, промышленного значения, что и послужило основанием для донецких геологов относить отложения нижнего карбона практически к неугленосным или малоугленосным.

В 1949 г. в районе Новомосковска и Павлограда Днепропетровской области УССР, т. е. за пределами открытого Донбасса, под толщей третичных отложений были вскрыты породы нижнего карбона, содержащие угли промышленного значения. Определение фаунистических остатков из толщи этих пород позволило установить их верхневизейский возраст. Геологоразведочными работами последующих лет было установлено, что вскрытые бурением породы нижнего карбона являются продолжением пород аналогичного возраста открытого Донбасса. Позднее бурением было также установлено продолжение на запад отложений намюрского яруса и отдельных свит среднего отдела карбона, содержащих угольные пласты рабочей мощности.

Таким образом, к настоящему времени доказано, что угленосность Донбасса не ограничивается его известными западными контурами, а продолжается далеко на запад и северо-запад в пределах Днепровско-Донецкой впадины до южных районов Белорусской ССР. Однако детально освещенной разведочными работами является лишь полоса распространения нижне- и частично среднекаменноугольных отложений, вытянутая вдоль северо-восточного склона Украинского щита на простирании от р. Кальмиус на востоке до р. Орель на западе, т. е. протяженностью до 300 *км* при ширине полосы до 50 *км*. Большая, северо-западная, часть этой площади выделяется под названием «Западный Донбасс», меньшая, юго-восточная,— под названием «Южный Донбасс» (рис. 1).

Изучением геологического строения Западного Донбасса, его угленосности, петрографии углей, а также их свойств и качества, со времени их открытия и до настоящего времени, занимались как производственные организации (тресты Днепрогеология, Артемгеология, Геологическая экспедиция бывшего Украинского геологического управления), так и научно-исследовательские организации: Институт геологических наук (ИГН) АН УССР, геологические кафедры Днепропетровского горного института (ДГИ) Геологический институт (ГИН) АН СССР, Научно-исследовательский институт геологии при Днепропетровском государственном университете (ДГУ), Донецкий научно-исследовательский угольный институт (ДонУГИ), Харьковский углехимический научно-исследовательский институт (УХИН), Днепропетровский химико-технологический институт (ДХТИ), Днепропетровский металлургический институт (ДМИ).

В результате комплексного изучения Западного Донбасса были разработаны схемы стратиграфии пород карбона и синонимики угольных пластов, залегающих среди отложений нижнего карбона, выяснена в основных чертах тектоника района, изучен петрографический состав углей и даны предварительные химические и технологические характеристики углей на основе многочисленных аналитических исследований по керновым пробам углей и специальных исследований, выполненных на основе укрупненных проб, отобранных из опробовательских скважин и горных выработок строящихся шахт.

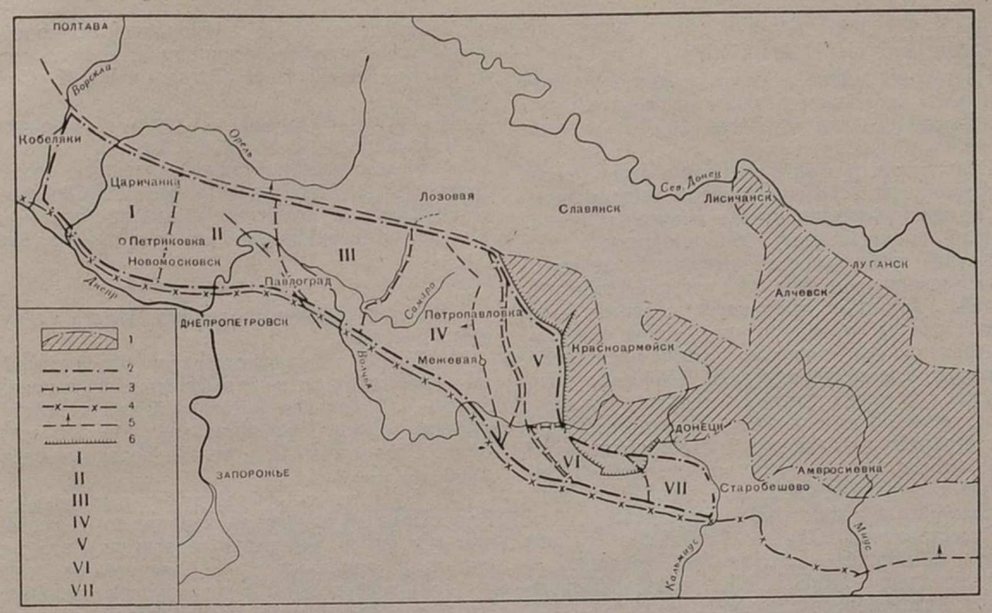


Рис. 1. Угольные районы Западного Донбасса:

1 — промышленный Донбасс; *2* — граница Западного Донбасса; *3* — границы районов; *4* — выход кристаллического щита на поверхность; *5* — сбросы; *6* — надвиги; Районы: I — Петриковско-Царичанский; II — Новомосковский; III — IV—Павлоградско-Петропавловский; V — Волчанский; VI — Владимировский; VII — Кальмиусский

Кафедрой обогащения ДГИ, ДонУГИ, ДХТИ и УХИНом были проведены исследования по обогатимости углей некоторых пластов.

Обширный аналитический материал, полученный в результате всесторонних химико-технологических исследований и петрографического изучения проб углей, позволил установить своеобразие донецких углей верхневизейского возраста, обусловленное исходным растительным материалом (высокое содержание спор и фюзена) и условиями накопления (малая восстановленность). На основании всестороннего изучения углей была разработана их предварительная классификация и выявлены некоторые закономерности в распределении углей различной степени углефикации, обладающих различными свойствами и качеством как по стратиграфическому, так и географическому векторам, т. е. в разрезе и на площади.

На территории Западного Донбасса выделяется несколько районов, отличающихся друг от друга по геологическому строению, угленосности, а также по свойствам и качеству углей. Районы эти следующие: Петриковско-Царичанский, расположенный в крайней западной части территории Западного Донбасса — от р. Орель на западе до водораздельной линии рек Чаплинка — Кильчень на востоке; Новомосковский, находящийся к востоку от Петриковско-Царичанского района до с. Межиричье; Павлоградско-Петропавловский — от с. Межиричье до ст. Межевой; Волчанский, расположенный еще далее на восток — к югу от Красноармейского промышленного района. Восточнее следует Владимировский район, находящийся на юге от Кураховских и Трудовских шахт, и, наконец, Кальмиусский район, охватывающий самую восточную часть Западного Донбасса. Восточная граница этого района проходит по р. Кальмиус.

Основной задачей настоящей работы является систематизация и обобщение обширного материала по петрографии углей и всего аналитического материала, отражающего их химико-технологические свойства и качество, а также выявление зависимостей последних от генетических причин — природы исходного растительного материала, условий его накопления и дальнейших превращений в процессе диагенеза и метаморфизма.

Организация и выполнение работы проведены Институтом геологических наук АН УССР совместно с Главным геологическим управлением УССР и его трестами — Днепрогеология, Артемгеология и Днепропетровской экспедицией УкрНИГРИ. Большая работа на первом

Шахты и рудники Донбасса © 2017

этапе составления «Атласа» была проведена А. М. Ищенко (ИГН АН УССР).

Настоящий «Атлас» углей нижнего карбона Донецкого бассейна составлен применительно к схеме, принятой для «атласов» других угольных бассейнов СССР.

Отклонения от этой схемы допущены в главах о геологическом строении района распространения нижнекарбоновых углей и некоторых главах раздела «Качественная характеристика углей», изложение материалов в которых приведено в более расширенном виде, чем это предусмотрено схемой. Указанные отклонения, с нашей точки зрения, вполне оправданы тем, что районы распространения углей нижнего карбона представляют новую угленосную площадь Донбасса, геологическое строение которой в литературе освещено недостаточно. В недостаточной степени в литературе отображены качество и своеобразие углей этого района, обладающих повышенной способностью к спеканию, благодаря которой они найдут применение в коксовом производстве.

В составлении «Атласа» принимал участие коллектив авторов — сотрудников Днепропетровской экспедиции УкрНИГРИ, трестов Днепрогеология, Артемгеология, ДонУГИ, ИГН АН УССР и ДГИ.

Активное участие в подготовке материалов для составления третьей части «Атласа» принимали: В. П. Савкова (трест Днепрогеология), Н. Ф. Оленев (трест Артемгеология), В. И. Даль, О. С. Фоменко, Б. М. Маляров, М. Д. Шапиро, Л. С. Альтерман, А. М. Кейтельгиссер (ДХТИ). Авторы и редакционная комиссия приносят перечисленным лицам глубокую благодарность.

Угольные шлифы с двусторонней полировкой изготовлены шлифовальщиками Е. У. Белинской, Е. Ф. Ермоловой, В. И. Ситало и Вл. Я. Игнатенко.

Цветные фотографии углей выполнены А. Я. Грабовенко и М. И. Олейник.

Авторы выражают также искреннюю признательность и благодарность В. С. Яблокову и И. Э. Вальц за содействие и помощь, оказанные ими по организации издания настоящей работы.

* * *

При пользовании таблицами Атласа следует иметь в виду:

1. Макро- и микрофотографии углей помещены на таблицах, которые занумерованы римскими цифрами. Отдельные фотографии на каждой таблице обозначены арабскими цифрами. В соответствии с этим ссылки в тексте делаются следующие XV — 1,2.

2. Цветные микрофотографии рекомендуется рассматривать при ярком направленном освещении (например, используя осветитель), это максимально приближает их к видимости шлифа под микроскопом. В ряде случаев разница в окраске объясняется неодинаковой толщиной шлифов и разным качеством цветопередачи как на фотографиях, так и при печати.

3. Составные части углей и минеральные примеси обозначаются на фотографиях буквенными условными знаками, расположенными на том объекте, который они обозначают, или рядом с ним, если размеры объекта малы. Объяснение буквенных обозначений помещено на отдельной странице и на вкладке.

Часть первая

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И УГЛЕНОСНОСТЬ

Шахты и рудники Донбасса © 2017

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении перечисленных выше районов принимают участие породы различных возрастов — докембрийского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского.

Докембрий

Кроме естественных выходов, приуроченных к долинам рек Кальмиус и Днепра, кристаллические породы докембрия вскрыты несколькими десятками скважин в районе г. Новомосковска и отдельными скважинами в районах г. Павлограда, сел. Петропавловка, Межевая Днепропетровской области, а также в ряде пунктов Донецкой области. По данным изучения кернов, породы докембрия представлены выветрелыми рассланцованными темно-серыми биотитовыми гнейсами с аплитопегматитовыми прожилками, серо-розовыми аплитоидными гранитами, реже — хлоритовыми сланцами.

Палеозой

Девон. Наиболее полные разрезы толщи девонских отложений обнажаются в юго-западной части Донбасса по р. Кальмиус и его притокам Сухая и Мокрая Волновахи, детально описаны А. П. Ротаем (1937, 1944), а позднее Ю. А. Пущаровским (1947), Ю. Б. Устиновским (1955) и др. На большей части территории Западного Донбасса (Павлоградско-Петропавловский, Новомосковский районы) к отложениям девона отнесены толщи пород мощностью 6—20 *м*, залегающие между кристаллическим основанием и толщей известняков турнейского яруса, состоящие из буроватых крупнозернистых песчаников, переходящих в конгломераты, а также светло-зеленых монтмориллонитовых глин и монтронитовых пород. Эта толща отнесена по возрасту к девону на основании полного сходства ее литологического состава с породами верхнего девона юго-западной части Донбасса.

Нижний карбон

Отложения нижнего карбона представлены всеми тремя ярусами — турнейским, визейским и намюрским.

В литологическом отношении нижний карбон резко разделяется на две толщи — нижнюю, состоящую из карбонатных пород, известняков, доломитов, кремнистых известняков, и верхнюю, состоящую преимущественно из терригенных пород с подчиненными пластами углей и редкими прослоями известняков. По возрасту карбонатная толща относится к турнейскому и частично к визейскому ярусам; вышележащая терригенная толща — к верхней части визейского и намюрского ярусов. Мощность нижнекаменноугольных отложений закономерно падает в двух направлениях — в северо-западном и юго-западном. Так, мощность карбонатной толщи, достигающая в Кальмиусском разрезе 500 *м*, последовательно уменьшается до 150 *м* у р. Волчьей, до 90 *м* на р. Самаре и полностью выклинивается в районе г. Новомосковска. Терригенная толща имеет мощность по р. Кальмиус 2700 *м*, в районе с. Петропавловка — 1600 *м*, уменьшаясь до 500 *м* в районе г. Новомосковска.

Для нижнего карбона существует несколько дробных стратиграфических схем, разработанных Н. И. Лебедевым (1927) и А. П. Ротаем (1939, 1944) на основе изучения брахиоподовой фауны из обнажений Кальмиусского разреза, Институтом геологических наук АН УССР — по данным изучения брахиопод и фораминифер (Айзенверг и Бражникова, 1955; 1956), а также Днепропетровским горным институтом — на основании комплексного изучения фауны и литологического состава каменноугольных отложений Западного Донбасса (Дысса и др., 1955 и Алымов и др., 1957). Наряду со стратиграфическими схемами, основанными на изучении палеофаунистических остатков, существует и стратиграфическая схема подразделений терригенной толщи отложений нижнего карбона, разработанная главным образом на основании литологических признаков В. З. Ершовым и другими геологами трестов Артемгеология, Днепрогеология, а также сотрудниками ДГИ и принятая в геологоразведочной практике. Согласно этой схеме, толща нижнего карбона подразделена на пять свит,

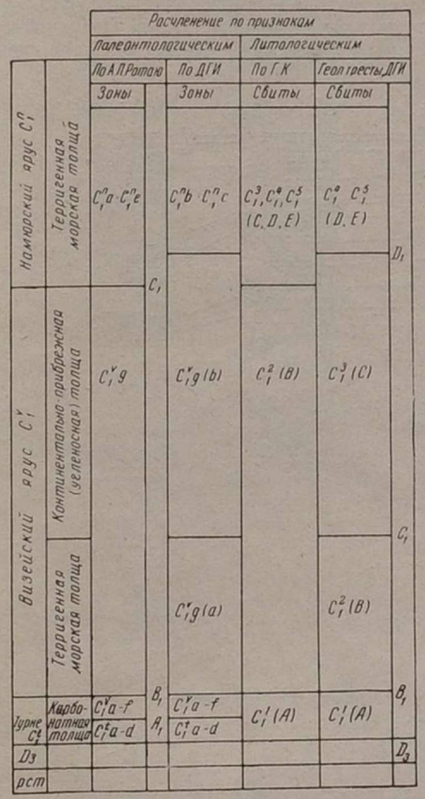


Рис. 2. Положение и объем угленосной свиты C_1^3 в разрезе нижнекаменноугольных отложений

применительно к схеме расчленения нижнего карбона, составленной Геологическим комитетом, но с некоторыми поправками, сводящимися к тому, что толща турнейско-визейских отложений расчленена не на две свиты — C_1^1 (A) и C_1^2 (B), а на три — C_1^1 (A), C_1^2 (B) и C_1^3 (C), вследствие выделения угленосной толщи из верхневизейских отложений в самостоятельную свиту — C_1^3. Остальная вышележащая толща, относящаяся по возрасту к намюрскому ярусу, подразделена на две свиты — C_1^4 (D) и C_1^5 (E), вместо трехчленного деления, разработанного Геологическим комитетом. Положение и объем угленосной свиты C_1^3 в разрезе нижнекаменноугольных отложений показаны на рис. 2.

Такое расчленение турнейско-визейских отложений, отличающихся по своим литолого-фациальным особенностям (свита А — карбонатная толща; В — морская терригенная; С — прибрежно-континентальная угленосная), находит полное оправдание в том, что оно отражает различие в физико-географических условиях времени отложений этих толщ, в результате которых образовались несколько различных осадочных комплексов, отвечающих отдельным циклам осадкообразования. Положительной чертой деления отложений по литологическим признакам является выделение в самостоятельную свиту угленосной толщи и сохранение преемственности индексации свит нижнего карбона, разработанной Геологическим комитетом.

При дальнейшем описании границы между отдельными свитами принимаются следующие: свиты C_1^1 (A) — от подошвы карбонатной толщи до ее кровли; свиты C_1^2 (B) — от кровли карбонатной толщи до известняка C_1 (B_{12} по Ротаю); свиты C_1^3 (угленосной) — до известняка D_1 — Петропавловского (C_5 по Ротаю); свиты C_1^4 — от известняка D_1 — Петропавловского до известняка E_1 и свиты C_1^5 — от известняка E_1 до известняка F_1 — мандриковского.

Вследствие изменчивости литолого-фациального состава и мощности отложений нижнего карбона на территории Западного Донбасса за стратотипы отдельных свит приняты разрезы, представленные в наиболее типичном виде. Так, за стратотип разреза свит C_1^1 (A), C_1^5 (E) принят Кальмиусский разрез и его дробное подразделение по схеме А. П. Ротая: стратотип свиты C_1^2 подугленосной, C_1^3 (C) и C_1^4 (D) угленосной — по Петропавловскому разрезу, установленному по буровым скважинам.

Соответственно расчленению толщи нижнего карбона на отдельные свиты индексация угольных пластов проводится следующим образом: для свиты C_1^2 буквой «в», свиты C_1^3 — «с», свиты C_1^4 — «d» и C_1^5 — «е».

Свита C_1^1 (A). Толща отложений свиты C_1^1 (A) состоит почти сплошь из карбонатных пород — разнообразных известняков, доломитов, терригенных пород в виде маломощных слоев глин и песчаников. Как уже отмечалось, по возрасту эта карбонатная толща относится к турнейскому ярусу (зоны $C_1^t a_1$, $C_1^t в$, $C_1^t c_1$, $C_1^t d$) и нижним горизонтам визейского яруса (зоны $C_1^v a$, $C_1^v в$, $C_1^v c$, $C_1^v d$, $C_1^v e$, $C_1^v f$) схемы А. П. Ротая.

Мощность свиты C_1^t (A) закономерно и последовательно падает в северо-западном направлении от 500 *м* на р. Кальмиус до 140 *м* на р. Волчьей и 90 *м* на р. Самаре.

С дальнейшим продвижением на северо-запад карбонатная толща постепенно уменьшается и выклинивается в районе г. Новомосковска.

Свита C_1^2 (B) — подугленосная. Нижней границей этой свиты является кровля известняков

Шахты и рудники Донбасса © 2017

свиты C_1^1 (А), верхней границей — подошва известняка C_1. Литологический состав свиты характеризуется преобладанием тонкообломочных пород (аргиллитов и алевролитов). В свите содержится 9—14 известняков и до 12 угольных слоев, появляющихся главным образом в верхней части свиты и свидетельствующих об изменении режима осадконакопления от более глубоководного к

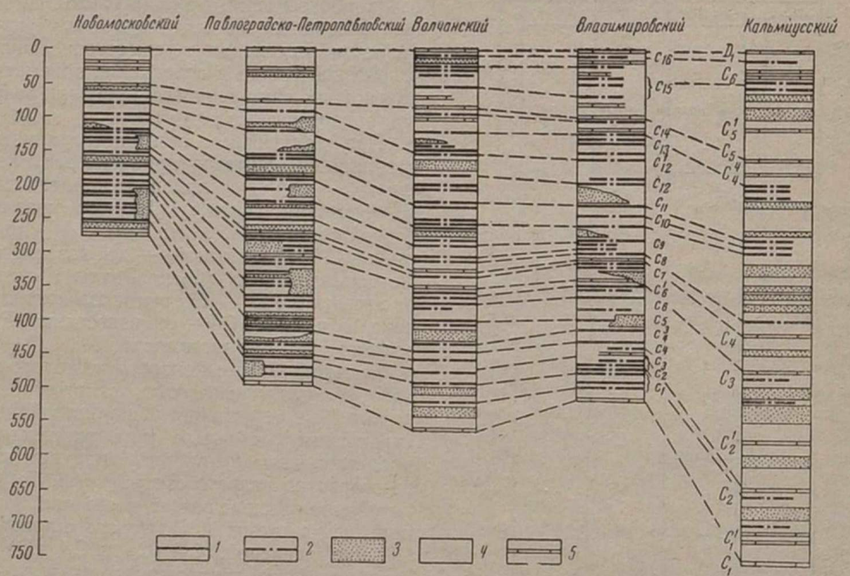


Рис. 3. Сопоставление сводных разрезов свиты C_1^3(С) по различным районам:

1 — угольный пласт рабочей мощности; *2* — угольный пласт нерабочей мощности; *3* — песчаник; *4* — алевролиты и аргиллиты; *5* — известняки

менее глубоководному, характерному для вышележащей угленосной свиты. Накопление подугленосной свиты толщи происходило преимущественно в морских условиях. Наибольшее количество морских отложений характерно для Кальмиусского района, постепенно сменяющиеся в западном направлении отложениями заливов и лагун. Мощность свиты в пределах территории Западного Донбасса закономерно уменьшается в северо-западном направлении от 520 *м* на р. Кальмиус до 300 *м* в районе г. Павлограда и 100 *м* в районе г. Новомосковска.

Свита C_1^3 — самарская. Сложена преимущественно из обломочных пород. Среди отложений этой свиты карбонатные породы — известняки составляют ничтожную часть разреза.

В угленосной свите выдержанными известняками являются: C_1, C_5 и C_6, менее выдержанными известняки — C_2, C_3, C_4. Мощность известняков изменяется в пределах 0,10—0,90 *м*. Известняки в большинстве случаев органогенные, детритусовые, или шламовые, реже — кристаллические (C_1, C_1^1, C_4) или глинистые (C_2, C_5).

Обломочные породы верхневизейской толщи представлены значительным количеством разновидностей пород — от песчаников с различной крупностью зерен до аргиллитов. Песчаники, залегающие в угленосной свите, в подавляющем большинстве являются мелкозернистыми олигомиктовыми, кварцевыми или кварцево-полевошпатовыми, реже кварцевыми со значительной примесью слюды (мусковита). Цемент в песчаниках обычно глинистый, реже смешанный, известково-глинистый или известковистый, в песчаниках иногда наблюдается слоистость — правильная горизонтальная, косая или перекрещивающаяся. По плоскостям напластования песчаников встречаются обуглившиеся остатки растений — ясные, четкие листочки папоротников и кора лепидодендронов и каламитов, а также и растительный детритус. Мощность отдельных толщ песчаников непостоянна (5—35 *м*.) Чередование углей с морскими терригенными породами обусловливает особо четкую ритмичность в накоплении осадков угленосной толщи.

Наличие в разрезе угленосной толщи ряда маркирующих горизонтов, сохраняющих характерные палеонтологические и литологические

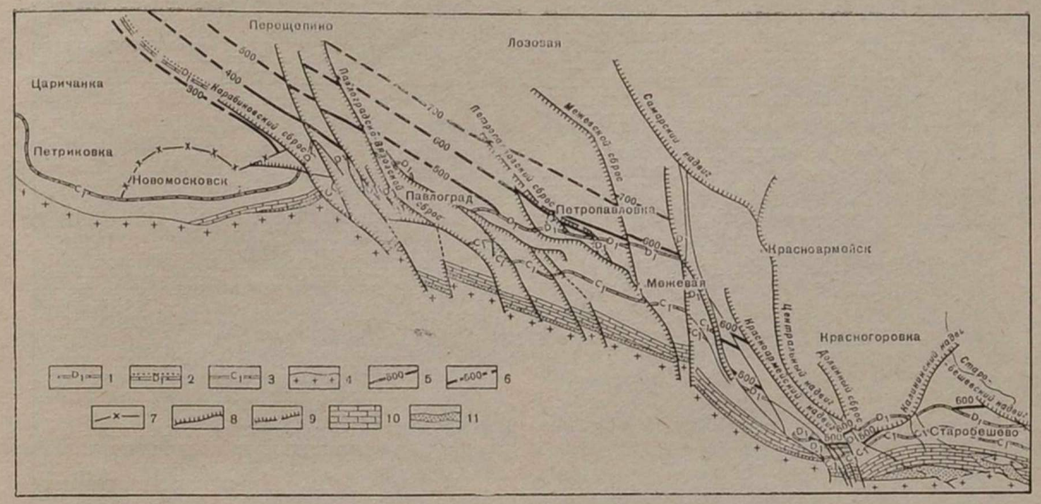


Рис. 4. Карта изомощностей свиты C_1^3 — самарской Западного Донбасса (составили А. З. Широков, Д. Ф. Алымов).

1 — выход пласта известняка D_1, под мезокайнозойские отложения; *2* — фациальное замещение известняка D_1 песчаником; *3* — выход пласта известняка C_1 под мезокайнозойские отложения; *4* — породы докембрия Украинского кристаллического щита; изопахиты свиты C_1^3; *5* — действительные; *6* — предполагаемые; *7* — граница размыва угленосных отложений в зоне генетического выклинивания свиты C_1^3— тектонические нарушения; *8* — разведанные; *9* — неразведанные; *10* — известняковая толща нижнего карбона; *11* — девон

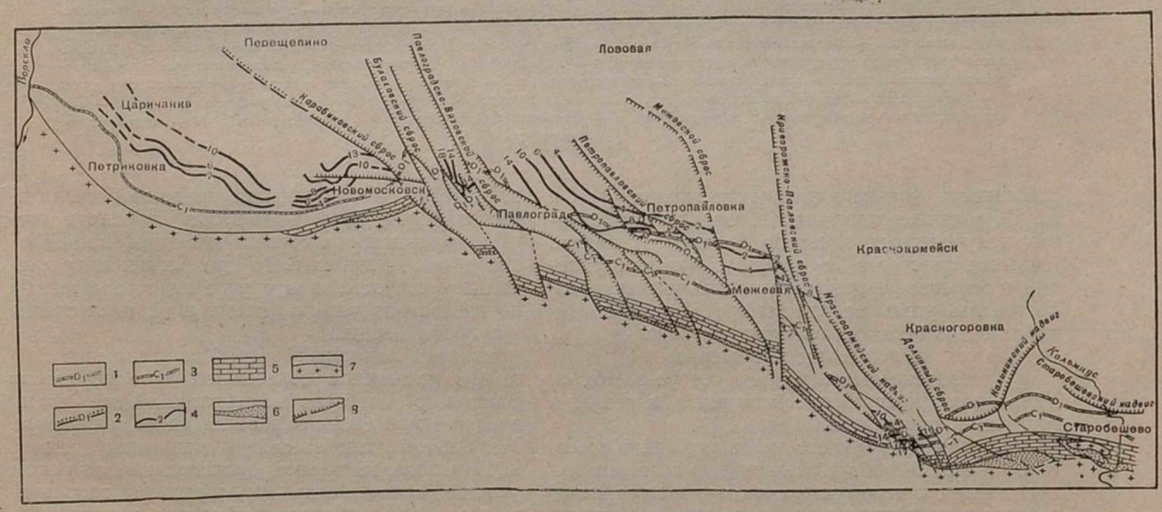


Рис. 5. Изменение количества угольных пластов рабочей мощности свиты C_1^3— самарской Западного Донбасса (составили А. З. Широков, Д. Ф. Алымов)

1 — выход пласта известняка D_1 под мезокайнозойские отложения; *2* — фациальное выклинивание известняка D_1; *3* — выход пласта известняка C_1 под мезокайнозойские отложения; *4* — изолинии равного количества пластов рабочей мощности; *5* — карбонатная толща нижнего карбона; *6* — девон; *7* — породы докембрия; *8* — тектонические нарушения

Шахты и рудники Донбасса © 2017

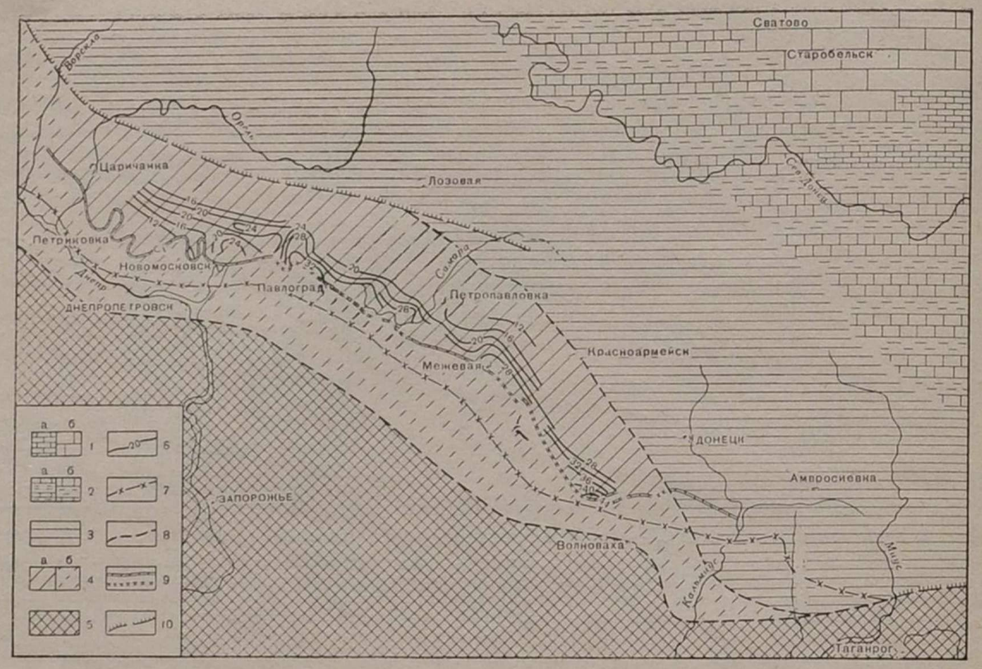


Рис. 6. Палеогеографическая карта поздневизейского времени (C_1^3) (составили А. З. Широков, Д. Ф. Алымов)

1 — зоны преимущественно карбонатной седиментации; известняки: *а* — установленные; *б* — предполагаемые; *2* — зоны смешанной терригенно-карбонатной седиментации; чередование известняков и аргиллитов с преобладанием известняков: *а* — установленное; *б* — предполагаемое; Море мелкое: *3* — зоны терригенной седиментации: чередование аргиллитов и алевролитов с преобладанием аргиллитов, предполагаемое; *4* — зоны прибрежно-континентальной седиментации; аргиллиты, алевролиты, пласты угля: *а* — установленные; *б* — предполагаемые; *5* — суша; *6* — изолинии общего количества пластов угля; *7* — современный выход кристаллического массива на поверхность; *8* — граница выклинивания угленосной толщи; *9* — выход известняка C_1 на поверхность; сплошные линии — установленный; пунктирные — предполагаемый; *10* — тектонические нарушения

особенности, как например, известняков C_1, C_3, C_4, C_5, а также отдельных горизонтов аргиллитов, приуроченных главным образом к кровле угольных пластов c_6, c_7, и других (камаротехиевый и маргиниферовый) позволяет уверенно сопоставлять угольные пласты средней части свиты на очень больших расстояниях (рис. 3).

Для угленосной свиты характерно:

а) увеличение мощности на северо-восток от Украинского кристаллического щита, а также в восточном направлении (рис. 4);

б) увеличение общего числа угольных слоев, в том числе и рабочей мощности, в общем направлении с северо-востока на юго-запад с некоторыми максимумами на отдельных площадях, характеризовавшихся в прошлом особо благоприятными условиями углеобразования, определявшими некоторую неравномерность угленосности свит на различных участках простирания г. Новомосковск — р. Кальмиус (рис. 5);

в) наличие среди угленосной толщи восточной части района жильных внедрений магматических пород преимущественно основного состава, повышающих степень метаморфизации углей в зонах наибольшего проявления интрузивной деятельности, а в случае непосредственных контактов интрузий с углями и их ококсование или графитизацию.

Анализ фациального состава отложений свиты C_1^3 угленосной показывает, что территория Западного Донбасса в верхневизейское время представляла заболоченное лагунное побережье. Медленные колебательные движения земной коры различных знаков, происходивших на этом участке, приводили к неоднократному заболачиванию и образованию торфяников и последующему их погребению. Наиболее благоприятный режим для торфообразования сохранялся в южной зоне современной площади распространения угленосной толщи, т. е. вблизи Украинского кристаллического щита. По мере удаления от этой зоны на северо-восток, болотно-лагунный режим

постепенно сменялся более морским, вследствие чего угленосность свиты C_1^3 в этом направлении резко падает. Палеогеографические условия времени накопления отложений свиты C_1^3 — угленосной отображены на рис. 6.

Свиты C_1^4, C_1^5 — намюрский ярус. Для Западного Донбасса объем и положение намюрского яруса принимается в соответствии с унифицированной стратиграфической схемой, т. е. в объеме свит C_1^4 (D), C_1^5 (E), с небольшими изменениями, заключающимися в том, что нижняя граница свиты C_1^4, а следовательно, и намюрского яруса, принимается по известняку D, Петропавловскому (C_5 по Ротаю) (см. рис. 2).

В настоящее время толща отложений этого яруса вскрыта многими скважинами. По литологическим признакам и палеонтологическим остаткам толща намюрских отложений резко отличается от нижележащей верхневизейской толщи пород. Преобладающими породами намюра являются светлые глинистые сланцы (аргиллиты) и тонкие пропластки известняков, общее количество которых в Кальмиусском районе доходит до 70 *м*. Песчаники составляют незначительную часть разреза. Угленосность обеих свит резко падает. Такой литологический состав пород свит отражает более глубоководную обстановку осадконакопления, существовавшую в течение намюрского века, чем в верхневизейское время. Наиболее полный разрез намюра известен по обнажениям среднего течения р. Кальмиус и его притоков.

Западнее, на площади Владимировского и Волчанского районов, разрез отложений намюра значительно сокращается, как за счет регионального уменьшения мощности отложений карбона, так и за счет выпадения из разреза некоторых горизонтов верхней части свиты C_1^4, в частности группы известняков D_4 — D_7 из-за перерыва в осадконакоплении. Изменяется в этом же направлении и литологический состав отложений намюрского яруса вследствие уменьшения известняков и аргиллитов и соответственно возрастания песчанистых пород и появления нескольких угольных пластов. Тем не менее преобладание морских фаций сохраняется и здесь.

С дальнейшим продвижением на запад мощность отложений этого возраста еще более сокращается за счет последовательного выпадения из разреза все большей толщи отложений свиты C_1^4 и полного выклинивания последней в Новомосковском районе. В этом случае отложения свиты C_1^5 залегают на размытой поверхности отложений угленосной свиты. Мощность намюрских отложений изменяется от 1500 *м* по р. Кальмиус до 50 *м* в районе г. Новомосковска.

Обстановка, благоприятствовавшая углеобразованию в течение намюрского времени, возникала дважды. Первый раз — в начале ранннамюрского времени, когда образовались угольные пласты d_3 — d_4 бешевские, и второй раз — в конце намюрского времени, что привело к образованию угольных пластов e_4 — e_9. Основной бешевский пласт d_4 на отдельных площадях достигает значительной мощности 1—2 *м* (Красноармейские участки). Вследствие различия в условиях углеобразования и исходного растительного материала угли бешевских пластов несколько отличны по качеству от углей свиты C_1^3.

ТЕКТОНИКА

Породы каменноугольного возраста, развитые на территории Западного Донбасса, слагают северный борт Украинского кристаллического щита. Они представляют моноклиналь с простиранием с северо-запада на юго-восток и падением на северо-восток, переходящую на востоке в южное крыло Кальмиус-Торецкой котловины, а на западе — в платформенную часть юго-западного борта Днепровско-Донецкой впадины.

В пределах восточной части этой обширной моноклинали (Владимировский район) поперечно к общему простиранию накладывается пологая синклинальная складка, хорошо прослеживающаяся по дугообразному простиранию пород карбона и известная под названием Волчанской синклинали или Волчанского синуса Кальмиус-Торецкой котловины.

Падение пород карбона, слагающих моноклиналь, пологое и определяется 3—5° для всей территории Западного Донбасса, за исключением восточной части, где падение возрастает до 6—12°. Местами общая моноклинальная структура осложняется пологими пликациями второго порядка (Павловская, Никольская брахиантиклинали на территории восточной части) и несколько менее выраженными поднятиями и опусканиями в более западных районах этой территории.

Однако существенные осложнения тектоники района вызывают не эти поднятия второго порядка, а разрывные нарушения, проявляющиеся в виде сбросов и взбросов со значительными амплитудами смещений, достигающими нескольких сот, а в отдельных случаях тысячи и больше метров (Криворожско-Павловский сброс). На востоке описываемой территории отмечаются типичные надвиги — Селидовский, Центральный и др.

Сбросы имеют два направления — северо-западное и близкое к широтному. Падение сбра-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

сывателей также имеет различное направление: северо-восточное и юго-западное. К наиболее крупным смещениям следует отнести следующие сбросы: Карабиновский, Булаховский, Межевской, Центральный, Криворожско-Павловский, Муравьевский, Андреевский и другие — с падением сместителя на северо-восток — и Петропавловский, Межевской, Николаевский, Владимировский, Шевченковский, Ялынский, Долинный — с падением сместителя на юго-запад.

К сбросам, имеющим широтное простирание, относятся Богдановский, Морозовский, Михайловский и др.

Целая система сбросов с противоположным падением сбрасывателей придает тектонике района типично глыбовый характер с относительным перемещением отдельных глыб в вертикальном направлении.

УГЛЕНОСНОСТЬ

Среди пород нижнекаменноугольного возраста, развитых на территории Западного Донбасса, залегает до ста угольных пластов и прослоев.

Первые угольные прослои зафиксированы в самых нижних горизонтах свиты C_1^2. Угольные пласты рабочей мощности (два-три) в этой свите отмечаются лишь в самой верхней ее части ($в_6$, $в_7$, $в_8$) — в районе ст. Межевой, а также в пределах Южно-Донбасских участков во Владимировском районе.

Наиболее высокой угленосностью в нижнем карбоне отличается свита C_1^3, включающая в себя от 2 до 23 угольных пластов рабочей мощности и до 40—50 угольных прослоев. Коэффициент угленосности этой свиты составляет 2,5—3,0%.

В вышележащих отложениях нижнего карбона угленосность снова падает до 6—12 угольных пластов и прослоев в свите C_1^4 и одного пласта рабочей мощности в свите C_1^5.

Распределение угольных пластов в основной угленосной свите C_1^3 неравномерно как в разрезе, так и по площади. Так, для Новомосковского и Павлоградско-Петропавловского районов наиболее насыщенной углями рабочей мощности является нижняя половина свиты, а в Волчанском и Владимировском районах — верхняя ее половина. По простиранию угленосность изменяется следующим образом: наибольшей угленосностью (12—16 пластов рабочей мощности) отличаются площади Новомосковского, Павлоградского и Владимирского районов. С продвижением же на восток угленосность последовательно падает за счет сокращения количества угольных пластов рабочей мощности и уменьшения их мощности (см. рис. 4). Так, в восточной части Павлоградско-Петропавловского района число угольных пластов сокращается до пятишести.

С дальнейшим продвижением на восток число рабочих пластов сокращается до двух (Волчанский район). Угленосность свиты C_1^3 вновь восстанавливается и даже увеличивается в пределах Владимировского района, где на отдельных участках и скважинах число угольных пластов увеличивается до 17—23.

К востоку от Владимировского района, на территории Кальмиусского района, угленосность вновь резко падает. Здесь исчезают не только рабочие угольные пласты, но и зачастую угольные прослойки.

Последовательное снижение угленосности наблюдается также и к западу от Новомосковского района, в направлении р. Орели. Так, в Петриковско-Царичанском районе число угольных пластов уменьшается до четырех в нижнем и в среднем карбоне.

УГЛЕНОСНОСТЬ РАЙОНОВ

Петриковско-Царичанский район расположен в платформенной части Днепровско-Донецкого прогиба. Для района характерна пониженная мощность и незначительная угленосность отложений нижнего и среднего отделов карбона. Уменьшение мощности пород каменноугольного возраста объясняется закономерным сокращением толщи пород карбона в западном и южном направлениях от границ промышленного Донбасса и частично размывами пород угленосной и вышележащих свит.

Незначительная угленосность отложений нижнего и среднего карбона на территории этого района объясняется региональным сокращением количества угольных пластов в западном направлении от Донбасса, а также их размывами.

В угленосной толще нижнего карбона имеется всего четыре угольных пласта, достигающих рабочей мощности,— c_1, c_2^1, c_3, $c_4^в$.

Мощность этих угольных пластов несколько повышенная по сравнению с угольными пластами, распространенными в более восточных районах Западного Донбасса. Так, угольный пласт c_1 достигает иногда мощности, близкой к 4,0 *м* (при среднем ее значении 1,6 *м*), а угольный пласт c_2^1 — 3,0 *м* (при средней мощности 0,8 *м*), пласт c_3 — 2,3 *м* (при среднем значении 1,0 *м*) и пласт $c_4^в$ — 1,3 *м* (при среднем значении 0,8 *м*).

Строение угольных пластов простое, большей частью они состоят из одной пачки. Уменьшается мощность угольных пластов главным образом за счет размыва их верхней части. На отдельных участках угольные пласты размываются полностью.

Вмещающие угли породы, как правило, представлены песками и уплотненными глинами. Угли являются малометаморфизованными, относящимися к марке БД (переходными от бурых к каменным). На породах карбона развит покров позднейших отложений мезокайнозоя, мощностью до 300 *м*. Залегание пород карбона пологое. Угол падения пород не превышает 3—4°.

Новомосковский район, по сравнению с Петриковско-Царичанским, характеризуется несколько большей мощностью каменноугольных отложений, повышенной угленосностью, большей плотностью пород и лучшим качеством углей, особенно в глубоких горизонтах.

Среди угленосной толщи, мощность которой 235 *м*, насчитывается 26 угольных пластов и прослоев, из них 12—16 достигает мощности свыше 0,45 *м*. К числу устойчивых и относительно устойчивых по мощности и строению относятся следующие угольные пласты: c_1 — 1,60 *м*, c_2^1 — 0,80 *м*, $c_4^в$ — 1,35 *м*, $c_5^с$ — 1,10 *м*, c_6^2 — 0,90 *м*, $c_8^н$ — 0,90 *м*, $c_{11}^{2в}$ — 0,95—1,75 *м*.

Угленосные отложения покрыты довольно мощной толщей (до 200 *м*) более молодых образований, состоящих из пород пермского, триасового, юрского и третичного возрастов.

Среди пород пермского возраста, непосредственно прикрывающих породы карбона, присутствуют валунно-галечные образования мощностью до 60 *м*.

Спокойное залегание пород нарушает разрывные дислокации, представленные сбросами, секущими не только осадочную толщу, но и кристаллические породы докембрийского фундамента. К числу наиболее крупных разрывов относятся Карабиновский и Орловский сбросы.

Павлоградско-Петропавловский район. Угли этого района к настоящему времени наиболее изучены, по сравнению с углями других районов Западного Донбасса, благодаря вскрытию их многочисленными скважинами поисковой, предварительной и детальной разведок на всем протяжении, от г. Павлограда до ст. Межевой.

Угленосность отложений карбона свиты C^3_1 характеризуется наличием 40—50 угольных пластов и прослоев, из которых 8—15 достигают мощности более 0,45 *м* и имеют промышленное значение. Наибольшая промышленная угленосность совпадает с западной и центральной частями района, на простирании от г. Павлограда на западе до с. Петропавловка на востоке. Далее, с продвижением на восток, в направлении к ст. Межевой, угленосность свиты несколько снижается из-за сокращения количества угольных пластов, имеющих мощность свыше 0,45 *м* и уменьшения самой мощности последних. Угленосность, как показали глубокие скважины, уменьшается также и в северном и северо-восточном направлениях, т. е. с глубиной их залегания.

Разведанные на территории района угольные пласты самарской свиты по степени устойчивости можно разбить на три группы: устойчивые, относительно устойчивые и неустойчивые. К устойчивым пластам, т. е. к пластам, сохраняющим свою мощность на значительном простирании района, относятся следующие пласты: c_1 — 0,45—1,55 *м*; $c_4^в$ — 0,45—0,85 *м*; $c_5^в$ — 0,45—0,80 *м*; $c_6^в$ — 0,45—1,40 *м*; $c_8^н$ — 0,45—1,00 *м*; $c_{11}^в$ — 0,45—1,10 *м*; $c_9^н$ — 0,45—1,20 *м*. К относительно устойчивым относится: $c_9^в$ — 0,45—1,20 *м* и к неустойчивым — c_2 — до 0,85 *м*; c_3 — до 1,00 *м*; c_4^1 — до 1,30 *м*; c_4^3 — до 0,95 *м*; c_4^4 — до 0,80 *м*; c_{12} — до 0,80 *м*; c_{13} — до 0,70 *м* и др.

Залегание угольных пластов несложное: они наклонены под небольшим углом (3—4°) в северном направлении. Залегание пород угленосной толщи усложняется разрывными нарушениями — сбросами с амплитудами смещения (от 20 до 350 *м*), проходящими в северо-западном и широтном направлениях.

К наиболее крупным из них по амплитуде и протяженности относятся сбросы: Богдановский, Терновский, Алефировский, Павлоградский, Богуславский, Петропавловский и др.

Волчанский район, выделенный в границах по простиранию ст. Межевая — р. Волчья, характеризуется пониженной угленосностью самарской свиты. Среди толщи отложений этой свиты зафиксировано всего несколько угольных пластов, являющихся устойчивыми и относительно устойчивыми по мощности и строению. Это пласты c_5, c_5^1, c_6, c_6^1, c_9, которые сохраняют рабочую мощность почти на всей площади района, другие же на ограниченных площадях. К таким пластам относятся: c_1, c_4^3, c_{10}^2, c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{15}. Общее же количество угольных пластов достигает 30.

Кроме угленосной свиты C_1^3, угольные пласты рабочей мощности зафиксированы среди отложений свиты C_1^4 — d_3, d_4. Уменьшается угленосность к востоку от с. Петропавловки постепенно.

Условия залегания пород угленосных отложений мало отличаются от условий залегания пород аналогичного возраста соседнего западного района, породы здесь падают под углом 3—7°.

Третичные образования, покрывающие каменноугольные отложения, развиты главным

Шахты и рудники Донбасса © 2017

образом на водоразделах, на склонах долины и представлены песками харьковского и полтавского ярусов незначительной мощности — 20—30 *м*. Простое геологическое строение района усложняется наличием нескольких крупных разрывных нарушений — сбросов (Криворожско-Павловского, Андреевского, Межевского и др.), разбивающих район на ряд блоков северо-западного направления.

Владимировский район расположен далее по простиранию на юго-восток от Волчанского и имеет протяженность 30 *км*. Восточная граница района выделяется условно и проходит по линии железной дороги Донецк — Жданов. Характерной особенностью этого района является то, что на его площади вновь резко увеличивается угленосность самарской свиты. Число угольных пластов рабочей мощности восстанавливается до 11—14, а в самых южных участках района — до 17—23 и даже до 25.

Из угольных пластов наиболее устойчивыми и относительно устойчивыми в этом районе являются следующие: c_1, c_4, c_4^1, c_4^2, c_6^1, c_9^2, c_{10}, c_{10}^2, c_{13}.

Суммарная мощность рабочих пластов достигает 11—13 *м*. Мощность отложений угленосной свиты здесь несколько падает и определяется в 450 *м*.

Угольные пласты в небольшом количестве зафиксированы также в вышележащей толще намюрского яруса (один-два) и в нижележащей свите C_1^2 (один-два пласта).

В тектоническом отношении этот район напоминает Волчанский. Толща пород карбона здесь также разбита тектоническими разрывами на ряд блоков, смещенных относительно друг друга. Со сбросами, развитыми в пределах восточной части района, связаны внедрения магматических пород, имеющих средний состав и относящихся к эффузивным аналогам диоритовой магмы (андезиты, порфириты и др.).

Мезозойские отложения (юра, мел) развиты в пределах района не повсеместно, а лишь на отдельных площадях. Третичные отложения (харьковский, полтавский и самарский ярусы) развиты почти на всей территории района.

На площади района детально разведано несколько участков. Угли по качеству, за исключением восточной части района, могут быть отнесены к газовым спекающимся, метаморфизованным в несколько меньшей степени по сравнению с соседним Волчанским районом.

Кальмиусский район. Заканчивая описание Западного Донбасса, мы охарактеризуем его самую восточную площадь, расположенную к востоку от линии железной дороги Донецк — Жданов до р. Кальмиус. С давних пор эта площадь была известна в Донбассе как единственная, где на поверхности обнажается полностью весь разрез нижнекаменноугольных отложений, неоднократно изучавшихся многими исследователями. Отложения нижнего карбона здесь наибольшей мощности, по сравнению с описанными выше площадями его распространения.

Мощность нижнего карбона в этом районе 3000 *м*. Эта цифра, полученная в результате подсчета мощности по естественным обнажениям, была подтверждена после вскрытия отложений этого возраста буровыми скважинами, пройденными по двум разведочным линиям вблизи р. Кальмиус и вскрывшими полностью разрез нижнекаменноугольных отложений. Этими же скважинами была подтверждена незначительная угленосность нижнекаменноугольных отложений, развитых на этой площади, что неоднократно и указывалось прежними исследователями этого района. Отсутствие промышленной угленосности, за исключением двух пластов «бешевских» непостоянной мощности в этом районе, послужило основанием для многих геологов отрицать вообще наличие угленосности среди отложений нижнего карбона Донбасса.

Часть вторая

ПЕТРОГРАФИЯ УГЛЕЙ

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ НИЖНЕКАРБОНОВЫХ УГЛЕЙ

Изучение нижнекарбоновых углей Западного и Южного Донбасса, проводившееся с целью определения их качественных показателей, петрографических особенностей и химико-технологических свойств, началось с 1949—1950 гг., т. е. с момента вскрытия на этой территории угольных пластов при проведении разведочных работ. К этому времени относятся и первые петрографические описания углей, сделанные А. М. Ищенко, Л. Н. Шараевой, К. И. Иносовой, О. И. Пинчук, Д. К. Пазухиной и С. В. Савчуком. Полученные данные уже в то время позволили наметить основы предварительной классификации углей и закономерности размещения отдельных групп по простиранию угольных пластов.

По мере накопления материала его обобщали и увязывали результаты углепетрографических работ с данными химико-технологических исследований.

Одни из таких обобщающих работ предусматривали более узкие, практические цели. Учитывая новизну исследуемого объекта, систематизированный материал представлялся в виде расширенных специализированных глав или разделов при составлении геологических отчетов по участкам детальной и перспективной разведок. Такие главы, иногда представлявшие собой самостоятельные отчеты и заключения, составлялись углепетрографами А. М. Ищенко, А. К. Коломейцевой, Л. Н. Шараевой, Д. К. Пазухиной, К. И. Иносовой, А. В. Усачевой, совместно с углехимиками М. Д. Шапиро, В. П. Савковой, Н. Ф. Оленевым, М. М. Лифшиц и отражали не только петрографическую и химико-технологическую характеристику нижнекарбоновых углей, но и условия их образования, исходный материал, степень углефикации и т. п.

В других обобщающих работах освещались вопросы в более широком плане. В них использовались материалы по отдельным районам и месторождениям. Изучались строение и состав угольных пластов, выделялись группы, подгруппы и разновидности углей по петрографическим признакам, типы по восстановленности, определялась взаимосвязь качественных особенностей углей с условиями осадконакопления и степенью углефикации; выявлялись закономерности изменения качественных показателей углей и их вещественного состава на больших площадях и в стратиграфическом разрезе, с целью прогнозирования свойств углей и выяснения их генезиса. К работам подобного типа относится ряд тематических отчетов производственных организаций, трестов Днепрогеология и Артемгеология, учебных и научно-исследовательских институтов — ДГИ, ДХТИ, Института геологии при ДГУ, ДонУГИ и УХИНа, обычно активно работающих в содружестве с производственными организациями и внесших большой вклад в познание природы нижнекарбоновых углей. Ниже приводится краткое изложение основных вопросов, затронутых в некоторых из этих работ.

Д. К. Пазухина и В. П. Савкова (1952, ф.[1]), изучая угли восточной части Павлоградско-Петропавловского района, выявили петрографические и химико-технологические особенности этих углей, выражающиеся в их сложном петрографическом составе и строении угольных пластов, в качестве и свойствах отдельных петрографических групп и пластов в целом. В указанной работе намечены основы предварительной петрографической классификации углей (табл. 1). По коксующей способности угли разделены на две группы: с толщиной пластического слоя 5—7 и 8—13 *мм*. Установлено, что на спекаемость углей влияет не только гелифицированное вещество, но и высокое содержание спор. Рекомендуется использование этих углей в составе шихты для коксования.

С. В. Савчук (1950—1955, ф.). На основании комплексных исследований углей Западного Донбасса, проводимых в течение ряда лет Днепропетровским горным институтом под руководством П. Г. Нестеренко и А. З. Широкова, были изучены петрографический состав и химико-технологические свойства углей, их взаимосвязь и особенности нижнекарбоновых углей (их природа), а также минеральные включения в углях, в результате чего предложена петрографическая и промышленная классификации углей. Все работы, выполненные С. В. Савчуком, первыми были освещены в периодической печати (1952, 1953, 1955, 1957).

В работах К. И. Иносовой (1950, 1953, 1959, ф.) отражены результаты изучения нижнекарбоновых углей Южного Донбасса на протяжении от ст. Межевой до р. Кальмиус. К. И. Иносова четко выделяет два вида гелифицированного вещества, различающегося по структуре, цвету и некоторым другим признакам. Среди группы гелифицированных компонентов ею впервые обнаружены органы спороношения, наличие которых особенно характерно для восстановленных углей. Предложенная ею классификация нижнекарбоновых углей (1959) легла в основу настоящего атласа.

В совместной работе с В. С. Яблоковым, Л. И. Боголюбовой и другими (1955) К. И. Иносова дает характеристику выделенным ею петрографическим типам нижнекарбоновых углей, а в работе К. И. Иносовой и А. П. Феофиловой (1962) отражена связь типов углей с общими условиями осадконакопления в юго-западной части Донбасса (Волчанский, Владимировский и Кальмиусский районы).

На материалах из Новомосковского и Павлоградского районов А. К. Коломейцева (1956, ф.) показала особенности нижнекарбоновых углей в сравнении со среднекарбоновыми, выделила петрографические типы углей (табл. 2) и, несмотря на низкую степень их углефикации (марки Д и Г), считает эти угли пригодными к использованию в составе шихты для коксования.

В. А. Данилевская (1957) выявила некоторые закономерности изменения свойств и качества углей самарской свиты (C_1^3) в наиболее изученном Павлоградско-Петропавловском районе по площади и в стратиграфическом разрезе; составила картограммы изменения основных показателей, характеризующих свойства и качество углей

[1] ф.— фондовый материал.

Таблица I

Предварительная классификация углей Павлоградско-Петропавловского района
(по О. И. Пинчук и Д. К. Пазухиной)

Петрографические типы углей	Структурные группы углей	Петрографические группы углей	Петрографические разновидности углей	Содержание в пластах углей
Первый (I) с небольшим содержанием фюзена	1. Однородные	1. Матовые	1. Микроспоровый липтобиолит 2. Дюрен микроспоровый	Встречаются прослоями толщиной в 1—2 *см*
	2. Штриховатые, редкополосчатые	2. Полуматовые	3. Дюрен микроспоровый 4. Кларено-дюрен	Слагают основную массу угольных пластов
	3. Штриховатые, густополосчатые	3. Полублестящие	5. Дюрено-кларен	
	4. Тонкополосчатые	4. Блестящие	6. Кларен	Встречен прослоями толщиной в 1—4 *см*
Второй (II) с большим содержанием фюзена	1. Однородные	1. Матовые	1. Микроспоровый липтобиолит 2. Дюрен микроспоровый	Встречаются прослоями толщиной в 1—2 *см*
	2. Штриховатые, редкополосчатые	2. Полуматовые	3. Дюрен микроспоровый 4. Кларено-дюрен	Встречаются часто
	3. Штриховатые, густополосчатые	3. Полублестящие	5. Дюрено-кларен	Слагают основную массу угля
	4. Тонкополосчатые	4. Блестящие	6. Кларен	Встречен частыми прослойками различной толщины

Шахты и рудники Донбасса © 2017

(W^a, A^c, $S_{об}^c$, V^r, $Q_б^r$, X, Y, C^o и выход первичной смолы) и в первом приближении указала границы распространения углей различного марочного состава на территории Западного Донбасса в целом.

А. П. Феофилова и другие (1957, ф.), изучая связь типов углей с общими условиями осадконакопления в юго-западной части Донбасса (Волчанский, Владимировский и Кальмиусский районы), пришли к следующим выводам: типы углей по восстановленности находятся в связи как с фациями кровли угольных пластов, так и с типами вмещающих циклов; относительное значение того и другого фактора непостоянно и в свою очередь зависит от общей фациальной обстановки и характера колебательных движений; различия в обстановке осадконакопления и режиме колебательных движений существенно определяют и образование двух групп углей: клареновых и дюреновых; специфичность лагунной обстановки образования дюреновых углей нижнего карбона определяется главным образом слабой обводненностью торфяного болота, частыми периодами его подсыхания, слабым водообменом и в связи с этим относительно постоянным составом вод.

А. К. Коломейцева, Л. Н. Шараева (1958, ф.), на основе изучения нижнекарбоновых углей трех районов — Петриковско-Царичанского, Новомосковского и западной части Павлоградско-Петропавловского — отмечают их особые свойства и качества, обусловленные сложным петрографическим составом и различной степенью углефикации (БД—Г). Авторы классифицируют угли по их внешнему виду и по соотношению основных групп вещества под микроскопом (табл. 3). В работе освещены вопросы распределения типов углей в разрезе угольных пластов и по площади их распространения, а также рассмотрены свойства углей, связанные с первичными и вторичными условиями их образования. Представлена химико-технологическая характеристика исследуемых углей, приведены данные об их обогатимости и т. д.

Таблица 2

Петрографические типы углей

Тип угля	Витринизированное вещество	Фюзенизированное вещество	Кутинизированное вещество
Липтобиолит	19,7	20,7	59,6
Матовый			
однородный	35,8	19,7	44,5
штриховатый	41,2	22,5	36,3
полосчатый	53,6	7,5	28,9
Полуматовый полосчатый	59,4	14,6	23,0
Тусклоблестящий			
полосчатый	73,1	15,0	11,9
однородный	82,4	7,5	10,1

Таблица 3

Классификация углей Петриковско-Царичанского, Новомосковского и западной части Павлоградско-Петропавловского районов

Петрографический тип угля		Разновидности углей	Содержание микрокомпонентов по группам веществ, %	
по макроструктуре	по микроструктуре		Vt	L
Блестящий	Ультраклареновый	Однородная	95—100	0—5
Полублестящий и тусклоблестящий	Клареновый	Однородная, штриховатая тонкополосчатая и полосчатая	80—95	5—20
Полублестящий и тусклоблестящий	Дюрено-клареновый	Однородная, штриховатая, тонкополосчатая, полосчатая	65—80	20—35
Полуматовый	Кларено-дюреновый	Однородная, штриховатая, тонкополосчатая и грубополосчатая	50—65	35—50
Матовый	Дюреновый	Штриховатая, тонкополосчатая, полосчатая	35—50	50—65
Матовый	Ультрадюреновый	Однородная, штриховатая	20—35	65—80
Матовый	Липтобиолитовый	Однороднозернистая	0—20	100—80

Д. К. Пазухина, В. П. Савкова, М. Д. Бердюкова и З. И. Танатар-Бараш (1958, ф.) подытожили результаты длительного изучения нижнекарбоновых углей, систематизировали огромный материал, относящийся к восточной части Павлоградско-Петропавловского района. В основу выделения групп углей авторами положены: вещественный состав и внешний вид угля в куске (табл. 4). Прослежена закономерность изменения петрографических признаков и химико-технологических свойств типов углей по простиранию и в стратиграфическом разрезе угленосной толщи. Результаты изучения минеральных включений на упомянутой площади опубликованы в работе З. И. Танатар-Бараш (1960). С целью более рационального использования углей в промышленности предложена временная классификация углей, основанная на их спекающей способности.

В работе М. Л. Левенштейн, М. М. Лифшиц (1959, ф.) обобщены данные разведки и исследования нижнекарбоновых углей на площади Петропавловка — Кальмиус. Для выявления закономерностей изменения свойств углей и распределения их марочного состава был применен метод построения геолого-углехимической карты. Построены в первом приближении два основных элемента геолого-углехимической карты: система линий изомощностей — изометаморфизма на площади и условный статиграфический разрез с границами групп метаморфизма, необходимые для прогноза метаморфизма углей отдельных пластов; определены зоны распространения коксующихся углей по прогнозу и т. д.

Таблица 4

Петрографические признаки углей

Наименование типов угля		Гелифицированное вещество, %	Фюзенизированное и липоидное вещество, %	Разновидности
по вещественному составу	по внешнему виду угля в куске			
Ультра-кларен	Блестящий	95—100	0—5	—
Кларен	Тусклоблестящий	80—95	5—20	Споровый
Дюрено-кларен	Полублестящий	65—80	20—35	Споровый смешанный
Кларено-дюрен	Полуматовый	50—65	35—50	То же
Дюрен	Матовый	35—50	50—65	Споровый смешанный
Ультрадюрен	»	20—35	65—80	Споровый
Липтобиолит	»	0—20	80—100	»
Сапропелит	Матовый, однородный	—	—	Споровый водорослевый

Список работ по исследованию нижнекарбоновых углей, особенно их химико-технологических свойств и качества, далеко не исчерпывается приведенным перечнем. Исследованием коксуемости и обогатимости углей занимались также Б. И. Штромберг, В. П. Савкова и др., 1958 (УХИН и трест Днепрогеология, ф.), В. П. Савкова, 1960 (трест Днепрогеология, ф.), А. Г. Шпахлер и В. П. Савкова, 1957 (ДГИ и трест Днепрогеология, ф.) и многие другие исследователи. Особо следует отметить работы, проводившиеся кафедрами и научно-исследовательскими институтами ДГИ, ДХТИ, института геологии при ДГУ, ДонУГИ и УХИН'а.

Днепропетровский горный институт (ДГИ) большое внимание уделял комплексному исследованию нижнекарбоновых углей. Начиная с 1950 г. под руководством П. Г. Нестеренко и А. З. Широкова проводились работы по изучению геологического строения и угленосности бассейна, стратиграфическому расчленению угленосной толщи, выявлению петрографического состава и химико-технологических свойств углей, по определению состава минеральных включений в углях, их обогащению и т. п. (1951, 1952, 1953, 1954, 1955, ф.).

Многие работы по упомянутым вопросам опубликованы в печати: Д. Ф. Алымов, Ф. М. Дысса и др. (1957); Д. Ф. Алымов (1957); С. Т. Левин, А. Г. Шпахлер (1957); И. Е. Лескевич (1957); С. В. Савчук (1952, 1953, 1955, 1957) и др.

В Днепропетровском химико-технологическом институте (ДХТИ) систематически, начиная с 1951 г., проводили работы под руководством В. И. Даль и М. Д. Шапиро (1952, 1953, 1955, 1956, 1957, 1958, ф.). На основании большого экспериментального материала, полученного при исследовании углей и рассмотрении их поведения в смеси со среднекарбоновыми донецкими углями, в 1954 г. были сформулированы теоретические положения о сущности спекания и коксообразования (Шапиро, 1957) и теоретически обоснована возможность использования неспекающихся и слабоспекающихся углей нижнего карбона для целей коксования. Неспекающиеся и слабоспекающиеся угли Новомосковского и западной части Павлоградско-Петропавловского районов взятые в количестве от 20 до 35%, в смеси со среднекарбоновыми углями (вместо остродефицитных марок К и ОС), образуют прочный металлургический кокс. Изучались также вопросы использования углей как сырья для химической промышленности (Даль и др., 1962), обогатимость углей Западного Донбасса (Шапиро, Кейтельгиссер, 1960) и многие другие проблемы.

Работы научно-исследовательского института геологии при Днепропетровском Государственном университете были направлены на изучение литологии и фациальных особенностей каменноугольных отложений Западного Донбасса (Хмарский, Кучеренко и др., 1954, ф.), минеральных включений в углях (Танатар-Бараш, 1960) и ряда других вопросов, касающихся петрографии и палинологии угленосных отложений.

Донецкий научно-исследовательский угольный институт проводил комплексные исследовательские работы по углям Западного и Южного Донбасса. Начиная с 1950 г. эти работы выполнялись под руководством П. Я. Самойлович и М. М. Лифшиц и имели своей целью построение геолого-углехимической карты прогноза качества и свойств нижнекарбоновых углей. В связи с этим в отчетах ДонУГИ все чаще и чаще находили отражение вопросы, связанные с построением карт. Первоначально в задачи исследования входило накопление экспериментального материала для составления общей характеристики углей и выявления их особенностей в сравнении с углями хорошо

Шахты и рудники Донбасса © 2017

изученного среднего карбона, определение количественного вещественно-петрографического состава и химико-технологических свойств, качества углей и возможности использования их при коксовании (Лифшиц и др., 1951, 1952, 1953, ф.). В дальнейшем изучены были генетические признаки углей в связи с их химико-технологическими свойствами, исследовался количественный микрокомпонентный состав углей, определялись свойства и качества угольного вещества различных петрографических групп углей и типов по восстановленности, выявлялись закономерности изменения промышленных свойств углей на площади и в разрезе, была предложена промышленная классификация (см. табл. 18) и т. д. (Лифшиц и др., 1953, 1954, 1955, 1958, ф.). В результате этих работ некоторые вопросы были освещены в печати (Лифшиц, 1955, 1959, 1962). В одной из этих работ (1955) нижнекарбоновые угли рассматриваются с точки зрения полезных свойств и закономерностей их изменения; две другие работы (1959, 1962) посвящены вопросам углепетрографии: количественным методам определения петрографического состава углей по соотношению в них микрокомпонентов, микролитотипов и макроингредиентов, методам измерения отражательной способности витринита как показателя метаморфизма углей и составу микрокомпонентов.

Работы УХИН'а были направлены главным образом на исследование технологических свойств углей (полукоксование, газификация и коксование) и их использования в металлургической промышленности.

Многие новые теоретические положения по вопросам коксообразования опубликованы в работах С. Г. Аронова и Л. Л. Нестеренко (1953); Н. Р. Кушниревич (1957), Л. Л. Нестеренко, М. Г. Скляр и Ю. Б. Тютюнниковой (1960) и др.

Весьма важным моментом в изучении нижнекарбоновых углей является их разделение на генетические типы химическим путем — «по восстановленности» и петрографическим — «по строению гелифицированного вещества». Впервые типы по восстановленности были выделены В. В. Видавским в углях среднего карбона еще в 1932 г., когда он установил, что при одной и той же степени метаморфизма угли имеют разные элементарный состав и свойства. Это явление он объяснил различной первичной окисленностью исходного растительного материала, выраженной в повышенном содержании кислорода, повышенной гигроскопической влажности, пониженной спекаемости и пониженном выходе летучих веществ по сравнению с углями, являющимися как бы менее окисленными или более восстановленными. В дальнейшем В. В. Видавский (1941), при рассмотрении геологических условий образования углей, заменил термин «окисленность» термином «восстановленность», как более соответствующим направлению химического превращения органического осадка в процессе образования гелифицированного вещества, представляющего основной петрографический компонент донецких углей. Таким образом, угли фактически первично окисленные получили название «маловосстановленные».

Степень восстановленности углей явилась одним из основных классификационных признаков в генетической классификации среднекарбоновых углей Донбасса, разработанной впервые В. В. Видавским. В ней он выделил пять степеней восстановленности: А — угли «наиболее восстановленные» или «наименее окисленные»; В и С — угли «более восстановленные» или «менее окисленные»; D и E — угли «промежуточные»; F и G — угли «менее восстановленные» или «более окисленные»; H — угли «наименее восстановленные» или «наиболее окисленные».

М. М. Лифшиц (1954) рассматривает различия между восстановленными и маловосстановленными углями, возникшие в период накопления и первичных превращений растительного вещества, как генетические различия в типе угля. При выделении по этому принципу генетических типов углей промышленного Донбасса среднего карбона ею были выделены четыре типа по степени восстановленности и приняты следующие буквенные обозначения их — «а», «б», «в» и «вв», расположенные в порядке возрастания степени восстановленности:

тип «а» — угли маловосстановленные; тип «б» — промежуточные; тип «в» — восстановленные; тип «вв» — весьма восстановленные.

В настоящее время термин «восстановленность» прочно вошел в практику исследовательских работ по углям, поэтому и в нашей работе он применяется несмотря даже на то, что в нижнекарбоновых углях «восстановленность» не является основным классификационным признаком.

Она служит только как вспомогательный признак, дополняющий общую характеристику свойств и качества углей. По степени восстановленности изучаемые угли представлены главным образом маловосстановленным и промежуточным типами (а и б). Восстановленные типы углей встречаются сравнительно редко, а весьма восстановленные почти не встречаются или встречаются в единичных случаях.

Петрографические различия типов углей были обнаружены значительно позже и отображены в работах Геологического института АН СССР (Боголюбова, Яблоков, 1951), треста Артемгеология (Иносова, 1950, ф.) и ДонУГИ (Усачева, 1954).

Распознавание типов углей различной степени восстановленности по петрографическим признакам, сначала для углей среднего карбона Донбасса, а потом и для нижнего (Иносова, 1953, ф.), проводили с учетом: различия в цвете, строении гелифицированного вещества или степени

его разложенности, а также количественного соотношения микрокомпонентов. При этом выделение типов среднекарбоновых углей, в составе которых явно преобладает прозрачное гелифицированное вещество, проводилось в основном по цвету и строению гелифицированного вещества. Соответственно выделены: угли I типа — с ксиловитреновитреновым веществом, соответствующие восстановленным, и угли II типа с однородным гелифицированным веществом, соответствующие маловосстановленным.

Для нижнекарбоновых углей, с содержанием большого количества компонентов групп лейптинита и фюзинита, разделение на группы осуществлялось главным образом по количественному вещественно-петрографическому составу, выраженному в процентах, с использованием по возможности строения гелифицированного вещества как показателя степени восстановленности углей (см. табл. 8).

ОБЗОР ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА

Составлению петрографической части атласа предшествовала обработка большого фактического материала, изложенного не только в упомянутых выше работах, но и в специально подготовленных атласах по трем крупным площадям, разведывавшимся на востоке трестом Артемгеология (Иносова, 1959, ф.), на западе — бывшим Украинским геологическим управлением (Коломейцева и Шараева, 1958, ф.) и в центральной части бассейна — трестом Днепрогеология (Пазухина, Савкова, Бердюкова и Танатар-Бараш, 1958, ф.). В сумме эти три площади охватывают всю 300-километровую полосу простирания угленосных отложений от р. Кальмиус на востоке до р. Орель на западе (см. рис. 1).

Первичным каменным материалом, использованным для составления атласов углей, послужили керны, полученные из разведочных и специальных опробовательских скважин с каждого детально разведанного участка. Кроме того, большой и весьма ценный материал был получен при описании сплошных разрезов угольных пластов, вскрытых при проходке главного ствола строящейся шахты Терновская № 1. Детально изучены были наиболее постоянные по мощности рабочие пласты: по Южному Донбассу (Волчанский, Владимировский и Кальмиусский районы) — c_{13}, c_{10}, c_9^2, c_6^1, c_4^2, c_1^1 и $в_5^1$ по Павлоградско-Петропавловскому району — $c_{11}^в$, $c_9^в$, c_6, c_4^1, c_1 и по западной части этого района — $c_8^н$. В Новомосковском районе изучались эти же пласты, за исключением c_4 и c_6, которые не отличаются постоянством мощности. Вместо них изучали близкие им по глубине залегания, но более устойчивые пласты c_4^1 и c_6^1. По Петриковско-Царичанскому району изучали только один пласт — c_1. Наиболее полная характеристика составлена по двум основным пластам — c_1 и c_6 как самым постоянным и по мощности, и по площади распространения.

Общие выводы и закономерности, выявленные по бассейну в целом, а также все графические построения сделаны по данным массовых исследований угольных пластов; всего выполнено 1508 описаний строения пластов, изучено 8360 прозрачных шлифов, проведено 1440 подсчетов процентного соотношения микрокомпонентов углей по аншлифам-брикетам и использовано около 8000 химических анализов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕЙ

Изучение петрографического состава и качества нижнекарбоновых углей на первом этапе разведочных работ проводилось по кернам многочисленных разведочных скважин. Керны этих скважин чаще всего были плохой сохранности, с нарушенной структурой, поэтому и описания разрезов пластов в таких случаях носили схематичный характер.

Позднее, при изучении петрографического состава и строения угольных пластов, обычно использовались наиболее представительные, ориентированные, в отношении кровли и почвы пласта, керновые пробы из опробовательских скважин, диаметром от 131 до 146 *мм*, представленные в виде столбика угля с ненарушенной структурой и хорошим выходом керна. Для петрографического исследования образцы из таких кернов отбирались послойно-типовым методом и сопровождались подробным описанием внешних признаков угля по всему разрезу пласта.

Пробы для петрографического исследования углей отбирали с таким расчетом, чтобы можно было проследить изменение петрографического состава и строения пластов как по их простиранию, так и по падению.

В результате проведенных описаний были построены петрографические колонки разрезов пластов, дающие наглядное представление об их строении, внешнем виде слагающих отдельные слои углей, их петрографическом составе и степени восстановленности. Кроме того, на колонке указаны глубина залегания пласта, его мощность и номера изученных шлифов.

Для построения схематических планов распределения групп углей на площади, требующих массовых исследований, были использованы обыч-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ные среднепластовые пробы. В этих случаях среднепластовую пробу разделяли на группы углей, описывали внешние признаки каждой группы, устанавливали примерное количественное соотношение между отдельными группами в средней пробе и отбирали образцы для дальнейших исследований. При выделении групп углей использовали такие внешние признаки, как блеск и структура угля на свежем изломе. В зависимости от количества и расположения блестящих частей угля по отношению к матовым угли подразделены на однородные, штриховатые и полосчатые. Штриховатые угли характеризуются наличием тонких, менее 1 *мм*, прерывистых, блестящих штрихов. Среди полосчатых разновидностей, в зависимости от размеров блестящих витреновых полос, выделяются угли тонкополосчатые (при ширине полос 1—2 *мм*), полосчатые или среднеполосчатые (при ширине 3—5 *мм*) и грубополосчатые — свыше 5 *мм*.

После описания внешнего вида углей отбирались кусочки для изготовления вертикальных прозрачных полированных шлифов. По каждому разрезу пласта, в зависимости от его мощности и строения — однородного или неоднородного, обычно изготавливалось и просматривалось от двух до пяти шлифов.

Со второй половины 1956 г. применяется новая методика изготовления прозрачных шлифов с двухсторонней полировкой, разработанная И. Э. Вальц и усовершенствованная А. С. Чистяковой. Изготовленные этим методом шлифы имеют значительные преимущества перед покрытыми покровными стеклами, так как позволяют изучать один и тот же объект в проходящем и отраженном свете. Кроме того, опыт показал, что в двухсторонне полированных шлифах более четко и рельефно выявляется структура любых растительных тканей.

Микроскопические исследования прозрачных шлифов в простом проходящем свете под микроскопами МБИ-1, МП-2 и МИН-6, при увеличениях от 86 до 100, а с момента изготовления двухсторонне полированных шлифов — в проходящем и отраженном поляризованном свете, позволившем выявить скрытые структуры отдельных компонентов гелифицированного вещества. Для этого были использованы поляризационный микроскоп МП-3 с увеличением 56, МИН-6 и МБИ-6 с увеличением 100.

Одновременно с изучением углей в тонких шлифах в проходящем свете проводили определения их петрографического состава путем подсчета микрокомпонентов в отраженном свете. При этом применяли номенклатуру и методику, утвержденные Всесоюзным совещанием углепетрографов (Москва, май, 1956 г.) и положенные в основу ГОСТ 9414-60.

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ УГЛЕЙ

В работах М. Д. Залесского (1910, 1911), З. В. Ергольской (1932, 1933, 1934, 1937), С. Н. Наумовой (1940), Хиклинга и Маршалла (Hickling, Marshall, 1933, 1934) и особенно работами последних лет И. Э. Вальц (1956), А. В. Усачевой (1954), И. Б. Волковой (1960, 1961), Н. С. Снигиревской (1961, 1964), А. М. Лаптевой (1961), И. Н. Дроздовой (1962) и Френсис (Frencis, 1954) доказана необходимость детального изучения анатомического состава и ботанической принадлежности исходного материала углей и выявлено влияние исходного материала на качественные особенности углей. В ряде работ показано, что углеобразующим материалом являются не только стеблевые ткани, органы размножения (споры), защитные приспособления (кутикула, коровые ткани), секреторные выделения (смоляные образования), но и листовые паренхимные ткани (Вальц, 1956; Волкова, 1960). Последние особенно характерны для некоторых углей мезозойского и третичного возрастов. Тканевому и ботаническому анализу легко поддаются растительные остатки в углях низких стадий углефикации и молодого возраста, вследствие чего им и посвящено большинство работ.

Особенно большое значение имеют проведенные исследования для определения характеристики исходного материала продуктов гелификации растительных тканей, так как последние резко преобладают в составе углей большинства бассейнов и месторождений.

Изучая угли каменноугольного возраста, Хиклинг и Маршалл (Hicling, Marshall, 1933, 1934) и Френсис (Frencis, 1954) пришли к выводу, что многие витрены углей являются продуктами превращения коровых тканей плауновых, а некоторая часть витренов образовалась из древесины ископаемых голосеменных. Они специально подбирали витренизированную кору с сохранившейся наружной поверхностью и с рубцами для того, чтобы можно было определить, из каких растений образовались эти витрены.

В работе И. Э. Вальц (1956) приведена подробная характеристика типов и стадий превращения растительных тканей и указаны некоторые диагностические признаки, по которым в шлифах бурых и слабометаморфизованных каменных углей можно отличить прозенхимные ткани стеблей от листовой паренхимы. Автор считает, что ткани различного функционального

назначения имели неодинаковый химический состав и что специфика этих различий не исчезла в период торфообразования, а продолжает сказываться вплоть до стадии каменных углей, обусловливая различия в их свойствах. Так, например, угли, состоящие из остатков листовой паренхимы, отличаются лучшей спекаемостью по сравнению с древесинными.

И. Б. Волкова (1960) отмечает в составе нижнемезозойских углей значительные количества продуктов превращения листовых тканей и подтверждает выявленное в работах И. Э. Вальц влияние их на свойства угольного вещества.

За последние годы интересные исследования проведены Н. С. Снигиревской (1961, 1964) по установлению анатомических признаков и ботанической принадлежности растительных остатков в угольных почках Донбасса и И. Н. Дроздовой (1962), изучавшей древесины кордаитовых из пермских углей Таймыра.

Указанные выше работы, несомненно, внесли большой вклад в познание исходного материала углей, но, несмотря на это, степень изученности растительных остатков в углях еще недостаточна и требуется проведение дальнейших детальных исследований.

В углях различных месторождений нередко встречаются микрокомпоненты, природа которых до сих пор неясна. Немало таких своеобразных включений растительных остатков и в углях Донбасса как среднекаменноугольного, так и нижнекаменноугольного возрастов.

Встречаются они в виде разнообразного аттрита в гетерогенной основе угля. Большая часть из них является гелифицированными и представлена в виде длинных тонких (5—20 *мк*) волокон со своеобразной комковатой структурой (VI—*4—6*) [1] или в виде мелкого аттрита (IV—*1—3*) и отдельных округло-овальных клеток (5—10 *мк*), нередко встречающихся в виде скоплений. Довольно часто такие образования имеют неравномерную оранжево-красную окраску Трактовка их происхождения дается разными исследователями неодинаково.

Л. И. Боголюбова, изучая среднекарбоновые угли Донбасса (1951, 1955), обнаружила в одном из выделенных ею генетических типов кларена (с ксиловитрено-витреновым гелифицированным веществом) наличие значительных количеств (до 50—65%) подобных образований, однако природу их не расшифровала. Она пишет, что ксиловитрено-витреновый характер строения гелифицированного вещества определяется сильно остудневшими, но не перешедшими в разжиженное состояние обрывками растительных тканей и ксиловитреновой основной массой. По ее мнению, обрывки растительных тканей по степени сохранности клеточного строения можно отнести к форменным элементам, представляющим собою ксиловитрен, витрен и реже ксилен. Как известно, угли первого генетического типа по типизации ВУГИ относятся к восстановленным и обладают повышенными сернистостью, спекаемостью, выходом летучих веществ и содержанием водорода по сравнению с маловосстановленными углями второго генетического типа с более однородным гелифицированным веществом.

А. В. Усачева (1954) относила подобные образования в углях восстановленного типа к гелифицированным продуктам превращения коровых тканей.

И. Э. Вальц склонна относить подобные образования к продуктам превращения паренхимных листовых тканей.

Кроме этого, часто в углях встречаются и другие гелифицированные, а также липоидные компоненты, относимые различными авторами к телам невыясненной природы.

Проведенные нами детальные исследования анатомического строения продуктов превращения различных растительных остатков по многочисленным шлифам нижне- и среднекарбоновых углей Донбасса и сопоставление их с анатомическими признаками отдельных органов современных растений дают полное основание относить значительную часть описываемых образований к органам спороношения.

Новый метод изготовления угольных шлифов с двухсторонней полировкой (И. Э. Вальц и др., 1952) настолько улучшил их качество, что дал возможность хотя бы в первом приближении расшифровать ботаническую природу отдельных компонентов.

В составе гумусовых углей нижнего карбона Донбасса обнаруживаются ткани различного анатомического строения и ботанической принадлежности.

Наиболее распространены стеблевые ткани, присутствие которых по существу и определяет полосчатость углей. Они встречаются во всех угольных пластах либо в виде полос и штрихов витрена, либо в форме линзовидных слоев фюзена, чередующихся с участками гетерогенного угля, представленного большей частью разностями, близкими к дюрену.

Большинство гелифицированных и фюзенизированных тканей являются структурными и различаются только по степени сохранности клеточного строения. Характер проявления структурных признаков зависит от природы исходного растительного материала, степени гелификации или фюзенизации и отчасти от техники изготовления шлифов и аншлифов. На четкость проявления структурных признаков большое влияние оказывает и степень углефикации. При существующей технике шлифования углей низких

[1] VI — номер таблицы микрофотографий; *4*, *6* — номера фотографий.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

стадий углефикации почти все более или менее крупные обрывки тканей и даже их частицы аттритовой размерности в той или иной мере сохраняют свои специфические структурные особенности.

Стеблевыми тканями представлены все более или менее крупные включения витренов (XXXIX — *1—4*), ксиленов, большей частью ксиловитренов, а также различные по степени сохранности структуры остатков фюзенизированных тканей. Для стеблевых тканей характерно прозенхимное клеточное строение нередко с хорошо выраженной структурой. Сравнительно много остатков стеблевых тканей среди частиц аттрита в виде мелких волокнообразно расщепляющихся витреновых полос или линзовидных частиц ксиловитрено-фюзена и фюзена.

Характерно, что гелифицированные и фюзенизированные остатки стеблевых тканей существенно различаются между собой по форме залегания. Гелифицированные стеблевые ткани обычно представлены в виде различной ширины полос или штрихов и мелких волокнообразных прожилков, тогда как фюзенизированные ткани встречаются либо в форме отдельных линзовидных включений, либо их послойно вытянутых скоплений, и значительно реже в виде полос подобно витренам. Характерно также и то, что в отдельных слоях пластов, где встречаются наиболее широкие полосы витренов, последние часто сопутствуются наиболее крупными включениями фюзена или ксиловитрено-фюзена. Нередко в одном стеблевом фрагменте наблюдаются переходы по характеру превращения от витрена к ксиловитрено-фюзену и даже к фюзену.

По признакам анатомического строения среди стеблевых тканей можно выделить коровые и древесинные ткани, но детально эти вопросы не изучались. В специально посвященной им работе Хиклинга и Маршалла (1933—1934) говорится, что у лепидодендронов и сигиллярий была толстая кора, одновременно выполнявшая также функции механической ткани, в связи с чем стенки ее клеток часто были гораздо толще, чем стенки большинства древесинных волокон. Участки этой своеобразной коровой ткани обычно перемежаются с участками коровой ткани с более тонкими стенками клеток, образуя узор сложной решетки. Сравнивая структурные витрены нижнего карбона Донбасса со снимками, приведенными в работе Хиклинга и Маршалла, можно, по-видимому, часть витренизированных и фюзенизированных тканей отнести к коровым тканям (I — *3, 4*), а часть — к древесинам (I — *1, 2*).

Проведенный нами тканевой анализ показал, что в углях нижнего карбона исключительно мало фрагментов листовых тканей хорошей сохранности с характерной для них ярковыраженной комковатостью. В то же время в аттрите нередко встречаются довольно многочисленные мелкие частицы, сходные с продуктами превращения листовых тканей.

Изредка встречаются крупные фрагменты тканей с неясной комковатой структурой, иногда окаймленные тонкой, ровной кутикулой, несколько напоминающие паренхимные ткани листьев или нежные ткани стеблевых побегов (I — *5, 6*). Такие ткани обычно встречаются в гетерогенной основе в клареновых и дюрено-клареновых прослойках и почти не наблюдаются в дюреновых и кларено-дюреновых углях.

Листовые ткани с хорошо выраженной структурой, часто окаймленные кутикулой с четко выраженными зубчиками, встречаются только в московском ярусе среднего карбона.

В башкирском и намюрском ярусах структура листовых тканей выражена гораздо хуже, кутикула на них встречается редко, обычно очень тонкая с мелкими зубчиками или без таковых.

По-видимому, в процессе эволюции вследствие постепенного осушения климата (в направлении от нижнего к верхнему карбону) растения, приспосабливаясь, вырабатывали более стойкую защиту и усовершенствовали свои органы, в том числе и органы фотосинтеза.

Как отмечалось выше, в гетерогенной части верхневизейских углей в виде аттрита встречается очень много продуктов превращения различных репродуктивных органов споровых растений. Судя по их анатомическому строению, это, по-видимому, главным образом продукты превращения репродуктивных органов плауновых. По данным А. Л. Тахтаджяна (1956), стробилы плауновых были длиной от 3 до 30 *см* и сидели обыкновенно на концах мелких ветвей или же на ножках, расположенных на стволах или ветвях. Каждый стробил состоял из многочисленных тесно расположенных спорофиллоидов, несущих продолговатые спорангии, защищенные загнутыми кверху листовидными пластинками (рис. 7). Спорангии были довольно значительных размеров, достигали иногда 17 *мм* длины и 5 *мм* ширины. В тех случаях, когда стробилы были обоеполые, в верхней части их помещались микроспорангии, а в нижней — макроспорангии, у некоторых видов в мегаспорангии развивалось от 8 до 16 мегаспор, а у других только 4 мегаспоры, причем нередко созревала лишь одна, а остальные три не получали нормального развития. У папоротников спорангии почти всегда собраны в группы или сорусы и обычно расположены на нижней части или на краях листа. Они покрыты особыми покрывальцами или индузиями (рис. 8). У примитивных форм сорусы лишены индузия и прикрыты волосками или особыми пластинками. Количество спор в микроспорангиях у различных видов различно и изменяется в пределах от 64 до 256 спор.

Благодаря значительной стойкости в ископаемом состоянии хорошо сохраняются органы

размножения (споры), тогда как репродуктивные органы (органы спороношения) отмечаются сравнительно редко и лучше всего захороняются в минерализованном состоянии в угольных почках. В течение последних лет в составе верхневизейских, а также среднекарбоновых углей Донбасса описаны (Иносова, 1959) различные продукты превращения репродуктивных органов.

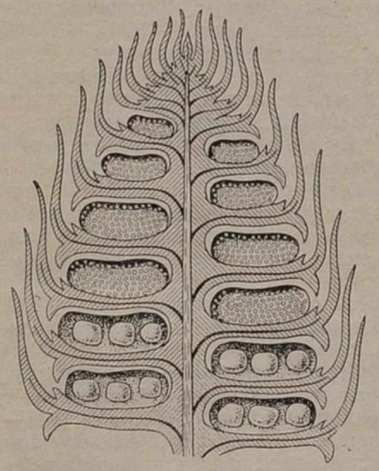


Рис. 7. Схема обоеполой шишки *Lepidostrobus* в продольном разрезе. Наверху — микроспорангии, внизу — четыре мегаспорангия. От каждого из них отходит лигула (из Циммермана, 1930)

Большей частью они гелифицированные, но встречаются фюзенизированные и частично кутинизированные их фрагменты.

Степень стойкости отдельных частей органов спороношения у различных растений, по-видимому, была неодинакова и всецело зависела от их химического состава. Как известно, в составе органов спороношения много воскообразных веществ, которые в процессе формирования сначала концентрируются в спорогенных тканях, а затем по мере развития спор наиболее интенсивно накапливаются в составе их оболочек.

В углях органы спороношения встречаются на разных стадиях своего развития и в зависимости от степени созревания отдельные элементы их оказываются неравномерно пропитанными стойким воскообразным веществом. В результате этого в процессе остудневания они приобретают неравномерную желто-красную или желто-бурую окраску и характерное мелкокомковатое строение. Присутствие органов спороношения в составе угольного вещества, по-видимому, придает ему особые химико-технологические свойства.

Продукты превращения органов спороношения, состоящие из групп клеток различного функционального назначения, бывают весьма разнообразны. Одни из них сходны с остатками коровых тканей или древесин, другие — с различными липоидными образованиями, например, типа кутикулы, смолообразных тел и т. п. Особенно много их обнаружено среди гелифицированных компонентов, где они, по-видимому, лучше диагностируются. Среди продуктов превращения органов спороношения нередко встречаются довольно хорошей сохранности спорангии и спороносные колоски (шишки) различной степени зрелости. В составе аттрита много клеток распавшихся спорангиев.

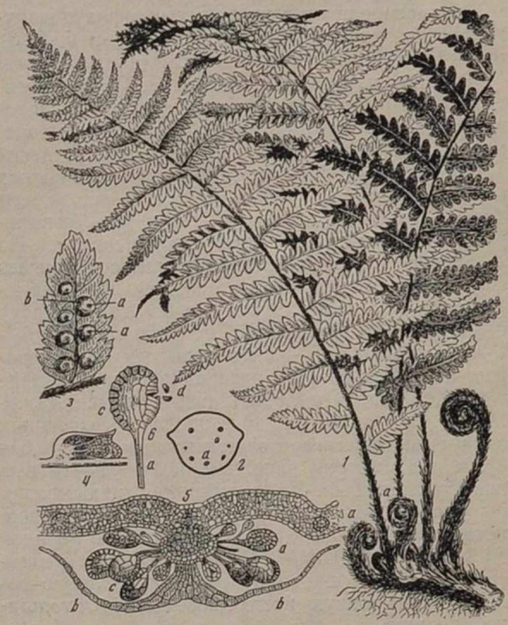


Рис. 8. Папоротник *Aspidium filix mas.*

1 — внешний вид всего растения: *а* — молодые спирально закрученные листья; *2* — поперечный разрез стержня или рахиса вайи с проходящими пучками *а*; *3* — сегмент перышка с сорусами, прикрытыми индузиями: *а* — индузий или покрывало; *b* — спорангии; *4* — сорус в продольном разрезе; *5* — поперечный разрез через сорус, покрытый центральным индузием; *а* — пластинка вайи; *b* — индузий; *с* — спорангии; *6* — спорангий: *а* — ножка; *с* — кольцо; *d* — споры (по Воссидло)

Микроспорангии (II — *1—3, 5*; III — *3—5*) нередко бывают довольно хорошей сохранности. Стенки их большей частью гелифицированы и имеют красный или оранжево-красный цвет (II — *1—3*; III — *4*). Иногда встречаются спорангии, стенки которых в той или иной мере кутинизированы. Такие спорангии имеют оранжевую или желтую окраску (II — *5, 6*; III — *3*). Клетки стенок спорангиев характеризуются округло-овальными очертаниями, причем обычно наружный слой гелифицированных клеточных

Шахты и рудники Донбасса © 2017

стенок имеет оражевый цвет, а внутренний — красный (II — *1, 2*; III — *2*). Продукты гелификации таких клеток отличаются оранжевыми оттенками окраски и особой комковатой структурой (III — *6*; IV — *1—3*). При хорошей сохранности спорангиев внутри них обнаруживаются желтые плотно прилегающие друг к другу микроспоры (II — *3, 4*; III — *2—5*). Нередко встречаются спорангии, где внутренняя полость их, вероятнее всего, выполнена спорогенным слоем (II — *2, 5*). Довольно часто наблюдаются скопления спорангиев или сорусы (II — *4*; III — *1, 2*).

Макроспорангии в угольных шлифах обнаруживаются значительно реже (V — 1, *а, б, 2, 3*) и обычно встречаются в виде аттрита.

В одной из последних работ Н. С. Снигиревской (1964) приводятся новые данные исследования растительных остатков, в том числе спороношения лепидодендроновых из угольных почек Донбасса. Н. С. Снигиревская в угольных почках отмечает многочисленные вегетативные побеги, листья, стробилы, изолированные спорангии и споры, а также подземные органы плауновидных. По ее данным, в строении микро- и макроспорангиев есть много общего. Мегаспорангии были очень крупные (3,5 *мм* в ширину и 5 *мм* в высоту) и значительно превышали по размерам (0,5—1 *мм* в ширину и 1—2 *мм* в высоту) микроспорангии. «Мегаспоры развивались по четыре в каждом спорангии, с начальным размером около 0,5 *мм* в диаметре, но в процессе созревания одна из них достигала огромных размеров (2,5—3 *мм* в диаметре), заполняя обычно почти всю полость спорангия. Оставшиеся абортивными споры располагались обычно с дистального конца мегаспорангия, были очень толстыми, с перино до 0,084 *мм* толщиной. Функционирующая мегаспора имела мешковидную форму, крупную полость, очень тонкую, всего 0,005—0,026 *мм* толщиной, перину».

Иногда в угольных шлифах (VI — *3*) отчетливо видно строение наружного покрова макроспорангия (палисадный слой). Он подобен строению микроспорангиев, но обычно имеет более крупные размеры. По-видимому, стенки макроспорангиев содержат меньше воскообразных веществ, чем таковые микроспорангиев, вследствие чего они являются менее стойкими и их гелифицированные продукты превращения обычно имеют более однородный красно-бурый цвет и хуже выраженную структуру. Чаще наблюдаются сильно остудневшие стенки макроспорангиев, где структура палисадной ткани четко не фиксируется (V — *1—4*; VII — *1, 4, 5*). По-видимому, очень многие тонкие гелифицированные прожилки в гетерогенной основе угля являются продуктами превращения макроспорангиев. Нередко в углях наблюдаются гелифицированные структурные включения, напоминающие внутренние покровы и питательные (трабекулярные) ткани спорангиев.

По структуре перина (эписпорий) у мегаспор довольно разнообразна. Она бывает гладкой, ноздреватой (VIII — *2, 3*), бахромчатой (V — *1—4*), иногда имеет своеобразные утолщения в виде бугров или каплевидных тел, сходных со смоляными образованиями (VI — *1*; VII — *3, 4*). Часто вокруг макроспор наблюдается частично сохранившаяся перина в виде скопления мелких желтых червеобразных образований, напоминающих микроскопы (VI — *2*; IX — *1*). Большей частью в углях наблюдаются недозревшие (абортивные) мегаспоры нередко с частично сохранившимся на них эписпорическим придатком (периной). Созревшие (функционирующие) мегаспоры встречаются реже, имеют тонкую экзину и перину и огромные размеры. В шлифах функционирующие мегаспоры напоминают тонкую гладкую кутикулу, отличаясь от последней толщиной и очертаниями. Перина функционирующих мегаспор имеет более однообразное строение, чем у абортивных, и обычно гладкая, ноздреватая или со своеобразными наростами (VII — *2, 4, 5*). Нередко в шлифах наблюдаются различные срезы через мегаспорангии, где хорошо видна стенка спорангия (палисадный слой), функционирующая (созревшая) мегаспора и иногда одна — три абортивные (недозревшие) мегаспоры (VII — *1*).

Часто среди гелифицированного аттрита попадаются образования, напоминающие отдельные фрагменты стробил (VI — *5, 6*; IX — *2, 3*). Для них характерно своеобразное волокнистое строение, окаймленность ровной гладкой кутикулой, частое совместное нахождение с макроспорами и скоплениями спорангиев. Изредка с макроспорами и спорангиями отмечаются крупноклеточные ткани оранжевого или красного цвета, также относящиеся к спороношениям (X — *1—4*). Значительно реже встречаются слабофюзенизированные и еще реже фюзенизированные органы спороношения. К ним, по-видимому, относится большая часть мелких включений различной формы, расположенных в виде послойных скоплений и отдельных включений совместно с гелифицированными фрагментами органов спороношения в гетерогенной части угля. Видимо, значительная часть микринита представляет собой аттрит органов спороношения. Вероятно, что часть органов спороношения перед сбрасыванием их растениями могла подсыхать и впоследствии, попадая во влажную обстановку, в какой-то мере остудневала.

В разрезах угольных пластов слои с повышенным содержанием органов спороношения распределяются довольно равномерно и, по-видимому, отвечают моментам споровых дождей, после которых идет массовое сбрасывание органов спороношения. В таких слоях содержание последних нередко достигает 70% и в среднем по пластам (по приближенным подсчетам) составляет примерно 10—30%.

ОРГАНИЧЕСКИЕ МИКРОКОМПОНЕНТЫ УГЛЕЙ

А. МИКРОКОМПОНЕНТЫ ГУМУСОВЫХ УГЛЕЙ

В основу подразделения микрокомпонентов гумусовых углей нижнего карбона положена классификация Ю. А. Жемчужникова и А. И. Гинзбург, согласно которой выделяется четыре группы микрокомпонентов: гелифицированные, слабофюзенизированные, фюзенизированные и кутинизированные.

На Всесоюзном совещании углепетрографов, происходившем в мае 1956 г. при ИГИ АН СССР, была принята классификация углей для технологических целей, в которой выделено пять групп микрокомпонентов: группа витринита, семивитринита, фюзинита, лейптинита и альгинита.

К группе гелифицированных микрокомпонентов (витринита) относятся растительные ткани, в различной мере подвергшиеся процессам остудневания. В результате этого одни из них еще сохранили некоторые признаки первоначального анатомического строения (ксилен, структурный витрен), в других эти признаки выражены крайне неотчетливо (ксиловитрен), а третьи представляют собой продукты предельного остудневания сильно измельченного растительного детрита (однородная основная масса) или отдельных наиболее крупных фрагментов тканей (бесструктурный витрен).

Из перечисленных микрокомпонентов этой группы по внешнему виду различается только витрен. Последний характеризуется более интенсивным блеском, чем основа угля, и линзовидной или полосовидной формой залегания.

Группа гелифицированных микрокомпонентов (витринита) играет значительную роль в сложении углей нижнего карбона и в среднем составляет 40—70%.

К группе слабофюзенизированных микрокомпонентов (семивитринита) относятся ксилены, ксиловитрены, витрены и полупрозрачная основная масса, которые вначале подвергались процессам гелификации, а затем испытали слабое воздействие процессов фюзенизации. Компоненты данной группы отличаются от вышеописанных окраской как в проходящем, так и в отраженном свете, отражательной способностью, а также технологическими свойствами.

А. И. Гинзбург (1958) предложила при наименовании микрокомпонентов этой группы добавлять приставку **семи**, указывающую на слабую фюзенизацию вещества микрокомпонента (семиксилено-фюзен, семиксиловитрено-фюзен, семивитрено-фюзен; табл. 5).

Содержание слабофюзенизированных микрокомпонентов в углях Западного и Южного Донбасса колеблется от 2—4 до 12% и лишь в Новомосковском районе достигает 15%, что объясняется значительным участием в составе этих углей полупрозрачной основной массы.

К группе фюзенизированных микрокомпонентов (фюзинита) относятся как структурные — фюзен, ксилено-фюзен и ксиловитрено-фюзен,— так и бесструктурные растительные остатки — витрено-фюзен, а также непрозрачная основная масса. По внешним признакам только фюзен различается своим шелковистым блеском и волокнистым строением. Компоненты этой группы принимают значительное участие в сложении пластов и содержание их колеблется в пределах от 10 до 30%.

Кутинизированные компоненты (группа лейптинита) объединяют микро- и макроспоры, кутикулу и тела, сходные со смоляными образованиями. Невооруженным глазом в кусках углей различимы только макроспоры. Обильное количество их при низкой степени углефикации придает углю бурый оттенок. Иногда на плоскостях наслоения наблюдаются отдельные выпуклые макроспоры коричневато-бурого цвета, имеющие округло-овальные очертания.

Споры обладают большим распространением и содержание их в угольных пластах разных районов колеблется в среднем от 10 до 30%.

При изучении углей наименования микрокомпонентов даны по старой терминологии. Одновременно (в скобках) указана новая терминология микрокомпонентов, предложенная И. Э. Вальц (1956) на втором совещании углепетрографов, состоявшемся в 1955 г. Учитывая исходный материал, процессы превращения и степень сохранности растительных структур, И. Э. Вальц вводит новые термины, дающие указания на гистологическую природу тех или иных растительных остатков. По степени сохранности признаков анатомического строения выделяются:

α-структуры: фрагменты тканей с отчетливым клеточным строением, полости клеток пустые или заполнены минеральным веществом;

β-структуры: фрагменты тканей с неотчетливым клеточным строением; кое-где видны единичные просветы клеточных полостей;

γ-структуры: фрагменты тканей с отчетливым клеточным строением, полости клеток заполнены аморфным органическим веществом;

Δ-структуры: фрагменты тканей с однородной или скрытой структурой, выявляющейся только в проходящем свете при скрещенных николях.

Аттриты — скопление мелких обрывков тканей (< 200 *мк*) α-, β-, γ- и Δ-структур.

Десмиты — продукты предельного остудневания растительных тканей, лишенные признаков клеточного строения.

Ниже приводится сопоставление классификаций и номенклатур микрокомпонентов углей (табл. 5), составленное А. И. Гинзбург (1958).

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица 5

Сопоставление классификации и номенклатур микрокомпонентов углей

Ю. А. Жемчужников, 1948; А. И. Гинзбург, 1951		И. Э. Вальц, 1956		Всесоюзное совещание углепетрографов, 1956		А. И. Гинзбург, 1958
Группа	Название микрокомпонента	Группа	Название микрокомпонента	Группа	Название микрокомпонента	Название микрокомпонента
Гелифицированные	Ксилен	Продукты гелификации	α-Лигнитит α-Ксиленит α-Паренхит	Витринита (Vt)	Телинит	Ксилен
	Ксиловитрен		β-Лигнитит β-Ксиленит β-Паренхит			Ксиловитрен
	Витрен структурный		γ-Лигнитит γ-Витренит γ-Паренхит			Витрен структурный
	Витрен бесструктурный		Δ-Лигнитит Δ-Витренит Δ-Паренхит		Коллинит	Витрен бесструктурный
	Основная масса / Ксиловитреновая однородная		Лигно- Витро- Ксило- Паренхо- } аттриты и десмиты			Основная масса
	Округло-угловатые тела		α- β- γ- } Рубросклеротинит*			Округло-угловатые тела
Слабофюзенизированные	Ксилен Ксиловитрен	Продукты гелификации и последующей слабой фюзенизации	α-Семифюзенит	Семивитринита ** (SV)	Семителинит	Семиксилено-фюзен
			β-Семифюзенит			Семиксиловитрено-фюзен
	Витрен		γ- Δ- } Семифюзенит		Семиколлинит	Семивитрено-фюзен
	Округло-угловатые тела		α- Δ- } Ортосклеротенит *			Округло-угловатые тела
	Основная масса		Семифюзеноаттрит Семифюзенодесмит		Микстинит	Основная масса
Фюзенизированные	Фюзен	Продукты гелификации и последующей сильной фюзенизации	α-Фюзенит	Фюзенита (F)	Фюзенит и семифюзенит	Фюзен
	Ксиленофюзен					Ксиленофюзен
	Ксиловитрено-фюзен Витрено-фюзен		β-Фюзенит			Ксиловитрено-фюзен
			γ- Δ- } Фюзенит			Витрено-фюзен
	Округло-угловатые тела		α- β- Δ- } Нитросклеротинит*		Склеротинит	Округло-угловатые тела
	Основная масса		Фюзеноаттрит Фюзенодесмит		Микринит	Основная масса

Таблица 5 (окончание)

Ю. А. Жемчужников 1948; А. И. Гинзбург 1951		И. Э. Вальц, 1956		Всесоюзное совещание углепетрографов, 1956		А. И. Гинзбург, 1958	
Группа	Название микрокомпонента	Группа	Название микрокомпонента	Группа	Название микрокомпонента	Название микрокомпонента	
Кутинизированные	Споры	Липоидные	Экзинит	Лейптинита (L)	Споринит	Спорово-кутикуловые	Споры
	Пыльца				Полинит		Пыльца
	Кутикула		Кутинит		Кутинит		Кутикула
	Суберинновые		α-Суберинит Субериноаттрит		Суберинит		Суберинновые
	Смоляные тела		Резинит		Резинит	Смоляные	Смоляные тельца, смолоподобные образования
Прочие	Склероции						

* Все склеротиниты И. Э. Вальц отнесены к прочим микрокомпонентам.
** Микрокомпоненты группы семивитринита по содержанию лишь частично соответствуют группе слабофюзенизированных.

Описание групп веществ и слагающих их компонентов дается для углей низких стадий углефикации (газовых), при этом принимается во внимание цвет и степень сохранности клеточного строения растительных тканей.

Гелифицированные компоненты (или компоненты группы витринита)

Цвет гелифицированных компонентов в проходящем свете изменяется от красновато-бурого до буровато-красного и интенсивно-красного.

В отраженном свете гелифицированные компоненты имеют различные оттенки серого цвета, причем отражательная способность красного (в проходящем свете) гелифицированного вещества ниже, чем красновато-бурого.

Характерно наличие определенной связи между цветом гелифицированного вещества, его структурными особенностями и гистологической природой исходных растительных остатков. Гелифицированное вещество красновато-бурого цвета обычно выглядит более однородным и остудневшим, чем гелифицированное вещество с красными оттенками, которое имеет наилучшую сохранность среди компонентов этой группы.

По сохранности клеточного строения различаются следующие структуры.

К с и л е н ы (α-к с и л е н и т). Образуют небольшие линзы с четким клеточным строением (XI — *1—3*).

Полости клеток пустые либо заполнены минеральным веществом. В проходящем свете цвет ксиленов преимущественно красновато-бурый, реже красный. Иногда ксилены постепенно переходят в структурные витрены и ксиловитрены (XI — *1, 2*). В отраженном свете с масляной иммерсией ксилены сохраняют структуру, причем красновато-бурые ксилены от красных отличаются различными оттенками серого цвета.

К с и л о в и т р е н ы (β-к с и л е н и т). Характеризуются полузаплывшим клеточным строением (XI — *4*) и представляют следующую стадию процесса гелификации. Ксиловитрены встречаются значительно чаще ксиленов. В проходящем свете окраска их близка к окраске ксиленов, преобладают ксиловитрены красные, реже красновато-бурые. Отражательная способность такая же, как у ксиленов, но структура в них проявляется менее четко.

В и т р е н ы. Имеют форму линз или крупных полосок, а также мелкого аттрита. Контуры включений витрена четкие, цвет красный или красновато-бурый. Отличительной особенностью является наличие трещин, расположенных перпендикулярно длине линз.

Различают две разновидности витренов: структурную (α-витренит) (XI — *5, а, б*; XII — *1—5*) и бесструктурную (Δ-витренит) (XII — *6*). Структурные витрены бывают весьма разнообразными. Одни из них обнаруживают четко выраженное клеточное строение, в других оно едва намечается.

Г е л и ф и ц и р о в а н н ы е о к р у г л о-о в а л ь н ы е т е л а (рубро-склеротинит). Встречаются сравнительно часто. Природа этих тел пока еще хорошо не изучена, однако можно предполагать, что они представляют собой отдельные, разобщенные клетки растительных тканей, возможно, во многих случаях относящиеся к органам спороношения (XIII — *2, 3*). По окраске, прозрачности и структуре они сходны с бесструктурными витренами, но отличаются от них округло-овальными очертаниями и особенно четкими контурами.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Прозрачная основная масса (витро-аттрит и витро-десмит). Имеет подчиненное значение. Являясь продуктом полного остудневания растительных тканей и перехода их в разжиженное состояние, встречается в виде прожилок и чрезвычайно мелких комочков, цементируя различные растительные фрагменты. По типу своего строения она делится на ксиловитрено-витреновую или неоднородную (XIV — *1—3 а, б*) и однородную (XIV — *4, 5*), иногда мелкоаттритовую (XXXV — *5*).

Ксиловитрено-витреновая основная масса характеризуется комковатым строением и разнородностью оттенков красного цвета. Присутствует она в углях более восстановленных — типа «б» и «в» и при скрещенных николях иногда выявляет поперечно-полосчатую или сетчатую псевдоструктуру. Сетчатая псевдоструктура (XIV — 3 *б*) образуется за счет светлых полосок, ориентированных перпендикулярно к напластованию, и наиболее четко проявляется при максимальном просветлении гелифицированного вещества.

Неоднородность основной массы и характер ее комковатости, по-видимому, связаны с гистологической природой исходных растительных остатков, по мнению К. И. Иносовой, в значительной мере представленных органами спороношения.

Однородная основная масса имеет большое значение в маловосстановленных углях типа «а». В проходящем свете она характеризуется красновато-бурой окраской и большей однородностью; иногда она приобретает мелкоаттритовый характер из-за сильно остудневших мелких комочков, полностью не утративших четкости своих очертаний.

Наиболее широко распространены гелифицированные компоненты, образовавшиеся в результате разложения стеблевых тканей, значительно реже наблюдаются органы спороношения и, как исключение,— ткани листьев.

Слабофюзенизированные компоненты (или компоненты группы семивитринита)

Компоненты этой группы характеризуются светло-коричневым и бурым цветом в проходящем свете и светло-серым с молочным оттенком в отраженном. Присутствуют они в угле как в виде крупных фрагментарных включений, так и в виде аттрита.

По сохранности клеточного строения выделяются те же структуры, что и для группы гелифицированных компонентов.

Семиксилено-фюзены (α-семифюзенит). Встречаются сравнительно часто в форме мелких, реже крупных линз. Клеточное строение четкое; в зависимости от направления среза полости клеток продолговатые, либо округлые (XV — *1, 2*). Иногда наблюдаются переходы в семивитрено-фюзен (XV — *2*).

Семиксиловитрено-фюзены (β-семифюзенит). Встречаются редко в форме небольших линз или полосок. Характеризуются полузаплывшими клеточными полостями (XV—*3а*; XVI — *1*); иногда образуют постепенные переходы в семивитрено-фюзен.

Семивитрено-фюзены. Встречаются сравнительно редко в форме линз и полосок различных размеров. Контуры линз семивитрено-фюзена четкие. Выделяются две разновидности: бесструктурная (Δ-семифюзенит) и структурная (γ-семифюзенит) (XV — *2—4*; XVI — *2, 3*); структура их разнообразная от четкого клеточного строения до едва видимого. При скрещенных николях семивитрено-фюзены обнаруживают густополосчатую поперечную псевдоструктуру (XV — *3б*).

Слабофюзенизированные округло-овальные тела встречаются редко: обычно они имеют хорошо выраженную структуру (XVII — *1—5*). Природа этих тел также недостаточно изучена. Многие углепетрографы относят их к склероциям, что маловероятно. Особая, слабовыраженная, сетчатая структура и небольшие размеры тел позволяют предполагать, что последние относятся к остаткам растительных тканей, возможно, многие из них могут быть отнесены к органам спороношения или являются местами прикрепления молодых побегов.

Очень редко встречаются спорангии и кутикула, в весьма слабой степени подвергшиеся процессам фюзенизации.

Смешанная (полупрозрачная) основная масса представляет собой тонкую смесь мелкого аттрита гелифицированных и фюзенизированных тканей. Размер этих частичек не превышает 2 *мк*. В проходящем свете они слабо просвечивают (XVIII — *1—3*).

Фюзенизированные компоненты (или компоненты группы фюзенита)

Фюзенизированные растительные ткани в тонких шлифах имеют черный или темно-коричневый цвет. Отражательная способность компонентов этой группы зависит от степени фюзенизации, а цвет их изменяется от серовато-белого до белого с желтоватым оттенком.

По степени сохранности клеточного строения различаются следующие фюзенизированные компоненты.

Фюзен (α-фюзенит) характеризуется хорошей сохранностью клеточной структуры, что, однако, встречается сравнительно редко, большей частью клеточные полости деформированы. На поперечных срезах фюзенизированная древесина имеет округлые или округло-овальные очертания клеточных полостей (XIX — *1*); а на продольных — сильно удлиненные (XIX — *2*). Нередко клеточные полости фюзена выполнены минеральными включениями (I — *2*). Фюзен образует в углях мелкие, реже крупные линзы.

Ксилено-фюзен (тоже α-фюзенит). Характеризуется признаками некоторого предварительного остуднения исходной растительной ткани, из-за чего клеточные полости приобрели неправильные очертания и уменьшились в размерах (XIX — *3*). Окраска включений этого компонента черная, реже темно-коричневая. Иногда наблюдаются переходы ксилено-фюзена в фюзен. Такие ткани встречаются исключительно редко.

Ксиловитрено-фюзен (β-фюзенит). Фюзенизированная ткань с заплывшими, едва различимыми клеточными полостями (XIX—*3—5*). Встречается часто, особенно в Южном Донбассе, в виде линз различных размеров. Отражательная способность несколько ниже, чем у фюзена.

Витрено-фюзен (Δ-фюзенит). Образует полоски и линзы без видимого клеточного строения, но часто с вертикальными трещинами (XIX — *6*). Встречается редко, при этом чаще в углях низких стадий углефикации.

Фюзенизированные округло-овальные тела (нигро-склеротинит), как структурные (XX — *3, 4*), так и бесструктурные (XX — *1, 2*), встречаются редко.

Непрозрачная основная масса (фюзено-аттрит и фюзено-десмит). Представляет собой совокупность мельчайших обломков фюзенизированных тканей и комочков непрозрачного бесструктурного вещества, более или менее равномерно рассеянных среди остальных компонентов угля (XX — *5, 6*).

По отражательной способности, рельефу и цвету непрозрачная основная масса довольно разнообразна, но большей частью по этим признакам приближается к семифюзенитам (ксиловитрено-фюзену и витрено-фюзену) и наиболее распространена. Обломки фюзенизированных тканей с высоким рельефом и высокой отражательной способностью в составе непрозрачной основной массы отмечаются редко.

Исходный материал группы фюзенизированных компонентов трудно определим. Наиболее отчетливо различаются остатки стеблевых тканей. Органы спороношения и листовые ткани также подвержены процессам фюзенизации, но встречаются несколько реже.

Кутинизированные компоненты (или компоненты группы лейптинита)

В эту группу входят споры, кутикула и тела, сходные со смоляными образованиями.

Микроспоры (экзинит). Цвет их в проходящем свете желтый, реже — желтовато-оранжевый, в отраженном — темно-серый. Оболочки микроспор на вертикальных шлифах очень разнообразны по своим очертаниям и размерам — от 0,015 до 0,084 *мм*.

Наиболее распространены микроспоры удлиненных очертаний с характерной вдавленностью в средней части (XXI — *2—4*). Реже встречаются микроспоры в виде тонких штрихов (XXI — *1, 2*) и округло-овальных очертаний (XXII — *4*, XLVII — *1*), лишенные внутренней полости. Весьма редко отмечаются микроспоры с нечеткими расплывчатыми контурами в виде тонких нитей, густо переплетенных между собой (XXVI — *1*). Кроме этого, встречаются крупные микроспоры с утолщенной кольцеобразной гладкой экзиной (XXII — *2, 3*) или со скульптурными украшениями (XXII — *1*).

Большей частью микроспоры встречаются в угле в рассеянном виде либо распределены послойно, заполняя промежутки между фрагментами различных растительных тканей (XXI—*2*); иногда они образуют скопления, большей частью отвечающие содержимому спорангиев (XXIII—*2, 3*); наконец, в шлифах нередко попадаются и типичные спорангии хорошей сохранности (II — *1—3*; *5*; III—*4, 5*), а также и их скопления — сорусы (II — *4*; III — *1, 2*). В некоторых типах углей наблюдаются послойные скопления микроспор, что связано с переносом их водой (XLI — *3*).

В продуктах мацерации по морфологическим признакам выделено свыше ста различных видов микроспор. Преобладают споры с толстыми, массивными оторочками, особенно характерные для дюреновых углей. В клареновых же углях чаще встречаются споры с тонкой экзиной без оторочек либо с нежными пленчатыми оторочками.

Макроспоры (экзинит) встречаются часто. Размер их колеблется от 0,30 до 1,20 *мм*. Наиболее распространены макроспоры размером 0,84—1,00 *мм*. Макроспоры с утолщенной экзиной иногда со складками смятия встречаются редко (XXV — *2*). Чаще макроспоры гладкие (XXV — *1—3*) и лишь изредка снабжены скульптурными украшениями (XXIV — *3*, XXVI — *2*) в виде выростов и шипов. Больше всего распространены макроспоры с утолщенной экзиной 0,02—0,05 *мм* (XXV — *1*).

В ископаемом состоянии сохраняется внешняя оболочка или экзина и очень редко интина (XXVII — *1*). Как исключение, встречаются макроспоры, на срезах которых четко различаются все три оболочки: интина, экзина и периспорий (XXVII — *2*). Строение экзины зернистое, реже однородное; иногда наблюдаются потемнения экзины возле ее внутренней поверхности.

Макроспоры наблюдаются в шлифах углей обычно в одиночку (XXIV — *1—3*), иногда они расположены группами и, как исключение, скоплениями. Изредка наблюдаются тетрады макро-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

спор (XXVI—*3, 4*; VI—*2*), макроспорангии (V—*1—4*) и спороносные колоски (VI—*5*; IX — *1—3*), защитные части органов спороношения, возможно, индузии (X — *1—4*).

Кутикула (кутинит) встречается редко. В прозрачных вертикальных шлифах она обычно тонкая, в виде вытянутых прямых нитей, либо с очень мелкими, плохо выраженными зубчиками (XXVIII—*1*), преимущественно желтая, часто окаймляет гелифицированные остатки молодых побегов (XIII — *1*, XXVII — *3*, XXVIII — *2, 3*) и, возможно, листовые ткани (I — *5, 6*). Иногда наблюдаются тонкие или толстые полосы и обрывки совершенно ровной и гладкой кутикулы, относящиеся к спороносным побегам. Приурочена кутикула в основном к клареновым углям, и только тонкая гладкая кутикула содержится в углях с повышенным количеством спор.

Тела, сходные со смоляными образованиями (резинит). Встречаются очень редко, выполняя полости клеток растительных тканей (XI—*5, 6*; XII—*1*) или залегая среди остальных компонентов в виде изолированных округло-овальных, реже угловатых включений (XXVIII—*4*). Цвет их желтый, реже желтовато-оранжевый. По-видимому, многие из них относятся к недозревшим спорангиям.

Б. МИКРОКОМПОНЕНТЫ САПРОПЕЛЕВО-ГУМУСОВЫХ УГЛЕЙ (или компоненты группы альгинита)

Эта группа объединяет водоросли в сапропелево-гумусовую основную массу.

Водоросли. В тонких вертикальных шлифах большей частью представлены мелкими (0,020—0,030 *мм*) формами овальных очертаний с неровным краем (LIII—*2*). В горизонтальных шлифах они обнаруживают ячеистую структуру, характерную для водорослей рода *Pila* (LIII — *1, 2*). Цвет водорослей желтый, иногда оранжевый и бурый в проходящем свете и темно-серый в отраженном. На аншлифах водоросли имеют высокий рельеф.

Основная масса. Непрозрачная (LII—*5*) и прозрачная (LII — *2*), темно-коричневая, бурая и желто-бурая с оливковым оттенком (LIII — *6*), представляет собой тонкую смесь мельчайшего аттрита гелифицированных растительных тканей с коллоидальным сапропелевым веществом. Выделяются отдельные зерна, волокна и комочки гелифицированного вещества, ориентированные по наслоению. Иногда основная масса загрязнена примесью глинистых частиц, карбонатов и мелких зерен кварца (LII—*5, 6*, LIII — *3, 5*).

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В УГЛЯХ

Минеральные включения, описанные по материалам З. И. Танатар-Бараш (1958, ф), в углях нижнего карбона встречаются в виде тонкодисперсной примеси в органической массе угля или образуют отдельные кристаллы и включения, видимые простым глазом. По своему составу они довольно разнообразны. Наиболее распространены сернистые соединения железа (пирит и марказит), карбонатные минералы (кальцит, сидерит, анкерит), глинистые минералы (каолинит, гидрослюда) и кремнистые минералы (кварц). Изредка встречаются мусковит, галлуазит, монотермит и другие минералы. Акцессорные минералы представлены единичными зернами циркона, анатаза, корунда, рутила, апатита и др.

Среди сернистых соединений железа в углях Петриковского и Новомосковского районов больше всего распространен пирит, представленный в виде крупных желваков, отдельных вкраплений и лепешек. В других районах скопления пирита, видимые простым глазом, встречаются реже.

Кальцит в углях указанных районов присутствует крайне редко. В то время как в районах, расположенных восточнее, он заполняет эндогенные трещины, ориентированные перпендикулярно наслоению и реже по наслоению, образуя прожилки размером от нескольких миллиметров до 0,5 *см* (XXIX—*2*).

Пирит встречается часто и представлен тремя разновидностями: видимой простым глазом, тонкодисперсной и образующей псевдоморфозы по фюзену.

Пирит, видимый простым глазом на плоскостях наслоения, образует кристаллы, пленки, прожилки и линзовидные включения (XXIX — *1*). Форма кристаллов октаэдрическая и кубическая.

Тонкодисперсный пирит связан с органической массой угля и различается только под микроскопом. Наиболее часто он встречается в гелифицированном веществе в виде мелких (XXX—*2*), реже крупных послойных вкраплений (XXX — *1, 3*), различных линзовидных стяжений, единичных крупных зерен (XXX — *2, 4*) и инкрустаций фюзенизированных тканей (XXXIII — 2), реже макроспор. В проходящем свете пирит непрозрачен, в отраженном — имеет латунно-желтый цвет и металлический блеск.

Псевдоморфозы пирита по фюзену встречаются редко.

Марказит с трудом отличим от пирита. Чаще всего он образует скопления зерен сферической формы, приуроченные к клеточным полостям фюзенизированных тканей.

Кальцит расположен в основном по трещинам, ориентированным перпендикулярно наслоению (XLII—*5*). В кровлях пластов наблюдается

переслаивание кальцита с углистым материалом и пустыми породами.

Микроскопически кальцит чаще всего отмечается по тонким (не более 0,1 *мм*) трещинам в форме заполнений крупно- и мелко-кристаллической структуры (XXXI—*1—3*). Кроме того, он образует сплошные массы или агрегаты зерен с более или менее правильными изометричными очертаниями, прекрасно выраженной спайностью и высоким рельефом. В поляризированном свете кальцит характеризуется высокими цветами интерференции с яркой псевдоабсорбцией (XXXI—*2, 3*). Иногда он заполняет полости клеток фюзенизированных и других тканей (XXXI—*4*).

Сидерит под микроскопом сходен с кальцитом, но отличается по показателю преломления. Представлен он мелкими и крупными сферическими стяжениями (XXXII—*1, 3, 5, 6*), различными зернистыми агрегатами (XXXII—*4*) и псевдоморфозами по фюзенизированным и другим тканям (XXXII—*2*).

Анкерит сходен с кальцитом, но отличается светло-бурой окраской и более высокими показателями преломления *No* — 16,90. Образует зерна изометрической формы, реже ромбоэдрические кристаллы или псевдоморфозы по фюзену (XXXIII—*1*).

Каолинит встречается часто, заполняя вертикальные трещины, приуроченные главным образом к витрену (XXIX—*3, 4*). Ширина выполненных трещин колеблется от нескольких миллиметров до 1—1,5 *см*.

Кроме того, встречаются мелкие вкрапления, различимые в органической массе угля только под микроскопом.

В прозрачных шлифах каолинит бесцветный или слегка желтоватый, представлен линзовидными включениями и зернистыми или тонкочешуйчатыми агрегатами. В поляризованном свете он дает низкие тона интерференционной окраски и часто имеет червеобразную форму кристаллов с четко выраженной поперечной спайностью (XXXIII — *3*, XXXIV — *1*).

Гидрослюда под микроскопом представляет агрегат мельчайших чешуек. При одном николе бесцветна или имеет светло-бурую окраску. Встречается сравнительно редко.

Кварц наблюдается редко. Он либо равномерно рассеян в угольной массе (XXXIV—*2*), либо совместно с другими минералами образует линзовидные скопления (XXXIV—*3а, б, 4*). Форма зерен кварца неправильно-угловатая, иногда изометрическая; цвета интерференции низкие (серые). Преобладает обломочный кварц, иногда встречается аутигенный.

Халцедон наблюдается в единичных пробах угля. Развит в виде тонких прослойков и гнезд среди основной массы угля, а также выполняет трещины кливажа. В трещинах халцедон раскристаллизован лучше. Сложение его волокнистое и столбчатое. Кристаллы ориентированы перпендикулярно стенкам трещин.

Мусковит образует тонкие бесцветные чешуйки (XXXIV—*2*), рассеянные среди угольной массы совместно с кварцем и гидрослюдой, и ориентированные по наслоению. В скрещенных николях имеет яркую интерференционную окраску.

Галлуазит присутствует в отдельных пробах в виде сплошных масс светло-коричневого цвета и скрыточешуйчатого строения. Окраска обусловлена влиянием органического вещества. Галлуазит изотропен либо обладает слабым двупреломлением. Показатель преломления *Nm* — 1,572, что соответствует, по-видимому, железистой разности. Приурочен к трещинам кливажа.

Монотермит встречается в единичных пластах. Развит в виде тонкочешуйчатых масс буровато-серой окраски, обусловленной присутствием гумусового вещества: *Ng* — 1,567; *Nm* — 1,562; *Np* — 1,545. Монотермит приурочен к основной массе угля.

Спектральный анализ углей показал присутствие в них редких элементов: скандия, титана, германия, галлия, ванадия и иттрия. Наибольший интерес представляют германий и скандий.

По условиям образования минеральные включения могут быть подразделены на три группы: терригенные, аутигенные и диагенетические.

Терригенные минералы, к которым могут быть отнесены зерна кварца, мусковита, апатита, циркона, рутила, корунда, присутствуют в незначительном количестве и не оказывают существенного влияния на процентное содержание золы.

Аутигенные минералы составляют главную массу примесей. К этой группе могут быть отне-

Таблица 6

Минеральные включения, сгруппированные по условиям образования

Минералы	Терригенные	Аутигенные	Диагенетические
Циркон	+	—	—
Рутил	+	—	—
Корунд	+	—	—
Апатит	+	—	—
Мусковит	+	—	—
Кварц	+	+	—
Каолинит	—	+	—
Галлуазит	—	+	—
Гидрослюда	—	+	—
Монотермит	—	+	—
Пирит	—	+	+
Марказит	—	+	—
Кальцит	—	—	+
Анкерит	—	+	—
Сидерит	—	+	—
Анатаз	—	+	—

Шахты и рудники Донбасса © 2017

сены кварц, каолинит, галлуазит, пирит, марказит и анатаз. Приурочены они преимущественно к гелифицированным компонентам угля. Развиты в виде линзочек и мелкой вкрапленности.

К диагенетическим минералам следует отнести кальцит, пирит и халцедон, выполняющие большей частью трещины эндокливажа (табл. 6).

ТИПИЗАЦИЯ УГЛЕЙ

В основу типизации углей нижнего карбона положены их генетические и качественные признаки. Основное внимание уделено доминирующему классу гумитов. Угли, сходные с липтобиолитами, составляют весьма малый процент и входят в состав пластов гумусовых углей в форме тонких линзовидных прослоев, являясь по существу одной из модификаций гумитов, сильно обогащенной спорами ($L > 70\%$). Очень близко к гумитам стоят также сапропелито-гумитовые угли типа кеннелей и богхед-кеннелей. Настоящих сапропелевых углей в нижнем карбоне пока не обнаружено. Таким образом, в углях нижнего карбона выделено три класса: гумиты, липтобиолиты и сапропелито-гумиты (табл. 7).

Таблица 7

Вещественно-петрографический состав углей

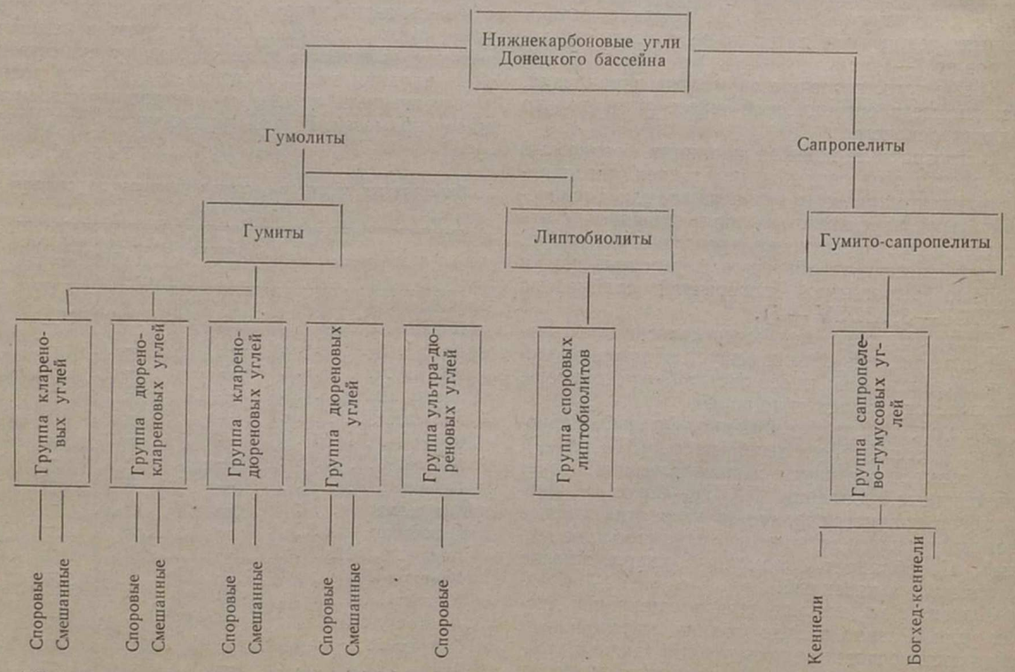
Группа вещества	Содержание в углях, %	
	среднего карбона	нижнего карбона
Витринита	75—90 (85)*	40—70 (55)
Фюзинита	4—10 (5)	15—35 (25)
Лейптинита	5—15 (10)	10—30 (20)

* Среднее значение.

В пределах класса гумитов выделяются группы, подгруппы, типы и разновидности, причем объем отдельных классификационных единиц и принцип их выделения иные, чем в существующих классификациях по другим месторождениям, что обусловливается следующим обстоятельствами.

Угли визейского яруса нижнего карбона существенно отличаются от углей среднего карбона промышленного Донбасса (табл. 7). Вследствие этого подход к их типизации не

СХЕМА КЛАССИФИКАЦИИ УГЛЕЙ НИЖНЕГО КАРБОНА ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА *



* Дальнейшее подразделение гумусовых углей см. в табл. 8, а сапропелево-гумусовых—на стр. 51.

Таблица 8

Классификация гумусовых углей нижнего карбона Донбасса

Группы	Подгруппы	Типы	Разновидности	
			по степени раздробленности и преобладающему исходному материалу гелифицированных компонентов *	
по содержанию гелифицированных (витринит — Vt) компонентов	по соотношению кутинизированных (лейптинит — L) и фюзенизированных (фюзинит — F) компонентов	по степени восстановленности (определяется по цвету и степени разложения гелифицированных компонентов)	степень раздробленности	исходный материал
Кларены Vt > 80% полублестящие и блестящие полосчатые, реже штриховатые и однородные	Споровые L > F	Маловосстановленные «а» (цвет бурый, степень разложения — высокая)	Крупноаттритовые **	Стеблевые ткани
			Аттритовые **	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)	Аттритовые	Стеблевые, возможно, листовые ткани и органы спороношения
			Мелкоаттритовые **	Стеблевые ткани и органы спороношения
		Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)	Аттритовые	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
			Мелкоаттритовые	Органы спороношения, стеблевые и, возможно, листовые ткани
	Смешанные L ⩽ F	Маловосстановленные «а» (цвет бурый, степень разложения — высокая)	Крупноаттритовые	Стеблевые ткани
			Аттритовые	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)	Аттритовые	Стеблевые, возможно, листовые ткани и органы спороношения
			Мелкоаттритовые	Стеблевые ткани и органы спороношения
		Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)	Аттритовые	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
			Мелкоаттритовые	Органы спороношения, стеблевые и, возможно, листовые ткани
Дюрено-кларены Vt от 80 до 65% полублестящие, реже полуматовые, полосчатые, либо штриховатые	Споровые L > F	Маловосстановленные «а» (цвет бурый, степень разложения — высокая)	Крупноаттритовые	Стеблевые ткани
			Аттритовые	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)	Аттритовые	Стеблевые, возможно, листовые ткани и органы спороношения
			Мелкоаттритовые	Стеблевые ткани и органы спороношения

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица 8 (продолжение)

Группы	Подгруппы	Типы	Разновидности	
по содержанию гелифицированных (витринит — Vt) компонентов	по соотношению кутинизированных (лейптинит — L) и фюзенизированных (фюзинит — F) компонентов	по степени восстановленности (определяется по цвету и степени разложения гелифицированных компонентов)	по степени раздробленности и преобладающему исходному материалу гелифицированных компонентов *	
			степень раздробленности	исходный материал
Дюрено-кларены Vt от 80 до 65% полублестящие, реже полуматовые, полосчатые, либо штриховатые	Смешанные L ⩽ F	Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)	Аттритовые	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
			Мелкоаттритовые	Органы спороношения, стеблевые и, возможно, листовые ткани
		Маловосстановленные «а» (цвет красный, степень разложения — высокая)	Крупноаттритовые	Стеблевые ткани
			Аттритовые	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)	Аттритовые	Стеблевые, возможно, листовые ткани и органы спороношения
			Мелкоаттритовые	Стеблевые ткани и органы спороношения
		Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)	Аттритовые	Стеблевые и, возможно, листовые ткани
			Мелкоаттритовые	Органы спороношения, стеблевые и, возможно, листовые ткани
Кларено-дюрены Vt от 65 до 40% полуматовые, реже полублестящие, штриховатые, либо полосчатые	Споровые L > F	Маловосстановленные «а» (цвет красный, степень разложения — высокая)	Крупноаттритовые	Стеблевые ткани
			Аттритовые	То же
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)	Аттритовые	Стеблевые ткани, реже органы спороношения
			Мелкоаттритовые	То же
		Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)	Аттритовые	Стеблевые ткани
			Мелкоаттритовые	Органы спороношения, реже стеблевые ткани
	Смешанные L ⩽ F	Маловосстановленные «а» (цвет бурый, степень разложения — высокая)	Крупноаттритовые	Стеблевые ткани
			Аттритовые	То же
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)	Аттритовые	Стеблевые ткани, реже органы спороношения
			Мелкоаттритовые	То же
		Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)	Аттритовые	Стеблевые ткани
			Мелкоаттритовые	Органы спороношения, реже стеблевые ткани

Таблица 8 (окончание)

Группы	Подгруппы	Типы	Разновидности	
по содержанию гелифицированных (витринит — Vt) компонентов	по соотношению кутинизированных (лейптинит — L) и фюзенизированных (фюзинит — F) компонентов	по степени восстановленности (определяется по цвету и степени разложения гелифицированных компонентов)	по степени раздробленности и преобладающему исходному материалу гелифицированных компонентов *	
			степень раздробленности	исходный материал
Дюрены Vt от 40 до 20% полуматовые и матовые, преимущественно штриховатые	Споровые L>F	Маловосстановленные «а» (цвет бурый, степень разложения — высокая)		
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)		
		Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)		
	Смешанные L⩽F	Маловосстановленные «а» (цвет бурый, степень разложения — высокая)		
		Переходные «б» (цвет красно-бурый, степень разложения — средняя)		
		Восстановленные «в» (цвет красный, степень разложения — низкая)		
Ультрадюрены Vt < 20% матовые, штриховатые и однородные	Споровые L>F			

* Компоненты разновидностей указаны только преобладающие.

** В данной работе принятые размеры частиц органических микрокомпонентов см. на стр. 42.

мог быть таким, как для углей среднего карбона, где резко преобладают клареновые разности, и в основу подразделения углей нижнего карбона был положен вещественно-петрографический состав. Вместе с тем детальными исследованиями К. И. Иносовой (1959) было установлено, что несмотря на сложный петрографический состав этих углей по характеру гелифицированного вещества и химико-технологическим свойствам, они также могут быть подразделены на маловосстановленные, переходные и восстановленные. В среднем карбоне широко распространены переходные и восстановленные угли, а в нижнем — преобладают близкие к маловосстановленным переходные типы углей. Этими же работами было показано, что на петрографические и качественные особенности углей значительное влияние оказывает исходный растительный материал.

В связи с этим классификация углей усложнилась, и возникли трудности при определении наименований классификационных единиц. Укоренившийся в углепетрографии термин тип углей обычно применяется при разделении углей по вещественно-петрографическому составу, между тем для углей промышленного Донбасса широко внедрен как один из классификационных параметров тип по восстановленности. Ввиду того, что наличие в одной классификации двух одноименных таксономических единиц с различным генетическим смыслом неприемлемо, пришлось при разделении углей по вещественному составу термин типы углей заменить термином группы углей, оставив без изменения широко распространенное в Донбассе понятие «типы по восстановленности», различаемые углепетрографически по цвету и степени разложения гелифицированных компонентов.

Таким образом, в пределах класса гумитов дальнейшее подразделение проводилось на основании:

1) вещественного состава, включающего три группы компонентов: гелифицированных или витринита (Vt); фюзенизированных или фюзинита (F), вместе с группой слабофюзенизированных

Шахты и рудники Донбасса © 2017

(Sv), самостоятельно играющей незначительную роль; кутинизированных или лейптинита (L);

2) степени восстановленности, определяемой по цвету и степени разложения гелифицированных компонентов;

3) степени измельчения элементов исходного материала;

4) принадлежности гелифицированных компонентов к тем или иным гистологическим группам тканей (табл. 8).

А. ГУМИТЫ

По вещественному составу угли этого класса подразделяются на группы с учетом процентного содержания гелифицированных компонентов.

По процентному содержанию витринита выделяются пять групп углей:

Клареновые	>80
Дюрено-клареновые	80—65
Кларено-дюреновые	65—40
Дюреновые	40—20
Ультрадюреновые	<20

Пределы содержания гелифицированных компонентов для отдельных групп приняты на совещании углепетрографов, углехимиков-технологов и геологов, созванном 3 июля 1959 г. редакционной коллегией монографии «Геология месторождения углей и горючих сланцев СССР».

В пределах групп выделяются подгруппы с учетом соотношения подчиненных веществ кутинизированного и фюзенизированного с преимуществом первого, как более активно влияющего на химико-технические свойства углей.

Таким образом, в каждой группе выделяются две подгруппы: споровая $L > F$ и смешанная $L \leqslant F$.

По цвету и степени разложения гелифицированных компонентов в каждой подгруппе различаются три типа, соответствующие типам углей по степени «восстановленности», за исключением последней группы (ультрадюренов), где гелифицированное вещество играет ничтожную роль.

Тип «а» — маловосстановленный, характеризуется бурым цветом гелифицированного вещества и сравнительно высокой степенью разложения растительных остатков тканевого происхождения.

Тип «б» — переходный (промежуточный) — характеризуется красно-бурым цветом гелифицированного вещества и средней степенью разложения растительных остатков тканевого происхождения.

Тип «в» — восстановленный — характеризуется красным цветом гелифицированного вещества и низкой степенью разложения растительных остатков тканевого происхождения.

Тип «а» от типа «в» при одной и той же степени метаморфизма отличается относительно низкими показателями выхода летучих веществ, спекаемости и сернистости.

В пределах каждого типа устанавливались разновидности, с одной стороны, на основании структурных признаков: крупноаттритовый (выше 0,2 *мм*), аттритовый (0,1—0,2 *мм*), мелкоаттритовый (менее 0,1 *мм*). С другой стороны, по возможности учитывалась гистологическая природа остатков тканей.

В углях нижнего карбона остатки растительных тканей большей частью имеют плохую сохранность и трудно поддаются диагностике. Тем не менее благодаря применению двусторонне-полированных шлифов во многих случаях представилось возможным выявить детали их строения. Среди аттрита гелифицированных компонентов К. И. Иносова впервые обнаружила большое количество всевозможных обрывков органов спороношения, наряду с которыми нередко встречаются также спорангии хорошей сохранности. По данным К. И. Иносовой, органы спороношения придают углю особые свойства, улучшая его коксуемость и повышая выход летучих веществ и содержание водорода. Из всех гелифицированных компонентов наиболее низкие показатели по трем перечисленным параметрам дают стеблевые ткани и наивысшие — спороносные органы.

Характерно, что крупноаттритовые угли, состоящие в значительной мере из гелифицированных стеблевых тканей, относятся обычно к типу «а», т. е. к маловосстановленным углям. Переходные аттритовые угли типа «б» имеют смешанный состав, а в восстановленных углях типа «в» значительную роль играют органы спороношения, присутствие которых часто придает углям мелкоаттритовый характер. В распределении фюзенизированных компонентов такой четкой закономерности не наблюдается. Однако замечено, что более восстановленные угли чаще встречаются в смешанной подгруппе.

Следует подчеркнуть, что проявление указанных выше закономерностей отнюдь не исключает присутствия в известных количествах органов спороношения и, возможно, листовой паренхимы в углях типа «а», или, наоборот, стеблевых тканей в углях типа «в», тем более, что в углях с глубоко зашедшими процессами гелификации трудно, а иногда и невозможно определить природу исходных растительных тканей.

При определении типа углей нужно обращать внимание в одинаковой мере на все четыре признака: цвет, структуру, степень разложения и природу гелифицированных компонентов, причем часто, особенно в переходных типах, наблюдается как бы несовпадение указанных признаков. Например, цвет красный, а степень разложения высокая или, наоборот, много органов спороношения хорошей сохранности при буром цвете гелифицированного вещества. Признаки же основных типов («а» и «в») обычно выражены более

четко. При разборе данных химических анализов нельзя не заметить определенной зависимости между рядом химических показателей и вещественно-петрографическим составом (рис. 9) и степенью восстановленности углей (табл. 9, 10).

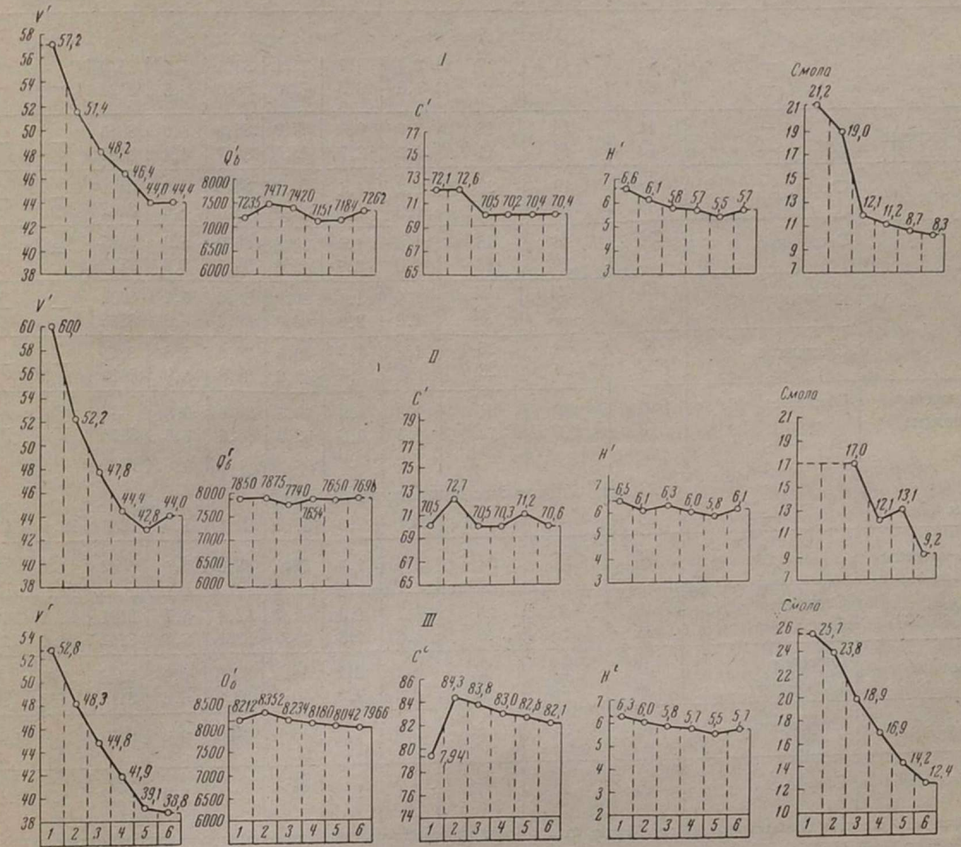


Рис. 9. Изменение качественных показателей по средним пробам групп углей:

I — Новомосковский район; *II* — западная часть Павлоградско-Петропавловского района; *III* — восточная часть Павлоградско-Петропавловского района

1 — лейптинит; *2* — ультрадюрен; *3* — дюрен; *4* — кларено-дюрен; *5* — дюрено-кларен; *6* — кларен

Графики (рис. 10) построены для споровых и смешанных подгрупп отдельно, с учетом их существенных качественных различий. На обоих графиках пробы распределены в порядке уменьшения процентного содержания компонентов группы витринита, чем соответственно подчеркивается влияние на одной диаграмме спорового и на другой — фюзенизированного вещества. Ход кривых, особенно для выхода летучих веществ, водорода и теплоты сгорания, на этих двух диаграммах совершенно различный. Для споровой подгруппы углей (рис. 10, *а*) все перечисленные показатели с той или другой степенью отчетливости увеличиваются по мере возрастания процентного содержания спорового вещества, тогда как для подгруппы смешанных углей подобного явления не наблюдается. Последнее объясняется значительным содержанием инертного фюзенизированного вещества, погашающего активные свойства споровых компонентов. Влияние качественных особенностей гелифицированного вещества на химические свойства углей отчетливо видно при сравнении кривой типов а, ба, аб, б, в с кривыми основных химических показателей. Почти всюду максимумы на кривой выхода летучих веществ, содержания серы, водорода и теплоты сгорания отвечают большей восстановлен-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица 9

Качественная характеристика групп газовых углей

Группы	Подгруппы	Состав групп компонентов, % витринита	фюзинита	лейптинита	W^a	$S^c_{об}$	V^r	C^a	H^a	$Q^r_б$	Смола	Y
Южный Донбасс												
Кларены	—	82*	11	7	2,4	0,7	35,1	85,1	5,5	8450		
	—	87	4	9	1,8	3,3	43,6	85,0	6,3	8320	—	—
Дюрено-кларены	—	71	16	13	2,0	0,7	37,0	85,2	5,6	8343		
	—	73	16	11	1,2	2,7	43,5	84,7	6,1	8387	—	—
Кларено-дюрены	Споровые	55	19	26	1,2	1,1	42,4	85,3	5,9	8501		
		52	19	29	1,2	1,7	43,0	84,5	5,8	8467	—	—
	Смешанные	54	28	15	1,5	1,1	39,8	86,0	5,9	8505		
		56	29	15	1,3	2,0	41,8	85,5	5,8	8523	—	—
Дюрены	Споровые	31	24	45	1,0	1,1	46,0	86,0	6,2	8676		
		34	22	44	1,2	2,0	48,6	86,3	6,0	8568	—	—
	Смешанные	32	40	28	1,2	1,2	40,5	86,3	5,8	8545		
		33	39	28	1,4	1,5	42,2	85,8	5,9	8629	—	—
Ультрадюрены Липтобиолиты	Споровые	10	39	61	0,8	1,5	50,5	87,6	6,3	—		
	»	13	15	72	1,2	0,8	53,8	85,6	6,6	8680	—	—
Восточная часть Павлоградско-Петропавловского района												
Кларены	—	86	8	6	3,4	2,3	38,8	82,1	5,7	7966	12,4	13
Дюрено-кларены	—	73	16	11	3,5	1,3	39,1	82,8	5,5	8042	14,2	12
Кларено-дюрены	Споровые	54	20	26	2,7	1,6	42,7	82,8	5,7	8191	18,4	12
	Смешанные	55	29	16	1,9	1,6	40,0	83,1	5,6	8112	16,1	11
Дюрены	Споровые	31	27	42	1,7	2,2	46,4	83,8	6,0	8246	21,6	М. в. *
	Смешанные	38	36	26	3,2	1,2	40,8	83,8	5,6	8115	14,8	10
Ультра-дюрены	Споровые	14	31	55	1,5	1,2	48,3	84,3	6,0	8352	23,8	М.в.**
Липтобиолиты	Споровые	10	16	74	3,1	1,4	52,8	79,4	6,3	8212	25,7	М.в.**

* Для углей Южного Донбасса верхняя строка относится к углям маловосстановленного типа «а», вторая—восстановленного типа «в».
** М. в. — масса вытекла.

ности на кривых типов. Такая зависимость ярче выражена на графике, построенном для смешанных углей (рис. 10, *б*), и менее отчетлива на графике споровых подтипов, так как в последнем случае влияние активного спорового вещества затушевывает установленную зависимость для группы гелифицированных компонентов.

Таким образом, химико-технологические свойства углей нижнего карбона зависят от вещественно-петрографического состава и свойств гелифицированных компонентов.

На химические и технологические свойства клареновых и дюрено-клареновых углей, характеризующихся повышенным содержанием гелифицированного вещества, больше всего влияет степень их восстановленности. При этом влияние исходного материала на качество наиболее ярко выражено в неокисленных, т. е. восстановленных, углях, где лучше сохраняются все его первичные свойства. В кларено-дюреновых и дюреновых углях, как в споровых, так и смешанных, влияние типа несколько затушевывается, а в ультрадюренах совершенно не сказывается.

В дюренах большее влияние (особенно на выход летучих веществ) оказывает соотношение кутинизированных и фюзенизированных компонентов; так, например, для споровых углей выход летучих веществ в среднем составляет 47,3%, а для смешанных 41,4% (табл. 9). В липтобиолитах наблюдается изменение ряда свойств: по-

Таблица 10

Качественные показатели для групп кларена и дюрено-кларена маловосстановленных и переходных углей

Район	A^c маловосстановленные, тип «а»	A^c переходные, тип «б»	V^r маловосстановленные, тип «а»	V^r переходные, тип «б»	$S_{об}$ маловосстановленные, тип «а»	$S_{об}$ переходные, тип «б»
Новомосковский . .	11,9	12,7	43,27	47,05	2,17	2,26
Павлоградско-Петропавловский						
западная часть . .	7,8	12,8	39,6	42,6	1,05	2,3
восточная часть .	2,4	6,5	37,8	40,6	1,2	3,7

вышаются выход летучих веществ, содержание водорода и теплота сгорания (см. рис. 9).

В пределах всей полосы развития верхневизейских угленосных отложений в строении пластов принимают участие различные группы углей (рис. 11) — от клареновых до липтобиолитовых включительно, но с резким преобладанием смешанных кларено-дюреновых и дюрено-клареновых разностей (рис. 12). Участие ультрадюреновых и липтобиолитовых углей незначительно. В западной части Новомосковского района во всех группах углей, за исключением клареновых и дюрено-клареновых, резко преобладают подгруппы споровых (рис. 12, *а*). В центральной части Павлоградско-Петропавловского района возрастает значение смешанных углей наряду со споровыми, а на востоке, в пределах Южного Донбасса, резко доминируют смешанные подгруппы (рис. 12, *б*, *в*). Характеристика групп и типов приводится для наиболее распространенных газовых углей Павлоградско-Петропавловского, Волчанского и Владимировского районов.

Группа клареновых углей
(полублестящие и блестящие полосчатые, реже штриховатые и однородные)

Внешне угли черного цвета полублестящие, реже блестящие, тонкополосчатые, иногда однородные или штриховатые, сравнительно хрупкие с ровным мелкоступенчатым изломом (XXXVI — *1*). Цвет черты черный. Включения фюзена наблюдаются на плоскостях напластования и в виде мелких линз, различимых на вертикальном изломе. Иногда в трещинах кливажа обнаруживаются пленки кальцита и пирита; последний встречается в углях также в форме мелких линзовидных включений, главным образом псевдоморфоз, по фюзенизированным тканям.

Под микроскопом основной фон шлифов этих углей составляет гелифицированное вещество ($V_t > 80\%$) и лишь небольшую роль играют кутинизированные и фюзенизированные компоненты. Из кутинизированных компонентов преобладают микроспоры, имеющие преимущественно тонкую нежную экзину. Включениями группы фюзенизированных компонентов являются структурные стеблевые ткани типа ксиловитрено-фюзена и реже фюзена. По структуре и характерным особенностям гелифицированного вещества выделяются типы углей.

Типы «а» и «б а» (маловосстановленные) характеризуются гелифицированным веществом бурого цвета с однородной либо аттритовой структурой. В наиболее однородных углях остатки гелифицированных растительных тканей настолько сильно остуднели, что утратили признаки первоначальной структуры, и в шлифах едва обнаруживают контуры наиболее крупных фрагментов. В таких углях значительное место занимает однородная прозрачная основная масса как продукт более глубокого разложения тканей. Более стойкие элементы, к которым чаще всего относятся споры, расположены в прозрачной однородной (XXXV — *2*, *3*), иногда тонкоаттритовой, основной массе (XXXV — *4*, *5*), заполняя промежутки между более крупными обрывками стеблевых тканей.

В углях с аттритовым сложением значительно четче, чем в предыдущей разновидности, обнаруживаются крупные стеблевые ткани (XXXV — *2*). Сравнительно редко отмечаются сильно разложившиеся паренхимные ткани листьев и остатки органов спороношения. Основная масса большей частью мелкоаттритовая, либо однородная и вместе с включенными в нее спорами заполняет промежутки между расщепленными на отдельные волокна фрагментами гелифицированных тканей. В маловосстановленных углях часто встречаются довольно широкие полосы структурного витрена. По химическим свойствам такие угли характеризуются пониженной спекаемостью (У = 6—7 *мм*), пониженным выходом летучих веществ ($V^r = 35—38\%$), низкой сернистостью ($S_{об}^c < 1\%$) и более низким содержанием водорода (Н = 5,5—5,7).

Типы «а б» и «б» (переходные). В углях этих типов гелифицированное вещество характеризуется красно-бурым цветом и аттритовой структурой. Преобладают остатки стеблевых (XXXVI — *2*) и, возможно, листовых тканей. В углях с мелкоаттритовой структурой наряду с более мелкими стеблевыми фрагментами обнаруживаются и остатки органов спороношения (XXXVIII — *5*). Таким образом, угли характеризуются смешанным составом гелифицированных тканей (стеблевые, возможно, листовые ткани и органы спороношения), переходными тонами окраски гелифицированного вещества и средней степенью разложения тканевых компонентов. По сравнению с углями типа «а» гелифицирован-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ные ткани в них обычно лучшей сохранности и часто обнаруживают характерные особенности клеточного строения. Переходным углям присуще непостоянство признаков, имеющих промежуточный характер, и по соотношению этих признаков угли тяготеют либо к типу «а», либо к типу «в».

Типы «бв» и «в» (восстановленные). Углям этого типа соответствуют наиболее красные тона окраски гелифицированного вещества и наилучшая сохранность остатков различных гелифицированных растительных тканей.

Встречаются аттритовые и мелкоаттритовые угли. В аттритовых углях преобладают стеблевые и, возможно, листовые паренхимные ткани (XXXVI — *3*), а в мелкоаттритовых — органы спороношения (IV — *1—3*). Таким образом, для обоих разновидностей характерно неоднородное строение гелифицированного вещества. Среди аттрита часто обнаруживаются ткани с ксиловитрено-витреновой комковатой структурой, много овальных смоло подобных тел оранжево-красной окраски и характерных членистых несколько заплывших комковатых структур, являющихся продуктами распада оболочек микроспорангиев (IV — *1—3*). Расположение частиц гелифицированного аттрита чаще послойное, либо близкое к послойному. Между более крупными обрывками гелифицированных тканей расположены участки прозрачной основной массы, опак-вещества, мелкие включения фюзенизированных тканей и кутинизированные компоненты (главным образом споры). В этом типе угля нередки также полосы структурного витрена. Из минеральных включений очень часто наблюдается пирит в форме мелких послойных вкраплений, реже линзовидных включений в гелифицированном веществе и различной формы стяжений и инкрустаций по фюзенизированным и кутинизированным компонентам.

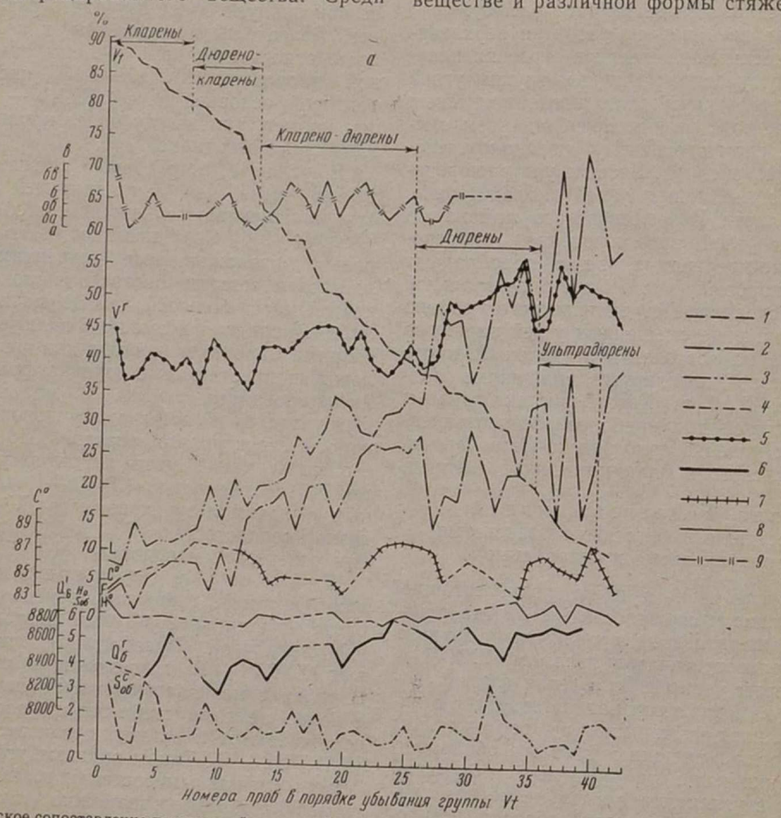


Рис. 10. Графическое сопоставление показателей петрографического состава с данными химических анализов типовых проб углей нижнего карбона Южного Донбасса

Подгруппа *а* — споровых; *б* — смешанных.

1 — Vt — группа витринита; *2* — F — группа фюзинита; *3* — L — группа лейптинита; *4* — $S^c_{об}$ — сера; *5* — V^r — выход летучих веществ; — $Q^r_б$ — теплота сгорания; *7* — C°—углерод; *8* — H° — водород; *9* — типы по восстановленности

По химико-технологическим свойствам угли типов «б» и «в» характеризуются, в противоположность типам «а» и «ба», повышенными показателями спекаемости (У = 13—15 *мм*), выхода летучих веществ (V^r = 40—46%), содержания серы ($S^c_{об}$ = 2—3%) и водорода (H^0 = 6,0—6,3%).

Клареновые угли встречаются редко, они образуют небольшие по мощности (до 0,15 *м*) прослои среди других групп углей и составляют всего 5—8% по отношению к суммарной мощности пласта.

Группа дюрено-клареновых углей (полублестящие, реже полуматовые, полосчатые или штриховатые)

Внешне угли черного цвета, полублестящие (XXXVII — *4*), реже переходящие к полуматовым или полуматовые; преимущественно полосчатые, иногда со штриховатой основой (XXXVIII — *2, 4*). Сравнительно часто содержат фюзенизированные растительные остатки. Цвет черты черный. Излом неровный, ступенчатый, поверхности излома гладкие, угольное вещество довольно крепкое. Как и в клареновых углях, иногда по плоскостям кливажа и по трещинам обнаруживаются пленки кальцита и налеты пирита. Пирит встречается также нередко в форме линз, замещая фюзенизированные стеблевые ткани.

Микроскопически в углях этой группы преобладает гелифицированное вещество (Vt = 80—65%). Здесь выделяются те же типы («а», «б», «в») и разновидности, что и в группе клареновых углей.

Содержание кутинизированных и фюзенизированных компонентов примерно равное и колеблется от 6 до 17%.

Микроструктура дюрено-клареновых углей отличается от клареновых не только присутствием

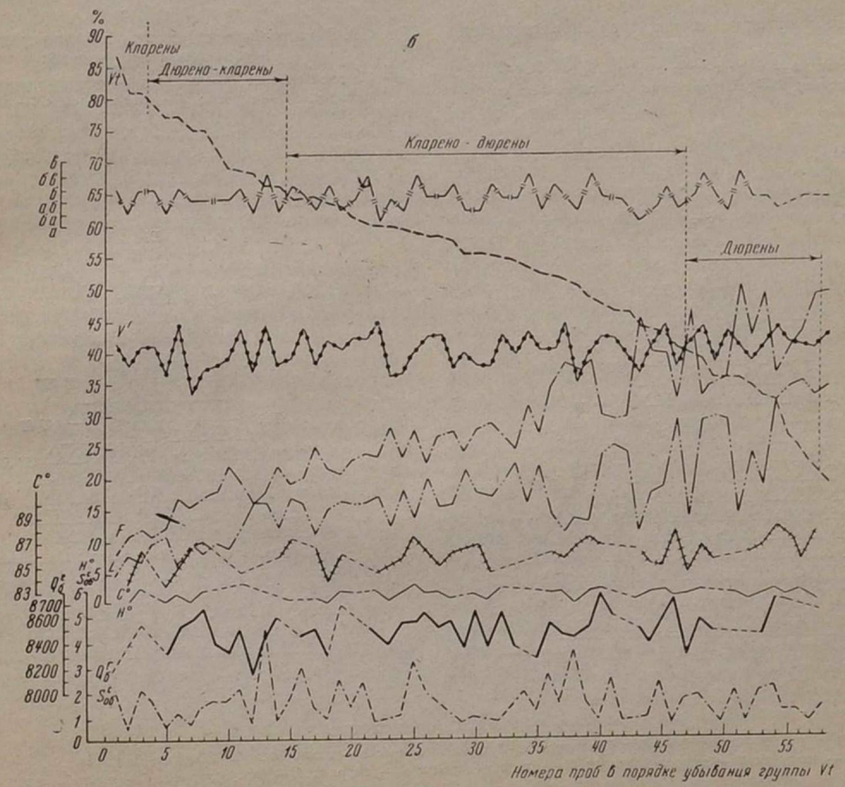


Рис. 10 (продолжение)

Шахты и рудники Донбасса © 2017

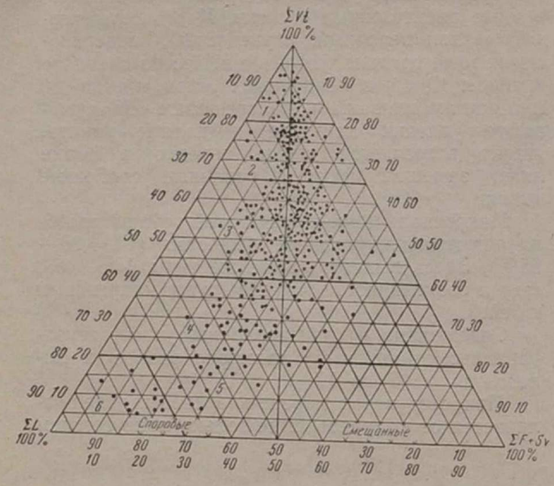
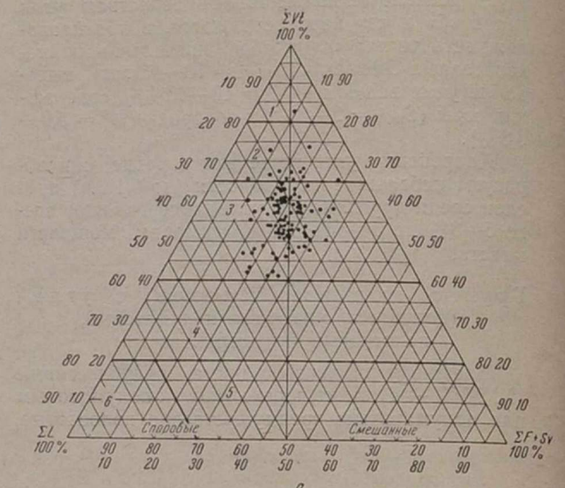


Рис. 11. Петрографический состав углей нижнего карбона по группам:

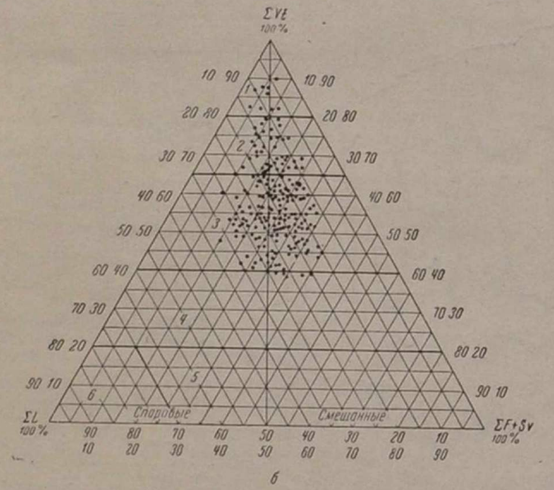
1 — кларены; *2* — дюрено-кларены; *3* — кларено-дюрены; *4* — дюрены; *5* — ультрадюрены; *6* — липтобиолиты



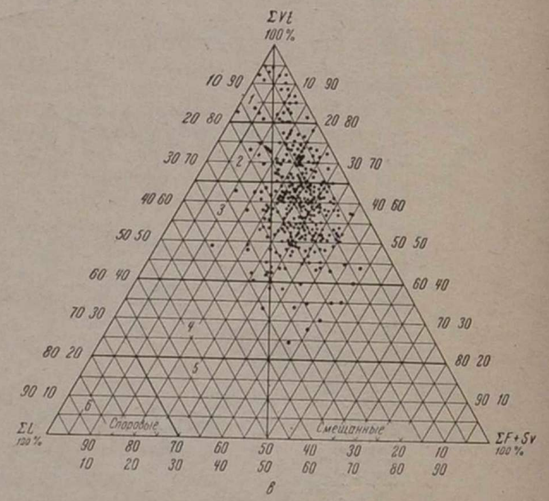
а

Рис. 12. Петрографический состав углей по среднепластовым пробам различных районов:

а — Новомосковский; *1* — кларены; *2* — дюрено-кларены; *3* — кларено-дюрены; *4* — дюрены; *5* — ультрадюрены; *6*—липтобиолиты



б



в

Рис. 12. (продолжение)

б — нижний карбон Павлоградско-Петропавловский; *в* — нижний карбон Южного Донбасса

1 — кларены; *2* — дюрено-кларены; *3* — кларено-дюрены; *4* — дюрены; *5* — ультрадюрены; *6* — липтобиолиты

значительных количеств фюзенизированных и кутинизированных компонентов, но и более ярко выраженной аттритовостью. В дюрено-клареновых углях, как ни в одной группе, широко распространены различные аттриговые угли от крупно- (XXXVII — *2, 3*) до мелкоаттритовых (XXXVII — *5*) со смешанным компонентным составом. Кроме гелифицированных компонентов, в аттрите начинают принимать значительное участие различные слабофюзенизированные и фюзенизированные ткани. Появляется микринит (до 8%), который вместе с прозрачной основной массой и спорами расположен в промежутках между более крупными фрагментами тканей, различными по характеру разложения и анатомической структуре (XXXVIII — *3, 5*). Очень часто в шлифах наблюдается тонкое чередование дюрено-клареновых прослоев с кларенами и структурными витренами, а иногда и с кларено-дюренами. Среди кутинизированных элементов, как правило, преобладают микроспоры. Макроспоры встречаются гораздо реже и и чрезвычайно редко присутствует кутикула.

Из минеральных включений распространен пирит, встречающийся преимущественно в типах «б» и «в». Распределение его такое же, как в описанных выше клареновых углях. В некоторых пластах встречаются сферолиты карбонатов и тонкие линзовидные прослои и отдельные включения глинистых минералов.

Данные угли довольно распространены и, часто переслаиваясь с полуматовыми и матовыми углями, участвуют в сложении почти всех угольных пластов.

Химико-технологические особенности этих углей сходны с клареновыми, но несколько затушеваны благодаря некоторому влиянию спор и компонентов группы фюзинита.

В типах «а» и «ба» выход летучих веществ колеблется от 35 до 39%, содержание серы — 0,6—1,0%, а водорода в среднем — 5,6%.

В типах «б» и «бв» выход летучих веществ колеблется от 40 до 44%, сера обычно — 1,2—2,4%, а содержание водорода, примерно равно 5,9—6,0%.

Группа кларено-дюреновых углей (полуматовые, реже полублестящие, штриховатые или полосчатые)

Внешне угли этой группы полуматовые, реже переходные к полуматовым или полублестящие, штриховатые, иногда полосчатые, причем нередко тонкие (2—3 *мм*) блестящие полосы расположены на больших расстояниях (2—3 *см*) друг от друга (XL — *1, 3*). Фюзен встречается довольно часто в виде мелких линзовидных включений и примазок, хорошо различимых на плоскостях напластования угля. Большей частью угли обладают значительной крепостью. Излом их неровный, цвет черты черный. В тонкой пластинке уголь от спички загорается, но при удалении ее быстро гаснет. Как и в других группах углей, спорадически на плоскостях кливажа встречаются пирит и кальцит. Нередко пирит и в форме псевдоморфоз по фюзену.

Под микроскопом большую часть угля составляет гелифицированное вещество (Vt = 65—40%), обладающее разными свойствами, на основании которых выделяются типы «а» — маловосстановленные (XLI — *1—3*), «б» — переходные (XLII — *2*; XLIV — *1*) и очень редко «в» — восстановленные. Наблюдаются различные переходы кларено-дюреновых углей к дюреновым.

Иногда обогащение фюзенизированными и в меньшей мере кутинизированными компонентами настолько постепенное, что трудно найти грань между двумя соседними группами углей. В таких случаях и по форме распределения, и по степени сохранности и компонентному составу они весьма близки между собой. Как и в дюрено-клареновой группе, это чаще всего аттритовые угли с характерным волокнистым строением гелифицированного вещества и многочисленными включениями структурных и бесструктурных фрагментов — бурых, черно-бурых и черных тканей и их мелкого аттрита (XL — *2*; XLIV — *1—3*).

Другая форма перехода выражается в переслаивании микрослойков, в различной степени насыщенных форменными элементами. Толщина таких слойков колеблется от 5—10 *мк* до 1—2 *мм*. Часто слойки, особенно с повышенным содержанием спор, бывают линзовидной формы (XLI — *3*). Иногда наблюдается грубое переслаивание с резким контактом слойков с большим содержанием микринита и спор с участками кларенового угля или со структурным витреном (XL — *4*; XLII — *4*). В некоторых углях отмечается беспорядочное чередование различных по характеру простых и сложных ингредиентов (XLIII — *3*). Изредка встречаются прослои, обогащенные фюзенизированными компонентами (XLIII — *2*).

По форме и характеру минеральных включений данные угли сходны с дюрено-клареновыми.

По химико-технологическим свойствам кларено-дюреновые угли отличаются от дюрено-клареновых, особенно угли споровой подгруппы. Споровые угли как типа «а», так и типов «б» и «бв» имеют высокий выход летучих веществ (42—45%) и высокое содержание водорода (5,9—6,1%). В этих углях уже сильнее влияние кутинизированных компонентов и затушевывается влияние степени восстановленности. Это влияние несколько больше в смешанных углях, где в типах «а» и «ба» выход летучих веществ колеблется в пределах 37—40%, а содержание

Шахты и рудники Донбасса © 2017

водорода — 5,5—6,0%. В типе «в» смешанных углей колебания несколько иные: $V^r = 40—43\%$, а содержание H^0 достигает 6,2%.

Кларено-дюреновые угли наиболее распространены в нижнем карбоне и составляют около 45% общего количества. Они слагают большинство угольных пластов, тонко переслаиваясь с дюрено-клареновыми и дюреновыми углями, и чаще всего являются комплексно-полосчатыми. Поэтому макроскопически большей частью наблюдаются постепенные переходы от полуматовых к полублестящим углям за счет увеличения числа блестящих штрихов и полос в полуматовой основе.

Группа дюреновых углей
(полуматовые и матовые, преимущественно штриховатые)

Внешне угли черного цвета с сероватым оттенком, полуматовые до матовых, преимущественно штриховатые, крепкие и вязкие, с неправильным угловатым изломом. На плоскостях напластования нередко наблюдаются мелкие фрагменты фюзенизированных стеблевых тканей. Цвет черты серовато-черный. В тонкой пластинке угли от спички загораются, но при удалении спички постепенно гаснут. Иногда на плоскостях кливажа наблюдаются пленки кальцита и налеты пирита.

Под микроскопом видно, что половину или даже бо́льшую часть объема угольного вещества составляют фюзенизированные и кутинизированные компоненты, а в числе последних главным образом споры; гелифицированное вещество составляет всего 20—40%.

По характерным признакам гелифицированного вещества, так же как и в других группах углей, выделяются типы а, б, в.

По микроструктурным признакам дюреновые угли существенно отличаются от кларено-дюреновых. В дюреновых углях резко, т. е. почти в полтора раза, повышается содержание микринита (с 12% в кларено-дюреновых углях до 18% в дюреновых), и основной фон угля становится полупрозрачным. На этом полупрозрачном фоне резко выделяются многочисленные желтые микро- реже макроспоры. Распределение спор чаще всего равномерное (XLV — *1*; XLVI — *1—3*), но нередко наблюдаются также послойные скопления (LXV — *2*). Микроспоры обычно массивные, толстостенные, но встречаются и разности с тонкими оболочками. Иногда наблюдаются выстилающие ткани макроспорангиев (XLV — *3*). Макроспоры в дюреновых углях бывают различными. Иногда встречаются остатки органов спороношения в виде аттрита. Редко наблюдаются макроспоровые дюрены (XLVII — *3*) и еще реже — дюрены с резким преобладанием фрагментарных включений фюзенизированных компонентов (XLVII — *2, 4*). В шлифах этих углей чаще всего отмечается тонкое переслаивание кларено-дюреновых и дюреновых, а нередко и дюрено-клареновых участков.

Более всего распространены дюреновые угли в Новомосковском (до 30%) и несколько меньше их в Павлоградско-Петропавловском районе и в южном Донбассе (10—20%).

По химико-технологическим свойствам существенно отличаются угли споровой и смешанной подгрупп.

Для споровых углей выход летучих веществ составляет 46—48%, содержание водорода — 6,0—6,2%, а для смешанных углей выход летучих составляет 40,0—43,0%, содержание водорода — 5,6—5,9%.

Группа ультрадюреновых углей
(матовые, штриховатые и однородные)

Внешне угли серо-черные, матовые, однородные, местами слегка штриховатые, очень крепкие и вязкие с неправильным или слабораковистым изломом (XLVIII — *1*). Поверхность излома довольно гладкая. Фюзена почти не наблюдается, цвет черты серый. В тонкой пластинке уголь от спички загорается и горит коптящим пламенем, издавая слабый запах, подобный запаху горелой резины.

Микроскопически бо́льшую часть угольного вещества слагают споры (55—65%). Гелифицированное вещество составляет $< 20\%$.

Распределяются споры обычно довольно равномерно в полупрозрачной основной массе (микринит). Строение последней хорошо просматривается лишь в отраженном свете или в чрезвычайно тонко доведенных прозрачных шлифах — чаще всего это мельчайший аттрит, состоящий из частиц семифюзинита и семивитринита. Гелифицированное вещество встречается обычно в форме тонких прожилков. Наиболее распространены микроспоровые ультрадюрены (XLVIII — *2, 3*; XLIX — *2, 3*; L — *1—3*) и очень редко встречаются — макроспоровые (XLIX — *1*). В ультрадюренах часто макроспоры имеют желто-бурый цвет и грубозернистое строение вещества экзины.

Ультрадюрены встречаются часто, но обычно в виде маломощных слоев (1,5—3,0 *см*) и переслаиваются с углями других групп.

По химико-технологическим свойствам они резко отличаются от смешанных дюреновых углей и значительно меньше — от споровых дюренов.

Выход летучих веществ ультрадюреновых углей обычно колеблется в пределах 48—52%, а содержание водорода составляет 6,0—6,3%.

Б. ЛИПТОБИОЛИТЫ

Группа спорово-липтобиолитовых углей
(матовые, мелкозернистые)

Внешне угли матовые, коричневые от светлых до темных оттенков, тонкозернистые, очень крепкие и вязкие (LI — *1*). Цвет черты черный с буроватым оттенком. Угли легко загораются от спички и горят коптящим пламенем, издавая запах, подобный запаху горелой резины.

Под микроскопом видно, что угли данной группы чрезвычайно густо насыщены спорами ($L > 70\%$); это затрудняет видимость цементирующего вещества (LI — *2—5*). Только в очень хорошо приготовленных шлифах можно различить, что это сильно измельченный слабофюзенизированный и гелифицированный материал. Чаще встречаются микроспоровые липтобиолиты и значительно реже макроспоровые.

Липтобиолиты мало распространены и встречаются большей частью спорадически в виде мелких линзовидных прослоев в сочетании с другими группами углей. Чаще они отмечаются в западных районах.

По химико-технологическим признакам они резко отличаются от всех остальных углей: сильно повышенным выходом летучих веществ — 50—56%, высоким содержанием водорода — 6,5% и высокой теплотворной способностью — 8212—8680 *кал/кг*.

Приведенная химико-технологическая характеристика, относящаяся к газовым углям, мало чем отличается от характеристики соответствующих углей наиболее низкой степени углефикации, т. е. марок переходных — БД и длиннопламенных — Д. У липтобиолитов этих марок средние показатели выхода летучих веществ 57,2%, водорода — 6,5%. Липтобиолиты, относящиеся к маркам неспекающихся углей, сами часто спекаются, давая толщину пластического слоя от 0 до 5 *мм*. При этом королек получается спекшийся.

В. ГУМИТО-САПРОПЕЛИТЫ

Группа сапропелево-гумусовых углей

Сапропелево-гумусовые угли залегают линзовидно и встречаются неповсеместно в виде прослоев в верхней части пластов гумусовых углей и только в отдельных случаях самостоятельно слагают пласты рабочей мощности. Наиболее распространены кеннели, реже встречаются богхед-кеннели. По внешним признакам упомянутые петрографические типы сапропелево-гумусовых углей почти не различаются и распознать их можно только микроскопически. Обычно в разрезах пластов типы могут чередоваться как по вертикали (тонкое переслаивание), так и по простиранию (переходы одного типа в другой). Часто встречаются очень зольные сапропелево-гумусовые угли и сапропелевые сланцы, на плоскостях напластования которых нередко наблюдаются отпечатки пелеципод.

Внешне сапропелево-гумусовые угли матовые, черно-серые, со слегка шелковистым блеском, однородные, иногда неясно-штриховатые, с раковистым или полураковистым изломом (LII — *1*). Очень крепкие и вязкие. Цвет черты серый с буроватым оттенком. В тонкой пластинке они загораются от спички и горят некоптящим пламенем, издавая запах, подобный запаху асфальта.

Микроскопически угли типа кеннеля и богхедкеннеля, несмотря на кажущееся однообразие, бывают различными как по характеру основной массы, так и по характеру гелифицированного аттрита и составу микроспор. Чрезвычайно мелкий равномерно рассеянный гелифицированный аттрит с сопутствующими ему многочисленными оболочками микроспор придает кеннелям однородное строение.

Сапропелево-гумусовые угли, особенно типа кеннелей, залегающие над слоями гумусовых углей, имеют некоторые черты последних, несмотря на существенные различия в степени раздробленности растительного материала, а именно: у тонко раздробленного растительного материала и основной массы кеннелей цвет, степень разложения и характер мелких гелифицированных частиц сходны с таковыми подстилающего гумусового угля.

Выделяются три основных типа кеннелей, залегающие в кровлях.

1. Маловосстановленных клареновых и дюрено-клареновых углей. 2. Переходных или восстановленных клареновых и дюрено-клареновых углей. 3. Дюреновых и кларено-дюреновых углей.

Рассмотрим их.

1. Кеннели с преобладанием прозрачной однородной основной массы бурого либо желто-бурого цвета (LII — *2*), с равномерно рассеянными многочисленными, преимущественно тонкими, микроспорами. Иногда встречаются редкие частицы гелифицированного аттрита тех же оттенков, что и основная масса.

Приурочен данный тип кеннелей чаще всего к кровлям пластов гумусовых клареновых и дюрено-клареновых маловосстановленных углей типа «а».

2. Кеннели тонкоаттритового сложения; основная масса таких углей прозрачная и, по-видимому, состоит из мелкого перетертого гелифицированного материала, тонко перемешанного с ослизневшим, возможно, сапропелевым веществом. Аттритовое строение углю придают мель-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

чайшие многочисленные комочки и тонкие нитевидные обрывки гелифицированного вещества, а также очень тонкие сплющенные оболочки микроспор (LII — *3, 4*). Иногда встречаются мелкие обрывки бесструктурных слабофюзенизированных тканей. Распределение всех мельчайших включений равномерное, но с некоторой тенденцией к послойной ориентировке. Цвет угля желто-бурый или красно-бурый.

Приурочиваются слои указанных кеннелей большей частью к кровлям пластов гумусовых углей клареновых и дюрено-клареновых переходного или восстановленного типа «б» или «в».

3. Кеннели с полупрозрачной основной массой коричневого или черно-коричневого цвета, иногда с оливковым оттенком (LII — *5, 6*). Основная масса угля равномерно насыщена микроспорами смешанного состава, но с заметным преобладанием разновидностей с толстыми оболочками. Количественное содержание микроспор может сильно изменяться. Иногда наблюдаются обрывки тонких макроспор.

Данный тип обычно встречается в контакте с дюреновыми и кларено-дюреновыми углями.

Угли типа богхед-кеннеля весьма близки к кеннелям и отличаются главным образом только присутствием колониальных водорослей рода *Pila*. Обычно водоросли очень мелкие, неотчетливо выраженные и по отношению к микроспорам играют резко подчиненную роль (LIII — *1*). Иногда среди богхед-кеннелей встречаются более крупноаттритовые угли. Весьма много кеннелей и богхед-кеннелей, обогащенных минеральными примесями, главным образом глинистыми и карбонатными (LII — *6*; LIII — *5, 6*).

Характеризуются угли высоким выходом летучих веществ 46—55% и высокой теплотой сгорания 8423—8824 *кал*.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ УГЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ УГЛЕФИКАЦИИ

На изученной площади, между реками Орель и Кальмиус, угли нижнего карбона представлены различными марками от бурых переходных к длиннопламенным до тощих включительно, причем, преобладают газовые. Коксовые, отощенные спекающиеся и тощие вскрыты единичными скважинами и материал по ним весьма ограничен.

Степень углефикации углей нижнего карбона возрастает с юго-юго-запада на северо-северо-восток, при этом одновременно происходит закономерное изменение петрографических особенностей и химико-технологических свойств углей.

Меняются почти все основные внешние признаки углей, увеличивается сила блеска, хрупкость и трещиноватость (с максимумом в углях марок Ж и К), но ход изменения этих признаков для углей среднего и нижнего карбона существенно различен.

На самой низкой стадии углефикации, т. е. в пределах марок БД и Д, угли не только кларено-дюреновых, но клареновых и витреновых разностей плотные, с пониженным блеском (тускло-блестящие). Они не спекаются, быстро поддаются выветриванию, растрескиваются и распадаются на мелочь, вследствие быстрой потери влаги под действием атмосферных агентов (XXXV — *1, 2*). Группы углей хорошо различаются по внешним признакам. Дюреновые и ультрадюреновые угли имеют буроватый оттенок, липтобиолиты — бурый и светло-коричневый. С повышением степени углефикации угли приобретают черный и черно-серый цвет и в целом становятся более плотными и блестящими (XXXVI — *1*; XXXVIII — *2, 4*).

Благодаря смешанному, вещественно-петрографическому составу газовые угли Павлоградско-Петропавловского района и западной части Южного Донбасса большей частью полуматовые и переходные от полуматовых к полублестящим, реже полублестящие, очень крепкие и вязкие.

На стадии жирных углей, особенно близко стоящих к коксовым, увеличивается сила блеска, но не так значительно, как для клареновых углей среднего карбона; блеск становится жирным, появляются редкие вертикальные трещины, хотя уголь еще остается довольно крепким и вязким. Почти совершенно не наблюдается экзогенный кливаж, характерный для углей среднего карбона.

Угли марки К и ОС встречены единичными скважинами в Южном Донбассе. Блеск углей стеклянный, уголь более хрупкий, чем марки Ж, но значительно плотнее углей тех же марок среднего карбона.

Угли тощие вязкие, хотя и в меньшей степени, чем газовые среднего карбона. Блеск сильный, иногда со слабо выраженным металлическим оттенком, более тусклый, нежели блеск тощих углей среднего карбона.

Из микроскопических признаков наиболее отчетливо изменяются оптическая плотность и анизотропия угольного вещества, причем скорость, изменения плотности и анизотропии отдельных микрокомпонентов на различных стадиях углефикации различна (табл. 11).

Таблица 11

Характеристика микрокомпонентов углей различной степени углефикации

Общая технологическая характеристика	Марка углей	В проходящем свете			В отраженном свете		В отраженном свете с масляной иммерсией		
		Группа (инколь один)			Группа				
		Витринита	Фюзинита	Лейптинита	Витринита	Фюзинита	Витринита	Фюзинита	Лейптинита
Бурые переходные к длиннопламенным	БД	Бурые и желтовато-бурые, трещиноватые. Структура компонентов хорошо выражена	Структурные компоненты черные и коричневый. Микринит черный и коричневый	Соломенно-желтые	Темно-серые	Светло-серые и белые	Темно-серые	Светло-серые и белые	Черно-серые (минерализованные с оранжевым оттенком)
Длиннопламенные	Д	Бурые и красно-бурые. Структура компонентов четко выражена	То же	Лимонно-желтые	Темно-серые	То же	Темно-серые	То же	То же
Газовые пониженной спекаемости	ГД	Красно-бурые. Структура компонентов четко выражена	»	Лимонно-желтые и желтые	Темно-серые, чуть светлее, с высоким рельефом	Серо-белые, реже белые с желтоватым оттенком	Темно-серые, чуть светлее	Серо-белые, реже белые с желтоватым оттенком	Темно-серые, темнее гелифицированного вещества
Газовые	Г	То же	То же	Желтые	Серые	То же	Серые	То же	Серые, с буроватым оттенком
Газовые переходные к жирным	ГЖ	»	»	»	Серые с пониженным рельефом	Белые	То же, чуть светлее	»	Серые с буроватым оттенком; более тонкие
Жирные	Ж	»	Структурные компоненты черные и коричневые, микринит чаще бурый	Оранжево-красные до красных (приближаются к цвету гелифицированного вещества)	Светло-серые	Серо-белые. Микринит белый с пониженным рельефом	То же. Микринит серо-белый с пониженным рельефом	Серо-белые. Микринит белый с пониженным рельефом	Дымчато-серые до светло-серых с буроватым оттенком, тонкие
Коксовые	К	То же Структура компонентов недостаточно четкая. В скрещенных николях четкая	То же. Микринит главным образом бурый	Красно-бурые до бурых (темнее гелифицированного вещества)	Белые	Белые. Микринит сохраняется только в наиболее белые частицы с высоким рельефом	То же. Микринит, сохраняются только белые частицы с высоким рельефом	То же	Бело-серые, виды плохо
Спекающиеся	С	То же	То же	Бурые (темнее гелифицированного вещества)	То же	»	Серо-белые	То же	Серовато-белые
Тощие	Т	Красно-бурые. Структура компонентов недостаточно четкая	То же, но выражено хуже	Темно-бурые (темнее гелифицированного вещества)	»	»	Серовато-белые	»	Белые

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Кутинизированные компоненты или компоненты группы лейптинита

Наиболее отчетливо изменяется цвет спор, который и принят как основной петрографический критерий.

Споры в углях, переходных от бурых к длиннопламенным, имеют соломенно-желтый цвет (LIV — *1, 2*), на стадии длиннопламенных — лимонно-желтый (LIV — *3*), в газовых углях меняются от желтого (LIV — *4, 5*) до оранжево-желтого (LIV — *6*), а на переходе к жирным углям приобретают слегка красноватый оттенок (LV — *1, 2*). Во всех приведенных стадиях углефикации кутинизированные компоненты сохраняют четкие контуры. В простом отраженном свете споры и кутикула меняются в цвете от темно-серого до серого с некоторым понижением рельефа по мере перехода к жирным углям. В отраженном свете с масляной иммерсией споры черно-серые с оранжевым или буроватым оттенком.

При скрещенных николях в углях марки Г, в момент максимального потемнения гелифицированного вещества основной массы, споры полностью не погасают, а приобретают наиболее темный желтовато-серый оттенок. При максимальном просветлении гелифицированного вещества споры становятся серовато-желтыми, причем большая часть их при вращении столика обнаруживает волнистое погасание.

На стадии жирных углей происходит наиболее резкое изменение цвета спор и кутикулы в проходящем свете. Цвет меняется от оранжевого через красно-оранжевый до красного (LV — *3, 4*) и на стадии перехода к коксовым углям споры по цвету сливаются с гелифицированным веществом (LV — *5*). Лучше всего видимость спор проявляется в поляризованном свете. В отраженном свете, как и в проходящем, наиболее резко меняются оптические свойства спор и кутикулы, но не в такой ярковыраженной форме. В отраженном свете споры резко светлеют, приближаясь по цвету к гелифицированному веществу, становятся тонкими, но еще четко видны.

В коксовых углях в простом проходящем свете споры и кутикула имеют красно-бурый цвет, темнее гелифицированного вещества (LV — *6*), и приближаются по цвету к семивитриниту. Поэтому в участках, где споры заключены в микрините, они плохо выявляются даже в скрещенных николях. В отраженном свете с масляной иммерсией споры в коксовых углях серо-белые, очень тонкие, видны плохо. На стадии перехода к отощенно-спекающимся углям споры едва заметны.

В отощенных спекающихся углях споры в тонких прозрачных шлифах бурые, темнее гелифицированного вещества, в скрещенных николях проявляются четко. В отраженном свете едва видны.

Тощие угли по видимости спор и кутикулы сходны с отощенно-спекающимися, гелифицированное вещество имеет бурый цвет, а споры и кутикула — темно-бурый. В скрещенных николях последние проявляются более четко. В отраженном свете споры и кутикула едва заметны, так как они чуть светлее гелифицированного вещества.

Гелифицированные компоненты или компоненты группы витринита

Изучение компонентов этой группы в проходящем свете не всегда дает правильное представление о степени метаморфизма углей, ввиду необъективности самого способа определения их цвета. Окраска гелифицированного вещества зависит от толщины шлифа и условий первичной среды превращения растительного материала (например: восстановительной или слабовосстановительной). Без учета этих факторов определение цвета в пределах одной и той же марки не только весьма затруднительно, но и не вполне объективно, тем более, что при переходе от одной марки к другой наблюдаются незначительные изменения цвета гелифицированных компонентов.

В углях, переходных от бурых к длиннопламенным, гелифицированные компоненты обладают бурым и желто-бурым цветом, приобретая в длиннопламенных красноватый оттенок. На этой стадии метаморфизма гелифицированные компоненты разбиты густой сетью трещин, чаще перпендикулярно наслоению, реже параллельно ему.

В газовых углях гелифицированные компоненты красно-бурого цвета, структура их четко выражена.

На стадиях от жирных до тощих углей цвет гелифицированных компонентов более интенсивно красный, чем в углях марки Г, при этом структура компонентов недостаточно четкая.

Стадия метаморфизма углей лучше всего определяется по силе отражательной способности и цвету гелифицированного вещества в отраженном свете, путем сравнения определяемого образца угля с образцом-эталоном (Аммосов, Мусял, 1952). Цвет гелифицированного вещества меняется от светло-серого до белого. Наиболее ощутимы цветовые различия при переходе от одной марки углей к другой и выявляются они при применении масляной иммерсии. В углях, переходных от бурых к длиннопламенным БД, длиннопламенных Д и в газовых Г цвет гелифицированных компонентов меняется от темно-серого до серого, а в пределах от газовых до тощих от серого до серо-белого.

Фюзенизированные компоненты или компоненты группы фюзинита

Фюзенизированные компоненты объединяют различные по цвету, отражательной способности и структуре растительные ткани. Наиболее черные ткани в проходящем свете, в отраженном — белые с желтоватым оттенком и ярко-белые, с высоким рельефом, типа фюзена, почти не меняются в процессе метаморфизма. Не особенно сильно меняются также ткани серо-белого цвета с пониженным рельефом и хорошо выраженной структурой. Более всего изменчивы бесструктурные оплывшие компоненты, типа микринита, за исключением бесструктурных белого цвета, с высоким рельефом.

Более четкие изменения микринита начинаются на стадии жирных углей и особенно резкие — на стадии перехода жирных углей в коксовые и в коксовых. На стадии углефикации, соответствующей маркам К — Ж и К, происходит сближение оптических свойств ряда компонентов — спор, кутикулы, гелифицированных компонентов и наиболее слабо окисленных бесструктурных составляющих микринита. При этом на стадии жирных углей при переходе в коксовые наиболее сближаются кутинизированные компоненты (споры; кутикула) с гелифицированными, а в коксовых — кутинизированные со слабо окисленными составляющими микринита. В коксовых углях кутинизированные компоненты темнее гелифицированного вещества и сливаются по цвету с бесструктурными компонентами группы семивитринита. В отраженном свете на стадии коксовых углей остаются отчетливо видимыми ярко-белые с высоким рельефом и черные непрозрачные в тонких шлифах составляющие микринита.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРОЕНИЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Как уже отмечалось в первой главе, основная промышленная угленосность месторождения Западного Донбасса связана с отложениями самарской свиты (C_1^3) верхневизейского возраста. Степень насыщенности разреза свиты угольными пластами неравномерна, практически угленосными являются нижняя и средняя часть свиты, имеющей мощность 300 *м*; верхняя ее часть содержит всего лишь два-три пласта с предельной рабочей мощностью на ограниченных площадях.

Другие свиты нижнекаменноугольных отложений угольных пластов рабочей мощности практически не содержат, за исключением подугленосной свиты C_1^2 и C_1^4. В свите C_1^2 промышленный интерес представляет группа угольных пластов b_6, b_7 и b_8, достигающих на отдельных участках мощности 0,45—1,00 *м* и более, а в свите C_1^4 — пласт d_4, имеющий мощность на отдельных участках 1,80—2,00 *м* (Волчанский район).

В отложениях нижнего карбона Западного и Южного Донбасса почти все пласты имеют простое строение, пласты со сложным строением встречаются как исключение.

Почвами пластов являются неслоистые аргиллиты и алевролиты, с разной зернистостью и характерной текстурой, именуемой в Донбассе «кучерявчиком». Последняя обусловлена процессами почвообразования, различными текстурами взмучивания, плохой сортировкой, частыми изменениями гранулометрического состава и обилием включений обугленных растительных остатков, преимущественно корневой системы (стигмарий и аппендиксов), а также частыми конкреционными образованиями. Одной из характерных особенностей отложений нижнего карбона, по сравнению с отложениями среднего карбона, является глубокое проникновение корневой системы растений в толщу прибрежных отложений.

Литологические исследования М. Л. Левенштейна, А. П. Феофиловой и др. (1957, ф.) показали, что: «Если в среднем карбоне типы подпочв с коричневыми остатками обычно измеряются несколькими десятками сантиметров, редко превышая 1 *м*, то в нижнем карбоне корневые остатки наблюдаются часто на протяжении нескольких метров, причем, чем дальше вниз по разрезу мы отходим от угольного пласта, тем более отчетливо выступают первичные, все менее измененные, текстуры и типы пород».

В верхневизейское время преобладают лагунные осадки (61%), менее часто встречаются морские (12%) и другие типы осадков.

В нижнем карбоне, как и в среднем, наблюдается ритмичное строение (цикличность) угленосной толщи, преобладают регрессивные циклы с симметричным строением, в отличие от среднего карбона, где широко распространены трансгрессивные циклы со слаборазвитой регрессивной ветвью.

Кровлей пластов преимущественно являются тонкозернистые породы различного генезиса, главным образом аргиллиты и мелкозернистые алевролиты.

Сложены пласты преимущественно гумусовыми углями и лишь изредка встречаются сапропелево-гумусовые. Петрографический состав пла-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

стов неоднородный (см. рис. 15) — сложены они тонко переслаивающимися слоями главным образом полуматовых штриховатых, реже полосчатых и изредка полублестящих штриховатых и полосчатых углей. Матовые угли (дюреновые и ультрадюреновые) имеют подчиненное значение и только в отдельных точках пластов преобладают над другими типами. Блестящие (клареновые) угли играют совсем ничтожную роль.

Петрографический состав углей как по падению, так и по простиранию, как правило, не выдерживается.

На всей площади Западного Донбасса при одинаковом исходном материале по отдельным районам несколько меняется соотношение между отдельными группами углей.

Матовые угли — дюреновые, особенно ультрадюреновые и липтобиолиты, чаще встречаются в пластах углей Новомосковского и западной части Павлоградско-Петропавловского районов, тогда как на востоке — в Павлоградско-Петропавловском районе и в Южном Донбассе — они имеют меньшую мощность и встречаются реже. Сапропелево-гумусовые угли в последних двух районах распространены ограниченно, по сравнению с Новомосковским районом, где нередко пласты почти нацело слагаются из сапропелево-гумусовых углей.

Полублестящие угли наиболее часто встречаются в нижней и средней части угольных пластов. Матовые дюрены, а главным образом ультрадюрены и липтобиолиты, преимущественно расположены в средней и верхней частях угольных пластов. Сапропелево-гумусовые угли слоями, мощностью 0,1—0,4 *м*, обычно приурочиваются к кровле пласта и лишь за редкими исключениями к почве или средине пласта.

В районах Южного Донбасса и Павлоградско-Петропавловском угольные пласты чаще всего сложены смешанными кларено-дюренами и дюрено-кларенами, значительно реже дюренами и еще реже кларенами. Однако на территории Южного Донбасса клареновая группа встречается чаще, чем в других районах.

В Петриковско-Царичанском и Новомосковском районах преобладающие кларено-дюреновые угли, подобно углям остальных групп, представлены главным образом споровой подгруппой (см. рис. 12, а).

Почти все разрезы пластов обнаруживают определенную выдержанность строения, обусловленную последовательным чередованием различных по петрографическим признакам углей, начиная от клареновых и кончая дюреновыми. В упомянутом чередовании крайние группы углей, блестящие и матовые, обычно играют незначительную роль, тогда как полуматовые и переходные от полуматовых к полублестящим, а нередко и полублестящие, слагают основную мощность пластов. В разных пластах и даже в разных точках одного и того же пласта характер такого переслаивания бывает различным; при этом изменяется не только петрографический состав чередующихся слоев, но также их мощность и частота чередования.

Анализируя структуры наиболее детально изученных пластов, а также принимая во внимание данные массовых исследований среднепластовых проб, можно подразделить угольные пласты нижнего карбона на следующие четыре типа:

1. Пласты, в составе которых преобладает какая-либо одна группа углей при подчиненном участии другой обычно близкой к ней группы. Например, преобладает полуматовый, кларено-дюреновый или дюреновый уголь, переслаивающийся с редкими тонкими прослойками полублестящего дюрено-кларенового (см. рис. 15).

2. Пласты, сложенные частым чередованием углей близких групп (пласт c_9^2).

3. Пласты, образованные частым чередованием углей резко отличных друг от друга групп. Например, полублестящий дюрено-клареновый с матовым дюреновым или фюзеновым (пласты c_7 и c_8 в районах Южного Донбасса и Павлоградско-Петропавловском).

4. Пласты, с характерным многократным чередованием тончайших слоев углей различных групп, создающим впечатление комплексной полосчатости (пласты (c_4^2, c_6^1 и др.).

Для наглядного изображения характера распределения групп углей в пределах одного пласта по простиранию К. И. Иносовой были построены схематические планы сближенных пластов (рис. 13) для Южного Донбасса. Материалом для этих построений послужили результаты массовых исследований керновых проб. Из каждого пласта отбиралось три — семь проб для изготовления прозрачных шлифов. Определялась преобладающая группа углей, которая выносилась на гипсометрический план, а затем путем интерполяции между скважинами устанавливалась площадь распространения данной группы. При сопоставлении планов распределения групп углей различных пластов выявляется определенная унаследованность обстановки, выраженная в закономерной повторяемости конфигураций площадей распространения углей отдельных групп.

Особенно отчетливо это заметно при рассмотрении конфигураций площадей распространения дюреновых углей и углей с резко выраженным переслаиванием дюрена с клареном; последние характерны для пластов c_6^1 и c_{10} (рис. 13, *в*, *г*). Наибольшим содержанием дюреновых углей отличаются пласты c_4^2 и c_1 (рис. 13, *а*, *б*). Из этих схематических планов видно, что приведенные выше группы углей распределяются неравномерно, образуя различные формы отдельных площадей.

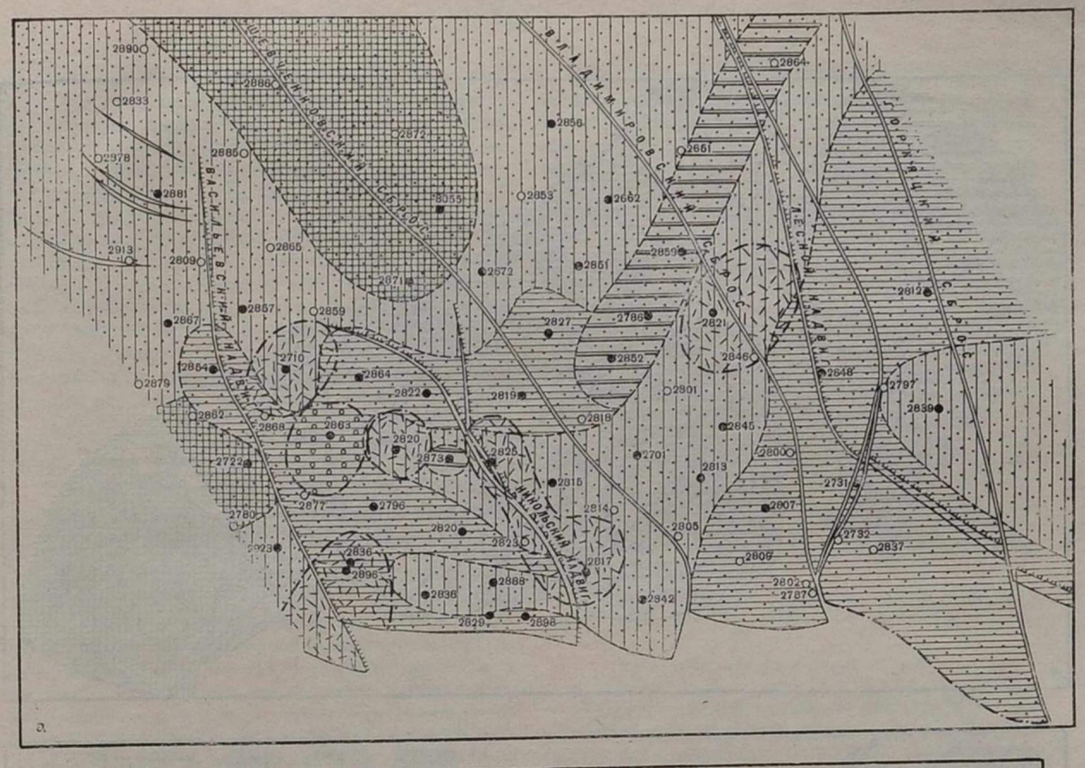


Рис. 13. Схематический план распределения типов углей на площади Южно-Донбасских участков 1, 2, 3 в различных пластах:
а — c_1; б — c_4^2 1 — дюрено-кларен; *2* — кларено-дюрен; *3* — дюрен; *4* — переслаивание дюрена с клареном; *5* — тип «а» — маловосстановленный; *6* — тип «б» — переходной; *7* — тип «в» — восстановленный; *8* — линии нарушений; *9* — буровые скважены; *10* — точки исследования

Шахты и рудники Донбасса © 2017

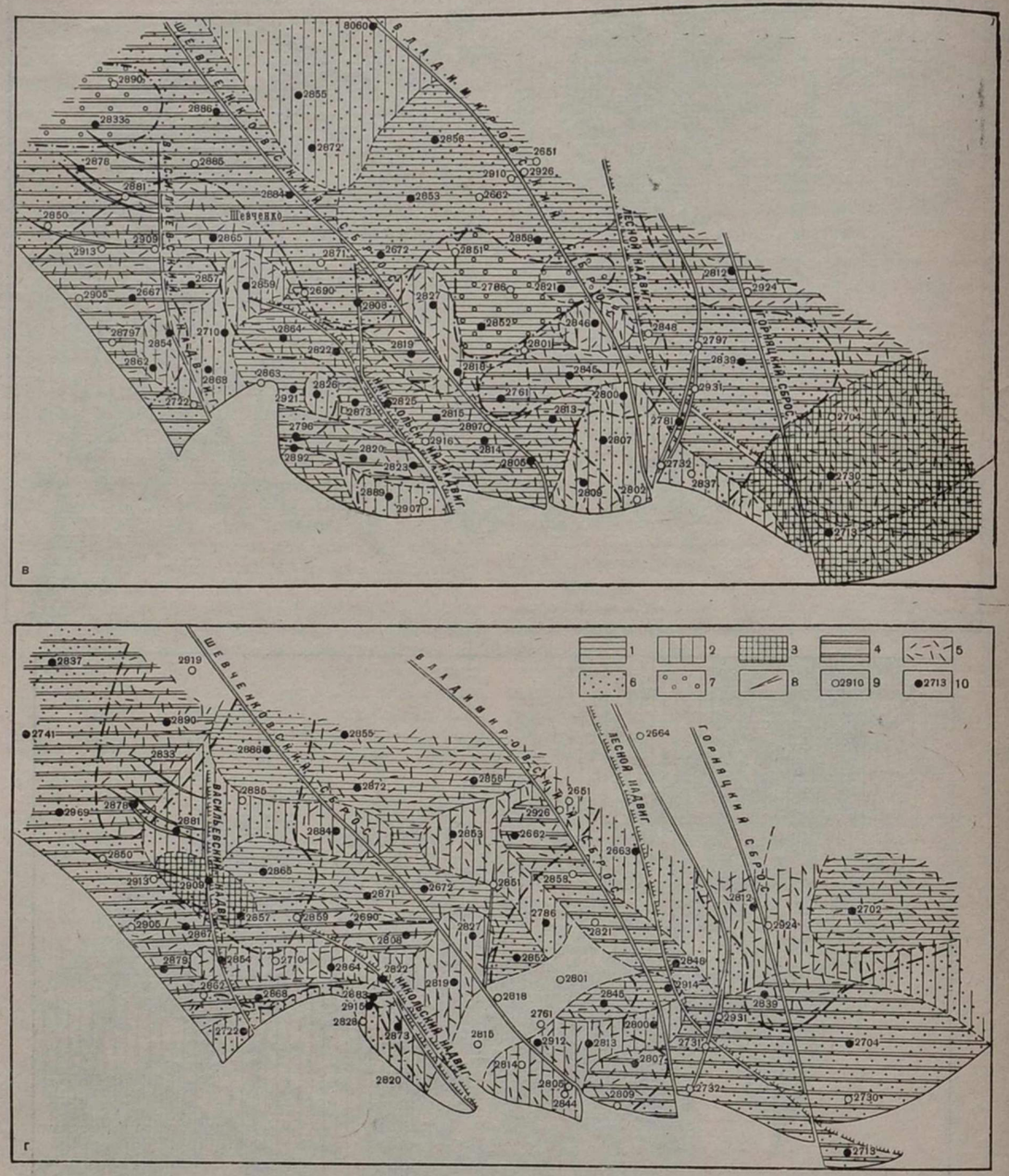


Рис. 13. (продолжение)

в — c_6^1; *г* — c_{10}; *1* — дюрено-кларен; *2* — кларено-дюрен; *3* — дюрен; *4* — переслаивание дюрена с клареном; *5* — тип «а» — маловосстановленный; *6* — тип «б» — переходной; *7* — тип «в» — восстановленный; *8* — линии нарушений; *9* — буровые скважины; *10* — точки исследования

Несколько иная закономерность обнаруживается при рассмотрении характера распределения типов углей, выделенных по степени восстановленности (по характеру гелифицированного вещества) (рис. 13). В отличие от вещественно-петрографического состава, распределение типов по восстановленности является более выдержанным. В разрезах угольных пластов не наблюдается такого частого переслаивания разнородных углей и обычно пласт бывает сложен либо одним каким-нибудь типом, либо чередованием разных типов, близких по составу (см. рис. 15). Чаще более восстановленные угли лежат ближе к кровле угольных пластов, либо в средней части пласта.

Для иллюстрации характера распределения типов углей на площади использованы те же планы, что и для групп углей (рис. 13).

При рассмотрении этих планов сразу обнаруживается частое несовпадение как конфигурации, так и величины площадей распределения групп углей, выделенных по вещественно-петрографическому составу, и типов углей по восстановленности.

На участках Южно-Донбасских 1, 2, 3 (Владимировский район) преобладают маловосстановленные угли типа «а», которыми сложены в основном пласты c_4^2 и c_{10}, и только в пластах c_1 и c_6^1 значительную роль играют переходные угли типа «б», а восстановленные типа «бв» встречаются отдельными редкими пятнами. Переходные угли типа «б» наблюдаются как бы в виде рукавов, идущих с севера на юг. В южной же части, вблизи выходов пластов, больше распространены маловосстановленные угли и близкие к ним типы. Необходимо отметить ряд внешних и микроструктурных особенностей углей, которые могут служить в качестве маркирующих признаков, правда, обычно проявляющихся в пределах ограниченных площадей. Например:

1. В Новомосковском районе пласт c_2^1 на значительной площади характеризуется преобладанием в его составе матовых-дюреновых углей с почти постоянным присутствием в них тонких прослоев липтобиолита.

2. Сапропелево-гумусовые угли залегают обычно в кровле угольных пластов, в виде прослоев мощностью от 0,10 до 0,40 *м* и редко в виде тонких прослоев в средней части пласта. Изредка в отдельных точках они полностью слагают угольный пласт (c_{12}^2 — Южный Донбасс; c_9, c_8, c_7, c_6, c_5, c_1 в западной части Павлоградско-Петропавловского района, c_1, c_2, c_4^2, c_6 в Ново-московском районе).

3. В западной части Павлоградско-Петропавловского района для верхних пластов (c_6^3, c_7, c_8, c_9, c_{10}, c_{11}) характерно повышенное содержание остатков фюзенизированных тканей, образующих прослои от 1,5—2 *см* и более, которые переслаиваются с углями различных групп.

4. На площади Южного Донбасса для группы верхних пластов угленосной толщи, особенно пластов c_{13}, c_9^1 и часто c_8, характерно наличие сферолитов карбонатных минералов (особенно сидерита), а для пластов c_9 и c_5, реже пластов c_{11} и c_{10} в районах Западного Донбасса — наличие в кровле сильно кальцитизированного прослоя, представляющего переслаивание карбонатов с угольным веществом, часто сильно пиритизированным.

5. Пласт c_{10} на территории Южного Донбасса (Владимировский район) характеризуется значительной мощностью, низким выходом летучих веществ на горючую массу и частым наличием минеральных прослоев «серика», образованных глинистыми минералами группы каолинита.

6. Пластам c_{13}, c_{12}^2, c_{10}^2, c_{10}^1, c_9^2 и c_6^1 Владимировского района и c_8 Павлоградско-Петропавловского района присущи округлые (на вертикальном срезе) микроспоры с толстыми оболочками. Для пласта c_6 Павлоградско-Петропавловского района характерны срезы оболочек микроспор в виде колец.

Ниже приводится описание двух, наиболее устойчивых, пластов в бассейне (c_1 и c_6).

Пласт c_1

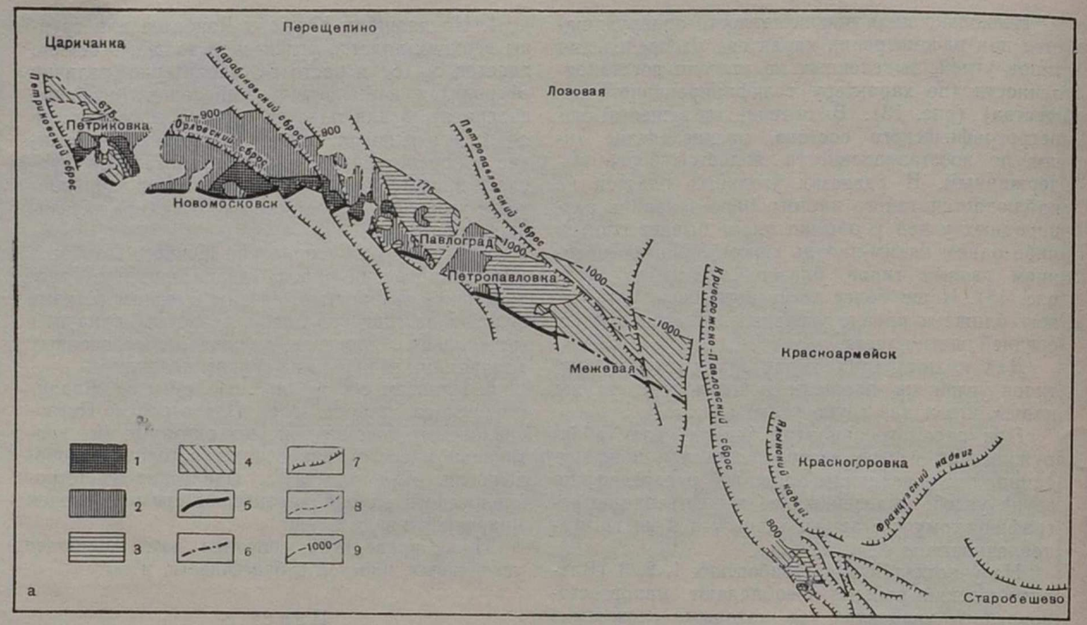
Пласт c_1 является самым нижним и самым устойчивым из рабочих пластов самарской свиты на всей площади Западного Донбасса, от Владимировского района на востоке до Петриковско-Царичанского района на западе, имеет общую протяженность по простиранию более 200 *км*.

В Петриковско-Царичанском районе пласт не имеет повсеместного распространения вследствие внутриформационных размывов.

Начиная от Новомосковского района и далее на восток — в Павлоградско-Петропавловском районе,— пласт c_1 в основном устойчив. В центральной части Павлоградско-Петропавловского и в западной части Новомосковского района установлены весьма значительные полосы размыва пласта, простирающиеся с юга в северном и северо-восточном направлениях. Полосы размыва секут угольный пласт почти вкрест простирания, по ширине они различны (1—10 *км*) и к северу расширяются. Внутриформационные размывы пласта зафиксированы и на площади Межевая-Петропавловка. В восточной части Павлоградско-Петропавловского района мощность пласта снижается и наблюдается его расщепление на три слоя, которые к северу и востоку приобретают характер отдельных пластов (c_0, c_1 и c_2). Расщепление пласта наблюдается также на некоторых участках Петриковско-Царичанского и Новомосковского районов.

Рабочая мощность пласта колеблется в значительных пределах, от 0,45 до 2,00 *м* (рис. 14),

Шахты и рудники Донбасса © 2017



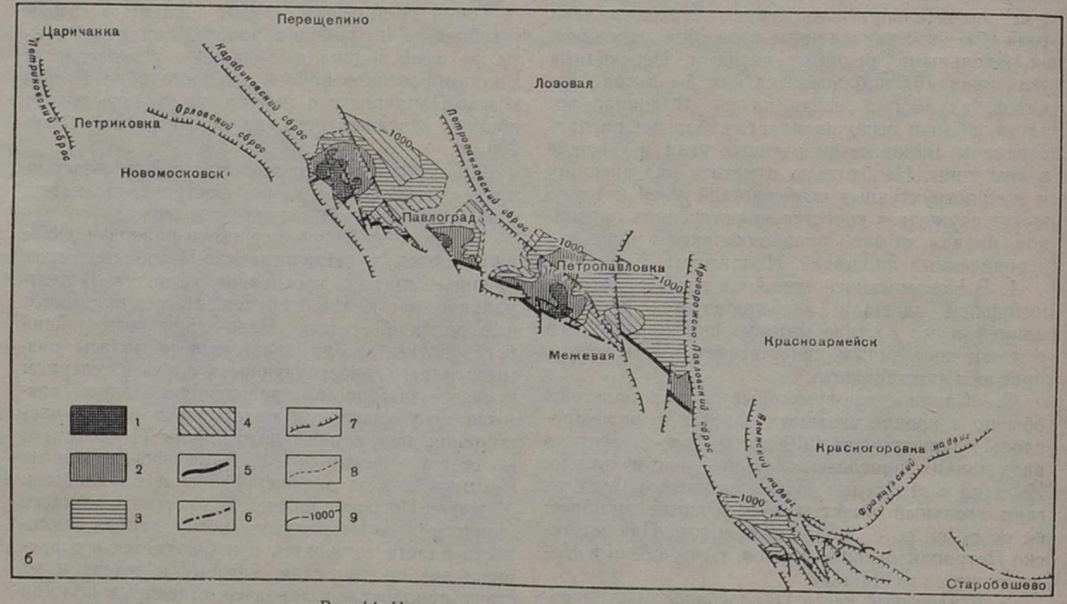


Рис. 14. Изменение мощности угольных пластов

а — c_1 и *б* — c_4; (составили А. З. Широков, Д. Ф. Алымов)

1—2,00—1,00 *м*; *2*—1,00—0,60 *м*; *3* — 0,60—0,45 *м*; *4* — 0,45—0,05 *м*; *5* — угольный пласт рабочей мощности; *6* — угольный пласт нерабочей мощности; *7* — тектонические нарушения; *8* — границы фациального выклинивания и размывов угольного пласта; *9* — изогипсы пласта

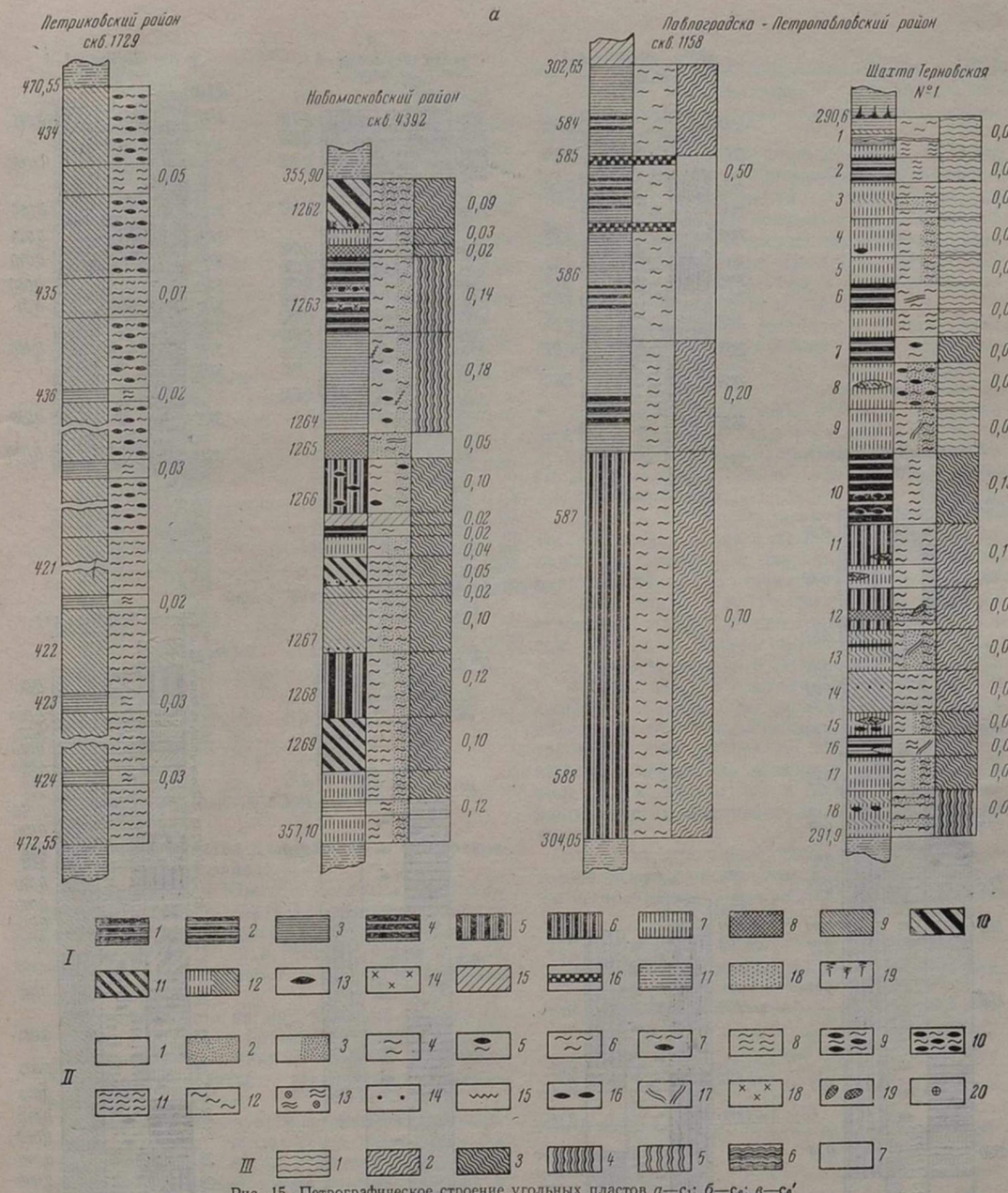


Рис. 15. Петрографическое строение угольных пластов *а*—c_1; *б*—c_6; *в*—c_6'

I — по внешним признакам углей и пород: *1* — полублестящий, полосчатый; *2* — полублестящий тонкополосчатый; *3* — полублестящий штриховатый; *4* — полублестящий однородный; *5* — полуматовый полосчатый; *6* — полуматовый тонкополосчатый; *7* — полуматовый штриховатый; *8* — матовый однородный; *9* — матовый штриховатый; *10* — матовый полосчатый; *11* — матовый тонкополосчатый; *12* — переходный от полуматового штриховатого к матовому штриховатому; *13* — фюзен; *14* — пирит; *15* — аргиллит; *16* — углистый сланец; *17* — алевролит; *18* — песчаник; *19* — «кучерявчик»; II — по микроструктурным признакам углей: *1* — прозрачная основная масса; *2* — непрозрачная основная масса; *3* — смешанная основная масса; *4* — кларены споровые; *5* — кларены смешанные; *6* — дюрено-кларены споровые; *7* — дюрено-кларены смешанные; *8* — кларено-дюрены споровые; *9* — кларено-дюрены смешанные; *10* — дюрены смешанные; *11* — дюрены споровые; *12* — ультрадюрены; *13* — сапропелиты; *14* — микро- и макроспоры; *15* — кутикула; *16* — фюзен; *17* — прожилки гелифицированного вещества; *18* — пирит; *19* — ксиленит (ксилен + ксиловитрен); *20* — карбонатные включения; III — типы по степени восстановленности углей: *1* — «а» маловосстановленный; *2* — «аб» — близкий к маловосстановленному; *3* — «аб» — близкий к переходному; *4* — «б» — переходный; *5* — «бв» — близкий к восстановленному; *6* — «в» — восстановленный; *7* — восстановленность не определялась

Шахты и рудники Донбасса © 2017

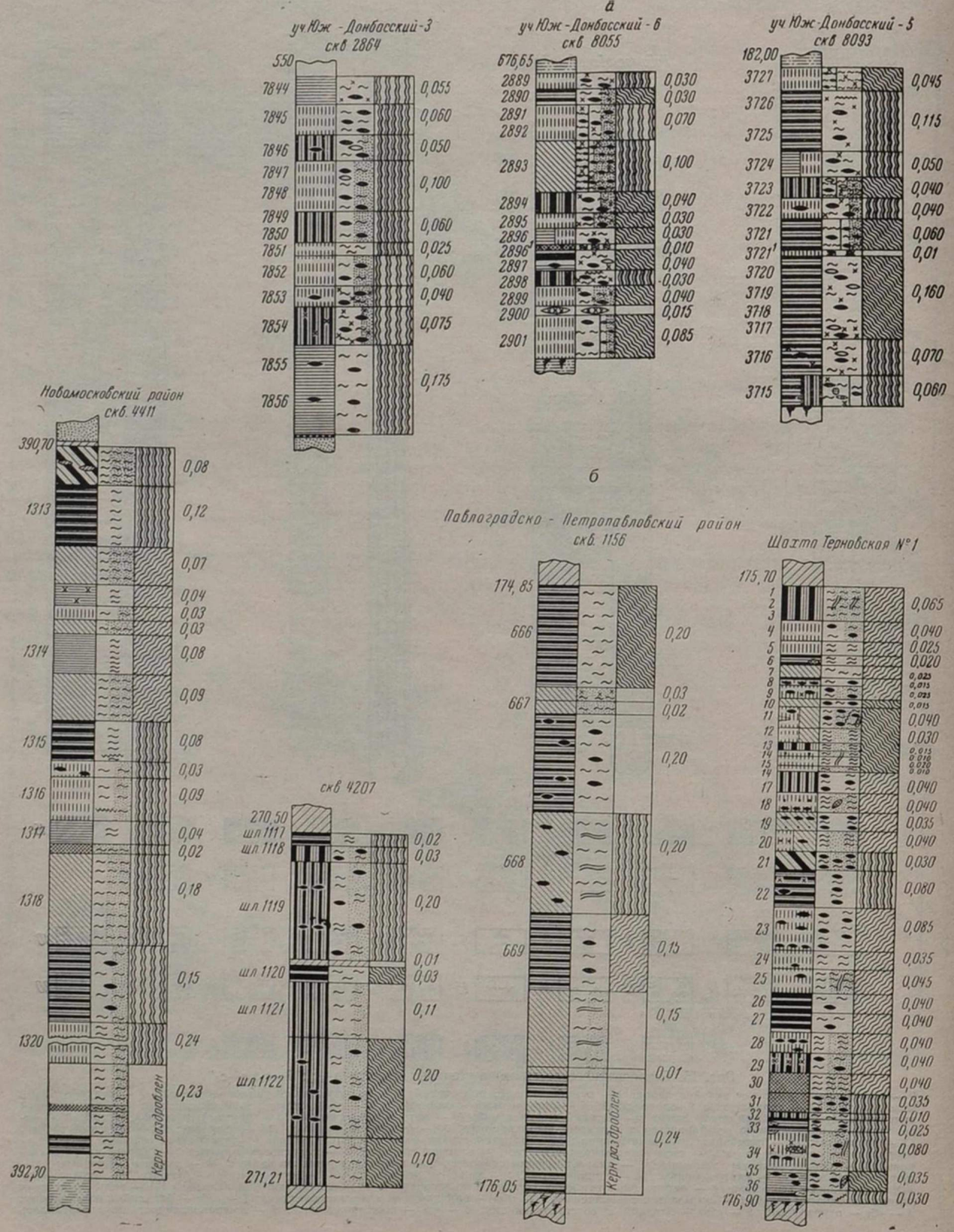


Рис. 15 (продолжение)

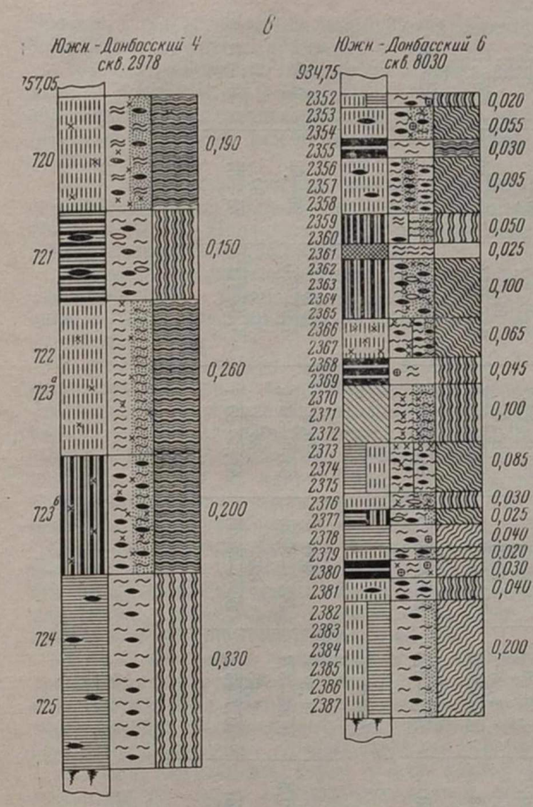


Рис. 15 (окончание)

в отдельных случаях достигая 3,9 *м* (Петриковско-Царичанский район).

На территории Южного Донбасса, во Владимировском районе, пласт относительно устойчив, имеет простое строение, со средней полезной мощностью 0,45—0,62 *м*. В Волчанском и Кальмиусском районах пласт c_1 рабочей мощности не достигает.

Кровлей пласта на всей площади его распространения являются аргиллиты, реже алевролиты и изредка песчаники и углистые аргиллиты. Почвой — алевролиты, аргиллиты, «кучерявчик», реже песчаники.

Пласт характеризуется сложным петрографическим составом. Наблюдается частое переслаивание различных групп и подгрупп углей при мощности отдельных слоев от 0,05 до 0,40 *м*, благодаря чему угольное вещество пласта приобретает комплексно-полосчатую структуру. Пласт сложен преимущественно полуматовым кларено-дюреновым углем смешанного состава (рис. 15), переслаивающимся с дюрено-клареновыми, реже дюреновыми углями. В центральной части Павлоградско-Петропавловского района преобладают полублестящие и переходные к ним угли смешанные дюрено-кларены и кларено-дюрены.

Более простым петрографическим составом отличается пласт в Петриковско-Царичанском районе, где он слагается довольно мощными пачками (до 0,80 *м*) полуматового кларено-дюренового и матового дюренового угля, преимущественно штриховатой структуры, при небольшом участии тусклоблестящих полосчатых разновидностей (см. рис. 15, *а*, скв. 1729).

В Новомосковском районе для пласта характерны сапропелево-гумусовые угли, залегающие преимущественно в его кровле. Наибольшее распространение сапропелево-гумусовые угли имеют в западной части района, где они нередко слагают полностью весь пласт. На востоке их значение уменьшается и в Павлоградско-Петропавловском районе они зафиксированы в единичных случаях.

По степени восстановленности на большей части бассейна уголь пласта c_1 представлен маловосстановленным и переходным типами, что наглядно видно из структурных разрезов пластов (рис. 15, *а*) и на схематическом плане, построенном для Южно-Донбасского района (см. рис. 13, *а*). Наиболее восстановленные угли типа «б» встречаются в Новомосковском районе.

В табл. 12 и 13 приводятся средние и предельные значения отдельных показателей, определяющих петрографическую и качественную характеристики пласта c_1. Угли пласта c_1 по степени углефикации изменяются от БД на западе до ГЖ на востоке и северо-востоке и являются преимущественно мало- и среднезольными.

Закономерное уменьшение зольности наблюдается в северо-восточном направлении; в том же направлении уменьшается выход летучих

Таблица 12

Средние и предельные значения содержания основных групп микрокомпонентов в составе пласта c_1, %

Район	Группа			
	витринита	семивитринита	фюзинита	лейптинита
Новомосковский	60 50—70	8 4—12	15 10—20	23 16—30
Павлоградско-Петропавловский				
западная часть	58 47—69	7 3—11	18 12—24	23 18—28
восточная часть	57 45—75	7 3—11	16 9—25	20 14—30
Южный Донбасс	66	19	—	15

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица 13

Средние и предельные значения качественных показателей, характеризующих пласт, %

Район	W^a	A^c	V^r	C^{daf}	H^a	X	У
Пласт c_1							
Петриковско-Царичанский	11,2 / 6,7—15,0	13,9 / 8,3—18,0	44,2 / 41—47	73,0 / 70,2—75,5	5,23 / 4,6—5,6	—	—
Новомосковский	11,4 / 6,3—18,0	13,2 / 6,0—25,0	43,6 / 40—46	74,9 / 70,0—83,0	5,15 / 4,4—5,8	—	—
Павлоградско-Петропавловский западная часть	4,7 / 1,6—10,0	10,3 / 3,3—33,0	40,6 / 33,4—46,0	78,8 / 62,0—83,4	5,4 / 4,3—6,2	— / 39—65	— / 0—15
центральная и восточная часть	2,1 / 1,0—3,7	9,1 / 5,8—14,0	40,5 / 37—43	82,8 / 80,3—84,5	5,6 / 5,4—5,7	48 / 36—68	12 / 9—17
Южный Донбасс	— / 2—10	— / 2—10	— / 39—46	— / 84,7—87,5	— / 5,8—6,2	—	— / 12—26
Пласт c_6							
Павлоградско-Петропавловский западная часть	5,0 / 1,1—10,0	11,9 / 2,5—27,0	41,3 / 34,3—49,5	79,2 / 66,0—83,6	5,3 / 4,0—6,0	36—86	0—14
центральная и восточная часть	2,3 / 0,7—5,0	7 / 4—12	40 / 36—44	83,5 / 81,5—85,7	5,3 / 5,0—6,1	50 / 41—67	11 / 8—17

Район	$S_{об}^r$	$Q_б^r$
Пласт c_1		
Петриковско-Царичанский	1,48 / 0,62—2,9	6180 / 5250—6613
Новомосковский	2,4 / 0,7—3,5	7275 / 6700—7500
Павлоградско-Петропавловский западная часть	1,9 / 0,43—8,2	7812 / 6060—8320
центральная и восточная часть	1,77 / 0,6—2,33	8233 / 8000—8450
Южный Донбасс	— / 1,3—3,3	— / 8267—8870
Пласт c_6		
Павлоградско-Петропавловский западная часть	1,5 / 0,35—6,7	7800 / 6710—8320
центральная и восточная часть	2,08 / 0,7—3,5	8220 / 8000—8500

веществ на горючую массу, повышаются теплота сгорания и содержание углерода.

Закономерностей в изменении содержания серы по площади не наблюдается. Уголь в основном мало- и среднесернистый. Наибольшая сернистость пласта отмечается в Новомосковском районе.

Угли в Новомосковском районе трудно- и среднеобогатимые, содержание золы в концентрате 6,9%. В Павлоградско-Петропавловском районе — легко- и среднеобогатимые.

Минеральные включения представлены пиритом, каолинитом, кальцитом и кварцем. Спорадически встречается марказит и анкерит (Танатар-Бараш, 1960).

Пирит встречается преимущественно в виде рассеянных среди гелифицированного вещества зерен и их мелких линзовидных скоплений, вытянутых параллельно наслоению. Нередко он выполняет также клеточные полости фюзенизированных тканей. В направлении с запада на восток наблюдается некоторое увеличение процентного содержания пирита в углях.

Каолинит присутствует в незначительном количестве, но в отдельных пробах содержание его достигает 20%. Повышенному содержанию каолинита соответствует и повышенное содержание золы на соответствующем участке.

Кальцит чаще выполняет вертикальные трещины в угле, реже расположен по наслоению, в верхней и средней части пласта. Более всего кальцит распространен на площади, расположенной восточнее Новомосковского района.

Кварц встречается редко и максимальное скопление его зерен наблюдается вблизи внутриформационных размывов.

Пласт c_6

В Павлоградско-Петропавловском районе наиболее устойчивым и мощным является пласт c_6, здесь он сохраняет рабочую мощность в пределах 0,5—1,6 *м* (рис. 14, *б*). В северном направлении мощность его снижается, не выходя за пределы рабочей. С продвижением на восток от с. Петропавловки и на территории Волчанского и Кальмиусского районов пласт отсутствует, однако на площади Владимировского района он вновь восстанавливает свою мощность до рабочей, но очень неустойчив. На западе в районах Новомосковском и Петриковско-Царичанском пласт отсутствует.

В западной части Павлоградско-Петропавловского района бурением установлена площадь размыва пласта, представляющая довольно широкую (2 *км*) и удлиненную полосу (15 *км*), постепенно расширяющуюся по направлению падения пласта (до 4—6 *км*). В восточной части этого района пласт c_6 расщепляется на две, реже на три, пачки. В кровле и почве пласта залегают аргиллиты и алевролиты, изредка песчаники. В почве неизменно присутствует «кучерявчик».

По петрографическому составу пласт сложного строения; преобладают полуматовые и переходные к ним смешанные кларено-дюреновые, реже полублестящие смешанные дюрено-клареновые и матовые дюреновые угли. Петрографический состав по простиранию и падению не выдерживается. В западной части района в угле часто встречаются тонкие прослойки коричневого липтобиолита, изредка сапропелево-гумусового угля.

По степени восстановленности угли в основном относятся к переходным типам «б» и «аб» (рис. 15, *б*).

Средние и предельные значения отдельных групп микрокомпонентов (в %) следующие:

Витринит	Семивитринит	Фюзинит	Лейптинит
55 / 50—68	7 / 7—12	18 / 12—25	20 / 14—28

Несколько повышенное содержание компонентов группы витринита наблюдается в западной части района (61%) и в небольшой части центрального района (62%).

Химико-технологические параметры пласта см. табл. 13.

Угли пласта c_6 газовые, спекающиеся и хорошо спекающиеся, за исключением крайней западной части района, где наблюдаются неспекающиеся и слабоспекающиеся. Угли, преимущественно малосернистые и малозольные, в западной части района среднезольные. В составе неорганических включений обнаружены следующие минералы: пирит, марказит, каолинит, кальцит и кварц. Наиболее часто развиты марказит и каолинит.

Марказита 3—4%, реже 5—6%. Наблюдается преимущественно среди остатков фюзена, а также в виде мелких округлых зернышек, неравномерно распределенных среди остальных органических микрокомпонентов угля. Расположен преимущественно по наслоению.

Пирит присутствует в незначительном количестве в виде мелкоагрегатных вкраплений, неравномерно распределенных среди гелифицированного вещества углей.

Каолинит и кальцит приурочены преимущественно к трещинам кливажа. Увеличение содержания пирита и марказита замечено на крайнем востоке района и в его северной части; увеличение же содержания каолинита наблюдается в центральной части и явно приурочено к размыву пласта.

Так как на территории Южного Донбасса пласт c_6 отсутствует или неустойчив, для этой площади приводится описание близлежащего пласта c_6^1.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Пласт c_6^1 на площади Владимирского района залегает среди отложений лагунной, местами мелководно-морской обстановки; кровлей являются аргиллиты, реже алевролиты и как исключение глинистый криноидный известняк C_3. В почве залегают алевролиты, иногда аргиллиты с «кучерявчиком». Здесь пласт является самым устойчивым рабочим пластом, имеет простое строение и среднюю мощность 0,45—0,60 *м*.

На большей части разведенной площади по степени восстановленности пласт представлен переходным типом «б» или восстановленным — «бв» и «в», реже близким к маловосстановленному «а» (13, *в*, 15, *в*).

По петрографическому составу и микроструктуре уголь пласта чаще всего представлен смешанным дюрено-кларено́м и кларено-дюреном, но часто отмечаются и споровые кларено-дюрены. Значительную роль в строении пласта играют комплексно-полосчатые угли (микропереслаивание кларена с дюреном); на отдельных участках Южного Донбасса их содержание доходит до 40%. Часто встречается структурный витрен и очень характерные для пласта округлые, с толстой экзиной, микроспоры.

Из минеральных включений распространен пирит и марказит в форме мелкой послойной вкрапленности в гелифицированном веществе. Изредка в верхней части пласта встречается тонкий (до 5 *см*) прослой сапропелево-гумусового угля типа кеннеля. Средний количественный петрографический состав пласта следующий: микрокомпонентов группы витринита — 56%, фюзинита — 29%, лейптинита — 16%.

Уголь на большей части площади газовый, хорошо спекающийся, с толщиной пластического слоя на средних горизонтах от 10 до 12 *мм*, на более глубоких до 16—21 *мм*; малозольный (A^c до 8%), с содержанием серы от 0,8 до 4,1%, в среднем 1,5 до 2,5%. Выход летучих веществ составляет 38—45%, изредка повышается до 46%, теплота сгорания колеблется в пределах 8216—8693 *кал*. Элементарный состав: C^0 85—87%, H^0 = 5,7—6,1%. Содержание фосфора от 0,004 до 0,01%.

В Волчанском районе пласт c_6^1 по степени восстановленности переходного типа «б», большей частью комплексно-полосчатый, состоит из тонкоперемежающихся слойков смешанного кларено-дюренового и дюрено-кларенового угля. Средний количественный петрографический состав их следующий: микрокомпонентов группы витринита — 54%, фюзинита — 33%, лейптинита — 13%.

Уголь газовый, близкий к жирному, хорошо спекающийся с У = 12—20 *мм*, малозольный (A^c до 14%, в среднем 6—7%), содержание серы колеблется от 0,9 до 5,0 в среднем 1,99. Выход летучих веществ составляет от 31 до 44%, теплота сгорания 8300—8760 *кал*.

В Кальмиусском районе пласт c_6^1 неустойчив, имеет простое строение и среднюю полезную мощность 0,45—0,50 *м*, залегает среди мелководно-морских отложений. Вскрыт единичными скважинами, петрографически не изучен. Относится к марке Т.

Часть третья

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА УГЛЕЙ

413

Шахты и рудники Донбасса © 2017

СВОЙСТВА УГЛЕЙ И ИХ СВЯЗЬ С УСЛОВИЯМИ УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ

Несмотря на многочисленность факторов, определивших природу углей, и взаимное наложение их влияния, различают свойства углей, сложившиеся в период накопления пласта и диагенетических преобразований и появившиеся в результате метаморфизма. По этому принципу показатели состава и свойств углей делятся на две группы: I — связанные с генезисом угольных пластов и II — связанные с метаморфизмом.

Показатели первой группы характеризуют генетический тип угля, показатели второй группы — степень метаморфизма. Разделение показателей на две группы имеет методическое значение при исследовании закономерностей изменения свойств углей в бассейне для целей прогноза. Показатели I группы изменяются зонально; зоны могут быть разнообразными по величине и очертаниям даже в сближенных пластах. Метаморфизм в пластах изменяется регионально; области углей одинаковой стадии метаморфизма отличаются большой правильностью распределения на площади и в разрезе, так как факторы регионального метаморфизма воздействовали на всю угленосную толщу.

Для характеристики и правильной оценки месторождения важно знать закономерности изменения свойств углей в пластах: выдержанность или изменчивость пластов на исследуемой площади в отношении показателей I группы, направление и темп изменения показателей II группы.

К первой группе генетических показателей относятся: 1) вещественно-петрографический состав; 2) характеристика гелифицированного вещества по морфологическому составу растительных остатков (стеблевые ткани, коровые, органы спороношения, листья); 3) тип гелифицированного вещества по степени восстановленности; 4) содержание серы; 5) зольность, 6) содержание фосфора.

Во второй группе показателей метаморфизма важнейшими являются: 1) выход летучих веществ; 2) содержание углерода; 3) содержание влаги; 4) теплота сгорания; 5) спекаемость; 6) удельный вес.

Показатели II группы несут на себе отпечаток генетических признаков — петрографического состава и степени восстановленности. Это выражается в том, что при одинаковой степени метаморфизма углей все показатели имеют некоторый диапазон значений, который объясняется различием генетических типов.

СВОЙСТВА УГЛЕЙ, СВЯЗАННЫЕ С ПЕРВИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ УГЛЕОБРАЗОВАНИЯ

Генетические показатели углей нижнего карбона имеют свои характерные величины, отличающие их от углей среднего карбона и характеризующие условия накопления и диагенеза угольных пластов в нижнем карбоне.

Петрографический состав. Петрографические компоненты обладают различными свойствами, поэтому вещественно-петрографический состав влияет на общую характеристику углей.

Типовой вещественно-петрографический состав углей по группам микрокомпонентов для пластов из разных частей толщи нижнего карбона по районам приведен в табл. 14.

По простиранию с запада на восток заметно увеличение содержания компонентов группы витринита и снижение содержания фюзинизированных компонентов и спор. Взаимосвязь липоидных и фюзинизированных компонентов (рис. 16) отражает различие условий угленакопления в западной и восточной частях бассейна. При детальном рассмотрении изменений петрографического состава в пластах (см. рис. 13) на фоне общей закономерности видно присутствие в них участков повышенного или пониженного содержания гелифицированного вещества; эти участки различного размера и очертаний соответствуют, по-видимому, древнему рельефу местности, который в общих чертах с некоторыми изменениями сохранялся в период накопления ряда угольных пластов.

Таблица 14

Типовой вещественно-петрографический состав углей намюрского и визейского ярусов нижнего карбона * в % по объему

(по данным ДонУГИ, 1959)

Район	Ярус	Vt	SV	F	L
Западный Донбасс					
Новомосковский	C_1^n	—	—	—	—
»	C_1^v	34—50 / 42	6—14 / 10	20—30 / 25	13—23 / 23
Павлоградско-Петропавловский	C_1^n	—	—	—	—
западная часть	C_1^v	37—51 / 43	4—14 / 9	21—33 / 27	14—28 / 21
восточная часть	C_1^n	—	—	—	—
	C_1^v	46—68 / 57	4—12 / 8	12—24 / 18	12—24 / 17
Южный Донбасс	C_1^n	63—87 / 75	3—11 / 7	2—18 / 10	1—15 / 8
	C_1^v	48—70 / 59	4—12 / 8	11—25 / 18	8—22 / 15

* Типовой петрографический состав по микрокомпонентам показан пределами, в которые укладывается 80% исследованных углей (числитель) и средним значением (знаменатель)

Характер гелифицированного вещества. Типы гелифицированного вещества изучены в среднем карбоне Донбасса, где угли сложены почти нацело гелифицированным веществом. Были найдены угли различных свойств при равной степени метаморфизма. Причина различий заключается в разных условиях накопления и разложения растительных остатков, которые создали более или менее восстановительную обстановку в торфянике и захороненном осадке. В Донбассе выделены генетические типы маловосстановленных углей (тип «а»), восстановленных (тип «в») и ряд промежуточных между ними (типы «аб», «б», «бв»).

Для нижнего карбона характерны угли невысокой восстановленности, типы от «а» до «бв». Тип гелифицированного вещества оказывает влияние на качество углей, но оно не так явно, как в среднем карбоне, вследствие отсутствия высоковосстановленных углей и маскирующего действия фюзенизированного и спорового вещества. Тип гелифицированного вещества сказывается на выходе летучих веществ, спекаемости и других показателях; с ним связано также содержание серы.

Есть пласты, устойчиво сохраняющие тип по восстановленности на большой площади, и пласты, не выдержанные по типу.

В разных пластах зоны распространения типа разнообразны по величине и конфигурации. Расположение зон восстановленных углей тяготеет к северо-востоку.

Гелифицированное вещество различается по ботаническим признакам исходного растительного материала. И. Э. Вальц (1956) обнаружила в углях многих бассейнов древесинные, паренхимные и другие ткани разной степени гелификации; И. И. Аммосов (1955) в углях Бала-

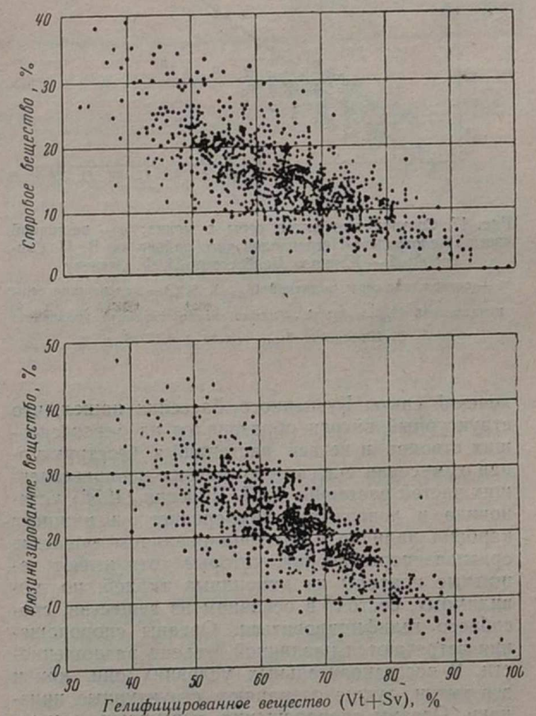


Рис. 16. Взаимосвязь петрографических компонентов в углях нижнего карбона Донбасса

Шахты и рудники Донбасса © 2017

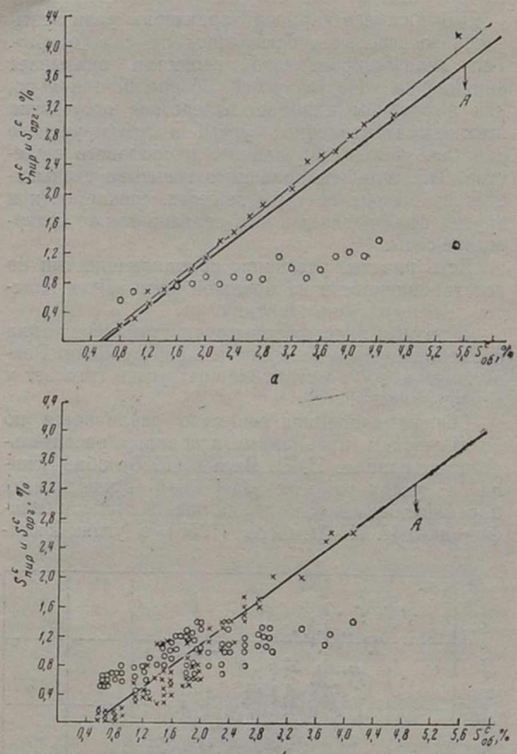


Рис. 17. Соотношение видов серы в углях: *а* — восточной части Павлоградско-Петропавловского района по В. П. Савковой; *б* — Южного Донбасса по Н. Ф. Оленеву

× — содержание серы пиритной ($S_{пир}$), %; ○ — содержание серы органической ($S^c_{орг}$), %; *А* — линия, соответствующая уравнению А. З. Юровского $S_{пир} = 0{,}38 + 0{,}737/S_{об}$, %

хонской свиты Кузнецкого бассейна нашел, что структурный витрен образовался из одревеснев-ших стволов и ветвей растений, а бесструктурная гумусовая масса — из мягких неодревеснев-ших частей растений; К. И. Иносова (1958) установила в донецких углях среднего и нижнего карбона наличие в гелифицированном веществе органов спороношения, которые хотя имеют защитные покровы из липоидных тканей, но, повидимому, состоят в основном из вещества, способного гелифицироваться. Органы спороношения встречаются различной степени разложенности. В восстановительных условиях они, как и все ткани, лучше сохраняют структурные признаки. Органы спороношения повышают спекаемость углей.

Содержание серы. Основными видами серы являются органическая и пиритная; содержание сульфатной серы всегда ниже 0,1%, а большей частью даже ниже 0,05%. Как показали исследования Н. Ф. Оленева в 1956 г. по Южному Донбассу и В. П. Савковой в 1958 г. по Западному Донбассу, при общем содержании серы ниже 2% преобладает органическая сера; при содержании $S_{об}^c$ выше 2% содержание органической серы остается почти постоянным на уровне около 1%, содержание пиритной серы увеличивается вместе с ростом общего количества серы (рис. 17). Можно считать, что угли с $S_{об}^c$ ниже и выше 2% составляют две группы, отличающиеся по условиям образования. Линейная зависимость между $S_{пир}^c$ и $S_{об}^c$, установленная для донецких углей среднего карбона (Юровский, 1948), подтверждена В. П. Савковой; по данным Н. Ф. Оленева, при $S_{об}^c$ менее 2% значения $S_{пир}^c$ лежат ниже прямой, отвечающей уравнению А. З. Юровского.

В нижнем карбоне преобладают угли в среднем невысокой сернистости: угли Петриковско-Царичанского района малосернисты (1,0—2,5%), в Новомосковском районе сера повышается (1,5—3,5%); в Павлоградско-Петропавловском сернистость несколько снижается и сохраняется на уровне примерно 2%; в Южном Донбассе преобладают угли с серой до 2%.

Пласты различны по сернистости. Есть пласты выдержанные малосернистые на большом простирании (пласт c_1 в Западном Донбассе, пласт c_4^2 в Южном Донбассе), пласты с устойчиво повышенным содержанием серы (пласт c_6^1 в Южном Донбассе), пласты с хорошо выраженной зональностью в распределении серы (пласт c_6 в Западном и Южном Донбассе). На рис. 18 показаны характерные зоны сернистости пласта c_6. Они разнообразны по размерам и причудливы по очертаниям.

Зоны повышенной сернистости в пластах большей частью приурочены к северо-восточной части площади.

Содержание и распространение серы в пластах характеризуют обстановку при накоплении пласта и условия диагенетического преобразования отложенного растительного вещества; повышенная сернистость (выше 2%) свидетельствует о восстановительной среде в торфянике и обычно сочетается с более восстановленным типом угля.

Так же как и в среднем карбоне, зоны сернистости в нижнем карбоне близко совпадают с зонами распространения типов по восстановленности.

А. П. Феофиловой и К. И. Иносовой (1962) удалось установить существование некоторых закономерностей связи петрографического состава и генетического типа по восстановленности углей нижнего карбона с характером циклов осадконакопления и фациальным типом кровли (рис. 19)

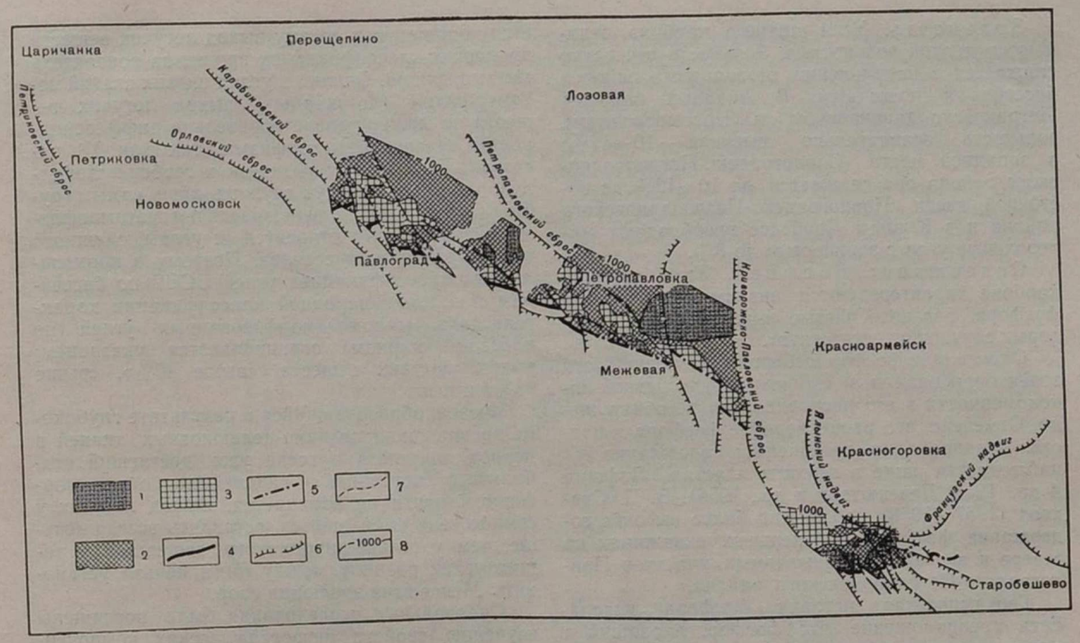
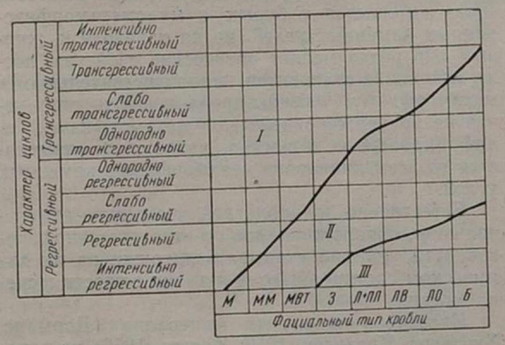


Рис. 18. Содержание серы ($S^c_{об}$) в угле пласта c_6 (составили В. А. Данилевская, А. З. Широков)

1 — 4,0—2,5%; *2* — 2,5—1,5%; *3* — 1,5—0,5%; *4* — угольный пласт рабочей мощности; *5* — угольный пласт нерабочей мощности; *6* — тектонические нарушения; *7* — границы фациального выклинивания и размывов угольного пласта; *8* — изогипсы пласт c_6 (—1000)



Характеристика	Группа I	Группа II	Группа III
Тип по восстановленности	«аб, б, ба»	«а, ба»	«а, ба»
Сера, %	>2	<2	<1
Петрографический состав (вещества):			
гелифицированного	>50	<50	>50
фюзинизированного	<25	>25	<25
липоидного	<20	<20	<20

Рис. 19. Генетические признаки групп углей в зависимости от фациального типа кровли и характера циклов в нижнем карбоне Южного Донбасса (Феофилова, Иносова, 1957ф)

Найденные закономерности вскрывают зависимость генетических признаков углей от физико-географических условий накопления пластов и помогают определить устойчивость генетических характеристик пласта и прогноз свойств углей в разведываемых пластах.

Обозначения	Фации	Вещественный состав отложений кровли
М	Открытого моря	Алеврито-глинистые
ММ	Относительно мелководных близких к берегу участков открытого (материкового) моря	Алеврито-глинистые и алевритовые
МВТ	Зоны волнений прибрежной части открытого моря периода трансгрессий	Алевритовые и тонко-песчанистые
З	Полузакрытого заливного побережья	Глинисто-алевритовые
Л	Закрытого лагунного побережья	Алевритовые
ПЛ	Прибрежных лагун	Алевритовые
ЛВ	Зоны волновой ряби в лагунах	Алевритовые и тонкопесчанистые
ЛО	Замкнутых водоемов лагунного побережья типа озер	Алевритовые и тонкопесчанистые
Б	Заболоченных прибрежных низин и болот	Алевритовые и тонкопесчанистые

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Зольность. Угли нижнего карбона отличаются низкой зольностью. Зольность отчетливо снижается в направлении от западных районов бассейна к восточным. В западных районах, Петриковско-Царичанском и Новомосковском, зольность сравнительно высокая — 10—17%; в западной части Павлоградско-Петропавловского района она снижается до 10—13%, в восточной части Павлоградско-Петропавловского района и в Южном Донбассе преобладают малозольные угли с зольностью до 8%.

Содержание фосфора. Угли нижнего карбона характеризуются низким содержанием фосфора, большею частью ниже 0,01%, в некоторых случаях он отсутствует.

Определяли фосфор выборочно по редкой сети точек опробования, и сколько-нибудь четкой закономерности в его распределении не обнаружено. Отмечено, что распределение фосфора в пластах неравномерно, повышенное содержание его наблюдается чаще в верхних пластах (Лифшиц и др., 1953; Левенштейн и др., 1956). В. П. Савкова (1957—1958) наблюдала более высокое содержание фосфора в отдельных скважинах на севере и востоке разведываемых участков Павлоградско-Петропавловского района.

Геохимическая история фосфора неясна. Есть предположение, что фосфор, входящий в состав органического вещества животных и растений, с ними вносится в осадочную породу. Содержание фосфора ничтожно и не отвечает обогащенности осадка органическим веществом. По-видимому, фосфор не удерживается в осадке и выносится из него водами (Страхов, 1937).

СВОЙСТВА УГЛЕЙ, СВЯЗАННЫЕ С МЕТАМОРФИЗМОМ

Факторы метаморфизма воздействовали на уголь в определенном направлении, но изменения, происходившие в угле, во многом определялись его генетическими свойствами: различный по природе растительный материал образовывал свои ряды превращения. В классе гумолитов не тождественны продукты превращения у коры, древесины, листьев, спор; различно изменялось под влиянием метаморфизма гелифицированное и фюзенизированное вещество; неодинаков путь превращения восстановленного и маловосстановленного гелифицированного вещества. Для понимания свойств углей всегда необходимо учитывать петрографические компоненты на разных стадиях метаморфизма и их взаимное влияние.

Выход летучих веществ. Выход летучих — общепринятый классификационный показатель для углей с высоким содержанием гелифицированного вещества. Под влиянием метаморфизма гелифицированное вещество, обычно составляющее основную часть угля, изменяется постепенно и потому выход летучих веществ во многих классификациях принят за показатель метаморфизма. Однако в углях низких стадий метаморфизма (до жирных) выход летучих веществ не может удовлетворительно дифференцировать степень метаморфизма, так как V^r настолько зависит от генетических особенностей углей, что летучие могут служить лишь самым грубым ориентировочным показателем метаморфизма. Особенно это относится к углям сложного петрографического состава. Поэтому в промышленных классификациях углей СССР по бассейнам и в международной классификации характеристика малометаморфизованных углей по классам (маркам) ограничивается указанием: выход летучих веществ «выше 40%», «выше 33%» и т. п.

Фюзен, образовавшийся в результате глубокого превращения лигнино-целлюлозных тканей в период диагенеза и тогда уже достигший стабильного состояния, в дальнейшем с метаморфизмом почти не изменяется. Выход летучих у семифюзена уменьшается, оставаясь всегда меньше, чем у гелифицированного вещества; у тощих углей разницу между ними нельзя установить. Менее ясна эволюция спор.

Специальные исследования были посвящены изучению свойств петрографических компонентов и их изменению в процессе метаморфизма (Дорманс, Хунтьенс, Кревелен, 1957; Крегер, 1956; Паттейски, 1953). Общую картину изменения наглядно представил Дж. М. Шопф (рис. 20). По Шопфу (1948), споровое вещество мало изменяется у бурых и малометаморфизованных каменных углей, но на переходе к жирным оно резко меняет оптические свойства, после чего снова становится малочувствительным к метаморфизму. Фюзенизированное вещество почти не подвержено действию метаморфизма. Гелифицированное вещество равномерно изменяется во всем диапазоне метаморфизма каменных углей.

Естественно предполагать, что резкое изменение спор, обнаруживаемое по отражательной способности, должно сказываться также на их химическом составе, выходе летучих веществ и спекаемости.

Исследования чистых мацералов (Дорманс, Хунтьенс, Кревелен, 1957; Крегер, 1956) не показали скачкообразного изменения летучих у спор, но подтвердили резкое изменение отражательной способности в области 86—89% содержания углерода. Выход летучих экзинита на низких стадиях метаморфизма выше, чем у витринита; с повышением метаморфизма он равномерно снижается и при $V^r = 24\%$ становится равным выходу летучих витринита. Выход летучих у микринита ниже, чем у витринита; он снижается тоже постепенно и становится равным выходу летучих витринита приблизительно при $V^r = 10\%$.

Крегер подчеркивает равномерность, отсутствие скачков в изменении свойств всех мацералов, в том числе и экзинита.

Приняв за показатель метаморфизма выход летучих чистого витрена, К. Паттейски (1953) наблюдал изменение в зависимости от метаморфизма спорового дюрена Рурского бассейна. Он нашел, что на низких стадиях метаморфизма V^r спорового дюрена значительно выше, чем витрена из того же угля; при выходе летучих витрена 29,5% соотношение резко меняется: выход летучих спорового дюрена становится меньше, чем витрена, и с дальнейшим повышением метаморфизма уменьшается. Критическая точка изменения спорового дюрена, когда выход летучих его становится меньше, чем соответствующего витрена, получила название «скачка углефикации».

По-видимому, «скачок углефикации» у спорового дюрена является результатом взаимодействия продуктов термического разложения петрографических компонентов. Советские исследователи — С. Г. Аронов, Л. Л. Нестеренко (1953) и М. Д. Шапиро, Л. С. Альтерман и др. (1957) — показали, что процессы термического разложения и спекания смеси углей не подчиняются закону аддитивности; выход летучих веществ, смолы и газа, толщина пластического слоя, элементарный состав летучих веществ и температура начала разложения не аддитивны. Лучшие результаты спекания получаются в смесях, сильно отклоняющихся от аддитивности в сторону уменьшения выхода продуктов разложения, т. е. таких, в которых компоненты активно взаимодействуют с уменьшением выхода смолы и газа, увеличением отношения C/O в продуктах низкотемпературного разложения, повышением температуры начала разложения. Если взаимодействие компонентов является обязательным условием спекания, то становится понятным, что «скачок углефикации», отмечающий максимум взаимодействия, происходит у хорошо спекающихся жирных углей.

Угли нижнего карбона хорошо изучены ниже «скачка углефикации», где выход летучих веществ большей частью выше 33%; более метаморфизованные угли исследованы по единичным пробам.

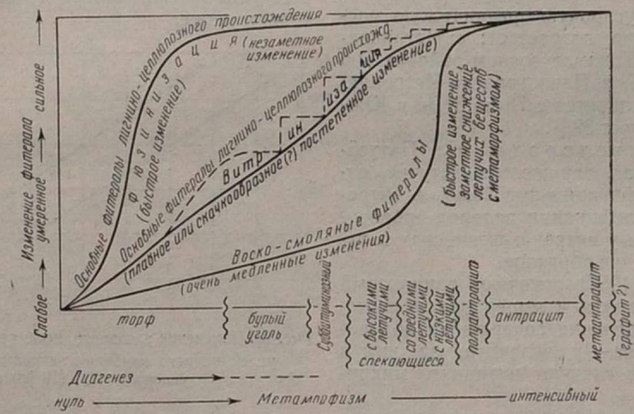


Рис. 20. Диаграмма изменения фитералов в процессе метаморфизма (по Дж. М. Шопфу, 1948)

На исследованной площади Западного и Южного Донбасса распространены малометаморфизованные угли с выходом летучих веществ 45—33%. Выход летучих веществ изменяется в пластах и в стратиграфическом разрезе со значительными колебаниями, обусловленными изменениями петрографического состава и типа по восстановленности. Все же заметна общая тенденция к снижению летучих веществ на площади в направлении повышения метаморфизма к северо-востоку (по простиранию пластов с запада на восток и по падению с юга на север) и в стратиграфическом разрезе от верхних пластов к нижним.

Выход летучих веществ ярко отражает своеобразие углей нижнего карбона. Изменение V^r в зависимости от петрографического состава и типа гелифицированного вещества показано во второй части настоящей работы (при описании типов углей).

Содержание углерода у фюзена почти не изменяется. У частично фюзенизированного вещества, гелифицированного и спорового с метаморфизмом углерод возрастает. При этом

Шахты и рудники Донбасса © 2017

сохраняется постоянное соотношение величин: наиболее высокий углерод у микринита, затем следует экзинит, наиболее низкий углерод у витринита. Максимальная разница в углероде на стадии газовых углей составляет: между микринитом и витринитом — 2,2%, между экзинитом и витринитом — 0,7% (Дорманс и др. 1953; Крегер, 1956). С повышением метаморфизма величины содержания углерода в мацералах сближаются и при С = 94% становятся равными между собой и с фюзеном.

В полосе распространения нижнекаменноугольных отложений содержание углерода в углях в пересчете на условную органическую массу (C^0) [1] закономерно возрастает: в Петриковско-Царичанском и Новомосковском районах оно составляет 75—78%, в Павлоградско-Петропавловском районе повышается с 78 до 87%, в Южном Донбассе достигает 89%.

Содержание водорода. По Паттейскому (1953) водород, так же как летучие, отражает скачок углефикации при 29,5% в витрене. Ниже скачка углефикации водород спорового дюрена выше, чем у витрена; выше скачка углефикации соотношение обратное.

Дорманс и др. (1957) отмечают одинаковый ход изменения водорода в мацералах и постоянное соотношение величин содержания водорода: наиболее высокое — у экзинита, за ним в нисходящем порядке следуют витринит, микринит и фюзенит.

В углях нижнего карбона содержание водорода повышается от переходных углей (БД) до газовых (Г) с 4,8—5,6 до 5,6—6,3%; с дальнейшим возрастанием метаморфизма содержание водорода снижается и у тощих углей (Т) достигает 3,5—4,5% (см. табл. 26).

Содержание влаги. В керновых пробах определялась влага аналитическая. Так как пробы предварительно не подсушивались, а в процессе разделки и нахождения в лаборатории они приходили в воздушно-сухое состояние, влагу аналитическую можно считать практически равной влаге гигроскопической, которая характеризует степень метаморфизма угля, особенно низкой степени метаморфизма.

Содержание гигроскопической влаги тесно связано со структурой угля. Она удерживается в угле силами адсорбции и количество ее зависит от гидрофильности и величины внутренней поверхности угля. Лучше смачивается водой и удерживает ее уголь с большим количеством кислородсодержащих групп — гидроксильных и карбоксильных.

Наименее гигроскопично споровое вещество, наиболее гигроскопичен витрен.

[1] Условная органическая масса представляет сумму основных элементов, составляющих угольное вещество — $C^0 + H^0 + N^0 + O^0 = 100\%$

Содержание влаги изменяется от 9—15% у переходных углей БД Петриковско-Царичанского района до 0,3—0,7% у отощенных спекающихся Южного Донбасса. Типичные значения влаги для углей разных марок и месторождений показаны в табл. 26.

Теплота сгорания ($Q_б^г$) с повышением метаморфизма увеличивается от 7100—7400 *ккал/кГ* в углях переходных от бурых к каменным Петриковского района до 8750 *ккал/кГ* в углях марки Ж Южного Донбасса. Характерные значения теплоты сгорания для углей нижнего карбона по маркам и месторождениям приведены ниже.

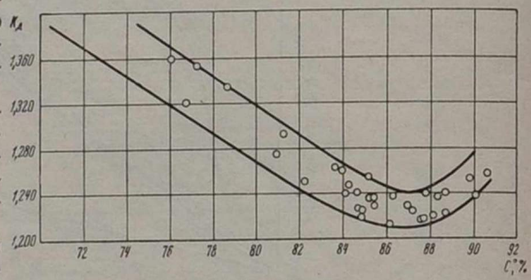


Рис. 21. Изменение удельного веса органической массы ($K_д$) углей нижнего карбона в зависимости от содержания углерода (C^0) (Лифшиц, 1959)

Удельный вес. Удельный вес органической массы угля вычисляется по формуле М. М. Лифшиц, выведенной для углей среднего карбона (Геолого-углехимическая карта Донецкого бассейна, 1954 г.): $K_д = d - 0{,}01 \cdot A^c - 0{,}012 \cdot S_{об}^c$. Удельный вес с метаморфизмом изменяется по кривой с минимумом в области газовых углей, переходных к жирным с $C^0 = 86—88\%$ (рис. 21).

Минимальным удельным весом обладают угли Соленовских участков и нижних пластов Южно-Донбасских и Петропавловских участков.

Удельный вес связан с молекулярной структурой углей. Минимум плотности находится в области наименьших значений внутренней поверхности, механической прочности, показателя Кревелена Ra (число ароматических колец на один атом углерода) и наибольших значений спекаемости.

Спекаемость нижнекарбоновых углей обладает рядом особенностей, отличающих их от углей среднего карбона Донбасса.

Стандартными показателями спекаемости являются характеристика нелетучего остатка при тигельном коксовании для слабоспекающихся углей и толщина пластического слоя в пластометрическом аппарате — для углей хорошо спекающихся.

Пластометрический метод, разработанный на среднекарбоновых донецких углях, сложенных в основном гелифицированным веществом, в применении к углям сложного петрографического состава оказывается менее надежным. Это относится в первую очередь к газовым углям с высоким содержанием спор. Споры легкоплавки и образуют маловязкую весьма подвижную пластическую массу. В условиях пластометрического опыта угольный расплав вытекает через неплотности в упаковке угольной загрузки, и толщина пластического слоя снижается; если загрузку упаковать плотно, то угольный расплав вытекает в трубку для замеров, и толщина пластического слоя получается завышенной.

Н. Р. Кушниревич (1955, 1957) рекомендует пользоваться для характеристики спекающих свойств углей нижнего карбона показателями динамики вязкости пластической массы, определяемыми в специальном приборе (Кушниревич, 1938).

По кривой изменения вязкости газовые угли нижнего карбона делятся на две группы: плавкие и неплавкие. Плавкие при спекании проходят через жидкоподвижное пластическое состояние, у неплавких пластическая масса вязкая и малоподвижная. Каждый петрографический компонент имеет свои особенности поведения при нагревании, в сочетаниях разных компонентов образуются новые свойства углей.

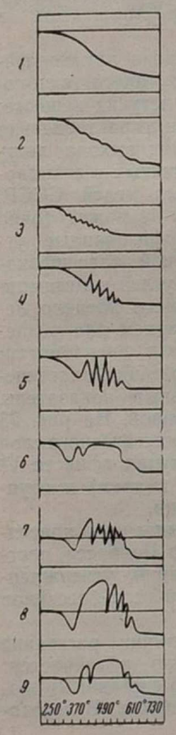


Рис. 22. Типы пластометрических кривых углей нижнего карбона Донбасса

1 — спадающая ниже нулевой линии, плавная; *2* — ниже нулевой линии, волнистая; ниже нулевой линии, зигзагообразная; *3* — короткими зигзагами; *4* — со средними зигзагами; *5* — с длинными зигзагами; *6* — ниже нулевой линии, горбообразная *7* — выше нулевой линии, с крупными зигзагами; *8* — выше нулевой линии, горбообразная с резкими спадами; *9* — выше нулевой линии, горбообразная

Поведение гелифицированного вещества при коксовании изучено на донецких углях, которые представляют почти чистое гелифицированное вещество. Гелифицированное вещество переходит в пластическое состояние, образуя массу, вязкость которой с метаморфизмом возрастает. С увеличением вязкости масса становится менее проницаемой для газов разложения, образующихся внутри пластического слоя, вследствие чего внутри угольной загрузки возникает давление вспучивания, необходимое для образования плотного прочного кокса. Оптимальное сочетание вязкости пластической массы, количества летучих, температурных границ пластического состояния, температуры газовыделения и других свойств приходится на коксовые угли. Максимальная способность запекать отощающие добавки присуща жирным углям, они являются основой шихты для коксования.

В пластометрическом методе характер пластической массы, ее вязкость и развивающееся в ней давление отражает пластометрическая кривая. На рис. 23 показаны характерные кривые углей нижнего карбона от длиннопламенных до жирных в порядке возрастания спекаемости от ее зарождения до максимального развития. Кроме показанных, встречаются менее характерные кривые смешанных типов, они оцениваются по преобладающему типу. Когда пластическая масса во время опыта вытекает, характер кривой искажается. Угли более высоких степеней метаморфизма мало разведаны и потому не изучены.

Своеобразны свойства спорового вещества и его роль в коксовании. Чистое споровое вещество размягчается при более низкой температуре, чем гелифицированное вещество, образует очень подвижную текучую пластическую массу, хорошо смачивающую неплавкие частицы угля. При коксовании в тигле угольный расплав прикипает к стенке тигля и образуется коксовый королек в форме корзиночки, внутри которой лежат оплавленные шарики неспекающихся примесей.

Фюзен не спекается, но, запекаемый пластической массой, образует прочный каркас в коксе.

Спекаемость углей нижнего карбона возрастает с метаморфизмом, но зависит также от содержания спорового вещества и степени восстановленности гелифицированного вещества. Влияние генетических показателей на спекаемость углей рассматривается ниже.

В Петриковско-Царичанском и Новомосковском районах угли не спекаются. Спекаемость углей проявляется в западной части Павлоградско-Петропавловского района, где угли из длиннопламенных переходят в газовые. С продвижением на восток и к северу по падению пластов спекаемость возрастает: толщина пластического слоя увеличивается, усадка уменьшается, пластометрическая кривая приобретает зигзагообразную, а затем и горбообразную форму; газовые угли переходят в жирные. Характеристика спекаемости углей всех месторождений по маркам и распределение марок на площади представлены ниже.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ

В работе по составлению промышленной классификации углей СССР было принято, что принадлежность к определенному бассейну является первым классификационным параметром, разделяющим угли Советского Союза.

Каждый каменноугольный бассейн имеет свою классификацию и, таким образом учитываются генетические особенности его углей. В настоящее время составляется единая промышленная классификация углей СССР, где одним из классификационных параметров будет вещественно-петрографический состав углей.

С введением единой классификации будут отменены отдельные классификации по бассейнам.

Условия углеобразования и различный исходный материал в среднем и нижнем карбоне Донецкого бассейна не были одинаковыми. Отсюда своеобразие углей нижнего карбона и неприменимость к ним классификации донецких углей среднего карбона. Пока нет единой классификации, угли нижнего карбона должны иметь свою классификацию, отвечающую их природе и увязанную с классификацией других углей СССР.

Внутри бассейна угли делятся на классы по метаморфизму, условно обозначаемые марками.

В промышленных классификациях в качестве основного классификационного показателя применяется выход летучих веществ. Он хорошо дифференцирует угли средних стадий метаморфизма (Ж, К, ОС) и менее отчетливо — малометаморфизованные от Д до Ж и высокометаморфизованные от Т до А.

Малометаморфизованные угли, если они сложены гелифицированным веществом, более или менее удовлетворительно различаются по выходу летучих веществ. При значительном содержании спор, которые дают повышенный выход летучих, или фюзена с пониженным выходом летучих этот параметр теряет значение показателя метаморфизма. Это наблюдается в нижнем карбоне.

На протяжении около 100 *км* от г. Новомосковска до с. Петропавловки выход летучих остается очень высоким и примерно на одном уровне — 44—40%, с некоторой тенденцией к понижению на восток.

В то же время на возрастание метаморфизма указывают другие признаки: снижение влаги, повышение углерода, теплоты сгорания, спекаемости, изменение цвета спор в проходящем свете и др.

На ранних стадиях метаморфизма углерод изменяется в широких пределах и в этой области особенно пригоден для измерения степени метаморфизма. Подтверждением может служить тесная зависимость между содержанием углерода в органической массе и цветом спор в проходящем свете (табл. 15). Углерод фиксирует этапы постепенного изменения оттенков цвета спор.

Кроме того, содержание углерода меньше других показателей зависит от вещественно-петрографического состава угля и в этом отношении имеет преимущество перед ними.

По содержанию углерода (C^0) выделены группы метаморфизма со следующими границами: 75—79; 79—82; 82—84; 84—86; 86—88; 88—90; 90—92; 92—93; 93—94%.

Надежным показателем метаморфизма является углерод в области малометаморфизованных углей (до жирных), т. е. когда его содержание достигает примерно 90%. Для более метаморфизованных углей лучшим показателем метаморфизма становится выход летучих веществ.

Характеристика углей по группам метаморфизма и сопоставление групп с марками по промышленной классификации приведены в табл. 15.

При всех достоинствах углерода как показателя метаморфизма он не имеет такого технологического значения, как выход летучих веществ: в промышленной классификации характеристика должна быть дана в показателях выхода летучих веществ и спекаемости, принятых в стандартах на классификации каменных углей СССР. Так как выход летучих веществ не может точно дифференцировать малометаморфизованные угли (до жирных), в промышленной классификации он грубо определяет место углей в метаморфическом ряде указанием нижнего предела летучих веществ. Основным критерием для разделения углей являются показатели спекаемости: характер нелетучего остатка, толщина пластического слоя и, как дополнительный показатель, характер пластометрической кривой. На рис. 23 показано изменение толщины пластического слоя *У* в зависимости от выхода летучих веществ V^r и разделения углей на классы (марки) и группы промышленной классификации.

Табл. 16 представляет промышленную классификацию углей нижнего карбона Донбасса, построенную по образцу классификаций, утвержденных в качестве ГОСТ для углей всех бассейнов СССР.

При одинаковом выходе летучих рассеяние значений *У* очень велико. Оно объясняется: 1) различием петрографического состава; 2) различиями в типе по восстановленности. В некото-

Таблица 15

Группы метаморфизма углей нижнего и среднего карбона

Показатели метаморфизма углей			Марка угля		Номер группы метаморфизма *
C^0, %	V^r, %	Цвет спор в проходящем свете (в двустороннеполированных шлифах без анализатора) по К. И. Иносовой	нижнего карбона	среднего карбона	
75—79	—	—	БД	БД	
79—82	—	Лимонно-желтый до желтого	Д	Д	1
82—84	—	Желтый до оранжево-желтого	Г1	Д	
84—86	—	Оранжево-желтый до оранжевого	Г9	Г6	2
86—88	—	Оранжевый до оранжево-красного (светлее гелифицированного вещества)	ГЖ	Г16	3
88—90	>27	Оранжево-красный до красно-бурого (близкий к цвету гелифицированного вещества)	Ж	Ж	4
—	27—18	Красно-бурый до бурого (темнее гелифицированного вещества)	К	К	5
—	18—13	Бурый (темнее гелифицированного вещества)	ОС	ОС	6
—	13—8	Темно-бурый (темнее гелифицированного вещества)	Т	Т	7

* По геолого-углехимической карте Донецкого бассейна, выпуск VIII, 1954 г.

рых случаях генетические особенности углей создают настолько своеобразные технологические свойства, что для них необходимо предусмотреть особые группы в классификации углей. Это своеобразие ярко выражено в мощном рабочем пласте d_4 (c_{24}^1) намюрского яруса. Этот пласт сложен клареновым типом угля с содержанием гелифицированного вещества 84—90%. Для него

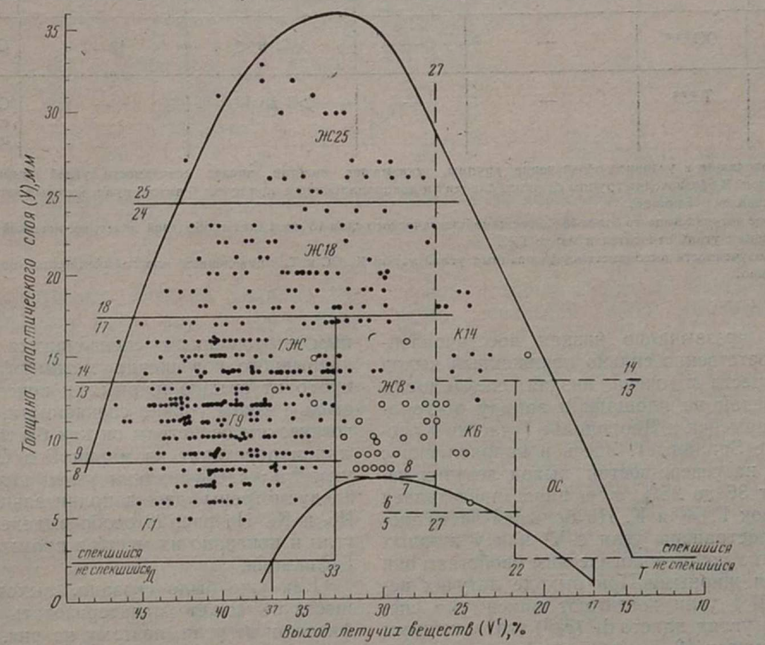


Рис. 23. Промышленная классификация углей нижнего карбона Донецкого бассейна (Лифшиц, 1958)

• — верхневизейские угли; ○ — намюрские угли

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица 16

Классификация каменных углей нижнего карбона Донецкого бассейна
(Лифшиц, 1959)

Марка		Группа		Классификационные показатели		
наименование	сокращенное обозначение	характеристика	сокращенное обозначение *	выход летучих веществ V^r, %	толщина пластического слоя У, мм	характеристика нелетучего остатка
Длиннопламенный	Д	—	—	>37	—	Неспекшийся, слипшийся, слабоспекшийся
Газовый	Г	Близкий к длиннопламенным	Г1	>33	0—8	Спекшийся
		Собственно газовый	Г9	>33	9—13	—
Газовый жирный	ГЖ **	—	—	>33	14—17	—
Жирный	Ж	Высокоплавкий	Ж25	>27	25 и более	—
		Умеренно плавкий	Ж18	>27	18—24	—
		Малоплавкий	Ж8	>27 до 33	8—17	—
Коксовый	К ***	Собственно коксовый	К14	27 и менее	14 и более	—
		Малоплавкий	К6	>22 до 27	6—13	—
Отощенный спекающийся	ОС***	—	—	22 и <	13—0	Спекшийся
Тощий	Т***	—	—	>8 до 17	—	Слабоспекшийся, слипшийся, неспекшийся

* Цифры, входящие в условное обозначение группы, указывают нижний предел спекаемости углей, выраженный толщиной пластического слоя. В обозначении группы газовых, близких к длиннопламенным, при букве Г вместо нуля, который легко спутать с буквой О, условно поставлена единица.

** При выходе летучих веществ более 33%, толщине пластического слоя 13 мм и зигзагообразной пластометрической кривой с подъемом выше нулевой линии уголь относится к марке ГЖ.

*** Ввиду неизученности высокометаморфизованных углей марок К, ОС и Т, приведенные классификационные показатели их определены приближенно.

характерны чрезвычайно низкая восстановленность, соответственно сильно пониженный выход летучих веществ и очень низкая спекаемость. Пласт разведан на площади к западу от городов Красноармейск и Доброполье (участки Красноармейские Западные). Здесь в направлении с юго-запада на северо-восток выход летучих изменяется от 36 до 25%, т. е. пласт представлен углями марок Г, Ж и К. На большей части площади распространены угли с V^r как у жирных углей. Однако по технологическим свойствам они не являются жирными. При выходе летучих веществ 32—27% угли достигают максимума спекаемости; в углях пласта d_4 (c_{24}^1) этот максимум редко превышает 13 мм толщины пластического слоя. Такая спекаемость присуща углям газовым и отощенным спекающимся. На пути непрерывного повышения метаморфизма пласт d_4 проходит стадию жирных и коксовых углей на столь низком уровне спекаемости, что по технологическим свойствам он как бы минует эти стадии и переходит из марки Г в ОС. Для таких углей в классификации углей нижнего карбона предусмотрены две дополнительные группы — $Ж_8$ и $К_6$. На рис. 23 особо выделены намюрские угли и показано их место в промышленной классификации.

Как уже было сказано, выход летучих веществ не может характеризовать малометаморфизованные угли, поэтому на рис. 23 нельзя показать различия между углями Западного и Южного Донбасса, связанного с их разным петрографическим составом. Оно хорошо видно на рис. 24, где газовые угли расположены в координатах содержания углерода (С°) и толщины пластического слоя (У). Угольная полоса разделена по спекаемости на марки и группы промышленной классификации. Менее метаморфизованные угли западной части Павлоградско-Петропавловского района с меньшим содержанием углерода обладают такой же спекаемостью, как более

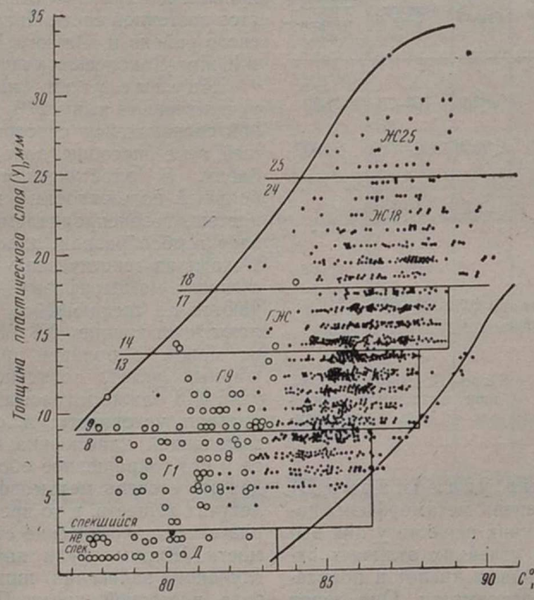


Рис. 24. Степень метаморфизма и промышленная классификация газовых углей
○ — угли Южного Донбасса; ● — угли Западного Донбасса

метаморфизованные угли Южного Донбасса. Это явление объясняется различным петрографическим составом углей западных и восточных месторождений нижнего карбона. В углях западной части Павлоградско-Петропавловского района содержание спор в среднем на 6% выше, чем в Южном Донбассе; на низкой стадии метаморфизма споры оказывают большое влияние на спекаемость и полностью перекрывают отощающее действие фюзинизированного вещества, содержание которого в углях западной части Павлоградско-Петропавловского месторождения на 9% выше, чем Южно-Донбасского (см. табл. 14). Таким образом, при углероде 79—82% угли Южного Донбасса относятся к неспекающимся длиннопламенным марки Д, в то время как угли Западного Донбасса спекаются и относятся к ГІ; при углероде 82—84% угли Южного Донбасса обладают пониженной спекаемостью и маркируются ГІ, угли западной части Павлоградско-Петропавловского месторождения хорошо спекаются и относятся к Г9 и ГЖ. На более высоких стадиях метаморфизма значение спор в процессе спекания, по-видимому, падает.

В нижнем карбоне Донецкого бассейна выделено восемь классов, которым присвоены обозначения марок. Каждый класс является как бы особой ступенью в процессе метаморфизма и отмечен появлением новых качественных признаков.

Угли, переходные от бурых к длиннопламенным (марка БД), отличаются низким содержанием углерода, высоким содержанием влаги, высоким выходом летучих веществ, низкой теплотой сгорания, отсутствием спекаемости, значительным содержанием гидроксильных групп, реагирующих со щелочами, присутствием свободных гуминовых кислот. В промышленных районах Донбасса этих углей нет, их промышленные свойства не изучены. Они соответствуют отчасти классу суббитуминозных углей в классификации США.

В среднем карбоне Донбасса переходные угли найдены в районе к северу от Лисичанска и Луганска. Их характерные свойства и отличия

Шахты и рудники Донбасса © 2017

от бурых и каменных углей отражены в табл. 17. В нижнем карбоне к переходным углям марки БД относятся угли Петриковско-Царичанского района.

Таблица 17

Ориентировочные критерии разделения углей
(Миненко, 1958)

Показатели	Единица измерения	Класс угля		
		бурый	переходный	каменный длиннопламенный
Содержание углерода, С°	%	<76	75—79	>79
Теплота сгорания, $Q_б^г$	*Ккал/кГ*	<7300	7300–7500	>7500
Выход гуминовых кислот на органическую массу	%	>1	3—1	<1
Содержание фенольных и карбоксильных гидроокислов (баритовое число, $Б_ч^г$)	*Мг-экв* на 100 *г* угля	>400	500—350	<350
Характеристика нелетучего остатка	—	Порошок	Порошок слипший-ся	Порошок, слипший-ся, спекшийся

Длиннопламенные угли (марка Д) представляют низшую степень метаморфизма каменных углей. Выход летучих веществ у них выше 37%. От переходных углей их отличает отсутствие свободных гуминовых кислот и появление первых признаков спекаемости. Они горят длинным пламенем, механически прочны, но легко выветриваются и теряют кусковатость.

Длиннопламенные угли распространены в Новомосковском районе, где они по свойствам близки к БД, и в крайней западной части Павлоградско-Петропавловского района.

Газовые угли (марка Г) с выходом летучих веществ выше 33% обладают ясно выраженной и даже высокой спекаемостью. Особенностью газовых углей является низкая температура размягчения, малая вязкость и низкая термическая устойчивость пластической массы, отсутствие давления в пластическом слое. По спекаемости газовые угли разделяются на две группы: с пониженной спекаемостью *У* до 8 *мм* включительно (группа ГІ), и с хорошей, надежной спекаемостью, *У* = 9—13 *мм* (группа Г9). Угли группы ГІ спекаются, не переходя через жидкоподвижное состояние, угли группы Г9 — наоборот (Кушниревич, 1955). О характере пластической массы свидетельствует пластометрическая кривая: плавная — у углей группы ГІ, зигзагообразная — у углей группы Г9.

Газовые угли распространены на широкой полосе Павлоградско-Петропавловского и Южно-Донбасского районов.

Газовые—жирные угли (марка ГЖ) при высоком выходе летучих веществ — выше 33% — характеризуются высокими спекающими свойствами (*У* = 14—17 *мм*) и являются переходными от газовых к жирным. Для них характерны зигзагообразные пластометрические кривые. К марке ГЖ относятся угли нижних пластов восточной части Павлоградско-Петропавловского района и Южного Донбасса (Соленовских и Южно-Донбасских участков).

Жирные угли (марка Ж) с выходом летучих веществ выше 27% отличаются максимальной спекающейся способностью. Они в наибольшей мере способны запечь неспекающуюся добавку. В пластическом состоянии обладают большой подвижностью и в то же время связностью, газонепроницаемостью, на что указывает горбообразная пластометрическая кривая. Исходя из генетических особенностей и разной степени метаморфизма, жирные угли различаются по спекающейся силе и потому разделяются на группы Ж8, Ж18 и Ж25. Группа Ж8 не может с полным правом входить в класс жирных углей, по технологическим свойствам угли Ж8 ближе к газовым. Здесь существует некоторая условность: в системе названий промышленной классификации наименование класса и его сокращенное обозначение (марка) определяют степень метаморфизма угля по выходу летучих веществ, в то время как группа характеризует технологические свойства угля по спекаемости. Жирные угли найдены в полосе более глубокого залегания нижних пластов среднего визе восточной части Павлоградско-Петропавловского района и Южного Донбасса и в намюрских пластах к западу от Красноармейска.

Коксовые угли (марка К) обладают оптимальным сочетанием пластических свойств (вязкость, газонепроницаемость, температурные границы пластического состояния, давление вспучивания), вследствие чего при самостоятельном коксовании дают плотный прочный кокс. Коксовые угли обнаружены единичными скважинами на северных поисковых площадях.

Характеристика коксовых углей в промышленной классификации дана приближенно. Для намюрских углей предусмотрена группа пониженной спекаемости К6.

Отощенные спекающиеся угли (марка ОС). Угли с низким выходом летучих веществ и вязкой малоподвижной пластической массой, что определяет их небольшую спекаемость. Наличие их доказано отдельными пересечениями пластов на перспективных площадях Волчанской и Кальмиусской.

Тощие угли (марка Т) — неспекающиеся угли. Залегают на крайнем востоке Кальмиус-

Таблица 18

Временная классификация углей нижнего карбона Павлоградско-Петропавловского района Западного Донбасса
(по Савковой, 1957)

Марка	Условное обозначение группы	Классификационные параметры				Применение в промышленности по результатам ящичного коксования. Состав эталонной шихты: Ж21 — 45%; К14 — 20%; ОС6 — 20%, Г6 — 15%
		толщина пластического слоя *У*, *мм*	форма пластометрической кривой	содержание углерода $С^г$, % от — до	сплавленность коксового королька	
Газовый (слабо спекающийся, переходный от длиннопламенных)	Г<6	до 6	Спадающая плавная	78—80	Спекшийся сплавленный	Способны заменить в коксовой шихте донецкие угли марок Г6 или ОС в количестве 15—20%
Газовый (спекающийся)	Г7	7—10	Спадающая плавная или волнистая	80—83	Сплавленный	Способны заменить в коксовой шихте донецкие угли марок Г6 и ОС, взятые вместе в количестве 35%
Газовый (хорошо спекающийся)	Г11	11—15	Спадающая плавная, волнистая или зигзагообразная	83—85	Проплавленный	Способны заменить в коксовой шихте донецкие угли марок К или К — ОС в количестве 35% при наличии в шихте углей Г6 донецких
Газовый (переходный к жирным)	ГЖ	16—22	Зигзагообразная или горбообразная ниже нулевой линии	85—87	Проплавленный	Способны заменить в коксовой шихте донецкие угли марки К или 50% Ж21

Примечание: При вытекании пластической массы технологическая группа должна приниматься на одну ступень выше.

Таблица 19

Угли нижнего карбона Донбасса в системе международной классификации (полужирные цифры—размещение испытанных углей)

Группы по спекаемости			Номера по коду										Подгруппы по коксуемости		
Номер группы (вторая по коду)	альтернативные параметры												номер (третья цифра по коду)	альтернативные параметры	
	Индекс свободного вспучивания	Индекс Рога												показатель отражательной способности (% увеличения объема)	показатель Грей-Кинга
3	>4	>45				334 333 332	435 434 433 **432**	535 **534** **533** 532	635 **634** 633 632	735 734 733 732	— 833 832	—	5 4 3 2	>140 50—140 0—50 ⩽0	$>G_4$ $G_4 - G_1$ $G_1 - G_4$ $E - G$
2	2,5—4	20—45				323 322 321	423 422 **421**	523 **522** 521	623 **622** **621**	723 722 721	823 822 821		3 2 1	0—50 ⩽0 Только сжатие	$G_1 - G_4$ $E - G$ $B - D$
1	1—2	5—20			212 211	312 311	412 411	512 511	612 611	712 **711**	812 811		2 1	⩽0 Только сжатие	$E - G$ $B - D$
0	Н/с	0—5	000	$\frac{100}{AB}$	200	300	400	500	600	700	800	900	0	Не размягчается	A
Номер класса (первая цифра по коду)			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Примерный выход летучих веществ, %		
Параметры класса	Выход летучих веществ, %*		0—3	>3,0—6,5	>6,5—10	>10—14	>14—20	>20—28	28—33	>33	>33	>33	>33	Класс	5—30—36 6—30—41 7—33—44 8—35—50 9—42—50	
	Теплота сгорания, *ккал/кг***		—	—	—	—	—	—	—	>7750	7750—7200	7200—6100	<6100			

* В пересчете на беззольное сухое вещество.
** В пересчете на беззольное влажное вещество с равновесной влагой при 30° С и 96% относительной влажности.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ского района и на севере Южного Донбасса. Существование их подтверждено анализами керновых проб.

В процессе разведки Павлоградско-Петропавловского района в тресте Днепрогеология В. П. Савковой (1957) была разработана временная классификация углей (табл. 18). Она охватывает все разнообразие газовых углей нижнего карбона от газовых, близких к длиннопламенным, до газовых переходных к жирным.

Основным классификационным показателем, разделяющим газовые угли на технологические группы, является, как и во всех промышленных классификациях углей СССР, толщина пластического слоя по ГОСТ 1186—62. По разбивке на группы она довольно близка к описанной выше классификации нижнекарбоновых углей (см. табл. 16). Вместо выхода летучих веществ, определяющих место углей в ряде метаморфизма, основным показателем служит содержание углерода. Дополнительной характеристикой спекаемости является пластометрическая кривая.

Оригинальной чертой классификации В. П. Савковой является промышленная характеристика углей по их способности заменить в типовой шихте коксохимических заводов Украины компоненты разных марок из донецких углей среднего карбона. Характеристика составлена на основе опытных ящичных коксований. Классификация подчеркивает отличие технологических свойств нижнекарбоновых углей от углей промышленного Донбасса.

Угли нижнего карбона классифицированы по международной системе, разработанной рабочей

Таблица 20

Результаты анализа углей разных марок нижнего карбона Западного Донбасса для классификации по международной системе (по данным ДонУГИ)

Место взятия пробы	Пласт	Глубина взятия пробы, *м*	Влага, %		Теплота сгорания, *ккал/кг*		Выход летучих веществ, $V^г$, %	Толщина пластичности слоя У, *мм*	Индекс Рога	Дилатометрическое расширение	Тип кокса по Грей-Кингу	Номер по коду	Марка
			W^a	W^p	$Q^г_б$	$Q_{в.б}$							
Шахта Терновская 1	c_1	—	8,6	—	8160	—	39,0	6	16	—	*C*	711	Г1
	c_1	—	8,5	—	8200	—	38,7	—	17	—	*C*	711	Г1
Скв. 8026	—	179,20	2,1	—	8400	—	45,3	6	43	28	—	622	Г1
	c_{16}	235,40	2,8	4,8	8470	8060	42,1	7	31	—	*F*	622	Г1
Скв. 8025	—	470,85	2,0	—	8660	—	41,1	12	46	1	G_2	633	Г9
	c_{11}	543,40	0,9	—	8540	—	41,2	14	64	53	—	634	ГЖ
	$в_5$	764,45	0,8	—	8720	—	41,2	23	72	268	G_{10}	635	Ж18
Скв. 8042	c_{11}	62,70	1,4	2,4	8645	8430	38,8	13	55	53	G_5	634	ГЖ
	$c_4{}^2$	253,10	1,0	—	8690	—	37,8	21	69	180	G_9	635	Ж18
Скв. 8036	$c_4{}^3$	71,55	1,1	1,8	8700	8540	36,9	19	71	154	G_8	634	Ж18
	—	92,65	1,1	—	8690	—	39,6	22	62	200	G_8	634	Ж18
	$c_1{}^1$	150,90	1,3	2,2	8680	8470	37,0	26	73	216	G_{10}	635	Ж25
Скв. 8171	c_{11}	—	3,1	5,7	8250	—	38,3	6	37	—	*D*	621	Г1
» 8192	c_{11}	—	1,8	3,1	8330	—	37,0	11	59	—	G_4	633	Г9
Скв. 2790	d_4	509,05	2,0	—	8420	—	31,8	10	26	—	*F*	522	Ж8
» 2868	$d_4{}^1$	566,45	1,4	—	8564	—	28,8	15	68	—	G_5	534	Ж8
» 2781	d_4	768,95	1,3	—	8580	—	25,5	9	38	—	*D*	421	К6
» 2783	d_4	724,50	1,4	—	8570	—	26,9	11	42	—	*F*	432	К6

Примечание. Содержание влаги равновесной в условиях 30° С и 96% относительной влажности W^p определялось выборочно. В углях Западного Донбасса влага аналитическая, W^a, которая всегда ниже влаги равновесной W^p, настолько велика, что теплота сгорания влажного беззольного угля $Q_{в.б}$, вычисленная по W^a, ниже 7750 *кал*, и угли относятся к классу 7; напротив, у углей Южного Донбасса, даже наименее метаморфизованных, $Q_{в.б}$ выше 7750 *кал*, и угли относятся к классу 6.

группой из специалистов разных стран при Европейской Экономической Комиссии ООН (1956).

Международная классификация разделяет угли на классы по метаморфизму, группы — по спекаемости и подгруппы — по коксуемости.

Параметрами для определения класса являются: для углей с $V^г$ ниже 33%, при $V^г$ выше 33% — теплота сгорания беззольного влажного угля с равновесной влагой в условиях 30° С и 96% относительной влажности.

Спекаемость определяется как свойство образовывать кокс при быстром нагреве. Для измерения спекаемости утверждены два равноправных альтернативных показателя — индекс вспучивания и индекс Рога. Индекс вспучивания выражается порядковым номером тигельного кокса в серии коксов различной степени вспученности, индекс Рога — механической прочностью кокса из смеси испытуемого угля с антрацитом.

Коксуемость, или способность образовывать кокс при медленном нагреве, измеряется двумя альтернативными показателями — процентом увеличения объема загрузки при коксовании в дилатометре (дилатометрическое расширение) и индексом Грей-Кинга, который характеризует тип кокса, получаемый из угля в чистом виде или с инертной добавкой. Типы кокса обозначаются заглавными буквами латинского алфавита от A до G в порядке улучшения качества кокса из испытуемого угля без примеси; G_1 — G_8 — типы кокса, полученного из вспучивающегося угля с инертной добавкой; цифра при букве G показывает, сколько частей инертной добавки надо ввести в 20 частей смеси, чтобы подавить вспучивание угля.

В международной классификации каждый уголь получает трехзначный номер по коду, в котором первая цифра означает номер класса, вторая — номер группы по спекаемости, третья — номер подгруппы по коксуемости. В классификации предусмотрено 59 кодовых номеров, которые охватывают все разнообразие каменных углей Европы.

Угли среднего карбона Донбасса, петрографически однородные, сложенные почти нацело гелифицированным веществом, но представляющие весь ряд каменных углей по метаморфизму, по данным Н. М. Двужильной (1959), занимают всего лишь 27 кодовых номеров и расположены узкой полосой, которая отражает закономерность появления, нарастания до максимума и убывания спекаемости гелифицированного вещества с метаморфизмом.

Угли нижнего карбона имеют существенные генетические отличия от углей среднего карбона, которые проявляются и в международной классификации (табл. 19). Испытано было несколько углей разных марок и групп. При этом угли

Таблица 21

Кодовые номера испытанных углей

Месторождение	Промышленная классификация		Международная классификация
	марка	группа	Кодовый номер
Западный Донбасс	БД		Не исследованы
	Д		» »
	Г	Г1	711
Южный Донбасс	Г	Г1	621, 622
		Г9	623
	ГЖ		634
	Ж	Ж25	635
		Ж18	635
		Ж8	522, 534
	К	К14	Не исследованы
		К6	421, 432
	ОС		Не исследованы
	Т		То же

Южного Донбасса Г1, Г9, ГЖ, Ж18 и Ж25 с содержанием углерода от 84,5 до 89,5% вследствие высокого выхода летучих веществ, высокой теплоты сгорания и низкой влажности,— все расположены в классе 6, в различных группах, соответственно коксующим свойствам (табл. 20, 21).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОДГОТОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Обогащение

В угле находятся минеральные вещества в виде тонкорассеянных включений, тонких переслоев, пленок, крупных включений и др.

Обогатимость, характеризующая возможность освобождения угля от минеральных примесей, зависит, с одной стороны, от размеров и характера распределения минеральных включений, с другой стороны,— от измельченности угля.

По принятой в настоящее время методике, определение обогатимости состоит из ситового рядового угля (ГОСТ 2093—59) и фракционного анализа полученных классов размером выше 1 *мм* (ГОСТ 4790—58); ситовой состав определяется рассевом пробы весом до 5 *т*. Полученные результаты определяют техническую и экономическую целесообразность обогащения угля и служат исходными данными для проектирования обогатительных установок.

Обогатимость углей нижнего карбона исследовалась в основном по керновым пробам; только в Павлоградско-Петропавловском районе исследованы угли из пластов, вскрытых при проходке

Шахты и рудники Донбасса © 2017

стволов шахт Терновской 1, Западно-Донбасской 1 и Западно-Донбасской 2. Но и для шахт полученные результаты имеют ориентировочное значение, так как уголь из подготовительных работ отличается по ситовому составу от рядового угля из очистных выработок; вес проб был менее 3 *т*.

Обогатимость, определенная из малых проб вне связи с ситовым составом рядового угля, не может рассматриваться как промышленная характеристика угля. В малой пробе уголь мелко измельчен, благодаря этому зерна лучше раскрываются и угольное вещество отделяется от минерального полнее, чем это возможно в промышленных условиях. Обогатимость по малым пробам характеризует только распределение минерального вещества в мелких классах, т. е. самые трудноудалимые включения. В этом смысле она показательна для природы исследуемых пластов. Накопленные материалы по обогатимости углей нижнего карбона не вполне сравнимы: в зависимости от веса и измельченности пробы изменялась методика фракционного анализа. Обогатимость во всех случаях оценивали по содержанию фракции удельного веса 1,5—1,8, в соответствии с критериями, принятыми в промышленности. Результаты проведенных исследований представлены в сводной табл. 22.

Таблица 22

Характеристика обогатимости углей нижнего карбона Донецкого бассейна по районам
(данные УХИНа за 1959—1961 гг., обработанные В. П. Савковой)

Показатели	Петриковско-Царичанский район (ДХТИ 1958)	Новомосковский район (ДХТИ, 1958)	Западная часть Павлоградско-Петропавловского района. (ДХТИ, 1958)	Восточная часть Павлоградско-Петропавловского района					Южный Донбасс (ДХТИ, 1957)
				ДГИ, Днепрогеология, 1957	шахта Терновская 1 (ДГИ, 1958)	шахта Терновская 1 (Днепрогеология, УХИН, 1957—1958)	шахта Западно-Донбасская 1 (УХИН, 1959—1960)	шахта Западно-Донбасская 2 (УХИН, 1960—1961)	
Количество исследованных проб	2	11	20	14	8	8	7	5	1
Методика									
Вес пробы, *кг*	25	25	25	25	250*	2000 и 14000	2700 и 2500**	2500**	25
Измельчение, *мм*	1—12	1—12	1—12	1—6	0,5—6	1—12	1—12	1—12	1—12
Особое применение									
Исходный уголь									
A^c, %	12,5—13,5	9,6—22,5	9,3—17,0	8,9—12,5	7,8—25,5	8,5—25,6	8,0—30,4	9,7—38,0	19,8
$S^c_{об}$, %	1,3—1,4	1,3—3,2	1,2—2,2	2,1—3,4	0,5—4,0	0,4—4,1	—	—	1,7
Концентрат									
Удельный вес	—1,3	—1,3; 1,4	—1,3; 1,8	—1,5	—1,5				—1,5
Выход, %	42,6—60,4	45,2—91,1	56,7—94,3	86,7—92,6	72,3—87,2	65,7—82,1	51,8—77,0	66,0—86,0	69,1
A^c, %	8,5—9,4	6,9—8,9	3,7—7,1	4,5—8,4	2,9—5,1	2,5—5,6	3,0—5,0	4,1—6,4	6,8
$S^c_{об}$, %	1,1	0,9—2,0	0,6—1,6	1,9—2,5	0,4—2,4	0,6—2,6	0,8—2,3	0,9—2,4	1,9
Промежуточные продукты									
Удельный вес	1,3—1,8	1,3—1,8	1,3—1,8	1,5—1,8	1,5—1,8	—	—	—	1,5—1,8
Выход, %	36,3—55,3	6,7—44,8	2,0—16,7	1,9—6,0	3,2—6,0	5,6—22,1	—	—	25,4
A^c, %	16,4—16,5	14,2—22,7	24,0—49,0	27,1—38,2	28,7—48,2	13,1—67,2	—	—	43,3
$S^c_{об}$, %	0,9	1,4—4,2	1,5—6,3	3,7—10,6	0,6—10,3	1,1—3,1	—	—	1,4
Порода									
Удельный вес	+1,8	+1,8	+1,8	+1,8	+1,8	—	—	—	+1,8
Выход, %	2,1—3,5	2,2—16,5	3,1—11,5	4,8—7,3	5,5—20,9	3,2—11,7	—	—	5,5
A^c, %	54,5—62,2	51,7—68,8	51,4—74,3	56,1—70,8	57,4—88,2	52,6—89,2	—	—	61,2
$S^c_{об}$, %	9,6—14,0	3,7—16,9	2,1—10,5	6,1—14,9	0,7—19,6	—	—	—	1,3
Шлам									
Выход, %	—	—	—	—	1,4—3,8	—	—	—	—
A^c, %	—	—	—	—	22,8—42,0	—	—	—	—
$S^c_{об}$, %	—	—	—	—	0,5—6,9	—	—	—	—
Обогатимость	Весьма трудная	Средняя, весьма трудная	Легкая, средняя, трудная, весьма трудная	Легкая, средняя	Легкая, средняя	Легкая, средняя	Легкая	Легкая	Весьма трудная

* Обогащался на диафрагмовой отсадочной машине ОМД-1.

** Класс 1—12 *мм* (77—87%) обогащался на отсадочной машине НИМ-5, а класс 0—1 *мм* — в шестикамерной флотационной машине системы «Механобр».

Западная часть бассейна исследована ДХТИ (Даль и др., 1958). Угли Петриковского района отличаются очень трудной обогатимостью. Несмотря на невысокую зольность исходного угля (12—13%), выходы концентратов на удельном весе 1,3 составляют 42—60% при зольности 8,5—9,5%. Выход промежуточного продукта очень высок — 36,5—55,3%, а зольность низка — 16,5%; содержание свободной породы очень мало — 2,1—3,5%.

С продвижением на восток характер минерализации пластов меняется, показатели обогатимости улучшаются. В некоторых пластах это изменение происходит с большой правильностью. Так, угли пласта c_4^1 в западной части Новомосковского района весьма трудно обогатимы, в восточной части характеризуются средней обогатимостью, в Павлоградско-Петропавловском районе — легко обогатимы; пласт c_1 отличается трудной обогатимостью в Петриковско-Царичанском районе и в западной части Новомосковского района, средней обогатимостью — на участке 10 Новомосковского района и легкой обогатимостью — на всех участках западной части Павлоградско-Петропавловского района, кроме участка Булаховского 3—4, где у него трудная обогатимость. В остальных пластах с некоторыми отступлениями прослеживается та же тенденция.

Угли восточной части Павлоградско-Петропавловского района исследовались трестом Днепрогеология и ДГИ совместно (1957) по керновым пробам. Пробы измельчались до 6 *мм*; после этого определялся их ситовой состав и качество углей по классам: 3—1,5; 1,5—0,75; 0,75—0,5; 0,5—0,25; 0,25—0,15; 0,15—0,0 *мм*. Установлено, что с уменьшением крупности угля зольность и сернистость его повышаются; наиболее зольным и сернистым является класс менее 0,15 *мм*.

Большое количество серы концентрируется во фракции +1,8, что обусловливает хорошую обогатимость углей по сере. Большая часть углей этого района относится к легкообогатимым, небольшое число пластов — к среднеобогатимым и только один пласт $c_{10}^в$ — труднообогатим.

Наиболее подробно изучены угли восьми пластов шахты Терновской 1, полученные при проходке ее ствола.

В исследовании ДГИ (1958) от каждого пласта отбиралась проба весом 1000 *кг*, которая измельчалась до 6 *мм* и обогащалась на отсадочной машине ОМД-1. Остальная масса угля подвергалась ситовому и фракционному анализу. Угольная мелочь обогащалась флотационным методом.

Самый мелкий класс 0—0,5 *мм* характеризуется высокой зольностью 45—63%. Обычно мелочь загрязнена механической примесью породы; в более труднообогатимых пластах содержится пиритизированный фюзен (A^c 20—30%, $S_{об}^c$ 7,5—6,5%).

В 1958 г., по заключению А. С. Брука (ДМИ), присадка флотоконцентрата ухудшает спекающие свойства шихты; ввиду этого в схеме обогащения углей шахты Терновская 1 для целей коксования флотация нецелесообразна. Этот вопрос требует дополнительного исследования.

Угли ш. Терновской 1 обогащались также из более крупных проб весом 2—2,5 *т* (а пласт c_5 из пробы 14 *т*) на отсадочной машине НИМ-5 в тяжелой суспензии (УХИН и Днепрогеология, 1957—1958). Эти опыты подтвердили выводы о легкой обогатимости всех пластов, кроме $c_8^н$, который относится к углям средней обогатимости (Мирошниченко, Штромберг и др., 1960).

В 1959—1961 гг. УХИН в тех же условиях провел опытное обогащение углей шахт Западно-Донбасской 1 и Западно-Донбасской 2. Все пласты показали легкую обогатимость.

Из углей Южного Донбасса исследованию на обогатимость подвергалась одна проба пласта c_{10} на участке № 7 Южного Донбасса. Этот зольный и труднообогатимый уголь не может не считаться типичным для Южного Донбасса, для него характерны угли с низкой зольностью (2—10%) и невысокой сернистостью (до 2,5%). При такой чистоте угольного вещества есть основание ожидать легкой обогатимости от углей Южного Донбасса.

Коксование

О пригодности углей для коксования принято судить по спекаемости. Но угли Донецкого бассейна всегда коксуются в сложных смесях; компонентами в шихту входят также угли слабой спекаемости, и окончательное суждение о применимости углей для коксования может быть сделано только после испытания их в шихтах.

Опытное коксование углей нижнего карбона проводили трест Днепрогеология, Углехимический институт (УХИН) и Днепропетровский химико-технологический институт (ДХТИ) в ящиках в промышленных печах, в опытной 200-килограммовой печи УХИН'а, в укрупненной лабораторной печи с загрузкой 4,5 *кг* и в промышленных печах Харьковского опытного коксогазового завода (ХОКЗ). Испытывали пробы из опробовательских скважин или составные из обычных керновых проб одного или смежных пластов в пределах участка. Коксование в 200-килограммовой печи проводили по пробам, полученным при проходке стволов шахт Терновской 1 и Западно-Донбасских 1 и 2.

Нижнекарбоновые угли испытывались в типовой шихте коксохимических заводов юга

Шахты и рудники Донбасса © 2017

(Г — 20%, Ж—40%, К—20%, ОС—20%) взамен того или иного компонента из углей промышленного Донбасса. Одновременно с испытуемыми шихтами в тех же условиях коксовалась типовая шихта. Критерием для оценки кокса служила его механическая прочность, которую сравнивали с прочностью эталонного кокса типовой шихты. Замена считалась удовлетворительной, если показатели прочности опытного кокса (выход крупных кусков > 40 *мм* и мелочи < 10 *мм* после испытания в барабане) находились на уровне показателей эталонного кокса.

Из качественных характеристик кокса только механическая прочность и кусковатость имеют технологическое значение, так как решают вопрос о **возможности** получения металлургического кокса при участии в шихте нового компонента; другие показатели (зольность, сернистость, коэффициент обессеривания и т. п.) говорят об экономической и технической **целесообразности** применения новой шихты.

Своеобразие свойств углей нижнего карбона, обусловленное их петрографической неоднородностью, подсказывало опытным исследователям необычные составы шихт, в которых газовые угли нижнего карбона заменяли угли других марок средних стадий метаморфизма. Проводившиеся экспериментальные коксования опережали теоретические работы и накапливали материал для научного истолкования и обобщения.

При разведке восточной части Павлоградско-Петропавловского района в период 1951—1957 гг. трестом Днепрогеология под руководством В. П. Савковой (1960) были выполнены многочисленные ящичные коксования шихт с участием углей нижнего карбона взамен углей промышленного Донбасса. Эталонные шихты имели состав, близкий к типовой шихте заводов юга: Г — 10—20%; Ж — 45—46%; К — 19—20%; ОС — 15—30%.

В эталонной шихте были с успехом проведены следующие замены:

Марка технологическая группа (по Савковой)	Введен в шихту, %	Вместо компонентов эталонной шихты марки
Г1 (Г < 6)	10—20	Г
Г1 (Г7)	35	Г+ОС
Г9 (Г11)	30—35	К+ОС
Ж18 (ГЖ)	20	К
»	20	Ж

В сводной табл. 23 подведены итоги опытных коксований шихт с участием углей нижнего карбона разных марок.

В УХИНе (Гарбар, Жидко, 1962) проведены опытные коксования в 200-килограммовой печи углей шахты Западно-Донбасская 1 из проб, отобранных при проходке ствола шахты. Испытаны два пласта, c_3 и c_2, из которых первый относится к марке ГЖ, второй к марке Ж18. Эталонная шихта имела состав: Г—25%, Ж—38%, К—20%, ОС — 17%. Удовлетворительные результаты получены при разнообразных вариантах введения в шихту нижнекарбоновых углей.

Таблица 23

Положительные результаты опытных коксований углей нижнего карбона в типовой шихте коксохимических заводов юга

(Г — 20%, Ж — 40%, К — 20%, ОС — 20%)

Район	Марка, группа угля	Коксование	Замена: компонент	Замена: количество, %	По данным
Новомосковский	Д	Ящичное	ОС	20	УХИН и ДХТИ, 1956
Павлоградско-Петропавловский		»	ОС	20	
		»	К+ОС	30	
То же	Г1	Лабораторное*	Г	20	УХИН, 1952
«		Полузаводское **	Г	20	
		То же	Ж	20	
		»	ОС	20	
Южно-Донбасский		Ящичное	Ж	20	ДХТИ, 1957
		»	К	20	
		»	ОС	20	
		»	К+ОС	25	УХИН, 1957
Павлоградско-Петропавловский	Г9	Полузаводское **	Г	20	УХИН, Днепрогеология, 1958
		Ящичное	Г	20	
		»	Ж	20	
		»	К	20	
		»	ОС	20	
		Полузаводское **	ОС	20	
Южно-Донбасский	Г9	Лабораторное **	Г	20	УХИН, 1952
		Ящичное	Ж	20	
		»	ОС	20	ДХТИ, 1956
		»	Г+ОС	30	
		»	Ж	20	УХИН, 1957
		»	К+ОС	25	
То же	ГЖ	Лабораторное *	Г	20	УХИН, 1958
		То же	Ж	20	
		Ящичное	К+ОС	30	ДХТИ, 1956
»	Ж18	Лабораторное *	Ж	20	УХИН, 1958
		То же	Ж	40	

* Коксование в укрупненной лабораторной печи с загрузкой угля 4,5 *кг*.

** Коксование в полузаводской печи с загрузкой 200 *кг*.

Марка (группа)	Ввод в шихту, %	Вместо компонентов эталонной шихты марки
ГЖ	25	Г
	40	Г (25%) + Ж (15%)
	20	К
Ж18	25	Г
	40	Г (25%) + Ж (15%)

Проведенные опыты имеют принципиальное значение. Они доказали возможность применения нижнекарбоновых углей Донецкого бассейна для коксования. Пригодны угли даже слабоспекающиеся и неспекающиеся. Исследования по составлению шихт с использованием углей нижнего карбона показали своеобразие этих углей и разнообразные возможности их применения.

Угли нижнего карбона, их способность коксоваться в различных сочетаниях с углями разных марок привлекли внимание исследователей, которые вновь выдвинули вопросы теории коксообразования и составления шихт.

С. Г. Аронов и Л. Л. Нестеренко (1953), исходя из представлений о молекулярной структуре элементарных угольных частиц, объясняют высокую коксующую способность углей нижнего карбона большим содержанием в их макромолекулах отщепляющихся при термическом разложении атомных группировок (свободных радикалов с ненасыщенными связями), с высоким атомным отношением С/О. Продукты разложения химически взаимодействуют с другими компонентами смеси, причем образуется прочная поликонденсированная структура кокса. Наиболее реакционноспособны продукты отщепления спорового вещества и малометаморфизованного витрена. На взаимодействие компонентов шихты указывает отсутствие аддитивности свойств смеси. Авторы особенно подчеркивают возможность значительного улучшения спекаемости угольных смесей путем добавки в них малометаморфизованных компонентов с высокоразвитыми боковыми цепями, например, типа спор или углей, богатых ими.

М. Д. Шапиро (1957) также пришел к выводу, что взаимодействие компонентов в шихте является существенной частью процесса образования кокса, но в отличие от С. Г. Аронова и Л. Л. Нестеренко, он рассматривает процесс спекания не с химической, а с коллоидно-химической стороны. По его представлению, в угольной шихте, неоднородной по петрографическому составу и метаморфизму, при нагревании компоненты разлагаются неодновременно.

Разлагающиеся компоненты при более низкой температуре выделяют жидкие продукты пиролиза, неразложившиеся угольные зерна сорбируют их и набухают; образуется нерасслаивающаяся вязкая пластическая масса. Пластическая масса коксующихся углей представляет коллоидную систему, устойчиво существующую в определенных температурных границах. Термическая стабильность пластической массы тем выше, чем большее количество жидких продуктов деструкции углей вовлекается в процесс коксообразования. Термическая стабильность определяется по температуре начала разложения пластической массы и количеству выделяющихся смолы и газа полукоксования. Термическая стабильность смеси не подчиняется правилу аддитивности, она сильно изменяется под влиянием даже небольших добавок некоторых органических и минеральных веществ. Так, уже десятые доли процента дифениламина снижают температуру начала смоловыделения, увеличивают отгон смолы, ухудшают сплавленность полукокса. Добавка альтакса или каптакса, наоборот, сдвигает температуру начала смоловыделения в область более высоких температур, выход смолы понижается, улучшается сплавленность полукокса. В правильно составленной шихте компоненты должны взаимодействовать таким образом, чтобы выход смолы и газа был ниже, а температура начала смоловыделения выше, чем вычисленные по правилу аддитивности.

В результате исследования термической стабильности пластической массы углей М. Д. Шапиро, Л. С. Альтерман и Л. С. Раскина (1957) нашли, что споровое и фюзенизированное вещество слабометаморфизованных углей действует как стабилизатор коллоидной системы. Поэтому богатые спорами длиннопламенные угли Новомосковского и Павлоградско-Петропавловского районов могут применяться для коксования. Это положение было проверено сначала в ДХТИ, а затем совместными опытными ящичными коксованиями УХИНа и ДХТИ в 1956 г. (табл. 23).

Дискуссия по вопросам спекания и коксообразования не закончена (Нестеренко, Скляр и др., 1960; Шапиро, Альтерман, 1962) и вопрос о месте в шихте нижне-карбоновых углей нельзя считать решенным.

Можно считать доказанной пригодность для коксования углей нижнего карбона всех марок Д, Г, ГЖ и Ж. В связи с этим необходимо ставить задачи разработки новых шихт с их участием и новых технологических приемов их подготовки к коксованию (селективное дробление, петрографическое обогащение и т. п.). Осуществление этих работ станет возможным после строительства шахт, вскрывающих нижнекарбоновые угли разных марок.

Ввиду ограниченности ресурсов в промышленном Донбассе чистых малосернистых углей марок Ж, К и ОС, расположенных к тому же на глубоких и сверхглубоких горизонтах, а также близости месторождений нижнего карбона к центрам черной металлургии Украины, новым угольным районам, несомненно, суждено стать сырьевой базой для производства металлургического кокса.

Полукоксование

Пригодность углей Западного Донбасса для полукоксования изучалась ДХТИ (Даль и др., 1958, 1959, 1960).

Полукокосование проводилось в укрупненной лабораторной установке (вращающаяся реторта) с загрузкой 10 *кг*.

Определялся выход продуктов полукоксования — полукокса, смолы, газа, их состав и свойства.

Исследовали угли Петриковско-Царичанского, Новомосковского и западной части Павлоград-

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ско-Петропавловского района. Пробы были взяты из опробовательских скважин или составлены из керновых проб одного пласта по участку. Отдельно приведены данные для углей шахта Терновская 1, полученных при проходке ствола шахты (табл. 24).

Таблица 24

Характеристика продуктов полукоксования углей

Продукт и его характеристика	Петриковско-Царичанский район	Новомосковский район	Западная часть Павлоградско-Петропавловского района	
			керновые пробы	смесь пластовых проб шахта Терновская 1
Количество анализов .	2	6	14	1
Полукокс				
Выход, $П^c$, %	71,1	70,7	69,6	71,9
Зола, A^c, %	18,3	16,0	16,6	25,9
Сера, $S_{об}^c$, %	3,2	2,1	1,6	2,6
Выход летучих веществ, V^r, % . . .	11,7	13,1	14,1	12,8
Теплота сгорания, $Q_б^r$ *ккал/кГ*	—	—	—	7730
Смола				
выход, $Т^c$, % . . .	9,8	10,6	12,5	13,3
удельный вес, *Г/см³*	1,000	1,004	0,999	0,998
Состав смолы, %				
фенолы	23,0	25,2	30,1	24,6
пиридиновые основания	2,0	1,2	0,6	0,6
твердый парафин . .	3,2	4,6 (5)	1,9 (6)	5,2
карбоновые кислоты	1,7	1,9	1,4	—
Газ				
выход, *л/кГ*	99	86	78	64
удельный вес, *Г/см³*	1,094	1,138	1,041	1,170
Теплота сгорания, *ккал/м³*	3200	3930	4800	5590
Состав газа				
$CO_2 + H_2S$	35,0	32,0	25,6 (13)	14,9
$C_m H_n$	3,1	2,1	2,8 (13)	2,0
CO.	12,2	10,1	9,8 (13)	11,2
H_2	15,9	15,3	15,7 (13)	14,8
CH_4	19,0	29,7	32,0 (13)	47,9
O_2	1,3	1,8	2,7 (13)	1,8
N_2	13,5	9,0	11,4 (13)	7,4

Примечание. Цифры в скобках показывают количество анализов на данный показатель.

Полукокс. Для углей всех районов выход полукокса на сухую массу составляет 69—75% при зольности 10—20%. Полукокс имеет высокую реакционную способность и может быть использован как для газификации, так и в качестве энергетического топлива. Полукокс из павлоградских углей имеет низкую сернистость и может быть использован в качестве отощающей добавки в шихте для коксования (Даль и др. 1952).

Смола полукоксования. Выход смолы составляет 9,6—14,1% на сухую массу. Она представляет густую вязкую жидкость черного цвета с резким запахом. Вязкость смолы при нагревании значительно уменьшается. Ее удельный вес близок к удельному весу воды и потому смола с водой образует чрезвычайно стойкие эмульсии.

Смола содержит большие количества ценных химических продуктов — фенолов, пиридиновых оснований и твердых парафинов. Собственно фенол является сырьем для получения синтетического волокна типа капрона и нейлона; фенол, крезолы и ксиленолы служат сырьем для получения пластмасс типа бакелита; парафины идут на изготовление моющих средств, заменителей мыла.

Наиболее ценными продуктами являются фенолы, содержание которых в смоле повышается с запада на восток, достигая в смоле из углей западной части Павлоградско-Петропавловского района 36,4% от веса смолы (до 5% от веса сухого угля). Крезолы и ксиленолы составляют до 30% от всех фенолов.

В смоле углей Петриковско-Царичанского и Новомосковского районов содержится большое количество парафинов; при разгонке смолы они концентрируются в самых тяжелых фракциях (300—360°) и легко могут быть выделены. Пиридиновые основания представляют в основном тяжелые пиридины.

Газ полукоксования. Выход газа составляет 67—100 *л/кГ* угля в пересчете на сухую массу. Газ отличается высокой калорийностью 3200—6100 *ккал/м³* и может быть использован как сырье для химической промышленности или в качестве бытового топлива.

В табл. 24 приведены средние данные выходов и состава продуктов полукоксования углей по районам Западного Донбасса. Как видно из таблицы, с возрастанием метаморфизма от Петриковско-Царичанского района до западной части Павлоградско-Петропавловского выход и характеристика продуктов полукоксования заметно изменяются.

Газификация

Пригодность углей для газификации определяется следующими критериями: 1) термическая стойкость угля; 2) шлакообразующая способность золы; 3) температура размягчения и плавления углей; 4) химическая активность или реакционная способность.

Термическая стойкость — способность угля сохранять кусковатость при воздействии высоких температур. Термическая стойкость по методу ВНИГИ (Письмен, 1952) определяется как выход класса менее 6 *мм* (в %) после термической обработки топлива класса 6—13 *мм* при температуре 800—850° в течение трех часов. Показатель термической стойкости называется коэффициентом разрушения ($К^р$).

Угли Петриковско-Царичанского района термически нестойки ($К^р$ = 48—74%); угли Новомосковского района стоят почти на том же уровне (54—70%); исключение составляют угли на участке 10 у Карабиновского сброса, у которых $К^р$ значительно ниже (18%), здесь угли по метаморфизму приближаются к павлоградским, которые термически более стойки (35—46%).

Шлакообразующая способность. Температуры начала размягчения и плавления золы не всегда отвечают ее поведению в промышленных генераторах. Лучшей характеристикой свойств золы является показатель шлакообразующей способности в динамических условиях по ВНИГИ, который представляет вес образовавшихся шлаковин при опытной газификации.

Полученные разультаты (табл. 25) позволяют характеризовать угли как топливо с золой тугоплавкой или со средней интенсивностью шлакования; угли с такой шлакообразующей способностью широко применяют для газификации.

Реакционная способность или химическая активность характеризует скорость и полноту реакции топлива с кислородом воздуха. Испытания проводились по методу В. И. Даля и О. С. Фоменко (1955): 2 *кг* угля с размером частиц 3—6 *мм* насыпали в газификационную камеру слоем 90 *см* и продували сухим воздухом со скоростью 0,07—0,08 *м/сек*. За показатели реакционной способности приняты: максимально достигнутое содержание CO в газе и отношение этой величины к теоретическому CO в газе при полном использовании кислорода воздуха (коэффициент активности).

С повышением метаморфизма реакционная способность падает (табл. 27). Несмотря на близкие значения показателей у углей Петриковско-Царичанского и Новомосковского районов, разница в динамике газообразования свидетельствует о меньшей реакционной способности новомосковских углей по сравнению с петриковскими: в петриковских углях содержание CO в газе остается значительным, даже при сильно уменьшившемся слое топлива, в то время как в новомосковских углях с выгоранием слоя оно быстро падает. Коэффициент активности с повышением метаморфизма закономерно падает.

Таблица 25

Характеристика пригодности углей для газификации по районам

Показатели	Петриковско-Царичанский	Новомосковский	Западная часть Павлоградско-Петропавловского
Термическая стойкость угля			
$К^р$, %	48—74	54—70	35—46
Термические свойства золы			
Температура размягчения, °С	1 240—1 300	1 160—1 300	1 160—1 265
Температура плавления °С	1 260—1 300	1 210—1 320	1 180—1 320
Шлакообразующая способность по ВНИГИ	Тугоплавкая	Средней интенсивности шлакования	Средней интенсивности шлакования, реже тугоплавкая
Реакционная способность угля			
Максимальное содержание CO в газе, %	33,7—25,9	30,7—20,7	19,8—15,6
Коэффициент активности	97,2—88,1	88,4—60,0	57,0—48,7

ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕЙ ПО РАЙОНАМ

В месторождениях нижнего карбона с юго-запада на северо-восток происходит нарастание метаморфизма и соответственно изменение марочного состава. В этом направлении изменялись также условия накопления пластов, что отразилось на генетических признаках углей и на их качественной характеристике. В связи с этим каждый район характеризуется определенным марочным составом и качественной характеристикой углей (табл. 26).

Угли западной окраины Петриковско-Царичанского и Новомосковского района отличаются более высокой минерализацией (повышенная зольность) и трудной обогатимостью. Петриковско-Царичанские угли являются переходными от бурых к каменным (марка БД), Новомосковские относятся к марке Д, но по степени метаморфизма весьма близки к БД и могут служить сырьем для химической переработки: низкотемпературная смола богата фенолами (20—30%), из которых можно получить ценные продукты: фармацевтические препараты, красители, пластмассы и др.

Новомосковское месторождение можно рассматривать как перспективный район для развития комплексной энерготехнологической переработки топлива: извлечение ценных химических продуктов из смолы и газа, использование газа как бытового топлива и полукокса как пылевидного камерного топлива для тепловых электростанций.

Переходные угли испытаны в коксовых шихтах. Принципиально доказано, что они могут заменить в шихтах угли марки ОС, но вследствие

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица 26

Характеристика углей Донбасса

Марка	Группа	Технический анализ					Пластометрические показатели			Теплота сгорания $Q_б^г$, *ккал/кГ*	Элементарный состав, %				Смола $Т^г$, %	Фосфор $Р^с$, %	Обогатимость
		$W^а$, %	$А^с$, %	$S^с_{об}$, %	$V^г$, %	Нелетучий остаток	X, *мм*	Y, *мм*	Кривая****		$С^г$	$Н^г$	$N^г$	$О^г$			
Западный Донбасс (по данным треста Днепрогеология)																	
Петриковско-Царичанский район																	
БД	—	15,0—9,0	7—17	1,0—2,5	45—43	Порошок	—	—	—	7 100—7 400	75,0—78,0	4,8—5,6	1,4—1,6	14,3—18,8	7—12	0,002—0,100	Весьма трудная
Новомосковский район																	
Д	—	11,0—7,0	10—18	1,5—3,5	45—43	Порошок	—	—	—	7 300—7 700	75,0—78,5	4,8—5,6	1,3—1,6	15,3—18,9	9—13	—	Весьма трудная, средняя
Западная часть Павлоградско-Петропавловского района																	
Д	—	9,0—4,0	10—13	1,0—2,5	45—40	Порошок слипшийся, слабо спеченный	—	—	—	7 400—7 900	78,0—82,0	4,8—5,6	1,3—1,6	14,3—18,9	12—16	до 0,010	Легкая; средняя
Г	Г1	6,0—3,0	10—13	1,0—2,5*	44—40	Спекшийся	80—50	0—8	1,2	7 600—8 000	80,0—84,0	5,3—6,0	1,3—1,7	8,5—13,3	12—17	до 0,010	То же
	Г9	3,5—1,5	10—13	1,0—2,5*	43—40	—	70—40	9—13	2,3,4	8 000—8 200	82,0—85,0	5,4—6,0	1,4—1,7	7,3—11,1	12—20	до 0,010	»
Восточная часть Павлоградско-Петропавловского района																	
Г	Г1	4,5—2,0	7—10	1,5—2,5	45—39	Спекшийся	80—50	0—8	1,2	7 900—8 300	81,0—84,0	5,5—6,0	1,3—1,7	7,5—13,0	14—18	до 0,010	»
	Г9	3,5—1,0	6—11	1,5—3,5	44—38	»	60—40	9—13	2,3,4	8 100—8 400	83,0—85,0	5,2—6,0	1,3—1,7	6,8—11,4	13—18	до 0,010	»
ГЖ		2,0—1,0	5—14	2,0—3,0	43—38	»	50—30	13—17	5,6,7	8 200—8 500	85,0—87,0	5,3—5,8	1,3—1,7	5,5—8,4	13—17	до 0,010	»
Ж	Ж18**	2,0—1,0	5—12	1,0—3,0	41—38	»	40—20	18—24	6,7,8,9	8 200—8 500	86,0—89,0	5,3—5,8	1,2—1,6	4,0—7,1			

Таблица 25 (окончание)

Марка	Группа	Технический анализ					Пластометрические показатели			Теплота сгорания $Q_б^г$, *ккал/кГ*	Элементарный состав, %				Смола $Т^г$, %	Фосфор $Р^с$, %	Обогатимость
		$W^а$, %	$А^с$, %	$S^с_{об}$, %	$V^г$, %	Нелетучий остаток	X, *мм*	Y, *мм*	Кривая****		$С^г$	$Н^г$	$N^г$	$О^г$			
Южный Донбасс (по данным треста Артемгеология)																	
Г	Г1	3,5—1,5	3—12	0,7—2,5	47—40	Спекшийся	60—40	0—8	1,2	8 000—8 200	82—85	6,3-5,5	12,2—8,0	—	до 0,010	—	
	Г9	3,0—1,0	3—12	0,7—2,5	45—37		50—30	9—13	2,3,4	8 150—8 500	84—87	6,3-5,4	10,3—6,0	—	до 0,010	—	
ГЖ	—	2,0—0,7	3—12	0,7—2,5	43—33	—	45—20	14—17	5,6,7,8	8 300—8 600	85—88	6,2—5,4	9,0—5,4	—	до 0,010	—	
Ж	Ж25	1,0—0,5	4—12	0,7—3,0	37—27	—	25—10	25 и более	7,9,9	8 550—8 750	86—91	5,9—5,2	8,4—3,5	—	до 0,010	—	
	Ж18	1,5—0,5	4—12	0,7—3,0	40—30	—	35—15	18—24	6,7,8	8 500—8 700	86—90	6,1-5,3	8,5—4,1	—	до 0,010	—	
	Ж8	1,7—0,7	5—18	0,7—3,0	33—27	—	28—15	8—17	2,3,4,5	—	86—89	5,5—5,2	9,0—5,3	—	—	—	
К***	К14	0,8—0,4	3—13	0,6—4,8	27—18	—	25—0	25—14	—	8 650—8 790	89—93	5,7—4,5	5,8—2,0	—	—	—	
	К6	1,5—1,0	5—10	0,7—1,5	27—22	—	20—12	13—6	—	—	88—90	5,4—5,2	6,5—3,6	—	—	—	
ОС***	—	0,7—0,3	2—4	1,8—4,1	18—14	Спекшийся	—	12—0	—	—	91—94	5,2—4,0	4,8—1,0	—	—	—	
Т***	—	1,0—0,4	8—20	0,6—0,8	15—8	Слабоспекшийся, слипшийся, неспекшийся	—	—	—	8 600—8 550	92—95	4,6—3,5	4,2—0,6	—	—	—	

* По отдельным пластам до 3,5%.

** Угли марки Ж вскрыты и опробованы в единичных точках и их характеристика является приближенной.

*** Угли марок К, ОС и Т вскрыты и опробованы в единичных точках и их характеристика является приближенной.

**** Номер кривой по рис. 22.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

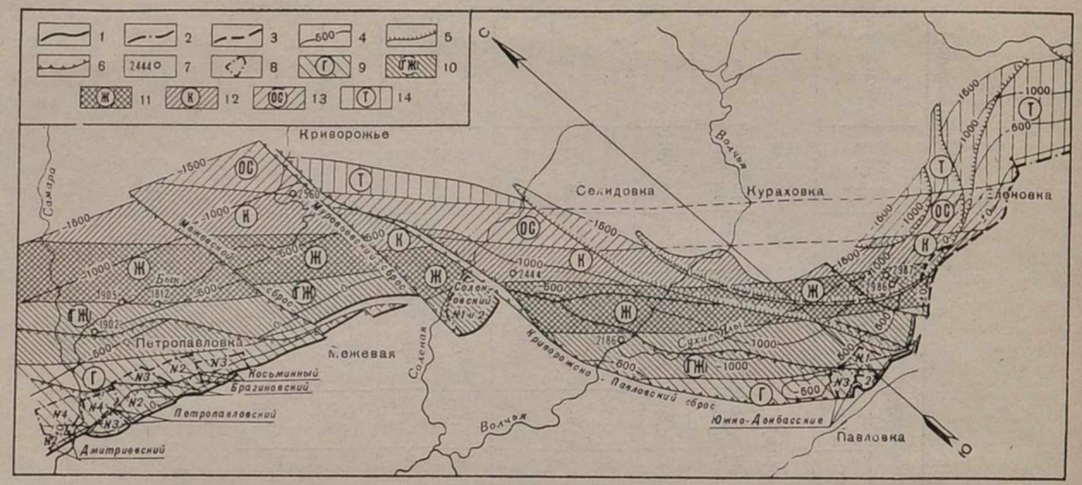


Рис. 25. Схема распространения зон метаморфизма и марок угля в пласте c_6^1 на площади Петропавловка — Кальмиус (составил М. Л. Левенштейн)

1 — выход угольного пласта рабочей мощности; *2* — выход угольного пласта нерабочей мощности; *3* — выход угольного пласта неразведанного; *4* — изогипса пласта; *5* — надвиг; *6* — сброс; *7* — скважина; *8* — границы разведанных участков; *9—14* — группы метаморфизма

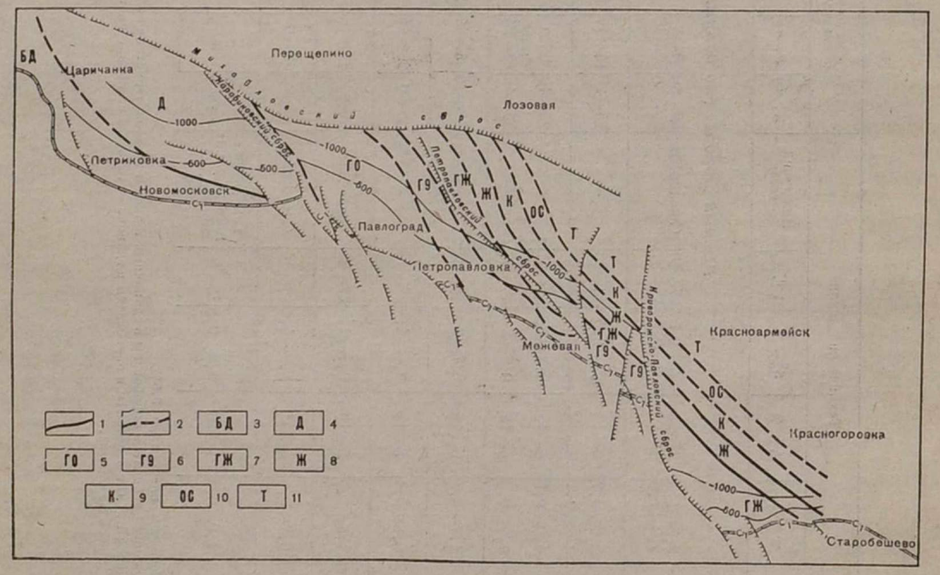


Рис. 26. Схема распространения марочного состава углей нижнего карбона (составила В. А. Данилевская)

Граница распространения углей различных технологических групп: *1* — установленная; *2* — предполагаемая; угли: *3* — *11*—группы метаморфизма

высокой зольности и трудной обогатимости применение их в коксовании нерационально.

Угли западной части Павлоградско-Петропавловского района представлены марками Д и Г (группы Г1 и Г9). Длиннопламенные угли имеют хорошие качественные показатели — невысокая зольность, умеренная сернистость, легкая и средняя обогатимость. По технологическим свойствам угли допускают разнообразное применение: для коксования в шихте из донецких углей взамен марки ОС или К + ОС, для энерготехнологического использования с переработкой богатой фенолами смолы, с получением высококалорийного газа и реакционно-способного полукокса, пригодного для газификации, для полукоксования, для коксования в качестве отощающей добавки и для сжигания. Отрицательным их свойством является высокое содержание фосфора в некоторых пластах, например c_1.

Угли более высоких степеней метаморфизма Западного и Южного Донбасса, газовые и жирные, по качественным и технологическим показателям ценны для коксования.

Газовые Г1 и Г9 заменяют в донецких шихтах угли марок Г, ОС, К + ОС и даже отчасти Ж. Угли марки ГЖ обладают высокими пластическими свойствами, в коксовании испытаны как заменители марок Г, К + ОС и Ж; жирные угли группы Ж18 могут полностью заменить жирные угли промышленного Донбасса.

Газовые угли одноименных групп из Западного и из Южного Донбасса неодинаковы по степени метаморфизма. Угли Западного Донбасса имеют несколько более высокое содержание влаги и более низкое содержание углерода, что позволяет считать их менее метаморфизованными. По-видимому, относительно высокая спекаемость углей Павлоградско-Петропавловского района объясняется более высоким содержанием спорового вещества.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАРОК УГЛЕЙ В НИЖНЕМ КАРБОНЕ ДОНБАССА

Разведка месторождений нижнего карбона дала достаточно сведений для построения общей картины изменения метаморфизма и распределения марок в пределах новых районов Донбасса.

М. Л. Левенштейн и М. М. Лифшиц (1955, 1959) сделали первые наброски к составлению геолого-углехимической карты для восточной площади распространения углей верхневизейского возраста (Петропавловка — Кальмиус) по методике, разработанной для геолого-химической карты Донбасса.

С помощью построений, выполненных по этой методике указанными авторами, на гипсометрических планах были очерчены зоны метаморфизма и закономерности распространения марок углей по угольному пласту c_6^1 (рис. 25). Для остальных угольных пластов наблюдается аналогичная закономерность, но с некоторым сдвигом зон метаморфизма, соответствующим стратиграфическому положению угольных пластов. Правильность построения подтверждена позднейшими данными детальной разведки, а прогноз ожидаемых марок Ж, К и ОС — структурными глубокими скважинами, пробуренными трестом Артемгеология.

На некоторых участках площади Владимировского и Кальмиусского районов отмечается аномальное увеличение степени метаморфизма углей, равно как и вмещающих пород, обусловленных термально-контактовым метаморфизмом. Здесь, на этой площади, бурением установлены факты прямого контактного воздействия интрузивных тел, заключающегося в графитизации и ококсовании углей и частично ороговикования вмещающих пород на небольших участках.

В. А. Данилевская (1957) оконтурила зоны метаморфизма в пластах на площади Павлоград-Петропавловска. Группы метаморфизма по содержанию углерода были приняты те же, что в работе М. Л. Левенштейна и М. М. Лифшиц (1955) с некоторыми изменениями применительно к особенностям спекаемости углей Западного Донбасса.

Построение было выполнено путем обобщения аналитических данных, вынесенных на гипсометрические планы пластов. Использовав аналитические данные бывшего Украинского геологического управления по районам к западу от г. Павлограда, В. А. Данилевская построила зоны метаморфизма для всего Западного Донбасса и у с. Петропавловки сомкнула их с зонами, построенными М. Л. Левенштейном и М. М. Лифшиц для площади Петропавловска — Кальмиус (рис. 26). Эти построения В. А. Данилевской наглядно отображают размещение зон различной степени метаморфизации углей верхневизейского возраста на площади Западного и Южного Донбасса.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено следующее.

Угли нижнего карбона Донецкого бассейна отчетливо слоистые, неоднородного строения, сложно-полосчатые, характеризуются тонким переслаиванием различных ингредиентов. Обычно угли содержат большое количество фюзенизированных компонентов, главным образом семифюзинита и микринита, и стойкого спорового вещества.

По вещественному составу нижнекарбоновые угли визейского яруса являются смешанными дюрено-клареновыми, кларено-дюреновыми и реже дюреновыми, в отличие от углей среднего карбона и намюрского яруса нижнего карбона, относящихся к клареновым, с большим количеством гелифицированного вещества (75—90%).

Карбоновые угли Донецкого бассейна в целом образуют непрерывный ряд от клареновых до дюреновых групп включительно, при явном преобладании смешанных подгрупп углей над споровыми. Содержание ультрадюренов и липтобиолитов в углях карбона незначительно. Они встречаются в виде тонких невыдержанных прослоев лишь в угольных пластах визейского яруса.

Почти все пласты визейского яруса нижнего карбона отличаются невыдержанностью петрографического состава и строения. Один и тот же пласт на разных участках сложен углями то стоящими ближе к матовым, то к более блестящим. Вместе с тем в стратиграфическом разрезе намечается некоторое сходство в распределении групп углей по площади в разных пластах, т. е. контуры распределения тех или иных групп углей по площади в одном пласте в какой-то степени повторяются в других пластах, что свидетельствует, по-видимому, об унаследованности общей обстановки угленакопления.

Одна из особенностей углей нижнего карбона заключается в специфике их исходного растительного материала. Кроме стеблевых тканей, от споровых растений нижнего карбона в угле сохранились оболочки спор и органы спороношения разных стадий зрелости. Некоторые спороносные органы или их части, способные к частичной гелификации, обогатили собой гелифицированное вещество, придав ему ряд своеобразных петрографических признаков и, вероятно, также химико-технологических свойств. В тонких шлифах среди красного гелифицированного вещества видны структурные элементы, форма которых указывает на принадлежность их к органам спороношения (стенки спорангиев). Эти структуры обычно отличаются более светло-красной окраской, нередко имеющей оранжевый оттенок. В более восстановленных углях органы спороношения, как и все растительные ткани, имеют лучшую сохранность и более яркий цвет; в маловосстановленных углях их очертания менее отчетливы и окраска более бурого тона сливается с цветом гелифицированного вещества.

В визейском ярусе преобладают переходные типы углей, близкие к маловосстановленным («ба, аб и б»), и значительно реже встречаются крайние типы — маловосстановленные («а») и особенно восстановленные («в»).

В составе углей намюрского яруса нижнего карбона, среднего и верхнего карбона Донецкого бассейна преобладает гелифицированное вещество. Наиболее распространены типы восстановленных («в» и «вв») и переходных («б») углей и только в юго-западной части известное значение приобретают маловосстановленные угли типа «а».

В пределах всей полосы распространения верхневизейских углей от с. Петриковки на западе до р. Кальмиус на востоке происходят изменения в петрографическом составе угольных пластов. На западе, в пределах Петриковского и Новомосковского районов, преобладают споровые главным образом кларено-дюреновые угли, встречаются прослои дюренов, ультрадюренов и липтобиолитов. Осовная масса гумусовых углей прозрачная гелифицированная, микринита сравнительно мало. Во многих пластах отмечается повышенное содержание структурных фюзенизированных тканей.

В направлении на восток от Новомосковского

к Павлоградско-Петропавловскому районам значительно уменьшается количество споровых углей и увеличивается число углей смешанного петрографического состава. Преобладают кларено-дюреновые и дюрено-клареновые группы углей. Среди фюзенизированных компонентов заметно некоторое преобладание структурных тканей над бесструктурными и микринитом. Уменьшается количество липтобиолитовых прослоев углей и споровых ультрадюренов. Чаще встречаются смешанные дюрены. Сапропелево-гумусовых углей значительно меньше, чем в Новомосковском районе.

На территории Южного Донбасса, как и в Павлоградско-Петропавловском районе, преобладают однообразные кларено-дюреновые и дюрено-клареновые угли, обычно смешанного петрографического состава. Большое значение приобретает микринит, который явно преобладает среди фюзенизированных компонентов. Весьма мало ультрадюреновых углей, чаще встречаются дюреновые угли смешанного состава. Сапропелево-гумусовые угли встречаются сравнительно редко и представлены своеобразными кеннелями с полулупрозрачной основной массой (микринит).

Изменение петрографического состава угольных пластов визейского возраста наблюдается также в северо-восточном направлении, по мере перехода от борта кристаллического массива к открытому Донбассу, где заметно увеличивается общее содержание клареновых углей.

Условия угленакопления в нижнем карбоне определялись географическим положением месторождений в юго-западной части бассейна. Геосинклинальное погружение было сильнее на северо-востоке, откуда шло наступление моря. Чем дальше к юго-западу расположены месторождения, тем меньше было влияние моря. Установлена роль моря в создании обстановки накопления своеобразных угольных пластов нижнего карбона (Иносова, Феофилова, 1962). Замечена зависимость генетических свойств угля — степени восстановленности и петрографического состава — от характера цикла осадконакопления и фациального типа кровли.

Для образования восстановленных углей наиболее благоприятным является сочетание морских фаций кровли и трансгрессивного цикла. Более решающим фактором является фация кровли; при морской кровле и в регрессивных циклах образуются более восстановленные угли. В условиях покрытия пласта кровлей из лагунных и озерных отложений в регрессивных циклах восстановленные угли совершенно отсутствуют. Однако в трансгрессивных циклах отмечается некоторое повышение восстановленности до переходного типа. Сочетание лагунной кровли с регрессивными и однородными циклами оказывается исключительно благоприятным для образования маловосстановленных углей.

Как правило, условиям морской кровли в сочетании с трансгрессивным характером циклов отвечают преимущественно угли клареновые, дюрено-клареновые и реже кларено-дюреновые; условиям лагунной кровли в сочетании с регрессивным характером циклов — угли дюреновые, иногда с прослойками ультрадюреновых и липтобиолитовых. Соответственно в юго-западной части бассейна дюреновых углей больше, чем в северо-восточной.

Таким образом, при трансгрессивном характере циклов, а также при регрессивных циклах, но с морскими отложениями в кровле пластов, угленакопление, по-видимому, происходило в сравнительно обводненной обстановке, с низким окислительным потенциалом и морским солевым составом вод.

При регрессивном характере цикла с лагунным типом кровли, вероятнее всего, преобладала неуравновешенная, менее обводненная обстановка с притоком опресненных речных вод. В моменты большого обводнения, вследствие повышенного кислородного потенциала водной среды, шло более глубокое разложение растительных остатков с образованием однородного гелифицированного вещества, т. е. в той или другой мере первично окисленных маловосстановленных углей. В моменты элювиации торфяника протекали процессы, несколько напоминающие выветривание и выщелачивание, и образовывались угли дюренового характера. В условиях устойчивой лагунной обстановки с широким развитием озерно-болотных фаций образовались преимущественно дюреновые угли визейского яруса нижнего карбона. Морские отложения играют резко подчиненную роль и относятся почти исключительно к фациям мелкого моря. Лагунная обстановка образования дюреновых углей нижнего карбона была специфична и определялась в главных чертах: «слабой обводненностью торфяного болота, частыми периодами его подсыхания, слабым водообменом и, в связи с этим относительно постоянным составом вод, а возможно, также своеобразием растительных сообществ» (Иносова, Феофилова, 1962).

В отличие от нижнекаменноугольного, среднекаменноугольный тип угленакопления характеризуется резким преобладанием клареновых углей, весьма разнообразных по степени восстановленности. Образование их «происходило в условиях резко дифференцированных движений и разнообразия фаций и обстановок, при широком участии грубозернистых осадков фаций аллювия и речных выносов, отлагающихся в обстановке низовьев речных долин и их устьевых частей» (Феофилова, Левенштейн, 1963).

Резкое различие в петрографическом составе углей дюреновых нижнего и клареновых среднего карбона, по данным указанных выше авторов, обусловливается их положением в циклах крупного порядка, отвечающих нижнекарбоновому и

Шахты и рудники Донбасса © 2017

среднекарбоновому угленакоплению. Оказывается, что в нижнекарбоновом цикле промышленная угленосность приурочена к его регрессивной части (визейский ярус), тогда как трансгрессивная часть (намюрский ярус) практически неугленосна. В среднекарбоновом цикле наоборот: максимум угленосности приурочен к трансгрессивной части (московский ярус), а в регрессивной части (башкирский ярус) наблюдается пониженная угленосность.

В пределах полосы развития нижнего карбона (Кучеренко, Сокольская, 1958, 1960) наблюдаются некоторые различия в фациальном составе пород, слагающих угленосную толщу. Преобладание лагунных условий осадконакопления, наряду с повышенной угленосностью, отмечается в Павлоградско-Петропавловском и Владимировском районах, тогда как в находящемся между ними Волчанском районе, наряду с широким развитием лагунных и болотных отложений (46—49%), значительную роль играют заливные (20—22%) и морские (11—15%), в связи с чем наблюдается пониженная угленосность.

Из-за сложного петрографического состава, возможно, также иного исходного вещества, угли нижнего карбона отличаются по технологическим свойствам от углей среднего карбона. Это проявляется преже всего в том разнообразии взаимодействий с другими углями, которое обнаруживают нижнекарбоновые угли при коксовании в типовой шихте Донбасса: угли всех марок (БД, Г, ГЖ, Ж) могут заменить угли основных марок коксующихся углей Г, Ж, К, ОС, Г + ОС, К + ОС (20—40%).

Положительные технологические свойства нижнекарбоновых углей в сочетании с низкой зольностью, низкой сернистостью и легкой обогатимостью открывают перед ними широкий путь по использованию их в коксовой промышленности.

Угли Западного Донбасса пригодны также для полукоксования, энерготехнологического использования и газификации.

При определении качества углей значительная роль принадлежит петрографическим исследованиям. Последние дают возможность выяснить причины тех или других различий качественных особенностей углей и создают предпосылки для прогноза их свойств.

Основными критериями при определении свойств углей петрографическими методами является:

а) состав растительных остатков (исходный растительный материал) — стеблевые и листовые ткани, защитные приспособления (кутикула), органы спороношения, органы размножения (споры) и тела, сходные со смоляными образованиями;

б) характер превращения растительных остатков — процессы гелификации и фюзенизации;

в) степень первичного окисления или степень восстановленности, ведущая к потере внешних и качественных первичных особенностей органических остатков;

г) характер и степень изменения петрографических компонентов в процессе углефикации.

Все четыре фактора являются определяющими, но часто в природе один или два из них бывают ведущими, а остальные играют подчиненную роль. Для углей нижнего карбона все они имеют существенное значение.

В среднем карбоне установлена тесная зависимость между содержанием серы в угольных пластах и их типом по восстановленности, а также между содержанием серы и характером кровли. Те же закономерности отмечены и в процессе исследования углей Южного Донбасса; содержание серы наибольшее в угольных пластах трансгрессивных циклов с морской кровлей и наименьшее в регрессивных циклах при лагунной кровле. Одни и те же условия среды способствовали как образованию пирита в пласте, так и процессам, приводящим к восстановленности углей.

Более высокое содержание пирита наблюдается в юго-западных районах, Петриковском и Новомосковском, причем, в отличие от углей среднего карбона, пирит легко удаляется при обогащении, что позволяет предполагать другое его происхождение в углях окраинной части бассейна.

Повышенная зольность углей в западных районах и снижение ее к востоку указывают на привнос минерального вещества с запада, вероятно, речными водами. В восточных районах преобладают угли малозольные и малосернистые.

В месторождениях нижнего карбона метаморфизм возрастает в том же направлении (к северо-востоку), что и в примыкающих районах промышленного Донбасса — Красноармейском и Донецко-Макеевском. Степень метаморфизма углей изменяется в широких пределах от бурых, переходных к каменным (марка БД), до тощих. На разведанной площади находятся угли от марки БД до Ж; более метаморфизованные угли залегают на больших глубинах и в восточных районах с пониженной угленосностью.

Атлас углей нижнего карбона Донецкого бассейна составлен в период, когда пласты только вскрывались горными работами первых шахт. Атлас подводит итоги изучению углей за 13 лет (1949—1962 гг.), в течение которых велась разведка нового угольного бассейна. Более глубокие и обширные исследования генезиса углей и химико-технологических свойств станут возможными после освоения новых угленосных площадей горными работами.

ЛИТЕРАТУРА

Айзенверг Д. Е., Бражникова Н. Е. О намюрском ярусе в Донецком бассейне.— Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отдел геол., 1955, **30**, вып. 1.

Айзенверг Д. Е., Бражникова Н. Е. Схема стратиграфічного розчленування нижньокам'яновугільних відкладів Великого Донбасу.— Геологічний журнал, Изд-во АН УССР, 1956, **16**, вып. 1.

Алымов Д. Ф., Дысса Ф. М., Лейвиков М. Х. и др. Синонимика угольных пластов нижнего карбона Западного Донбасса.— Изв. Днепропетровского горного ин-та, 1957, **29**.

Алымов Д. Ф. Геологическое строение и история геологического развития Приднепровского каменноугольного района Западного Донбасса.— Изв. Днепропетровского горного ин-та, 1957, **29**.

Аммосов И. И., Мусял С. А. Отражательная способность как одна из главных особенностей каменных углей.— Докл. АН СССР, серия нов., 1952, № 6.

Аммосов И. И. Новые методы петрографии углей (применительно к изучению углей Кузбасса).— В кн. «Второе геологическое угольное совещание». Тезисы докладов» Изд-во АН СССР, 1955.

Аронов С. Г., Нестеренко Л. Л. Превращение и взаимодействие углей в процессе коксования.— Сталь, 1953, № 10.

Атлас микроструктур углей СССР. Под ред. Ю. А. Жемчужникова и З. В. Ергольской.— Труды Центр. научн.-исслед. геол.-развед. ин-та, ОНТИ, 1937.

Боголюбова Л. И., Яблоков В. С. Генетические типы углей среднего карбона юго-западной части Донбасса.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 6.

Вальц И. Э., Савельева Т. Т., Трошкова Г. И. Методика изготовления тонких шлифов и аншлифов из углей.— Докл. на Всесоюзном совещании работников минералого-петрографических лабораторий Министерства Геологии и охраны недр СССР, 1952.

Вальц И. Э. О новой терминологии элементов исходного материала ископаемых углей.— Труды Лабор. геол. угля АН СССР, 1956, вып. VI.

Волкова И. Б. Об остатках листовой паренхимы в нижнемезозойских углях Казахстана.— Докл. АН СССР, 1960, **132**, № 3.

Волкова И. Б. Исходный материал и состав углей нижнемезозойской угленосной формации Казахстана.— В кн.: Угленосные формации некоторых регионов СССР. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1961.

Гарбар А. К., Жидко А. С. Технологические свойства углей шахт-новостроек Западного Донбасса.— Кокс и химия, 1962, № 6.

Геолого-химическая карта Донецкого бассейна, вып. V, раздел V. Госгеолиздат, 1941.

Геолого-углехимическая карта Донецкого бассейна, вып. VIII. Углетехиздат, 1954.

Гинзбург А. И. Петрографические разновидности гумусовых углей.— Изв. АН СССР, серия геол., 1951, № 4.

Гинзбург А. И. О классификациях и номенклатурах микрокомпонентов углей.— Изв. АН СССР, серия геол., 1958, № 6.

Даль В. И., Фоменко О. С. Газификация углей западного крыла Большого Донбасса.— Труды ДХТИ им. Дзержинского, вып. 4, Изд-во ХГУ, 1955.

Даль В. И., Маляров Б. М., Альтерман Л. С. Вугілля західного крила Великого Донбасу та його використання для коксування і напівкоксування.— В кн. «Комплексне використання паливно-енергетичних ресурсів України». Київ. Изд-во АН УССР, 1959.

Даль В. И., Фоменко О. С., Маляров Б. М., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер А. М. Угли Западного Донбасса — сырье для комплексной энерготехнологической переработки.— Уголь Украины, 1959,

Даль В. И., Фоменко О. С., Анненкова Г. В. Исследование углей Павлоградского месторождения как сырья для газификации.— Труды ДХТИ им. Дзержинского, вып. 7. Коксохимия. Харьков, Изд-во ХГУ, 1960.

Даль В. И., Фоменко О. С., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С. Угли западного крыла Большого Донбасса и их использование для целей коксования и газификации.— Труды ДХТИ им. Дзержинского, вып. 7. Коксохимия. Харьков, Изд-во ХГУ, 1960.

Даль В. И., Фоменко О. С., Закупра В. А. Использование углей Новомосковского месторождения как сырья для химической промышленности.— В сб. «Комплексное использование твердых топлив Украины». Киев, Изд-во АН УССР, 1962.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Данилевская В. А. О некоторых закономерностях изменения свойств и качества углей нижнего карбона Западного Донбасса.— Изв. Днепропетр. горного ин-та, 1957, 29.

Двужильная Н. М. Угли Донецкого бассейна в системе международной классификации.— В кн. «Исследование и классификация углей». Труды ДонУГИ, вып. 18. Углетехиздат, 1959.

Дроздова И. Н. О возможности определения древесины кордаитовых в шлифах и аншлифах ископаемых углей.— Сборник статей по палеонтологии и стратиграфии, вып. 28, 1962.

Дроздова И. Н. Определение состава растений углеобразователей анатомоморфологическим методом.— Сборник, посвященный памяти геолога А. А. Гапеева. Вопросы геологии угля. Изд-во АН КазахССР, 1962.

Дысса Ф. М., Нестеренко П. Г., Погодина В. И., Широков А. З. Стратиграфия каменноугольных отложений западных районов Донбасса.— Изв. Днепропетр. горного ин-та, 1955, 25.

Ергольская З. В. К вопросу о классификации барзасских углей.— Химия твердого топлива, 1932, № 9, 10.

Ергольская З. В. Некоторые данные о петрографическом характере барзасских углей.— В кн. «Барзасские сапромикститы». Госхимиздат, 1933.

Ергольская З. В. К петрографической характеристике барзасских углей.— Изв. Всесоюзн. Геол. разв. объед., 1934, вып. 81.

Ергольская З. В. Еще об исходном материале барзасских углей.— Химия твердого топлива, 1937, № 8.

Ергольская З. В. Химико-пластометрическое и петрографическое исследование углей Кузбасса.— Химия твердого топлива, 1937, № 7.

Ергольская З. В. Изменение ископаемых углей в процессе углефикации.— Труды ЦНИГРИ, ГОНТИ, 1939.

Ергольская З. В. Методика петрографического исследования угольного пласта для определения качества угля.— Материалы по геол. Зап. Сибири, 1947, вып. 59.

Жемчужников Ю. А., Гинзбург А. И. Основная масса в углях.— Изв. АН СССР, отд. матем. и естественных наук, 1936, № 5.

Жемчужников Ю. А. Петрографическая типизация гумусовых углей СССР. Труды 17 геологического конгресса, 1937.

Жемчужников Ю. А. Общая геология ископаемых углей. М., Углетехиздат, 1948.

Жемчужников Ю. А. О структуре в углепетрографии.— Зап. Ленингр. горн. ин-та, 1952, 26, вып. II.

Залесский М. Д. О Донецких известковых почках (*coal balles*) в угольных пластах.— Изв. об-ва для исслед. природы Орловской губ., вып. 2, 1910.

Залесский М. Д. Об открытии известковых конкреций под названием «coal balles» в одном из угольных пластов каменноугольных отложений Донецкого бассейна.— Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, 1911, т. 25.

Залесский М. Д. Очерки по вопросу образования угля. Изд. Геол. комитета, 1914.

Иносова К. И., Феофилова А. П. Связь типов углей с общими условиями осадконакопления в Донецком бассейне.— Изв. АН СССР, серия геол., 1962, № 7.

Ищенко А. М. Сапропелиты Донецкого бассейна. Киев, Изд-во АН УССР, 1952.

Криштофович А. Н. Палеоботаника. М., Госгеолиздат, 1941.

Крылова Н. М., Вальц И. Э., Любер А. А., Гинзбург А. И. Основные принципы вещественно-петрографической классификации и терминологии гумусовых углей.— Труды Лабор. геол. угля АН СССР, 1956, вып. VI.

Кучеренко М. Т., Соколъска Х. В. Про деякі особливості осадко- і вугленагромадження в карбоні західних районів Донбасу.— Доп. АН УРСР, 1958, № 4.

Кучеренко М. Т., Сокольска Х. В. Літолого-фаціальна характеристика верхньовізейської вугленосної товщі західного сектора Великого Донбасу.—Геологічний журнал, 1960, 20, вып. 6.

Кушниревич Н. Р. Определение вязкости углей в период пластичности.— Кокс и химия, 1938, № 10.

Кушниревич Н. Р. Характеристика некоторых технологических свойств углей Западного Донбасса. Второе угольное геол. совещ. при Лабор. геол. угля АН СССР. Тезисы докладов, Изд-во АН СССР, 1955.

Кушниревич Н. Р. Перспектива использования углей Западного Донбасса для коксования.— Кокс и химия, 1957, № 7.

Лазаренко Н. И. Угленосность нижнего карбона на южном крыле Днепровско-Донецкой впадины.— Изв. Днепропетр. горного ин-та, 1957, 29.

Лаптева А. М. Зависимость спорового состава углей от фациальной принадлежности.— Геологичний журнал. 1961, 21, № 5.

Ларищев А. А., Курбатов А. А. Об акцессорных минералах среди терригенных минеральных примесей вещества угля и методов их изучения.— Труды Лабор. геол. угля АН СССР, 1956, вып. VI.

Лебедев Н. И. Разрез каменноугольных отложений Донецкого бассейна по р. Кальмиус. Наукові записки Дніпропетровської науково-дослідної кафедри геології. Видавництво Дніпропетр. кафедри геології, 1927.

Левенштейн М. Л., Лифшиц М. М. Закономерности изменения свойств углей в нижнем карбоне Донецкого бассейна (площадь Петропавловка — Кальмиус).— В кн. «Исследование и классификация углей». Труды ДонУГИ, вып. 18, Углетехиздат, 1959.

Левин С. Т., Шпахлер А. Г. Исследование обогатимости углей Дмитриевского участка Павлоградско-Петропавловского района.— Изв. Днепропетр. горного ин-та, 1957, 29.

Лескевич И. Е. Конкреции карбонатов в угленосной толще западных районов Донбасса.— Изв. Днепропетр. горного ин-та, 1957, 29.

Лифшиц М. М. Нижнекарбоновые угли Западного Донбасса. Качество, свойства и закономерности их изменения. Второе угольное геол. совещ. при Лабор. геол. угля АН СССР. Тезисы докладов, 1955.

Лифшиц М. М. О количественных характеристиках в петрографическом исследовании каменных углей.— В кн. «Исследование и классификация углей». Труды ДонУГИ, вып. 18. Углетехиздат, 1959.

Лифшиц М. М. Отражательная способность витринита

как показатель метаморфизма углей.— В кн. «Исследование и классификация углей». Труды ДонУГИ, вып. 20. Углетехиздат, 1962.

Любер А. А. Типы превращения растительных тканей в ископаемый уголь.— Химия твердого топлива, 1934, 5, вып. 5.

Международная система классификации каменных углей по типам. М., Углетехиздат, 1958.

Миненко О. А. К вопросу методики разграничения бурых углей от каменных.— В кн. «Исследование и классификация углей». Труды ДонУГИ, вып. 18. М., Углетехиздат, 1959.

Мирошниченко А. М., Штромберг Б. И., Гарбар А. К., Моисеева Х. М., Струев М. И., Савкова В. П., Чугунова А. Е. Технологические свойства нижнекарбоновых углей Западного Донбасса.— Кокс и химия, 1960, № 3.

Наумова С. Н. Генетическая классификация углей Подмосковного бассейна. Госгеолиздат, 1940.

Нестеренко Л. Л., Брагиловская О. Н., Каширская Л. П. Оценка споровых веществ нижнекарбоновых углей Западного Донбасса как сырья для термохимической переработки. Сборник научных трудов УХИНа, вып. 12. Металлургиздат, 1961.

Нестеренко Л. Л., Скляр М. Г., Тютюнникова Ю. Б. К вопросу о пластическом состоянии углей как о коллоидной системе.— Кокс и химия, 1960, № 9.

Нефедьева Л. П. Применение фациального анализа при изучении угольных пластов.— Труды Лабор. геол. угля, АН СССР, 1956, вып. VI.

Письмен М. К. Газификация твердых топлив под давлением.— В кн. «Химия и технология искусственного жидкого топлива и газа». Труды ВНИГИ, 1952, вып. 4.

Панченко М. Е., Попова М. Е., Кожевникова О. П. Микрокомпоненты, определяющие спекаемость угля.— Труды ВУХИНа, 1948, вып. 5.

Попова М. Е., Пермитина К. С. Петрографический метод оценки спекаемости угля. В сб. «Химия и генезис твердых горючих ископаемых». Труды первого Всесоюзного совещания 1950 г. Изд-во АН СССР, 1953 г.

Пущаровский Ю. М. Девонские отложения южной окраины Донбасса.— В сб. «Материалы по геологии южной окраины Донбасса». Изд. Моск. об-ва испыт. природы, 1947.

Резолюция Всесоюзного совещания углепетрографов при ИГИ АН СССР, 1956.

Ротай А. П. Нижний карбон Донецкого бассейна и положение намюрского яруса в каменноугольной системе.— Труды XVII сессии Международного геол. конгр., т. 1, 1939.

Ротай А. П. Нижний карбон. Геология СССР, т. 7. Донецкий бассейн. Геолиздат, 1944.

Савчук С. В. Петрографическая характеристика нижнекарбоновых углей западных районов Донбасса.— Изв. Днепропетр. горн. ин-та, 1952, 21.

Савчук С. В. Петрографический состав и химико-технологические свойства ископаемых углей.— Изв. Днепропетр. горн. ин-та, 1953, 23.

Савчук С. В. Петрографическая характеристика и классификация нижнекарбоновых углей западных районов Донбасса.— Изв. Днепропетр. горн. ин-та, 1955, 25.

Савчук С. В. К вопросу о промышленной классификации нижнекарбоновых углей Донбасса.— Изв. Днепропетр. горн. ин-та, 1957, 29.

Снигиревская Н. С. Род *Botryopteris* в угольных пачках Донбасса.— Ботанический журнал, 1961, 6.

Снигиревская Н. С. Аналитическое изучение растительных остатков из угольных почек Донбасса. Семейство *Lepidodendraceae*. Палеоботаника, в. V.— Труды Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 8. М.— Л., Изд-во «Наука», 1964.

Сокольская Х. В. Условия накопления верхневизейской угленосной толщи на площади Западного продолжения Донбасса. Автореф. диссерт. Днепропетровск, 1961

Стукало А. П., Стовповой В. Н. Некоторые данные о геологическом строении и угленосности Приднепровского каменноугольного района Западного продолжения Донбасса. В сб. «Советская геология», № 46. Геологиздат, 1955.

Стукало А. П. Геологическое строение и угленосность Приднепровского каменноугольного района в западном секторе Большого Донбасса.— Труды Лабор. геол. угля АН СССР, 1956, вып. 6.

Танатар-Бараш З. И., Хмарский Н. З. К минералогии аргиллитов нижнего карбона юго-западной части Донбасса.— Научн. зап. Днепропетр. Гос. ун-та, 1956, 53.

Танатар-Бараш З. И. Минеральные включения в углях нижнего карбона западных районов Донецкого бассейна.— Советская геология, 1960, № 1.

Тахтаджян А. Л. Высшие растения. М., Изд-во АН СССР, 1956.

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

Трофимов С. Ф. Угленосность каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины.— Разведка недр, 1954, № 4.

Устіновський Ю. Б. Умови осадкоутворення девонських відкладів на південних окраїнах Донецького басейна.— Геологічний журнал АН УССР, 1955, 15, вып. 3.

Феофилова А. П., Левенштейн М. Л. Особенности осадко- и угленакопления в нижнем и среднем карбоне Донецкого бассейна. М., Изд-во АН СССР, 1963.

Шапиро М. Д., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Угли западного Донбасса как сырье для коксования.— Кокс и химия, 1956, № 6.

Шапиро М. Д. Спекание и коксообразование.— Кокс и химия, 1957, № 6.

Шапиро М. Д., Альтерман Л. С., Раскина Л. С. Кинетика термического разложения угля.— Химия и технология топлива и масел, 1957, № 12.

Шапиро М. Д., Кейтельгиссер С. Р. Обогатимость углей Западного Донбасса.— Труды ДХТИ им. Дзержинского, вып. 7. Коксохимия, Харьков, Изд-во ХГУ, 1960.

Шапиро М. Д., Маляров Б. М., Альтерман Л. С. Угли Западно-Павлоградского месторождения Большого Донбасса как сырье для технологического использования.— Труды ДХТИ им. Дзержинского, вып. 7. Коксохимия. Харьков, Изд-во ХГУ, 1960.

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Шапиро М. Д., Альтерман Л. С. О пластическом состоянии углей как системы с коллоидными свойствами.— Кокс и химия, 1962, № 6.

Шапиро М. Д., Альтерман Л. С. Технологические особенности слабоспекающихся и неспекающихся нижнекарбоновых углей Западного Донбасса как сырья для коксования. Тезисы к докладу на научно-технической конференции по использованию топливно-энергетических ресурсов Донецко-Приднепровского экономического района, созванной СОПС АН УССР. Донецк, 1962.

Широков А. З. Нижний карбон северо-западного продолжения Донбасса и его угленосность.— Труды Лабор. геол. угля АН СССР, вып. VI. Материалы угольного совещания. Изд-во АН СССР, 1956.

Широков А. З. Большой Донбасс. М., Углетехиздат, 1957.

Широков А. З., Данілевська В. А. Вугільні ресурси Західного Донбасу.— В кн. «Комплексне використання паливно-енергетичних ресурсів України». Вып. 2. Тверді види палива. Київ, Изд-во АН УРСР, 1959.

Юровский А. З. Сера каменных углей. М., Углетехиздат, 1948.

Яблоков В. С., Боголюбова Л. И., Калиненко В. В., Иносова К. И., Ищенко А. М. Атлас микроструктур углей Донецкого бассейна. М., Изд-во АН СССР, 1955.

Ярош Н. П. Минеральные включения в углях Донецкого бассейна. Геологохимическая карта Донецкого бассейна, вып. V. Харьков М., Укргостоптехиздат, 1941.

O'Donnel. Mining Congr. J., 1942, 28, N 6.

Dormans H. N. M., Huntjens F. J., van Krevelen D. W. Chemical structure and properties of Coal. XX — Composition of the individual macerals (vitrinites, fusinites, micrinites and exinites). Fuel, v. 36, 1957, N 3.

Huntjens F. J., Dormans H. N. M., van Krevelen D. W. Etude comparative de quelques proprietes physiques et chimiques des maceraux du charbon.— Ann. mines Belgique, 1957, N 10.

Francis W. Coal. its formation and composition. London, 1954.

Kröger C. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Steinkohlen gefügebestandteile (macerale).— Brennstoff-Chemie, 1956, Bd. 37, N 11/12.

Pattelsky K. Die Veränderungen der Steinkohlen beim Ablauf der Inkohlung.— Brennstoff-Chemie, 1953, N 5/6.

Pattelsky K. Veränderungen der chemischen und physikalischen Beschaffenheit von Vitriten und Mattlohlen deim Ablauf der Inkohlun Iung.— Brennstoff-Chemie, 1953, Bd. 34, N 7/8.

Schopf J. M. Variable coalification: the processes involved in coal formation.— Economic Geology, 1948, vol. 43, N 3.

Hickling H. G. A., C. E. Marshall. The Microstructure of the coal of Certain Fossil Tree Barks.— Trans. of the Inst. of Min. Eng., vol. 74, 1933—1934, p. 56.

Фондовый материал

Абаянцев А. С., Лейвиков М. Х. и др. Сводный геологический отчет по Восточно-Павлоградскому месторождению в Западном секторе Большого Донбасса. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология. 1953.

Данилевская В. А. Закономерности изменения качества углей самарской свиты нижнего карбона в Павлоградско-Петропавловском районе Западного Донбасса. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1957.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Фоменко О. С., Маляров Б. М., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Исследование углей участка детальной разведки шахтных полей 1—2 Новомосковского месторождения как сырья для полукоксования, газификации и коксования. Фонды ДХТИ, 1952.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Фоменко О. С., Маляров Б. М., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет о работе по исследованию углей участков детальной разведки шахтных полей 1—5, 6—8, 9—11 Павлоградского месторождения как сырья для полукоксования, газификации и коксования. Фонды ДХТИ, 1952, 1953, 1954.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет по исследованию углей Морозовских участков 2—3 Павлоградского месторождения на обогатимость и коксование. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1955.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Дополнительный отчет по исследованию углей детальной разведки шахтных полей 3—4 Новомосковского месторождения на обогатимость и коксование. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1955.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Фоменко О. С., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет о работе по исследованию углей детальной разведки шахтных полей № 1—2, 3—4 Петриковского месторождения как сырья для полукоксования, газификации и коксования. Фонды ДХТИ, 1955.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Фоменко О. С., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет ДХТИ по Булаховскому участку 3—4 Павлоградского месторождения, как сырья для полукоксования, газификации и коксования. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1956.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С. Отчет о работе по исследованию углей Южно-Донбасских участков 1—3 Трудовской ГРП треста Артемгеология как сырья для коксования. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1956.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет ДХТИ о работе по исследованию углей Вязовских участков 1—2 Павлоградского месторождения как сырья для коксования, полукоксования и газификации. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1957.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет ДХТИ о работе по исследованию углей участка № 10 Новомосковского месторождения как сырья для коксования и газификации. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1957.

Даль В. И., Маляров Б. М., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет о пригодности углей Южно-Донбасского участка № 7 Трудовской ГРП треста Артемгеология для целей коксования. Отчет ДХТИ, 1957.

Даль В. И., Фоменко О. С., Маляров Б. М., Кейтельгиссер С. Р., Альтерман Л. С. Угли Западного крыла Большого Донбасса как сырье для химико-технологического использования. Отчет ДХТИ, 1958.

Даль В. И., Фоменко О. С., Маляров Б. М., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Исследование углей Западного Донбасса шахты Терновская 1 как сырья для коксования и комплексной энерготехнологической переработки. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1959.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С., Кейтельгиссер С. Р. Отчет по исследованию углей шахтных полей № 5, 6, 7, 10 и 11 Новомосковского месторождения на обогатимость и как сырья для коксования. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1959.

Даль В. И., Шапиро М. Д., Альтерман Л. С. Отчет по исследованию углей участка № 6 Трудовской ГРП треста Артемгеология как сырья для коксования. Рукопись. Фонды ДХТИ, 1960.

Ершов В. З., Шпиченко Г. К. и др. Сводный геологический отчет об угленосных отложениях нижнего карбона в районе Павлоград — Межевая. Рукопись. Фонды треста Артемгеология, 1952.

Ершов В. З. и др. Сводный отчет по району Павлоград — Межевая Западного сектора Большого Донбасса. Рукопись. Фонды треста Артемгеология, 1953.

Ищенко А. М., Шараева Л. Н. Петрографическое описание нижнекарбоновых углей Павлоградского месторождения. Фонды треста Днепрогеология, 1950.

Иносова К. И. Углепетрографическое исследование каменноугольных пластов Кураховско-Трудовского района Донбасса. Рукопись. Фонды треста Артемгеология, 1950.

Иносова К. И. Заключение по петрографическому исследованию каменноугольных пластов Петропавловской перспективы Большого Донбасса. Рукопись. Фонды треста Артемгеология, 1953.

Иносова К. И. Атлас типов углей нижнего карбона Донецкого бассейна (Южный Донбасс). Рукопись. Фонды треста Артемгеология, 1959.

Коломейцева А. К. Отчет о петрографическом исследовании углей в Новомосковском районе. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1952.

Коломейцева А. К. Результаты петрографического изучения углей Новомосковского месторождения участков 3—4. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1953.

Коломейцева А. К. Результаты петрографического изучения углей по Морозовским участкам 2—3 Павлоградского каменноугольного месторождения. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1955.

Коломейцева А. К. Результаты петрографического изучения углей Новомосковского месторождения участков 5—6—7 и поисковых скважин. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1956.

Коломейцева А. К., Шараева Л. Н. Атлас углей нижнего карбона Петриковского, Новомосковского и Павлоградского месторождений Западного продолжения Донбасса. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1958.

Копычев П. А., Шпахлер А. Г., Савчук С. В., Лескевич И. Е., Безверхний В. Д., Плужник В. И. Исследование зависимости обогатимости и химико-технологических свойств нижнекарбоновых углей Западного Донбасса от их петрографического состава. Отчет ДГИ, 1958.

Кушниревич Н. Р., Штромберг Б. И. и др. Отчеты по теме: «Исследование углей Западного Донбасса для расширения сырьевой базы коксования». Рукописи. Фонды треста Днепрогеология и УХИНа, 1952, 1953, 1955.

Левенштейн М. Л., Лифшиц М. М. Изучение углей нижнего карбона Западного Донбасса. Обобщение результатов исследования углей нижнего карбона на площади Петропавловка — Кальмиус. Отчет ДОНУГИ и треста Артемгеология, 1955.

Левенштейн М. Л., Надежина Е. Б., Иносова К. И., Оленев Н. Ф. Сводный отчет о результатах поисковых работ в районе Межевая — Кальмиус. Рукопись. Фонды треста Артемгеология, 1955.

Левенштейн М. Л., Белоконь В. Г., Ткаченко В. Ф., Оленев Н. Ф. и др. Геологический отчет по детальной разведке участков Южно-Донбасских № 1, 2, 3, Южно-Донбасских Верхних № 1, 2 и поисковой разведке на площади Кураховской перспективы. Рукопись. Фонды треста Артемгеология, 1956.

Лифшиц М. М., Усачева А. В., Прилепская Л. А., Иванова Н. В., Гулякина В. М. Исследование угольных месторождений Северо-Западного сектора Большого Донбасса. Рукопись. Фонды ДонУГИ, 1951.

Лифшиц М. М., Гулякина В. М., Бердюкова М. Д. Изучение качества и технологических свойств углей Западного Донбасса. Рукопись. Фонды ДонУГИ, 1952.

Лифшиц М. М., Самойлович П. Я., Бердюкова М. Д., Гулякина В. М. Изучение качества и технологических свойств углей Западного Донбасса. Отчет ДонУГИ, 1953.

Лифшиц М. М., Бердюкова М. Д., Гулякина В. М., Гуменко В. А. Исследование и оценка углей нижнего карбона на разведываемых участках новых месторождений Западного Донбасса и в районе Межевая — Кальмиус. Отчет ДонУГИ, 1954.

Лифшиц М. М., Вырвич Г. П., Ильюшенко Р. Г. и др. Исследование углей новых месторождений Донецкого бассейна. Рукопись. Фонды ДонУГИ, 1958.

Лейвиков М. Х., Виниченко А. И., Чугунова А. Е., Савкова В. П. и др. Павлоградско-Петропавловский каменноугольный район Западного Донбасса (геолого-промышленный очерк). Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1957.

Нестеренко П. Г., Широков А. З. Стратиграфия и литология каменноугольных отложений Павлоградского района Днепропетровской области. Рукопись. ДГИ, 1951.

Нестеренко П. Г., Широков А. З. и др. Стратиграфия пород карбона и петрографических исследований углей западных районов Донбасса. Рукопись. ДГИ, 1952.

Нестеренко П. Г., Широков А. З. и др. Единая унифицированная стратиграфическая схема и синонимика угольных пластов западных районов Донбасса. Рукопись. ДГИ, 1954.

Пазухина Д. К., Савкова В. П. Изучение технологических свойств каменных углей Павлоградского района Западного сектора Большого Донбасса. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1952.

Пазухина Д. К., Савкова В. П., Бердюкова М. Д., Танатар-Бараш З. И. Атлас микроструктур и типов

Шахты и рудники Донбасса © 2017

нижнекарбоновых углей Павлоградско-Петропавловского месторождения Западного Донбасса. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1958.

Савкова В. П. Оценка каменных углей Западного Донбасса и Львовско-Волынского бассейна как сырья для коксования. Часть I. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1960.

Феофилова А. П., Тимофеева З. В., Левенштейн М. Л., Курилова К. Ф., Манукалова М. Ф., Иносова К. И., Оленев Н. Ф. Литолого-петрографическая и палеонтологическая характеристика отложений нижнего карбона района Межевая — Кальмиус (литологические работы). Промежуточный отчет ИГН АН СССР и треста Артемгеология, 1957.

Хмарский Н. З., Кучеренко М. Т., Сокольская Х. В., Танатар-Бараш З. И. Литология и фациальные особенности каменноугольных отложений Западного продолжения Донбасса. Рукопись. Фонды н.-и. ин-та геологии Днепропетр. гос. ун-та, 1954.

Шараева Л. Н. Отчет о петрографическом исследовании углей Павлоградского каменноугольного месторождения. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1952.

Шараева Л. Н. Результаты петрографического изучения углей по шахтным полям № 6, 7, 8 Западно-Павлоградского месторождения. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1953.

Шараева Л. Н. Результаты петрографического изучения углей по шахтным полям № 9, 10, 11 Булаховского участка Павлоградского каменноугольного месторождения. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1954.

Шараева Л. Н. Результаты петрографического изучения углей Булаховских участков 3—4 Павлоградского каменноугольного месторождения. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1956.

Шараева Л. Н. Результаты петрографического изучения углей участков 3—4 Петриковского месторождения. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1956.

Шараева Л. Н. Результаты петрографического изучения углей по Вязовским участкам 1—2 Павлоградского каменноугольного месторождения. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1957.

Шапиро М. Д., Альтерман Л. И. Отчет о работе по исследованию углей Южно-Донбасских участков 1—3 трудовской ГРП треста Артемгеология как сырья для коксования. Фонды ДХТИ, 1956.

Шпахлер А. Г., Савкова В. П. Обогащение нижнекарбоновых углей Западного Донбасса. Рукопись. Фонды треста Днепрогеология, 1957.

Штромберг Б. И., Савкова В. П. и др. Исследование углей Донбасса и новых каменноугольных месторождений УССР с целью расширения сырьевой базы коксования. Этап 4. Исследование углей Западного Донбасса по совместной работе с трестом Днепрогеология. Фонды треста Днепрогеология, 1958.

ТАБЛИЦЫ

СОСТАВИТЕЛИ:

М. Д. Бердюкова (Днепропетровская экспедиция УкрНИГРИ),
К. И. Иносова (трест Артемгеология), *А. М. Ищенко* (ИГН АН УССР),
А. К. Коломейцева (трест Днепрогеология), *Д. К. Пазухина*
и *Л. Н. Шараева* (Днепропетровская экспедиция УкрНИГРИ)

Шахты и рудники Донбасса © 2017

ИСХОДНЫЙ РАСТИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ УГЛЕЙ . . . . тт. I—X
МИКРОКОМПОНЕНТЫ УГЛЕЙ
ГЕЛИФИЦИРОВАННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИЛИ КОМПОНЕНТЫ ГРУППЫ ВИТРИНИТА . . . . . тт. XI—XIV
СЛАБОФЮЗЕНИЗИРОВАННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИЛИ КОМПОНЕНТЫ ГРУППЫ СЕМИВИТРИНИТА . . . . . тт. XV—XVIII
ФЮЗЕНИЗИРОВАННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИЛИ КОМПОНЕНТЫ ГРУППЫ ФЮЗИНИТА . . . . . тт. XIX—XX
КУТИНИЗИРОВАННЫЕ КОМПОНЕНТЫ ИЛИ КОМПОНЕНТЫ ГРУППЫ ЛЕЙПТИНИТА . . . . . тт. XXI—XXVII
МИНЕРАЛЬНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В УГЛЯХ . . . . . тт. XXIX—XXXIV
МИКРОСТРУКТУРЫ ГУМУСОВЫХ УГЛЕЙ
Кларены . . . . . тт. XXXV—XXXVI
Дюрено-кларены . . . . . тт. XXXVII—XXXVIII
Кларено-дюрены . . . . . тт. XXXIX—XLIV
Дюрены . . . . . тт. XLV—XLVII
Ультрадюрены . . . . . тт. XLVIII—L
Липтобиолиты . . . . . тт. LI
МИКРОСТРУКТУРЫ САПРОПЕЛЕВО-ГУМУСОВЫХ УГЛЕЙ
Кеннели . . . . . тт. LII
Богхед-кеннели . . . . . тт. LIII
ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ УГЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ УГЛЕФИКАЦИИ . . . . . тт. LIV—LV

БУКВЕННЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ФОТОГРАФИЯХ

Гелифицированные компоненты

Ксилен . . . . . *к*
Ксиловитрен . . . . . *кв*
Витрен . . . . . *в*
Витрен (структурный) . . . . . *вс*
Стеблевые ткани . . . . . *ст*
Листовые ткани . . . . . *л*
Органы спороношения . . . . . *ос*
Овальные тела . . . . . *от*
Основная масса прозрачная: однородная . . . . . *омо*
ксиловитрено-витреновая . . . . *омк*

Слабофюзенизированные компоненты

Ксилен бурый — семиксилено-фюзен. *скф*
Ксиловитрен бурый — семиксиловитренофюзен . . . . . *сквф*
Витрен бурый-семивитренофюзен . *свф*
Овальные тела . . . . . *отсф*
Основная масса смешанная (полупрозрачная) . . . . . *омп*

Фюзенизированные компоненты

Фюзен . . . . . *ф*
Ксилено-фюзен . . . . . *кф*
Ксиловитрено-фюзен . . . . . *квф*
Витрено-фюзен . . . . . *вф*
Овальные тела . . . . . *отф*
Основная масса непрозрачная . . *омн*

Кутинизированные компоненты

Макроспоры . . . . . *ма*
Микроспоры . . . . . *м*
Скопление микроспор (содержимое спорангия) . . . . . *см*
Скопление микроспорангиев (сорус). *смс*
Спорангий . . . . . *сп*
Тетрада макроспор . . . . . *тма*
Кутикула . . . . . *кт*
Смоляные тела . . . . . *с*
Водоросли . . . . . *вд*
Основная масса: сапропелево-гумусовая . . . . . *омсг*

Минеральные включения

Кварц . . . . . *кц*
Кальцит . . . . . *кл*
Сидерит . . . . . *сд*
Анкерит . . . . . *ан*
Каолинит . . . . . *кн*
Слюда . . . . . *сл*
Пирит . . . . . *п*

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица I

Фото 1. Витренизированная древесинная ткань стебля. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 2. Фюзенизированная древесинная ткань стебля. Виден переход фюзена в ксиловитрено-фюзен. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}^2. Увел. 86

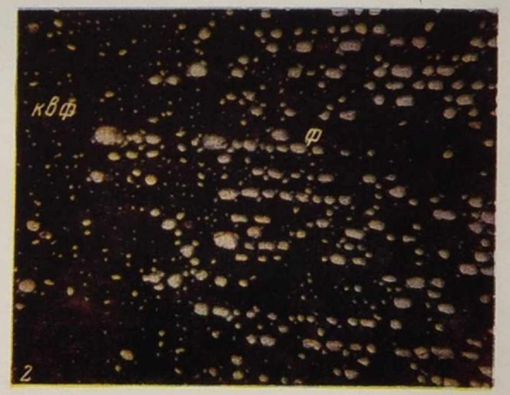
Фото 3. Коровая ткань со структурой ксиловитрена. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_2^1. Увел. 86

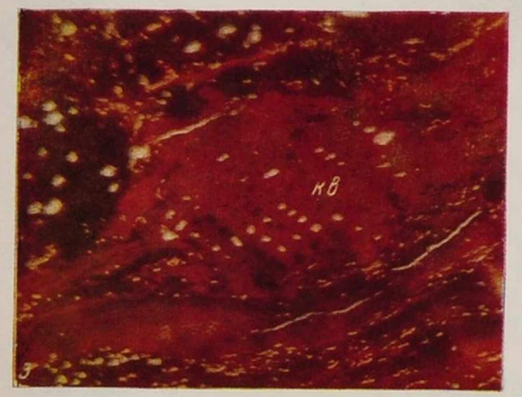
Фото 4. Витренизированная коровая ткань. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^2. Увел. 86

Фото 5. Витренизированная паренхимная ткань листа в кларене типа «б». Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{12}. Увел. 86

Фото 6. Витренизированная паренхимная ткань листа, окаймленная кутикулой, в кларене типа «в». Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_9^н$. Увел. 86

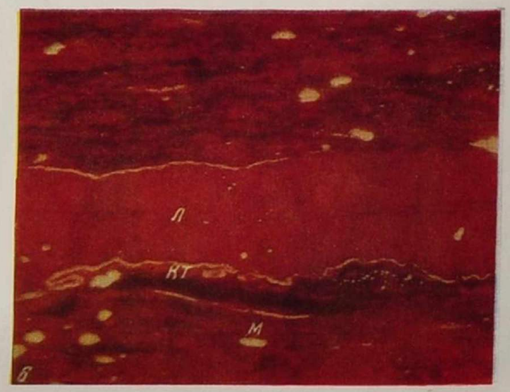












Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица II

Фото 1. Микроспорангий (*сп*) в кларене типа «б». Видна гелифицированная стенка спорангия, заключающего споры и, возможно, спорогенный слой. Внизу снимка видны клетки разрушенного спорангия (*ос*) в гелифицированном аттрите. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^0. Увел. 86

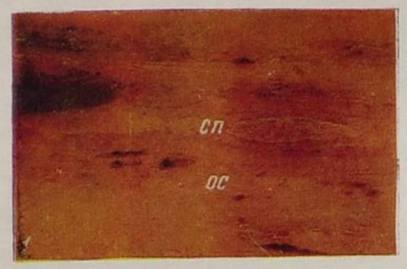
Фото 2. Микроспорангий (деталь фото 1). Отчетливо видклетки гелифицированной стенки спорангия (*сп*). Увел. 400

Фото 3. Микроспорангий. Виден гелифицированный спорангий (*сп*), заполненный спорами (*см*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1. Увел. 400

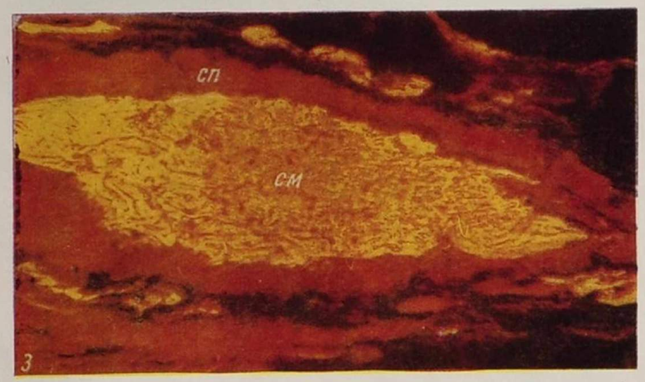
Фото 4. Скопление микроспорангиев (сорус). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1. Увел. 400

Фото 5. Спорангий (*сп*) в смешанном кларено-дюрене. Видна кутинизированная стенка спорангия, внутри — спорогенный слои. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}^2. Увел. 86

Фото 6. Спорангий, по-видимому, недозревший в дюренокларене типа «б». Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}^2. Увел. 86

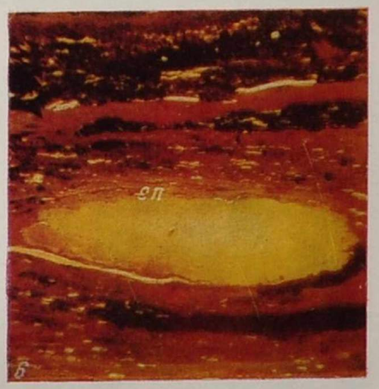












Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица III

Фото 1. Скопление микроспорангиев (сорус). Видны гелифицированные стенки спорангиев (*сп*), внутри споры (*см*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{11}^{1}. Увел. 86

Фото 2. Микроспорангии (деталь фото 1). Видно строение стенок (*сп*) спорангиев (палисадная ткань), внутри споры (*см*). Увел. 400

Фото 3. Микроспорангии (*сп*) в кларене типа «б». Видны два соприкасающихся микроспорангия, заполненных спорами (см). Южный Донбасс, Владимировский район ,пласт c_{9}^{2}. Увел. 86

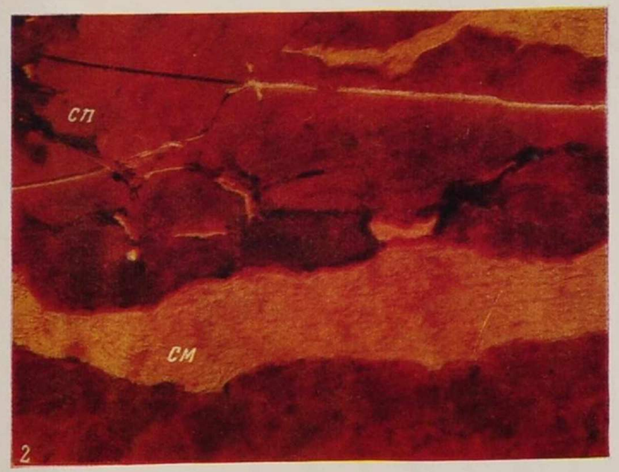
Фото 4. Вверху стеблевая ткань (структурный витрен «вс»), в средине микроспорангий (*сп*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{4}^{4} Увел. 86

Фото 5. Микроспорангии в дюрено-кларене типа «б». Видны гелифицированные спорангии (*сп*), заключающие споры. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{8}. Увел 86

Фото 6. Микроспорангии (*ос*) в кларене типа «в». Видны стенки (палисадная ткань) спорангиев в гелифицированном аттрите. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{11}^{2}. Увел. 86













Шахты и рудники Донбасса © 2017

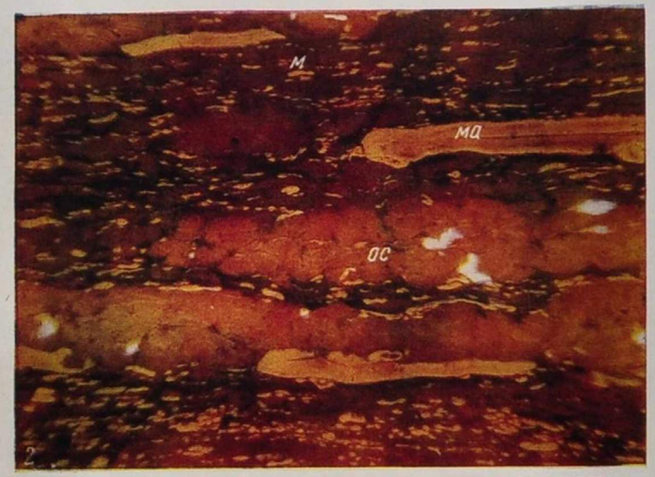
Таблица IV

Фото 1. Гелифицированный аттрит разрушенных микроспорангиев (*ос*) в кларене типа «в». Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 2. Гелифицированный аттрит разрушенных макроспорангиев (*ос*) в дюрено-кларене типа «б». Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86

Фото 3. Гелифицированная стенка спорангия (*ос*) в кларене типа «в». Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица V

Фото 1 (*а, б*). Макроспорангий (*сп*). Внутри спорангия видны четыре макроспоры (тетрада). Каждая макроспора заключена в двухслойную кутинизированную оболочку (перину), внутренняя оболочка гладкая (*г*), внешняя — бахромчатая (*б*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^2; *а* — увел. 400; *б* — увел. 120

Фото 2. Срез у краевой части макроспорангия. Видны гелифицированная стенка спорангия (*сп*) и бахромчатая кутинизированная оболочка (*б*) — (перина). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Увел. 86

Фото 3. Макроспорангий (снимок аналогичен фото 1, 2). Видна гелифицированная стенка спорангия (*сп*), в центре снимка отчетливо видно строение макроспоры (*ма*) и перины (*г, б*), внизу — две макроспоры в другой проекции. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^2. Увел. 86

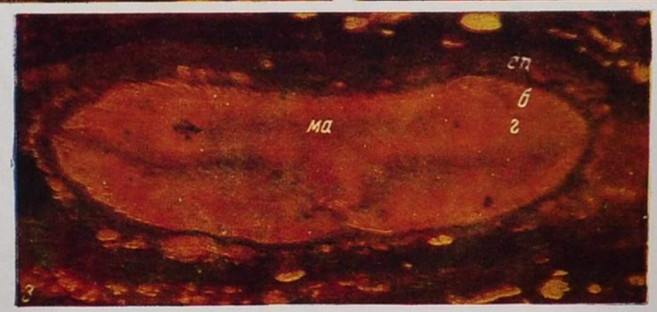
Фото 4. Срез у краевой части макроспорангия. Видна макроспора (*ма*), бахромчатая ткань (*б*) и гелифицированная стенка спорангия (*сп*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт $в_5^1$. Увел. 400

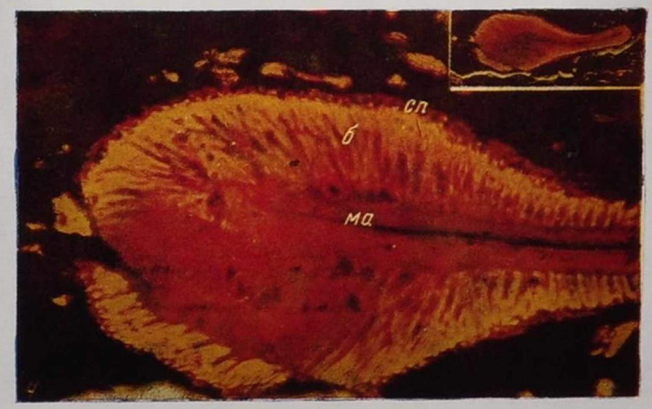
Справа вверху фотография при увел. 86











Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица VI

Фото 1. Макроспора (*ма*), с эписпорием (периной) (*ос*). Южный Донбасс, Волчанский район, пласт d_4^1. Увел. 86

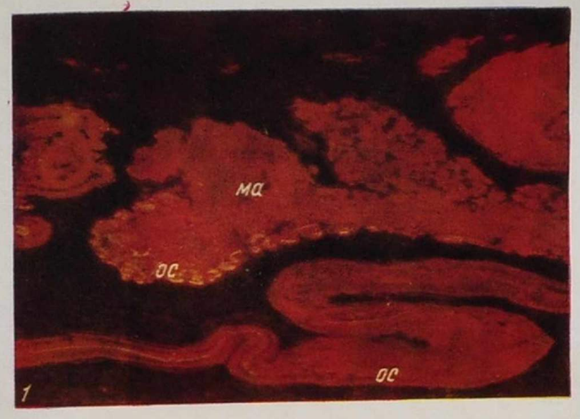
Фото 2. Тетрада макроспор (*тма*), в нижней части с периной (*ос*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 3. Гелифицированные стенки макроспорангиев (*ос*) в споровом кларено-дюрене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{13}. Увел. 86

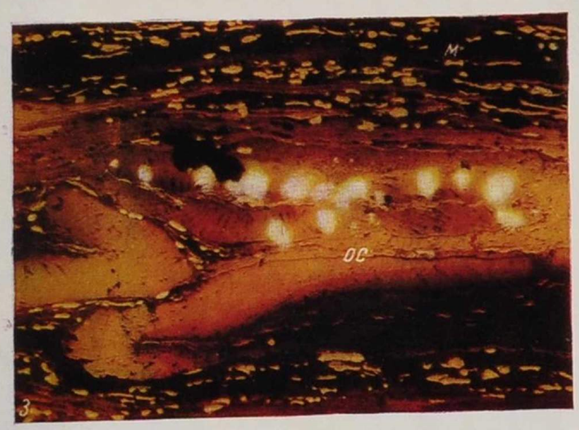
Фото 4. Гелифицированная стенка макроспорангиев (*ос*) в аттрите. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86

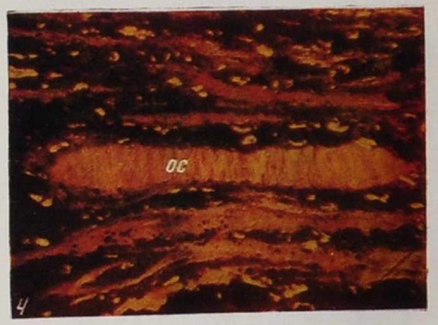
Фото 5. Спороносный колосок (*ос*). Видна макроспора (*ма*), оконтуренная волокнистой гелифицированной и частично пропитанной воскообразным веществом тканью (*ос*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Увел. 86

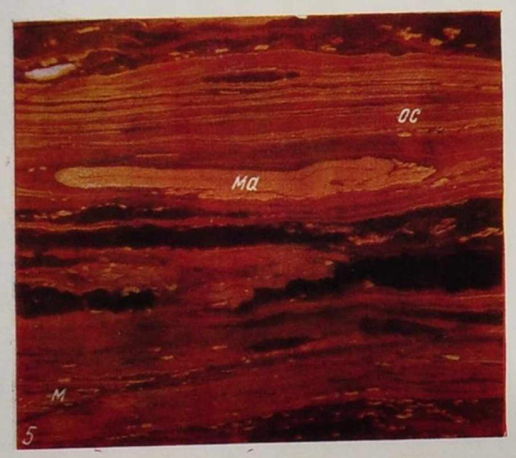
Фото 6. Разрушенный спороносный колосок. Видна своеобразная гелифицированная волокнистая ткань (*ос*), частично пропитанная воскообразным веществом. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86













Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица VII

Фото 1. Макроспорангии в дюрено-кларене типа «б». В центре снимка виден гелифицированный спорангий (*ос*), внутри его абортивная (недозревшая) макроспора (*ма*), слева соприкасающаяся с функционирующей (созревшей) макроспорой. Южный Донбасс, Владимировский район пласт c_{10}. Увел. 86

Фото 2. Функционирующая (созревшая) макроспора с эписпорическим придатком — перина (*ос*). Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

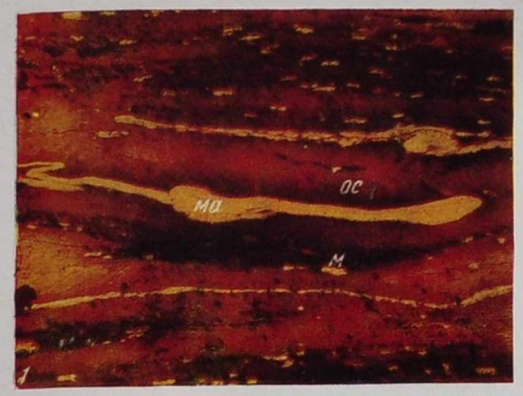
Фото 3. Возможно остатки перины функционирующей макроспоры. Южный Донбасс. Волчанский район, пласт d_4. Увел. 86

Фото 4. Макроспорангий в смешанном кларено-дюрене. Внизу снимка гелифицированный спорангий (палисадный слой), внутри его функционирующая спора с периной (*ос*). Вверху видны мелкие включения ксиловитренофюзена (*кф*). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, $c_9^н$ Увел. 86

Фото 5. Макроспорангий в дюрено-кларене типа «ба». В центре снимка виден гелифицированный макроспорангий (палисадный слой), внутри его функционирующая макроспора с периной (*ос*). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_7. Увел. 86

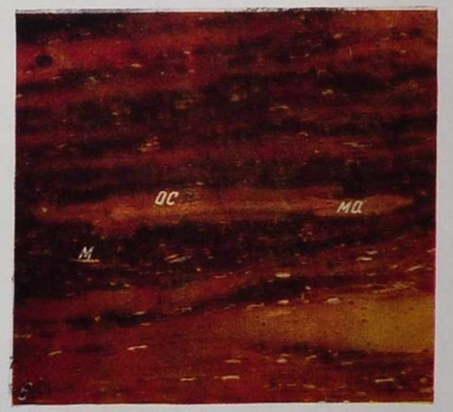
Фото 6. Макроспора (*ма*) с частично сохранившейся гелифицированной оболочкой спорангия (*ос*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Увел. 86

Фото 7. Формирующаяся тетрада макроспор (*тма*), с частично сохранившейся кутинизированной оболочкой спорангия (*ос*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

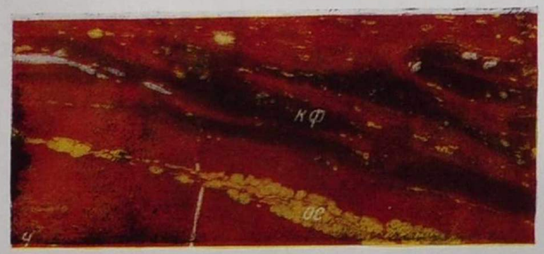


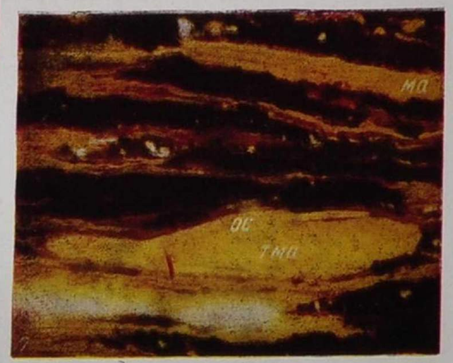












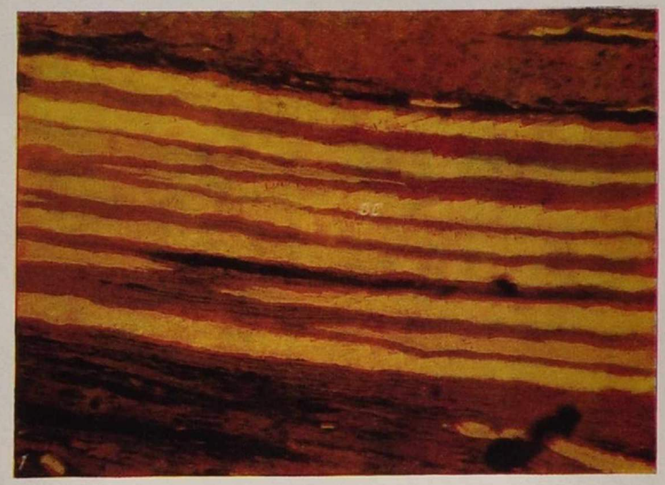
Шахты и рудники Донбасса © 2017

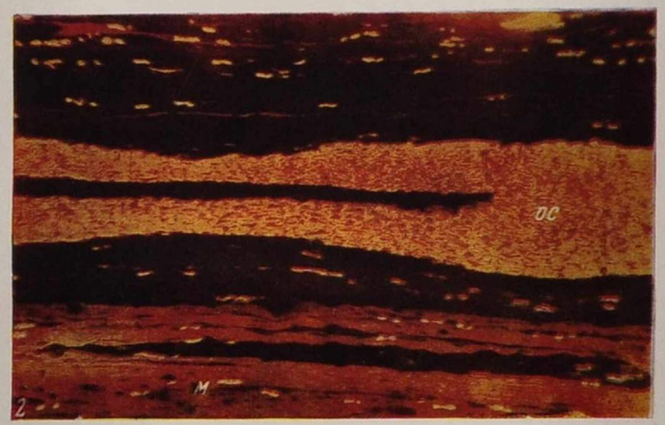
Таблица VIII

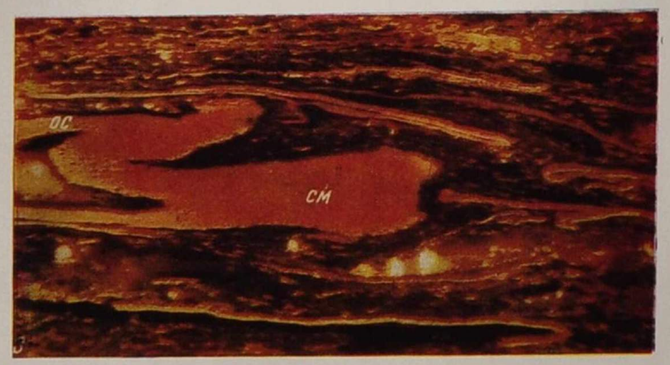
Фото 1. Остаток спороносного колоска (*ос*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86

Фото 2. По-видимому эписпорический придаток (перина) макроспоры (*ос*). Кутинизированная ноздреватая ткань, несколько напоминающая скопления микроспор. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86

Фото 3. Эписпорический придаток (*см*) функционирующей макроспоры в споровом кларене-дюрене. Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_{11}^3. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица IX

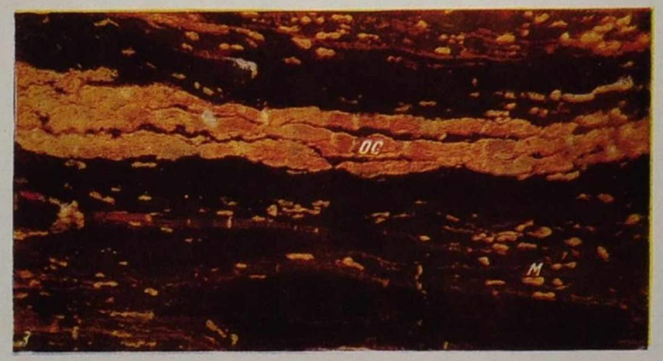
Фото 1. Видна оранжевого цвета ткань, напоминающая по форме макроспоры (*ос*) и желтые округлые мелкие тельца, похожие на микроспоры — вероятно эписпорические придатки макроспор (перина). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 2. По-видимому, остатки спороносного колоска (*ос*). Видна желтая своеобразная волокнистая кутинизированная ткань, чередующаяся с гелифицированной. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 3. По-видимому, остатки спороносного колоска (*ос*). Сходна с тканью на фото 2. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_6^2. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

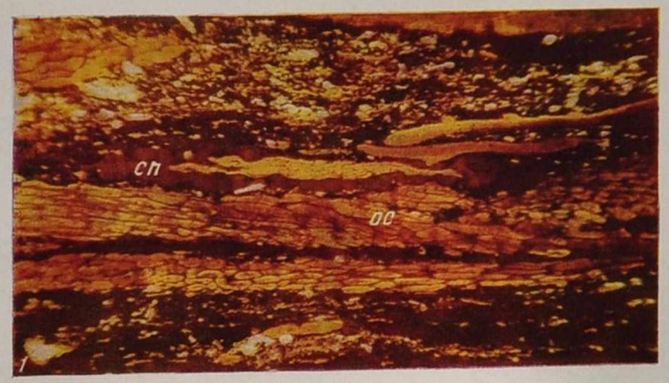
Таблица X

Фото 1. Вверху микроспорангий (*сп*) и обрывки оболочек макроспор, внизу — кутинизированная клеточная ткань (*ос*) — вероятно, принадлежность органов спороношения. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^1. Увел. 86

Фото 2. Макроспора (*ма*) и кутинизированная ткань с хорошо сохранившимся клеточным строением (*ос*) — вероятно, принадлежность органов спороношения. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 3. Ткань с хорошо сохранившимся клеточным строением (*ос*) — вероятно, принадлежность органов спороношения. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_4^3. Увел. 86

Фото 4. Зерно кальцита (*кл*) и своеобразная кутинизированная ткань (*ос*), по-видимому, относящаяся к органам спороношения. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^1. Увел. 86



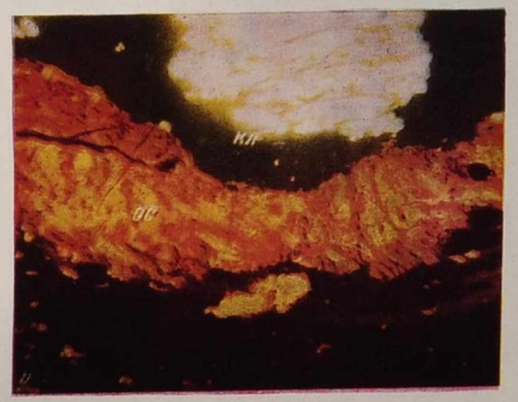
1



2



3



4

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XI

Фото 1. Ксилен с четкими клеточными полостями (α-ксиленит), переходящий в ксиловитрен (β-ксиленит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5. Увел. 86

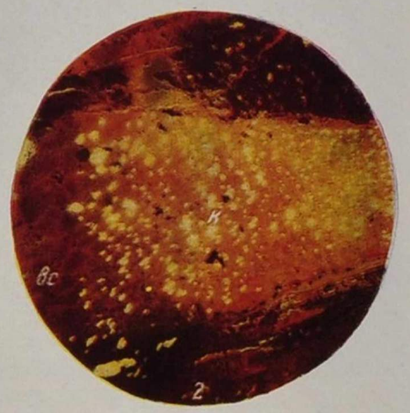
Фото 2. Ксилен с полузаплывшими клеточными полостями (α-ксиленит), переходящий в структурный витрен (γ-витренит). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 3. Ксилен с полузаплывшими клеточными полостями (α-ксиленит), переходящий в ксиловитрен (β-ксиленит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_6. Увел. 86

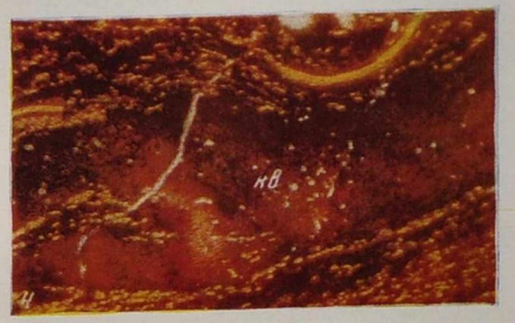
Фото 4. Ксиловитрен с полузаплывшими клеточными полостями (β-ксиленит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 5. (*а, б*). Витрен структурный (γ-витренит), клеточные полости выполнены смолой (резинит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_4; *а* — увел. 86, *б* — увел. 400













Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XII

Фото 1. Витрен структурный (γ-витренит), клеточные полости выполнены смолой (резинит), Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1^1. Увел. 86

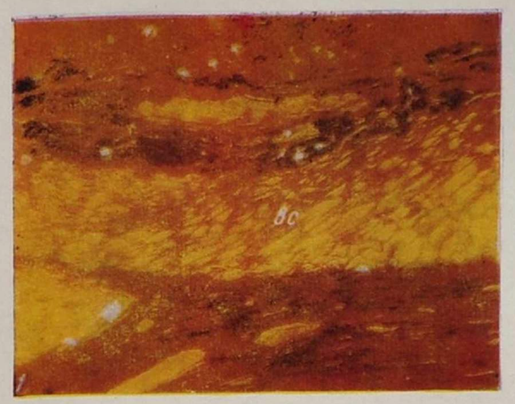
Фото 2. Витрен структурный (γ-витренит), клеточные полости выполнены гумусовым веществом более темным, чем стенки клеток. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 3. Витрен структурный (γ-витренит), клеточные полости выполнены гумусовым веществом более темным, чем стенки клеток. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{10}. Увел. 86

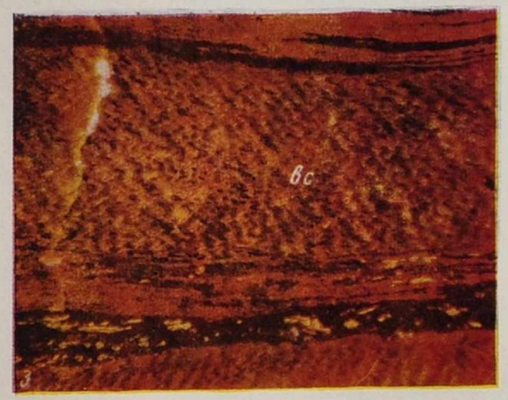
Фото 4. Витрен структурный (γ-витренит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_8^{II} Увел. 86

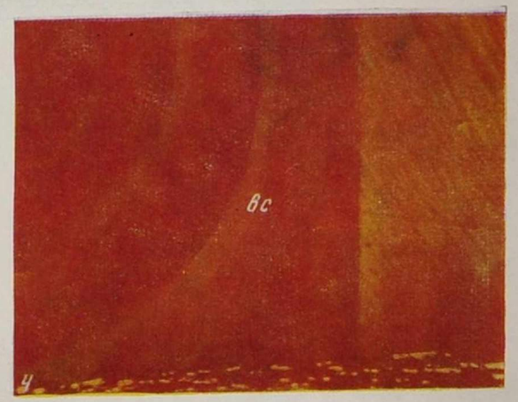
Фото 5. Витрен со слабовыраженной структурой (γ-витренит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_8^{II}. Увел. 86

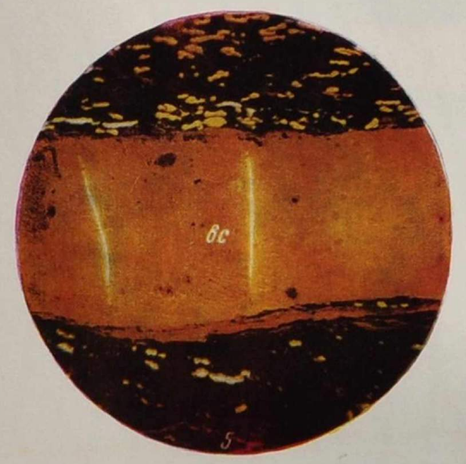
Фото 6. Витрен бесструктурный (Δ-витренит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{10}. Увел. 86

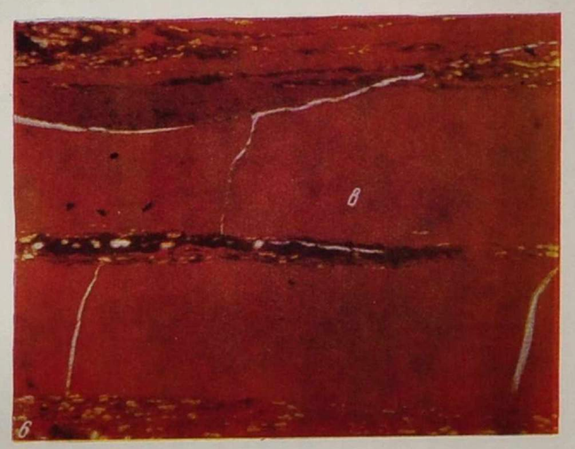












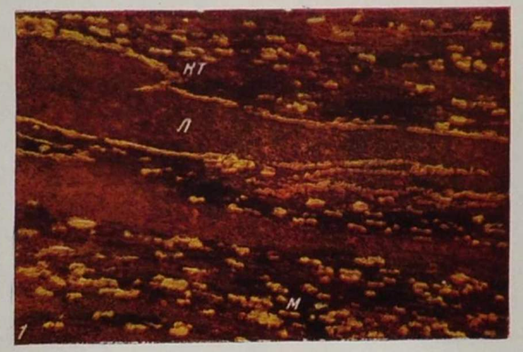
Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XIII

Фото 1. Витренизированная комковатая ткань листа, окаймленная кутикулой, в кларено-дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 2. Гелифицированные округло-овальные тела. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_{11}^{в}$. Увел. 86

Фото 3. Гелифицированные округло-овальные тела. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_9^{н}$ Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XIV

Фото 1. Основная масса прозрачная, ксиловитрено-витреновая (аттрит органов спороношения) в кларене типа «в». Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_8^н$. Увел. 86

Фото 2. Основная масса прозрачная, ксиловитрено-витреновая (аттрит органов спороношения) в кларене типа «в». Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 3. (а, б). Основная масса прозрачная, с неясно выраженной ксиловитрено-витреновой структурой (витро-аттрит) в дюрено-кларене типа «б». Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{12}.

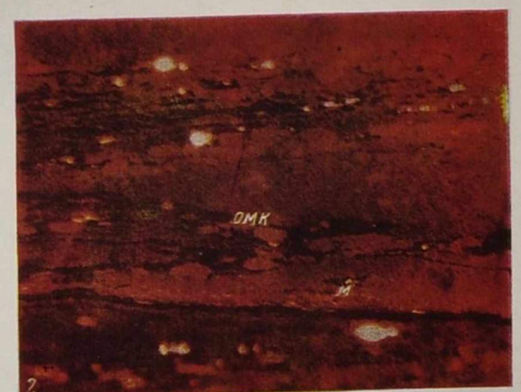
а — увел. 86; *б* — видна псевдоструктура основной массы при положении максимального просветления. Увел. 86, николи +

Фото 4. Основная масса прозрачная, однородная (витродесмит) в споровом дюрене типа «а». Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 5. Основная масса прозрачная, однородная (витродесмит) в кларене типа «а». Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2^1. Увел. 86



1



2



3а



3б


4



5

Шахты и рудники Донбасса © 2017

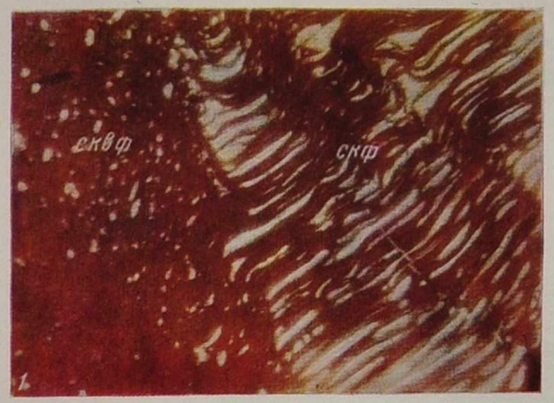
Таблица XV

Фото 1. Семиксилено-фюзен (α-семифюзенит), переходящий в семиксиловитрено-фюзен (β-семифюзенит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5. Увел. 86

Фото 2. Семиксилено-фюзен (α-семифюзенит), переходящий в семивитрено-фюзен (γ-семифюзенит). Видна крупная линза ксиловитрено-фюзена (α-фюзенит). Южный Донбасс, Волчанский район, пласт d_1. Увел. 86

Фото 3 (а, б). Семиксиловитрено-фюзен (β-семифюзенит), переходящий в семивитрено-фюзен (γ-семифюзенит). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_4^3. *а* — увел. 86; *б* — видна поперечная, густополосчатая структура, увел. 86, николи +

Фото 4. Семиксиловитрено-фюзен (β-семифюзенит) в кларено-дюрене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{13}. Увел. 86











Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XVI

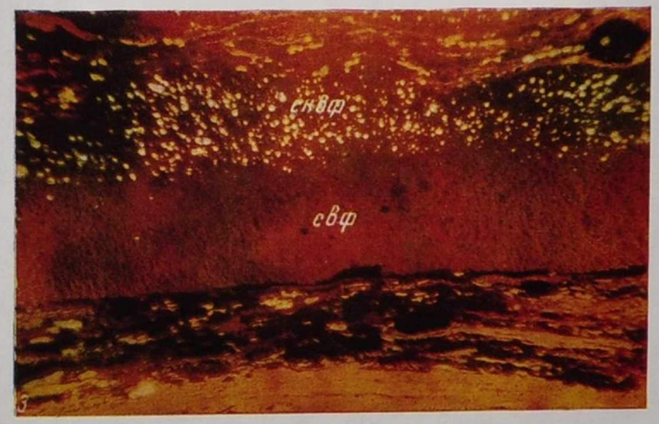
Фото 1. Семиксиловитрено-фюзен (β-семифюзенит) и ксиловитрено-фюзен (β-семифюзенит). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_5. Увел. 86

Фото 2. Семивитрено-фюзен структурный (γ-семифюзенит) и витрено-фюзен (Δ-фюзенит). Южный Донбасс, Волчанский район, паст c_9^1. Увел. 86

Фото 3. Семивитрено-фюзен структурный (γ-семифюзенит), переходящий в семиксиловитрено-фюзен (β-семифюзенит). Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_9^1. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XVII

Фото 1. Слабофюзенизированное округло-овальное тело в споровом дюрено-кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6. Увел. 86

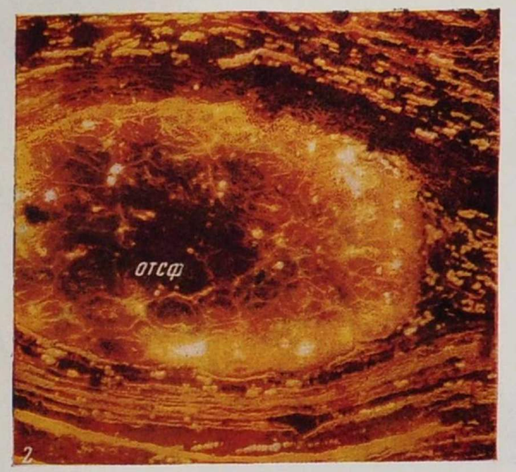
Фото 2. Слабофюзенизированное округло-овальное тело. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}^2. Увел. 86

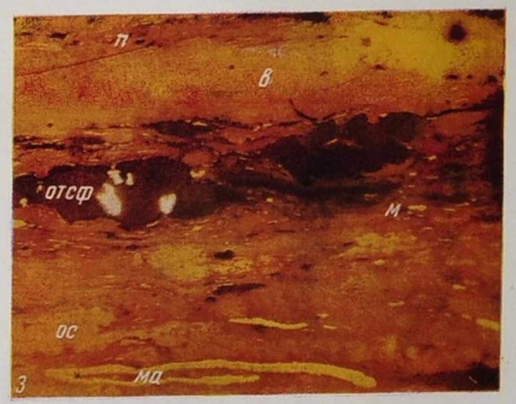
Фото 3. Слабофюзенизированное овальное тело в кларене. Видны гелифицированные органы спороношения в виде аттрита. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1^1. Увел. 86

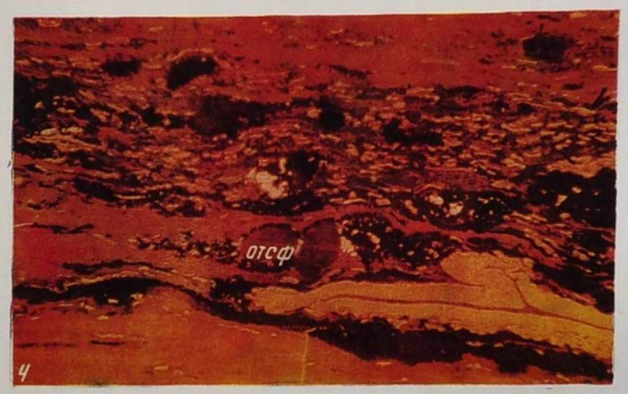
Фото 4. Слабофюзенизированные округло-овальные тела в кларено-дюрене. Западный Донбасс, западная часть Павлоградско-Петропавловского района, пласт $c_9^н$. Увел. 86

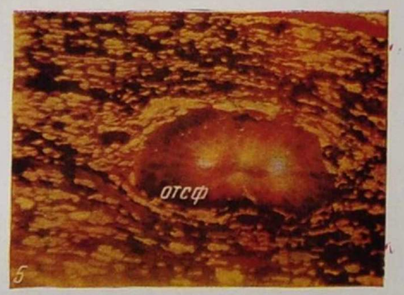
Фото 5. Слабофюзенизированное овальное тело в споровом дюрене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^2. Увел. 86











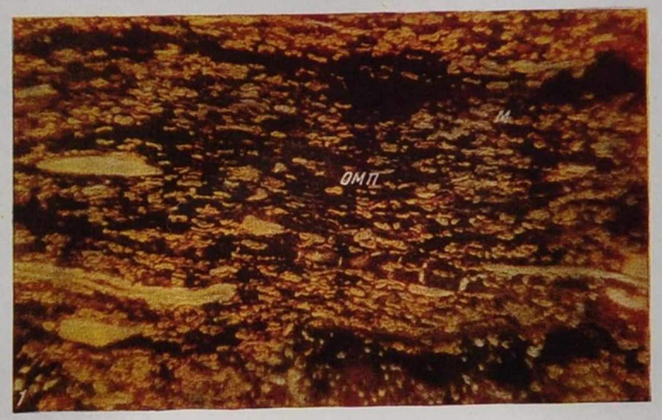
Шахты и рудники Донбасса © 2017

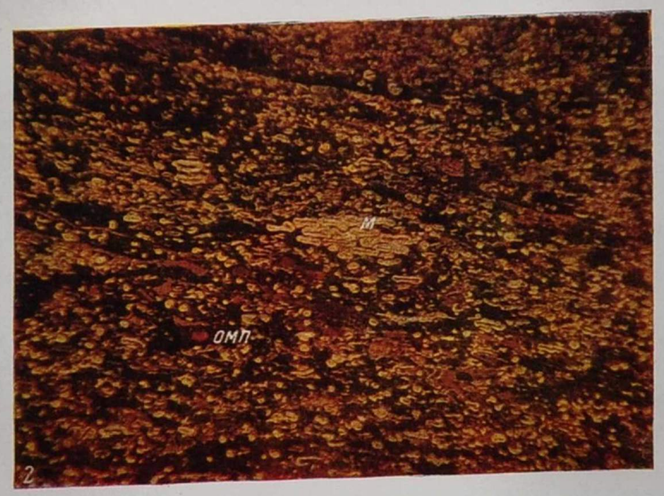
Таблица XVIII

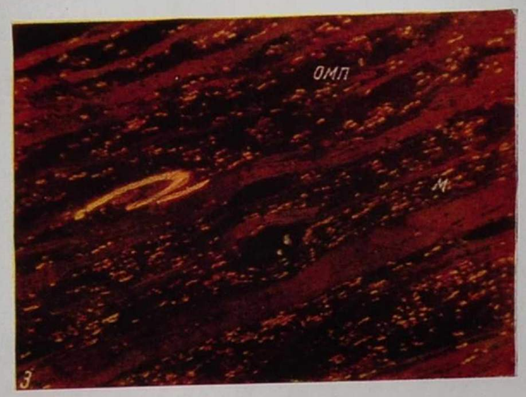
Фото 1. Основная масса смешанная (полупрозрачная) в споровом дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 2. Основная масса смешанная (полупрозрачная) в споровом дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5. Увел. 86

Фото 3. Основная масса смешанная (полупрозрачная) в споровом дюрено-кларене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_2. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XIX

Фото 1. Фюзенизированная древесина в поперечном срезе. Заполненные минеральными включениями толстостенные клетки ткани имеют округлые очертания. Западный Донбасс, Царичанско-Петриковский район, пласт c_1. Увел. 86

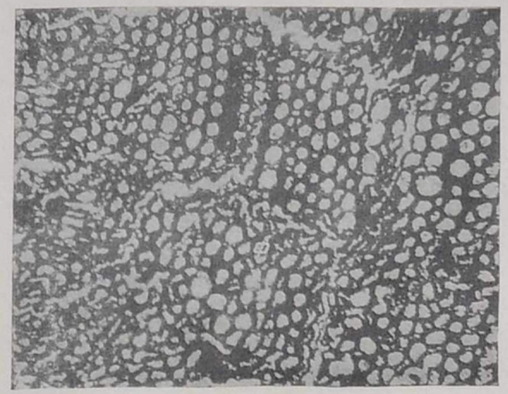
Фото 2. Фюзенизированная древесина в продольном срезе. Клеточные полости сильно вытянуты в длину. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

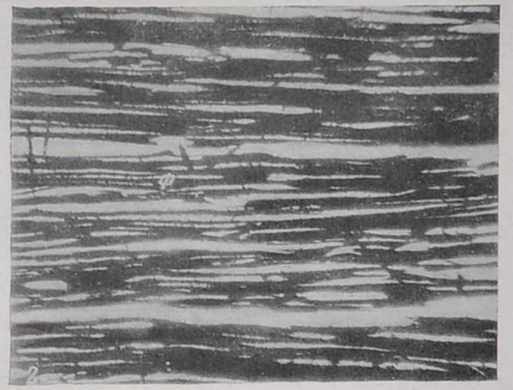
Фото 3. Ксиловитрено-фюзен (β-фюзенит) в кларено-дюрене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}^2. Увел. 86

Фото 4. Ксиловитрено-фюзен (β-фюзенит). Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

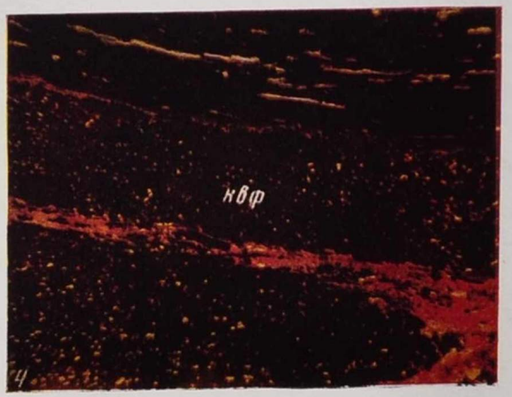
Фото 5. Ксиловитрено-фюзен (β-фюзенит) и семивитрено-фюзен (γ-семифюзенит). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{14}. Увел. 86

Фото 6. Витрено-фюзен (Δ-фюзенит) и крупная линза семиксиловитрено-фюзена (β-семифюзенит). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{18}. Увел. 86













Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XX

Фото 1. Фюзенизированные округло-овальные тела в споровом дюрене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_7. Увел. 86

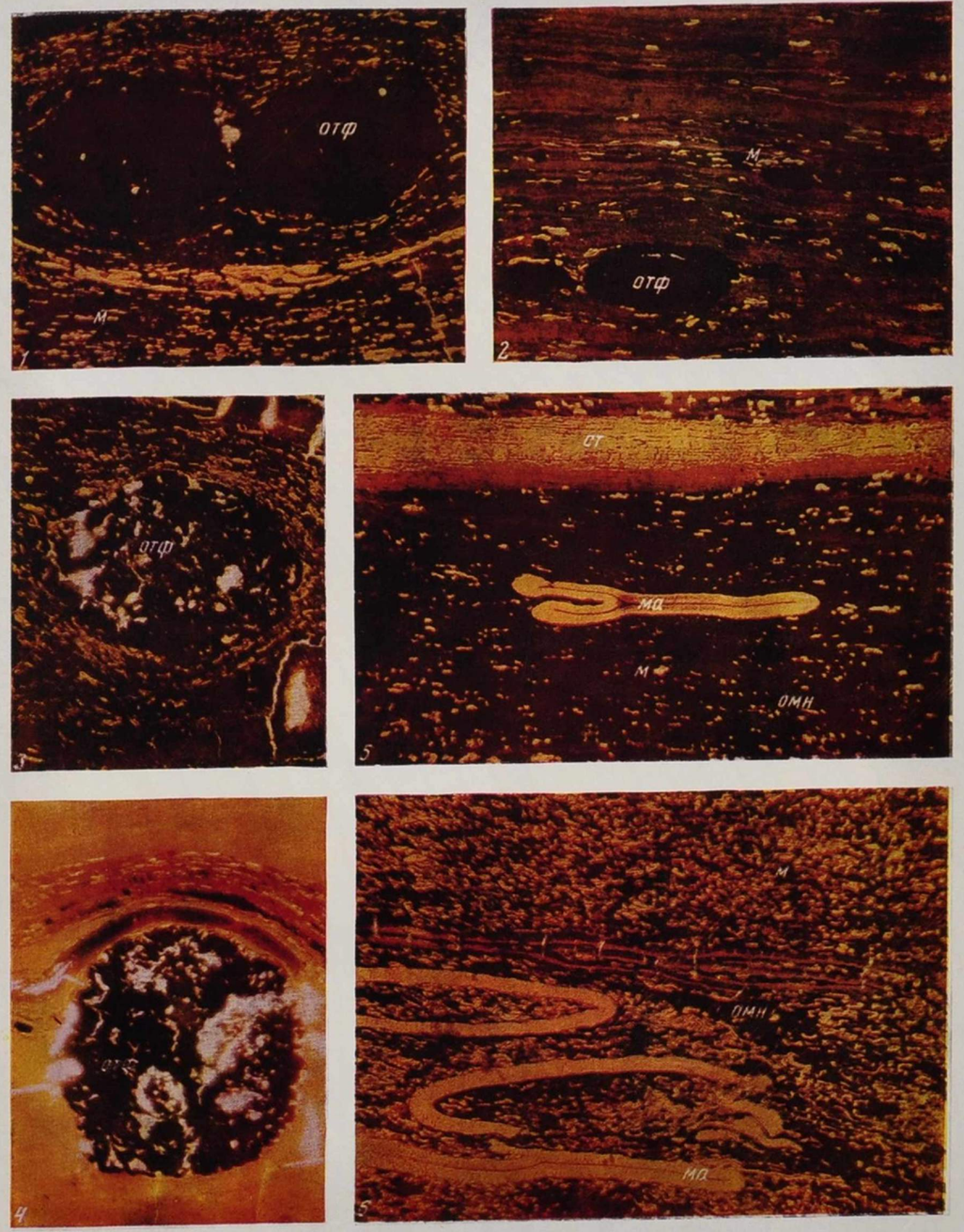
Фото 2. Фюзенизированное овальное тело в кларене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{10}. Увел. 86

Фото 3. Фюзенизированное округло-овальное тело. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6^1. Увел. 86

Фото 4. Фюзенизированное округлое тело. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{11}^3. Увел. 86

Фото 5. Основная масса непрозрачная (фюзено-аттрит) в кларено-дюрене. Видны витренизированная стеблевая ткань и макроспора. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^2. Увел. 86

Фото 6. Основная масса непрозрачная (фюзено-аттрит) в споровом ультрадюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_4^3. Увел. 86



Шахты и рудники Донбасса © 2017

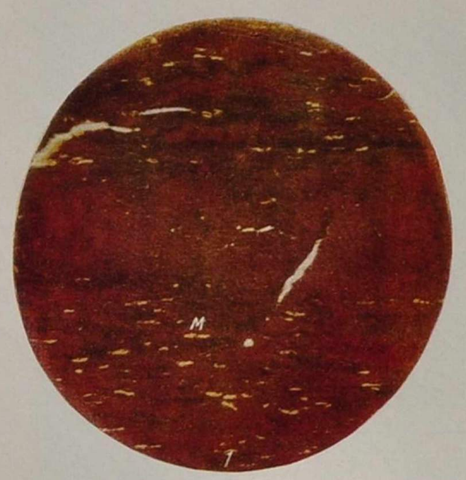
Таблица XXI

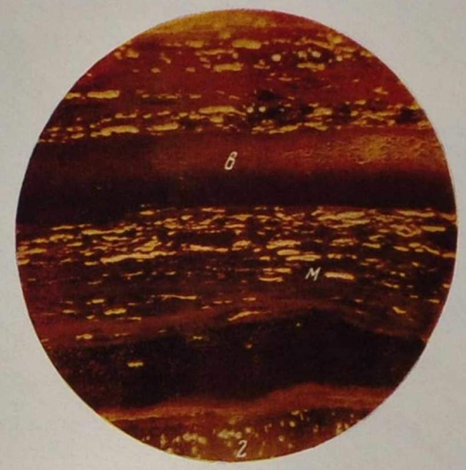
Фото 1. Микроспоры (экзинит) в виде тонких штрихов в кларене. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_0. Увел. 86

Фото 2. Микроспоры (экзинит) в виде тонких штрихов на неравномерно утолщенных оболочках в дюрено-кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{14}. Увел. 86

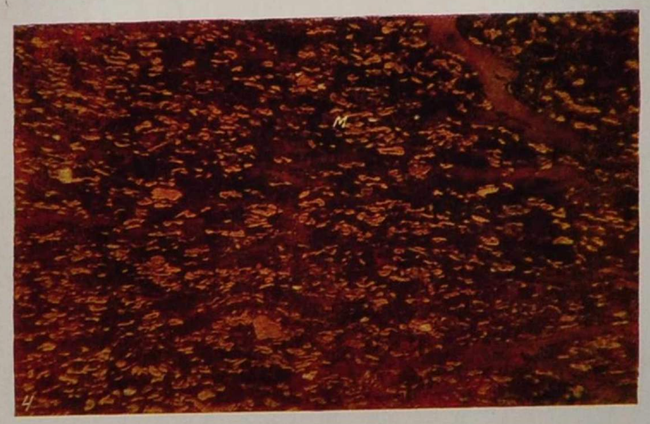
Фото 3. Микроспоры (экзинит) с неравномерно утолщенными оболочками в дюрено-кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Увел. 86

Фото 4. Микроспоры (экзинит) с неравномерно утолщенными оболочками в споровом дюрене. Западный Донбасс. Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_9^н$. Увел. 86









Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXII

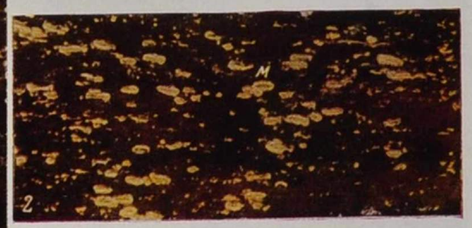
Фото 1. Микроспоры (экзинит) кольцеобразные с четко выраженной внутренней полостью и скульптурными украшениями в дюрене. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_4^3. Увел. 86

Фото 2. Микроспоры (экзинит) в виде сдавленных колец, гладкие, крупные, с утолщенной экзиной в кларено-дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 3. Микроспоры (экзинит) в виде сдавленных колец, гладкие, более крупные с утолщенной экзиной в кларено-дюрене. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 4. Микроспоры (экзинит) округло-овальные в дюрено-кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86









Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXIII

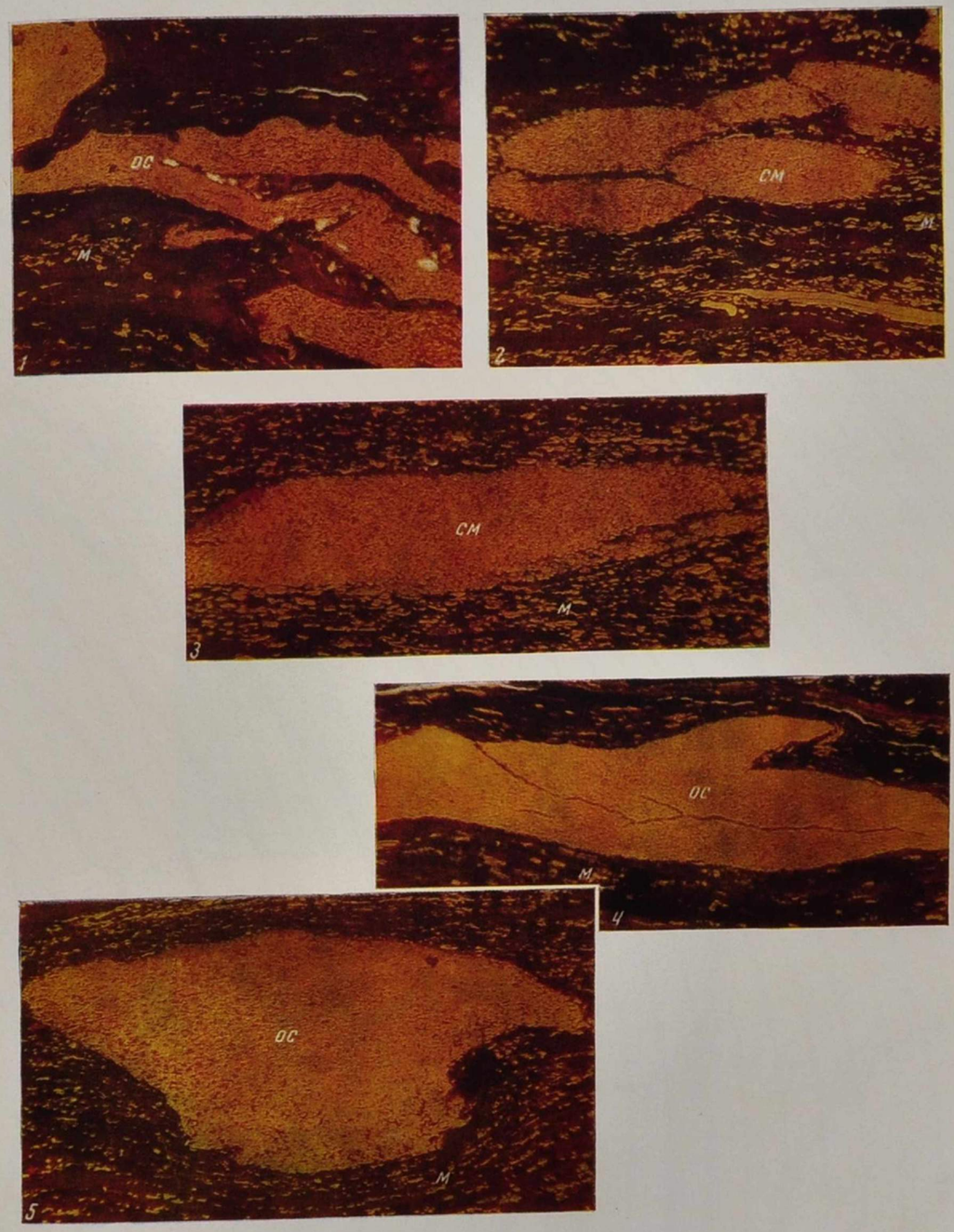
Фото 1. Выстилающая ткань макроспорангия в дюрено-кларене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{12}. Увел. 86

Фото 2. Скопления микроспор (содержимое спорангиев) в кларено-дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_9^н$. Увел. 86

Фото 3. Скопление микроспор (содержимое спорангия) в кларено-дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5^1. Увел. 86

Фото 4. Выстилающая ткань макроспорангия. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{13}. Увел. 86

Фото 5. Выстилающая ткань макроспорангия в споровом дюрене. Южный Донбасс. Владимировский район, пласт c_1^2. Увел. 86



Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXIV

Фото 1. Макроспоры (экзинит) с тонкой экзиной в кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^0. Увел. 86

Фото 2. Макроспоры (экзинит) с тонкой экзиной в дюрене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 3. Макроспоры (экзинит) редкобугорчатые, с утолщенной экзиной. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_4^1. Увел. 86







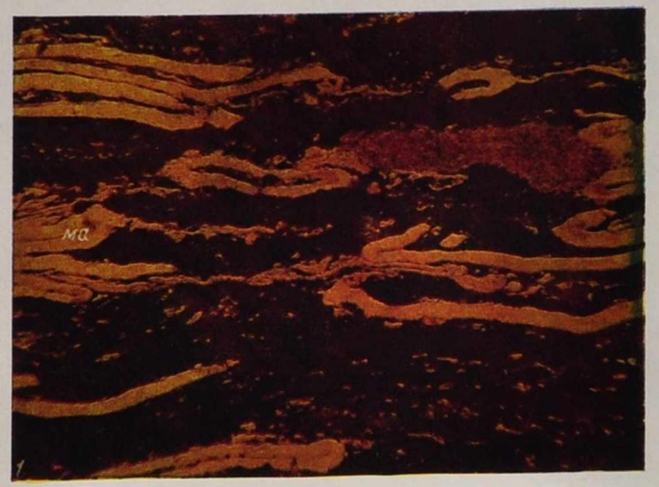
Шахты и рудники Донбасса © 2017

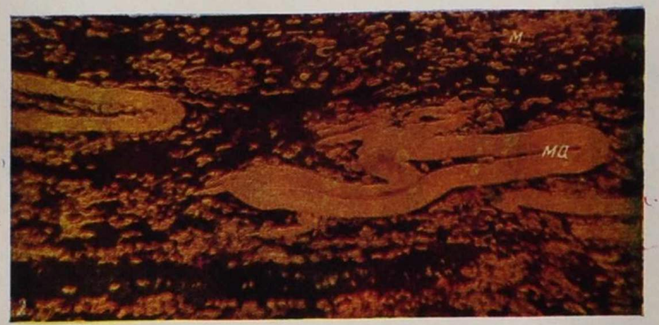
Таблица XXV

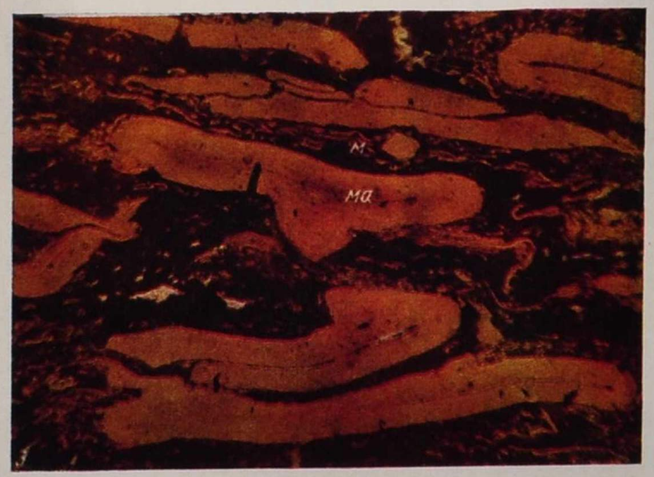
Фото 1. Скопления макроспор (экзинит) с утолщенной гладкой экзиной в дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{12}. Увел. 86

Фото 2. Макроспоры (экзинит) с гладкой, толстой экзиной в споровом дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_9^в$. Увел. 86

Фото 3. Макроспоры (экзинит) с очень толстой гладкой экзиной в споровом дюрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_9^н$. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXVI

Фото 1. Макроспоры (экзинит) мелкие со сложной скульптурой в споровом ультрадюрене. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_6^2. Увел. 86

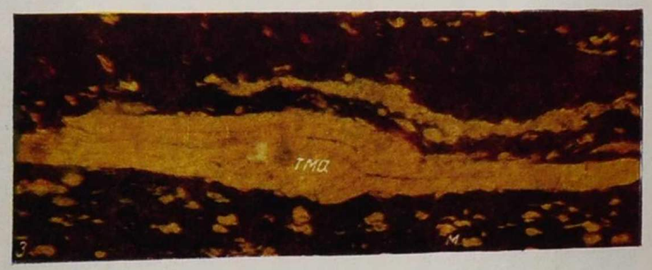
Фото 2. Макроспоры (экзинит) мелкие со сложной скульптурой в дюрено-кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^2. Увел. 86

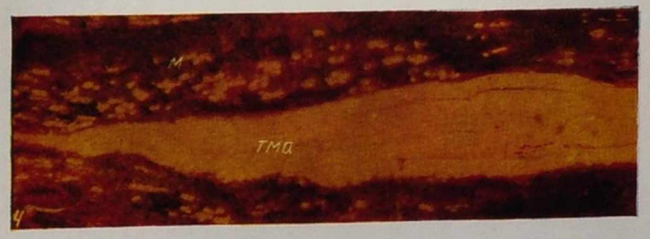
Фото 3. Тетрада макроспор. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_{13}. Увел. 86

Фото 4. Тетрада макроспор. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86









Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXVII

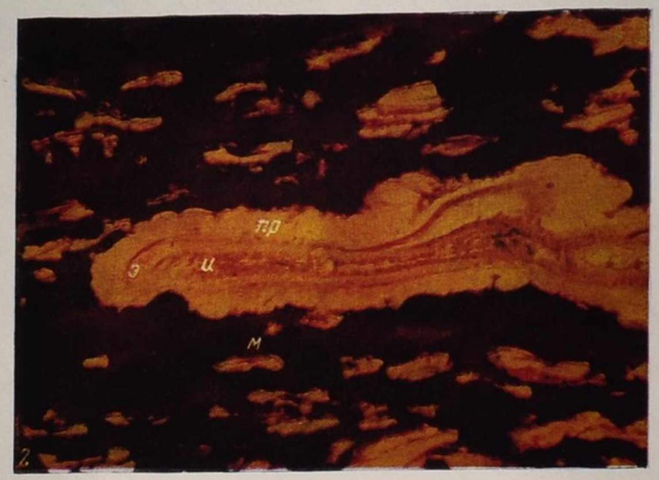
Фото 1. Макроспора (экзинит) с гладкой утолщенной экзиной и сохранившейся интиной (*и*). Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 2. Макроспора, у которой сохранились все три оболочки: периспорий (*пр*), экзина (*э*) и интина (*и*). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^3. Увел. 86

Фото 3. Кутикула (кутинит) ровная, окаймляющая гелифицированную ткань. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Увел. 86



1



2



3

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXVIII

Фото 1. Кутикула (кутинит) тонкая, окаймляющая ксиловитрен в кларене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1. Увел. 86

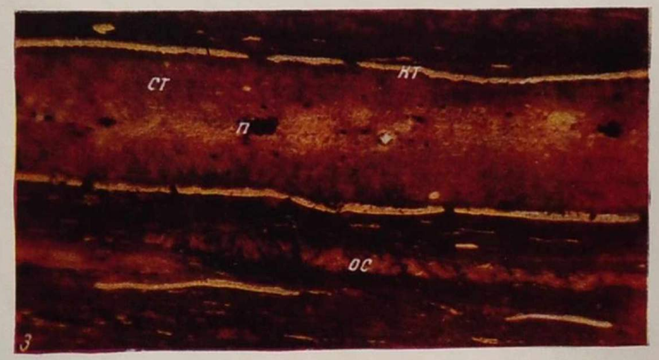
Фото 2. Кутикула (кутинит), окаймляющая витренизированную стеблевую ткань в дюрено-кларене. Видны линзы ксиловитрено-фюзена. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}^1. Увел. 86

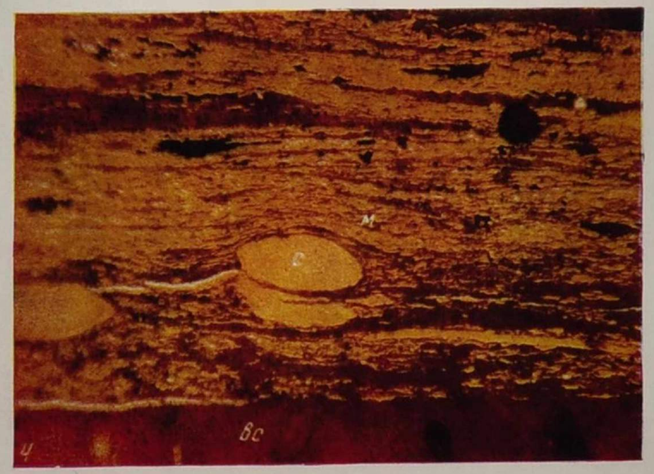
Фото 3. Кутикула (кутинит), окаймляющая витренизированную стеблевую ткань. В аттрите видны органы спороношения. Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_9^1. Увел. 86

Фото 4. Тела, сходные со смоляными образованиями в споровом ультрадюрене. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_4. Увел. 86









Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXIX

Фото 1. Пирит, заполняющий вертикальную трещину в угле. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1. Нат. величина

Фото 2. Кальцит, выполняющий трещину в угле. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район. Нат. величина

Фото 3. Каолинит, выполняющий вертикальные трещины в витрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район. Нат. величина

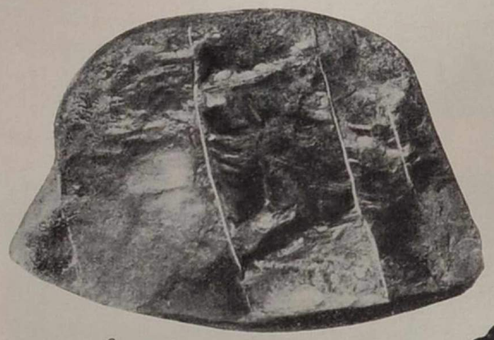
Фото 4. Каолинит, выполняющий вертикальные трещины в витрене. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1. Половина нат. величины



1



2



3



4

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXX

Фото 1. Крупные зерна пирита в витрене. На фотографии виден контакт витрена с дюрено-кларено м. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86

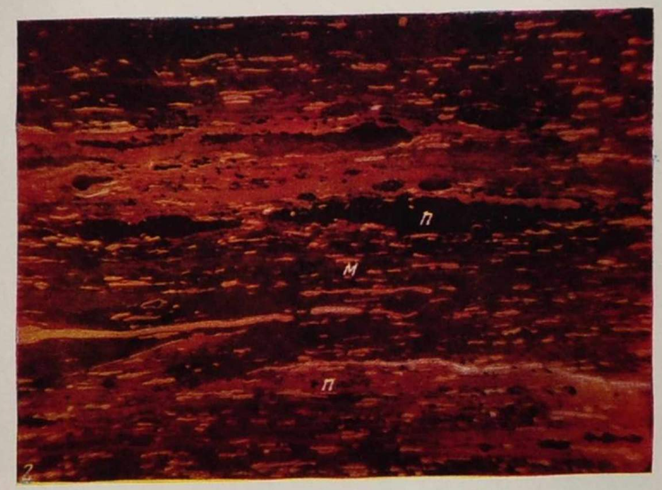
Фото 2. Мелкие вкрапления и скопления зерен пирита в дюрено-кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Увел. 86

Фото 3. Крупные вкрапления пирита в кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 4. Пиритизированное округлое тело в дюрене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86



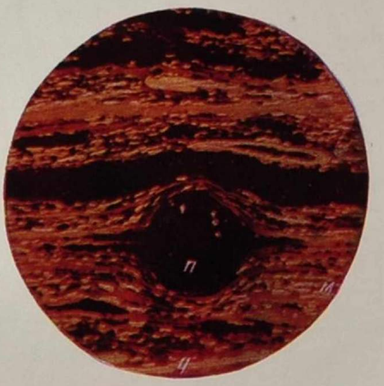
1



2



3



4

Шахты и рудники Донбасса © 2017

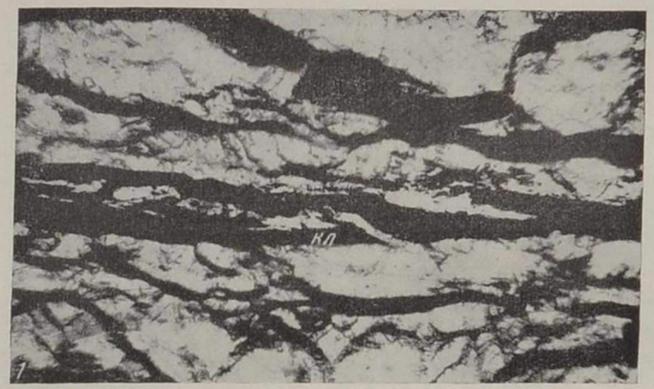
Таблица XXXI

Фото 1. Кальцит, заполняющий трещины в угле. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_4. Увел. 86

Фото 2. Кальцит, заполняющий трещины в угле. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5. Увел. 86, николи +

Фото 3. Кальцит, заполняющий трещины в угле Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1^{14}. Увел. 86, николи +

Фото 4. Кальцит, заполняющий клеточные полости фюзена. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_6. Увел. 86, николи +









Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXXII

Фото 1. Включения сидерита в угле. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^1. Увел. 86, николи +

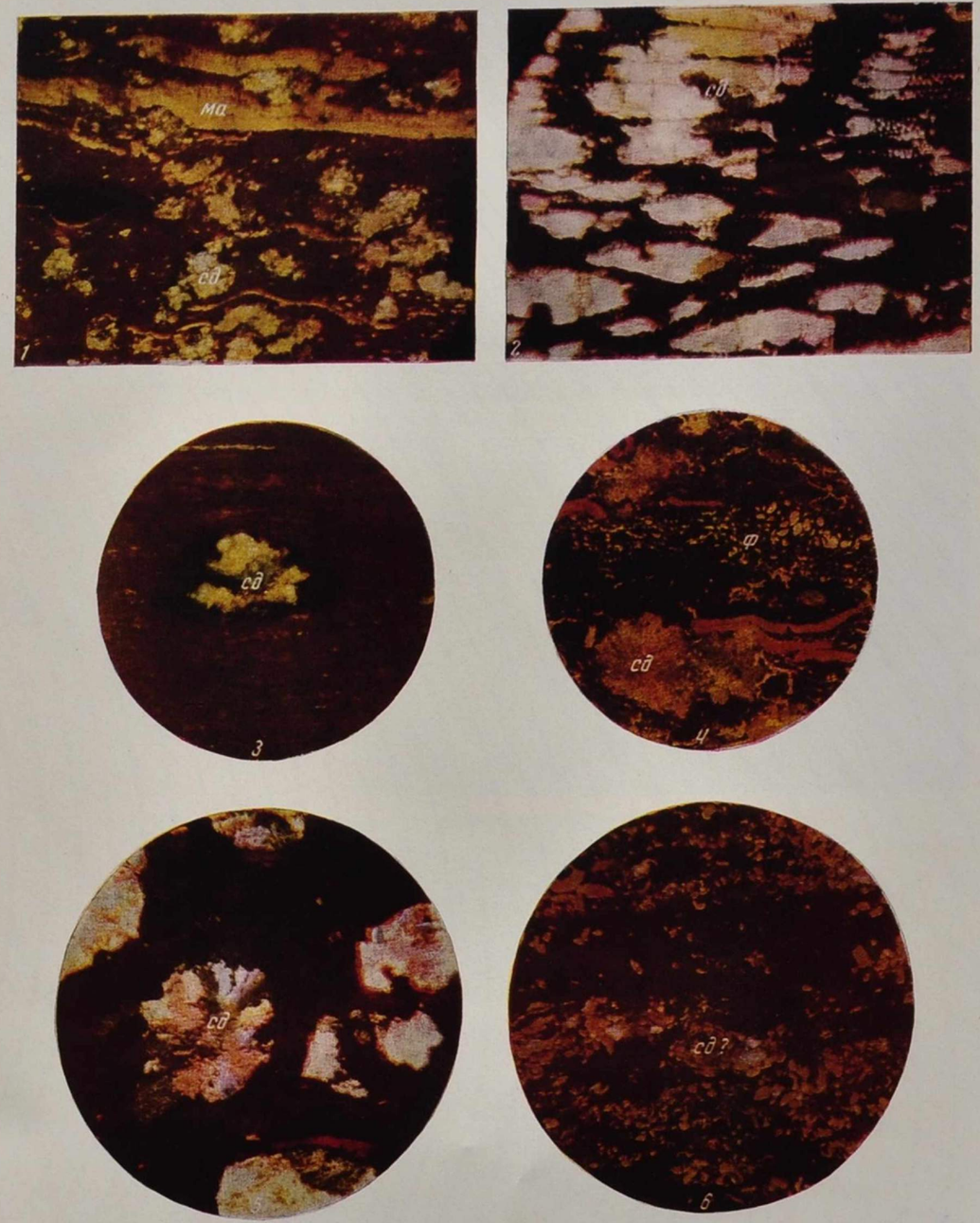
Фото 2. Псевдоморфоза сидерита по фюзену. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{11}^2. Увел, 86, николи +

Фото 3. Включение сидерита в кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86, николи +

Фото 4. Сферолиты сидерита в угле. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_4. Увел. 86.

Фото 5. Сферолиты сидерита в угле. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{12}^2. Увел. 86, николи +

Фото 6. Карбонатные сферолиты в сапропелево-гумусовом угле. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^3. Увел. 86



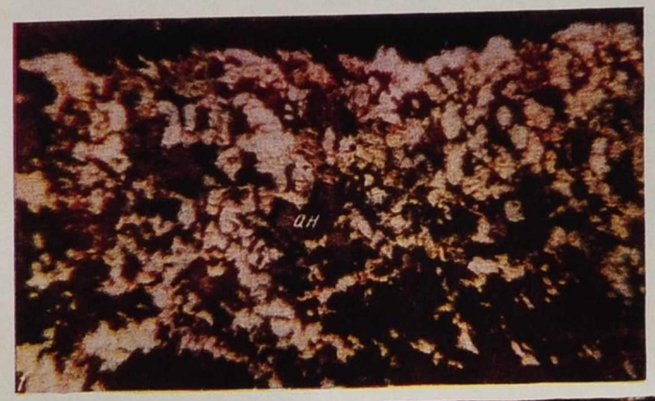
Шахты и рудники Донбасса © 2017

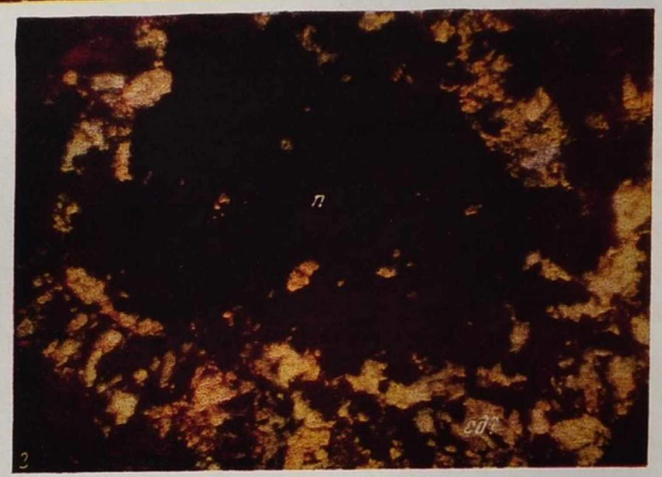
Таблица XXXIII

Фото 1. Псевдоморфоза анкирита по фюзену. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{14}. Увел. 86, николи +

Фото 2. Включения магнезиально-железистого карбоната (в центре пиритизированного). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^1. Увел. 86, николи +

Фото 3. Каолинит. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_8. Увел. 53, николи +





2



3

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXXIV

Фото 1. Вермикулитообразные включения каолинита в угле. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1^1. Увел. 86, николи +

Фото 2. Слюда и обломочный кварц в дюрено-кларене. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^0. Увел. 86

Фото 3. (*а, б.*) Обломочные зерна кварца в угле. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1. Увел. 86, *а* — николи ||; *б* — николи +

Фото 4. Скопления зерен обломочного кварца в угле. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^2. Увел. 86, николи +



1



3а



2



3б



4

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXXV

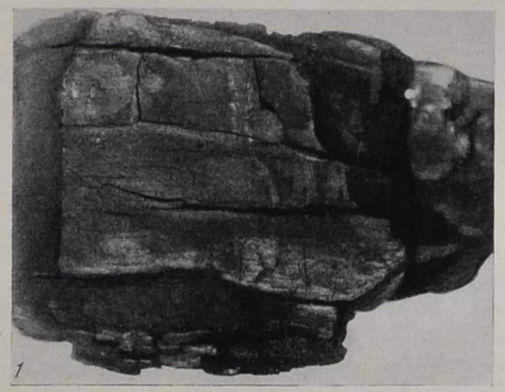
Фото 1. Уголь тусклоблестящий, тонкоштриховатый, почти однородный. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Нат. величина

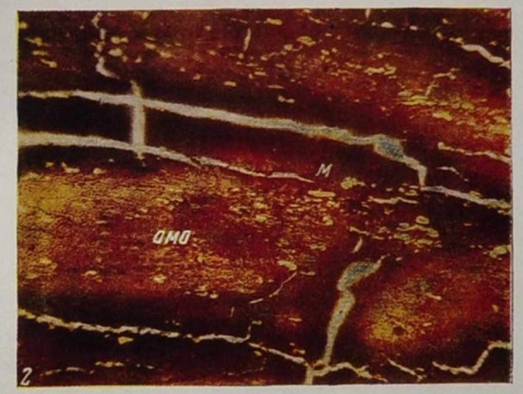
Фото 2. Кларен споровый типа «а». В однородной основной массе видны рассеянные микроспоры. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 3. Кларен смешанный типа «а». Видна крупная линза ксиловитрено-фюзена. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86

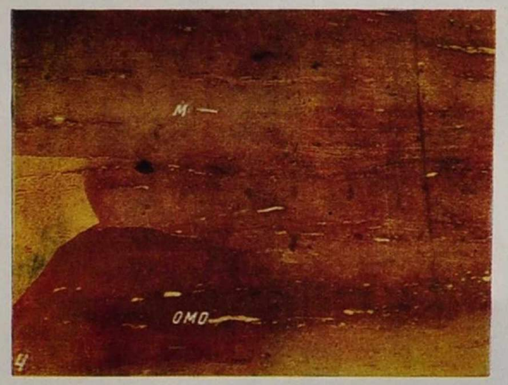
Фото 4. Кларен споровый типа «а». В однородной основной массе видны рассеянные микроспоры. Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_9^1. Увел. 86

Фото 5. Кларен споровый типа «а» с мелкоаттритовой основной массой. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_8. Увел. 86











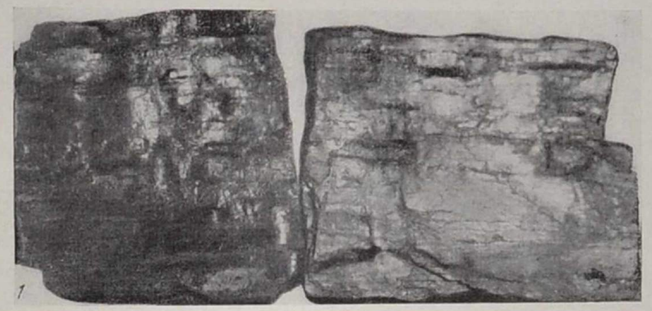
Шахты и рудники Донбасса © 2017

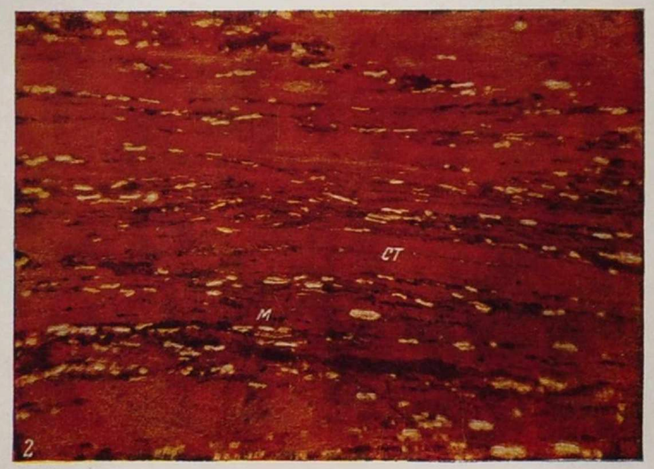
Таблица XXXVI

Фото 1. Уголь полублестящий, неясно-полосчатый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_9. Нат. величина

Фото 2. Кларен споровый типа «б». Видны аттритовые гелифицированные стеблевые ткани, между которыми рассеяны микроспоры. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_8^в$. Увел. 86

Фото 3. Кларен споровый типа «б». В аттрите видны гелифицированные органы спороношения и, возможно, ткани листьев. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86


1



2



3

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXXVII

Фото 1. Дюрено-кларен смешанный типа «а». Видны аттритовые гелифицированные стеблевые ткани, между которыми рассеяны споры. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт $c_{11}^{в}$. Увел. 86

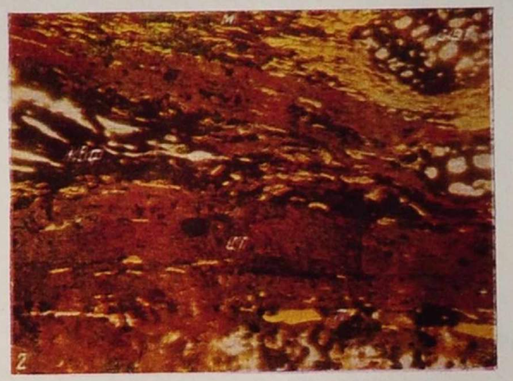
Фото 2. Дюрено-кларен смешанный типа «а». Видны крупноаттритовые фюзенизированные и гелифицированные ткани. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 3. Дюрено-кларен споровый типа «а». Видны крупноаттритовые гелифицированные стеблевые ткани, между которыми рассеяны микроспоры. В нижней части фотографии скопление микроспор (содержимое спорангия). Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_5^1. Увел. 86

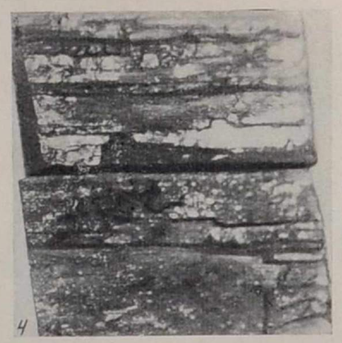
Фото 4. Верхняя часть — уголь полублестящий, полосчатый. Нижняя часть — уголь полуматовый, штриховатый. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6. Половина нат. величины

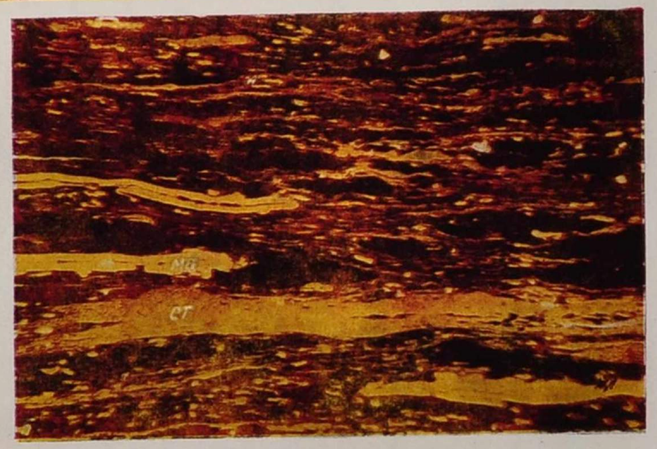
Фото 5. Дюрено-кларен смешанный типа «б». Видны мелкоаттритовые гелифицированные и фюзенизированные ткани, между которыми рассеяны споры. Южный Донбасс. Владимировский район, пласт c_4^2. Увел. 86











Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXXVIII

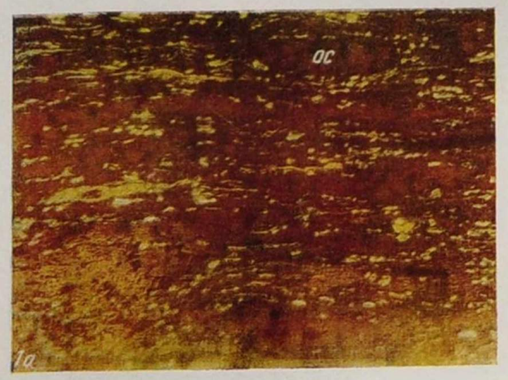
Фото 1 (*а, б.*). Дюрено-кларен споровый типа «в» с аттритовой структурой и включениями обрывков органов спороношения. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86, *а* — николи ‖; *б* — николи +

Фото 2. Уголь полублестящий, неясно-полосчатый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_{10}. Половина нат. величины

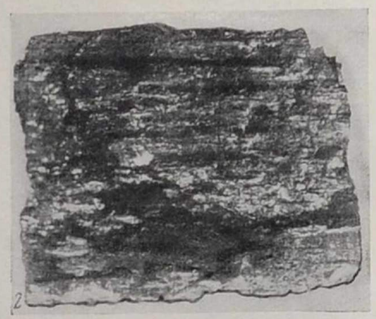
Фото 3. Дюрено-кларен смешанный типа «б». Видны полосовидные участки гелифицированных стеблевых тканей и споры в полупрозрачной основной массе. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_2^1. Увел. 86

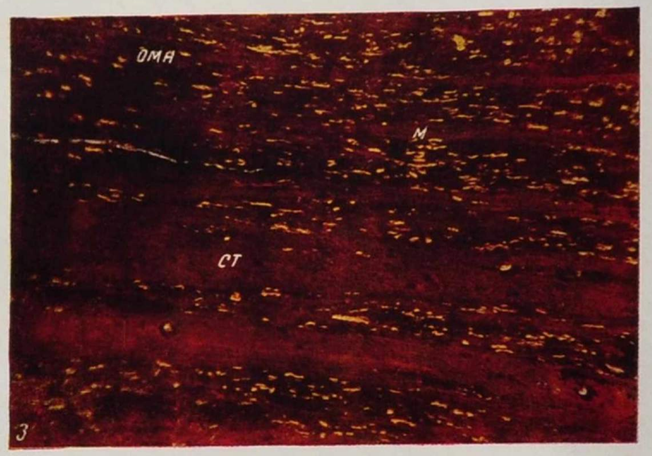
Фото 4. Уголь полублестящий, неясно-штриховатый. Южный Донбасс. Владимировский район, пласт c_{14}^1. Нат. величина

Фото 5. Дюрено-кларен споровый типа «в». Видны обрывки гелифицированных стеблевых тканей и органы спороношения, между которыми рассеяны микроспоры. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1. Увел. 86

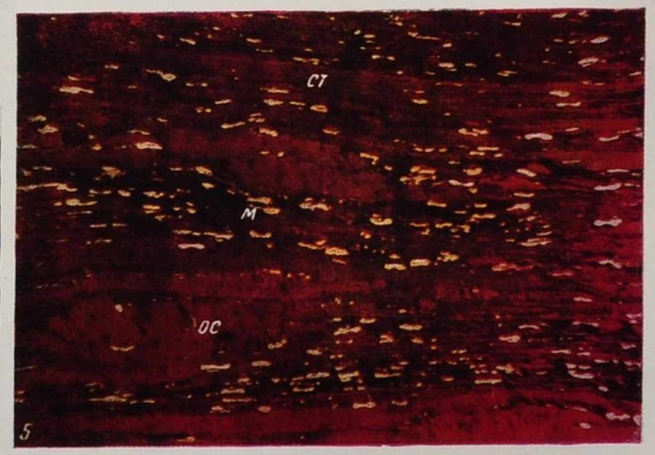












Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XXXIX

Фото 1. Кларено-дюрен споровый типа «а» с мелкоаттритовой структурой. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 2. Кларено-дюрен споровый типа «а» с аттритовой структурой. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_3. Увел. 86

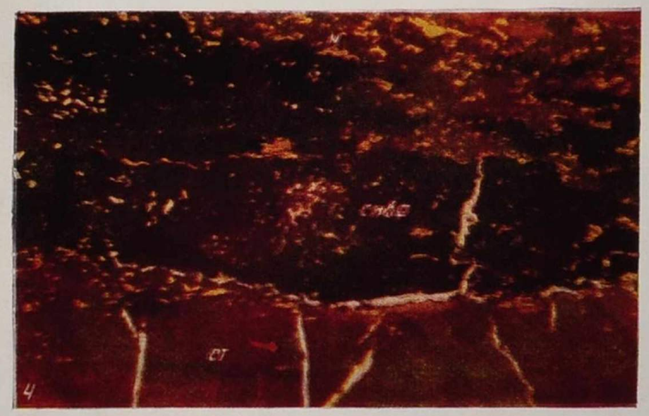
Фото 3. Кларено-дюрен споровый типа «а» крупноаттритовый. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 4. Кларено-дюрен смешанный типа «а». Видны крупноаттритовые фюзенизированные и гелифицированные ткани. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86









Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XL

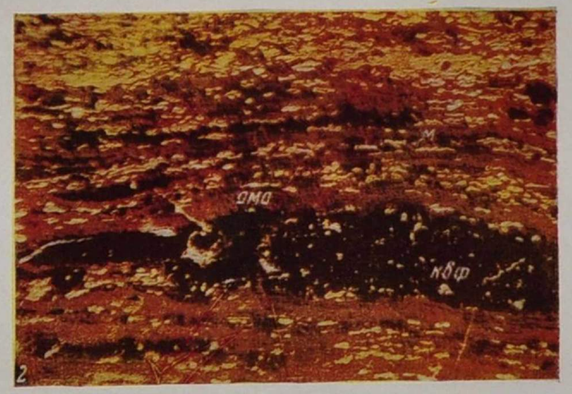
Фото 1. Уголь полуматовый, штриховатый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_6. Нат. величина

Фото 2. Кларено-дюрен споровый типа «а» с однородной основной массой. Видна линза ксиловитерно-фюзена. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5. Увел. 86

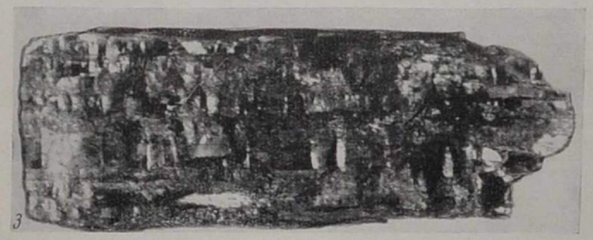
Фото 3. Уголь полублестящий, полосчатый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_{10}. Половина нат. величины

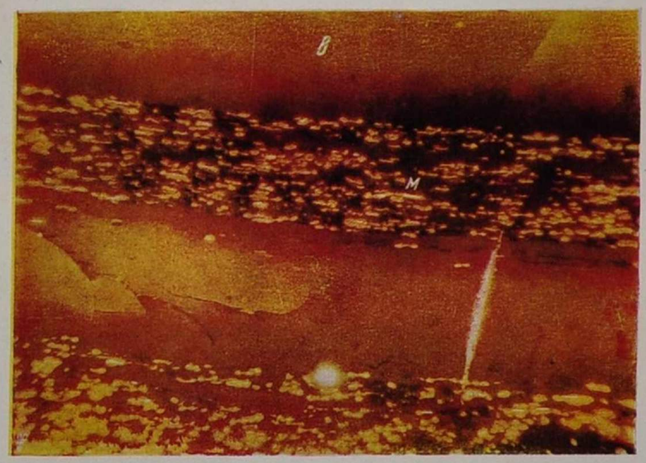
Фото 4. Кларено-дюрен споровый, полосчатый типа «а». Крупноаттритовые витренизированные стеблевые ткани чередуются с участками угля с полупрозрачной основной массой, густо насыщенной микроспорами. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86


1



2


3



4

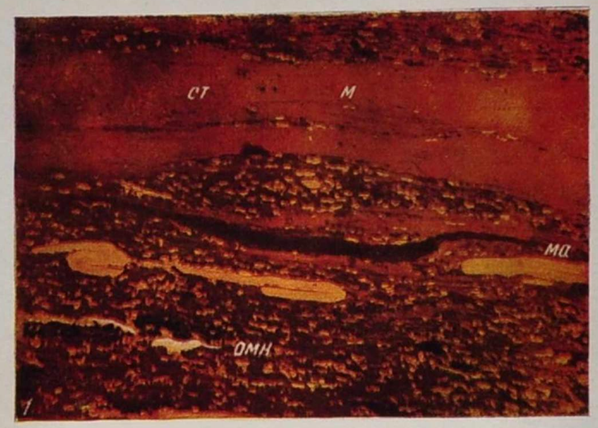
Шахты и рудники Донбасса © 2017

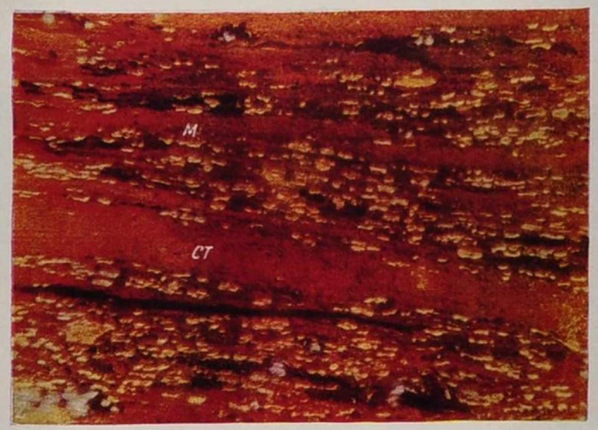
Таблица XLI

Фото 1. Кларено-дюрен споровый типа «а» с крупными включениями витренизированных стеблевых тканей. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 2. Кларено-дюрен споровый тип «а». Видны аттритовые гелифицированные стеблевые ткани, между которыми расположены микроспоры. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_6. Увел. 86

Фото 3. Кларено-дюрен споровый типа «а» с линзовидными прослоями липтобиолитов. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_3. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XLII

Фото 1. Уголь полуматовый, штриховатый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_6. Нат. величина

Фото 2. Кларено-дюрен смешанный типа «б». Видны аттритовые частицы стеблевых тканей, между которыми в непрозрачной основной массе расположены микроспоры. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт $c_8^в$. Увел. 86

Фото 3. Уголь полуматовый, грубополосчатый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_9. Нат. величина

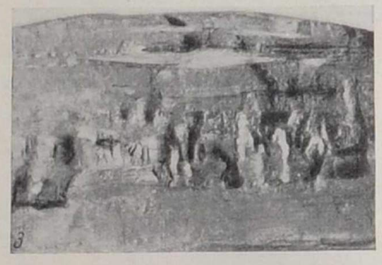
Фото 4. Кларено-дюрен споровый, полосчатый. Витренизированные и фюзенизированные ткани представлены крупным аттритом. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_{10}. Увел. 86

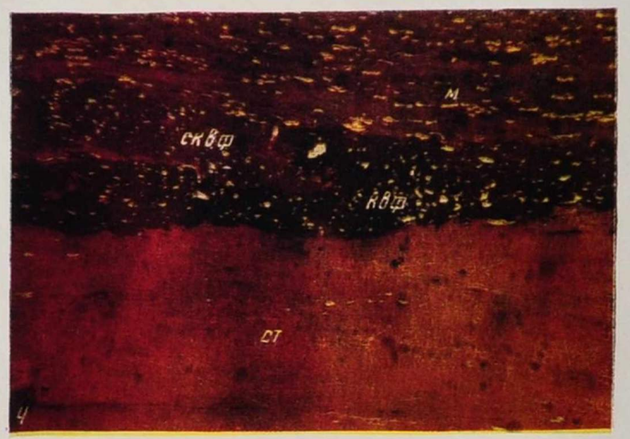
Фото 5. Уголь полуматовый, штриховатый. В нижней части снимка — пленка кальцита. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Нат. величина

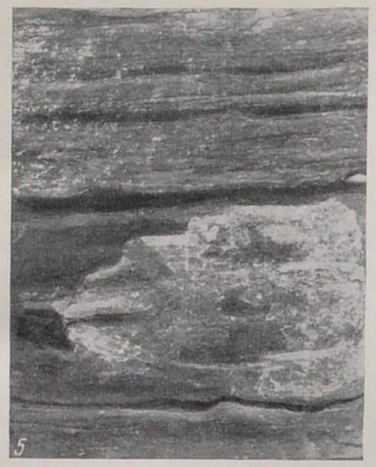
Фото 6. Кларено-дюрен споровый типа «а». Видны включения гелифицированных остатков стеблевых тканей, между которыми расположены микроспоры. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^2. Увел. 86

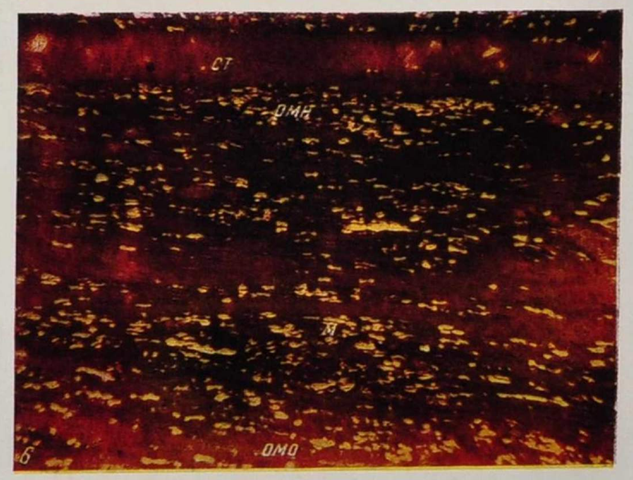












Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XLIII

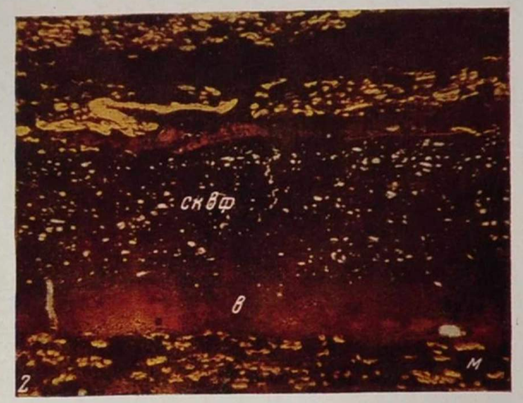
Фото 1. Уголь полуматовый, штриховатый с пленками кальцита. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, шахта Терновская № 1, пласт c_{10}. Нат. величина

Фото 2. Кларено-дюрен смешанный. Видна линза витрена, переходящего в семиксиловитрено-фюзен. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_8^n. Увел. 86

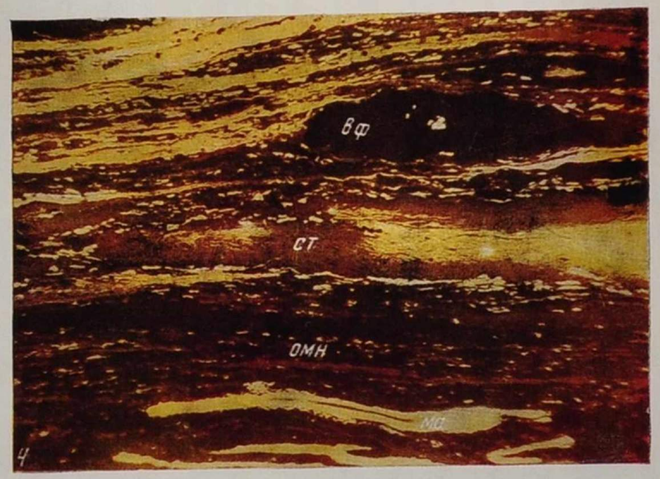
Фото 3. Кларено-дюрен споровый типа «б». Видны гелифицированные стеблевые ткани с нарушенным залеганием (следы местной аллохтонии). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 4. Кларено-дюрен смешанный типа «б» с аттритовой структурой и включением витрено-фюзена. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^0. Увел. 86









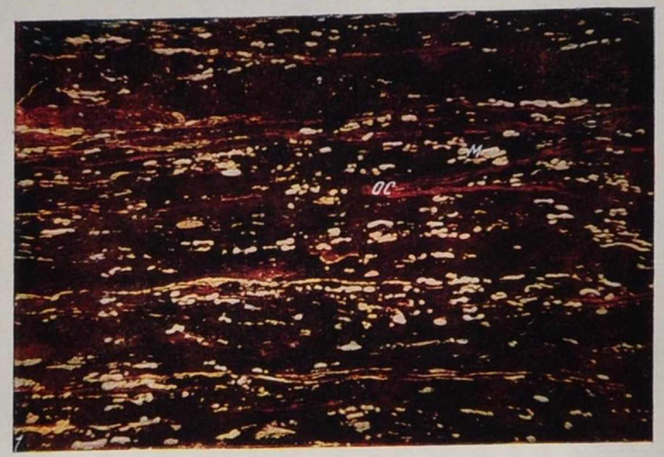
Шахты и рудники Донбасса © 2017

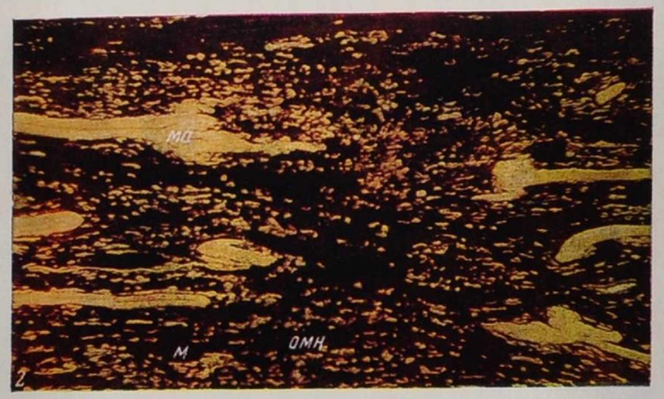
Таблица XLIV

Фото 1. Кларено-дюрен смешанный типа «б» с аттритовой структурой. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6. Увел. 86

Фото 2. Кларено-дюрен смешанный. Видна непрозрачная основная масса, неравномерно насыщенная микро- и макроспорами. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{10}. Увел. 86

Фото 3. Кларено-дюрен смешанный. В непрозрачной основной массе видны аттритовые частицы гелифицированных тканей и микроспоры округло-овальных очертаний. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6^1. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

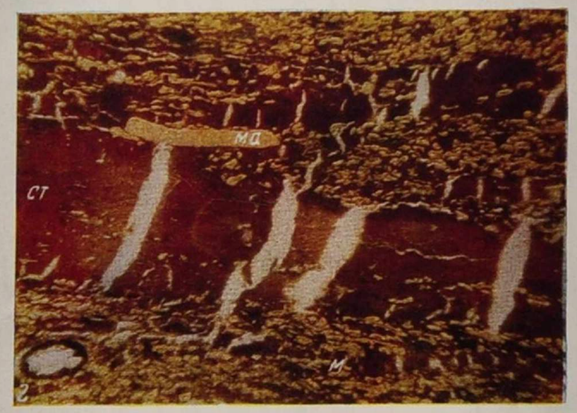
Таблица XLV

Фото 1. Дюрен споровый с мелкоаттритовой структурой. Западный Донбасс, Царичанско-Петриковский район, пласт c_2^1. Увел. 86

Фото 2. Дюрен споровый. Виден крупный обрывок гелифицированной стеблевой ткани в окружении многочисленных микроспор. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 3. Дюрен споровый. Видны частицы аттрита слабофюзенизированных стеблевых тканей, многочисленные микроспоры и, вероятно, остатки органов спороношения. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_0. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XLVI

Фото 1. Дюрен споровый, мелкоаттритовой структуры с равномернорассеянными микроспорами. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_2^1. Увел. 86

Фото 2. Дюрен споровый с полупрозрачной основной массой. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6^3. Увел. 86

Фото 3. Дюрен смешанный. В полупрозрачной основной массе видны аттритовые гелифицированные стеблевые ткани, микроспоры и скопления микроспор (содержимое спорангия). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6^1. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

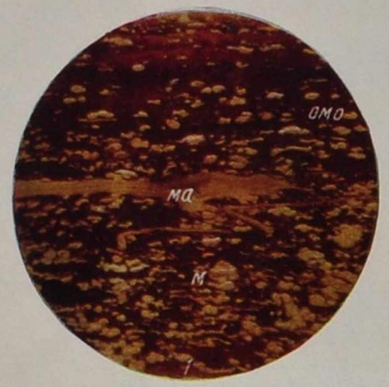
Таблица XLVII

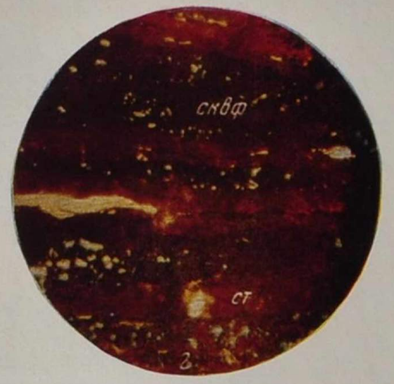
Фото 1. Дюрен споровый, мелкоаттритовый. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{12}. Увел. 86

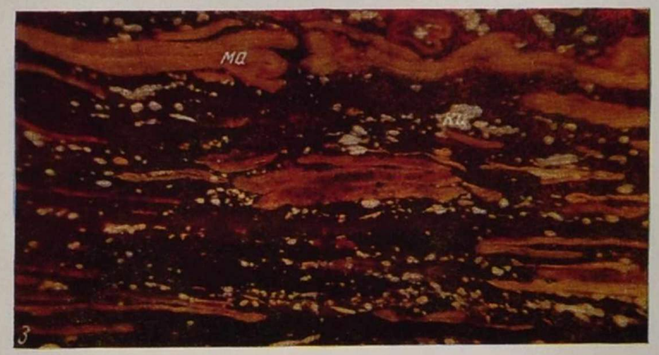
Фото 2. Дюрен семиксиловитрено-фюзеновый. Видны аттритовые, гелифицированные и фюзенизированные стеблевые ткани (встречаются исключительно редко в виде тонких линзовидных прослоев). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1. Увел. 86

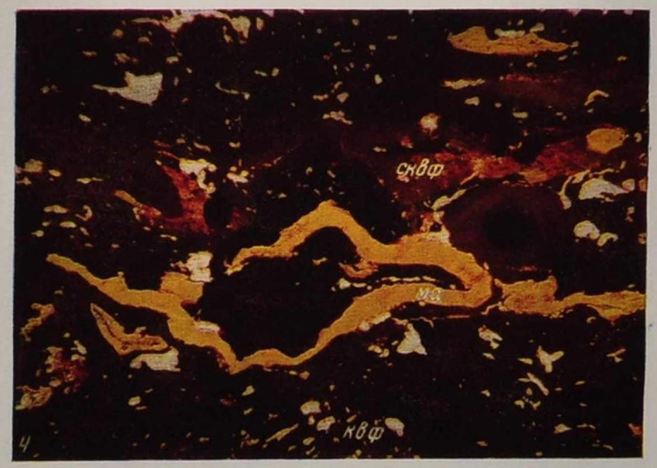
Фото 3. Дюрен макроспоровый. В непрозрачной основной массе видны аттритовые гелифицированные стеблевые ткани, споры и зерна кварца. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_9^2. Увел.86

Фото 4. Дюрен семиксиловитрено-фюзеновый. Видны обрывки макроспор (встречаются исключительно редко в виде тонких линзовидных прослоев.). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{14}. Увел. 86









Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица XLVIII

Фото 1. Уголь матовый, редкополосчатый. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_6. Половина нат. величины

Фото 2. Ультрадюрен смешанный с непрозрачной основной массой (микринит). Южный Донбасс, Владимировский район пласт c_{12}. Увел. 86

Фото 3. Ультрадюрен споровый. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{14}. Увел. 86







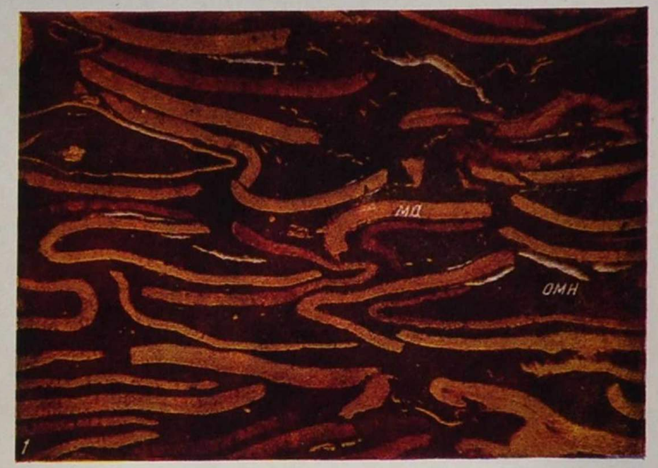
Шахты и рудники Донбасса © 2017

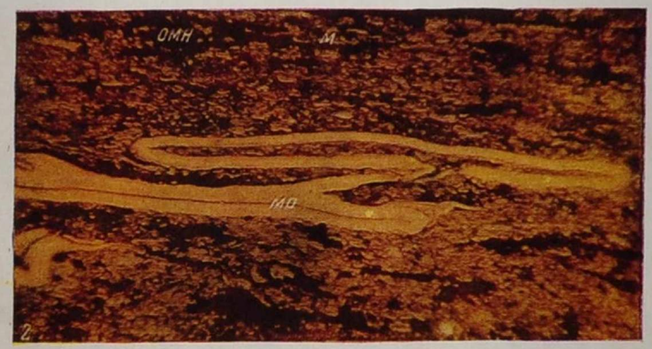
Таблица XLIX

Фото 1. Ультрадюрен макроспоровый. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_0. Увел. 86

Фото 2. Ультрадюрен споровый. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 3. Ультрадюрен микроспоровый. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_0. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

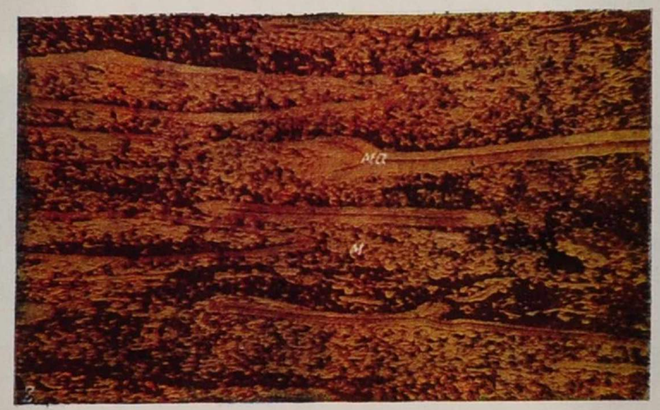
Таблица L

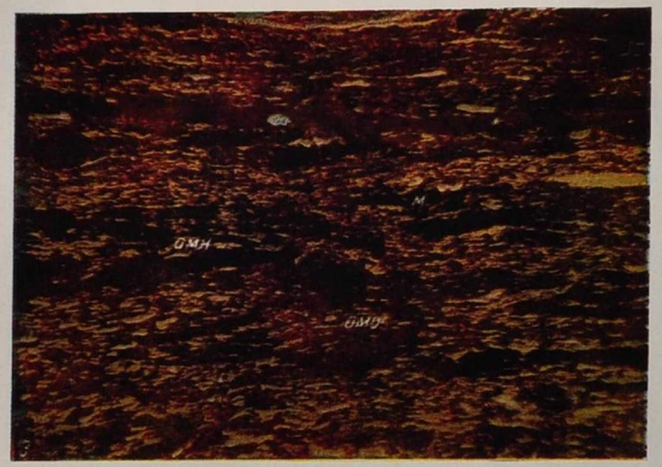
Фото 1. Ультрадюрен споровый со своеобразными микроспорами округло-овальных очертаний (характерны для пластов c_6^1 и c_8). Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_6^1. Увел. 86

Фото 2. Ультрадюрен споровый. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^3. Увел. 86

Фото 3. Ультрадюрен споровый. В непрозрачной основной массе видны прожилки гелифицированного вещества и микроспоры. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{14}. Увел. 86







Шахты и рудники Донбасса © 2017

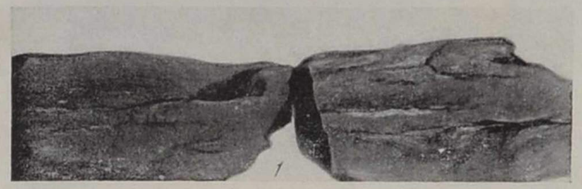
Таблица LI

Фото 1. Уголь матовый, однородный. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Нат. величина

Фото 2, 3. Липтобиолит споровый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 4. Липтобиолит микроспоровый с полупрозрачной, местами прозрачной, основной массой. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_3. Увел. 86

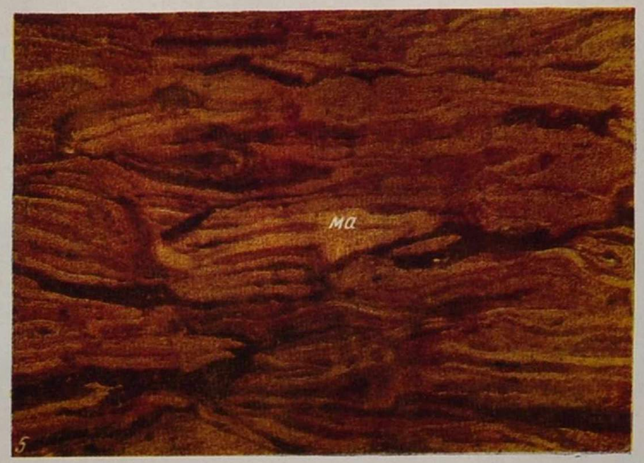
Фото 5. Липтобиолит макроспоровый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_1. Увел. 86











Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица LII

Фото 1. Уголь сапропелево-гумусовый, однородный. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_5. Нат. величина

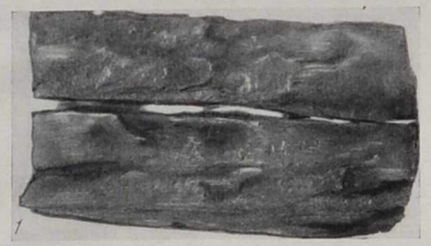
Фото 2. Кеннель с однородной прозрачной, возможно, сапропелево-гумусовой основной массой и включениями равномерно рассеянных тонких и очень мелких микроспор. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1. Увел. 86

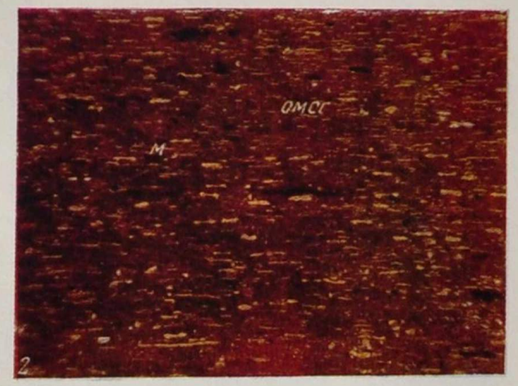
Фото 3. Кеннель с прозрачной тонкоаттритовой, возможно, сапропелево-гумусовой основной массой и тонкими очень мелкими рассеянными микроспорами. Изредка видны прожилки фюзенизированного и гелифицированного вещества. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 4. Кеннель с прозрачной, тонкоаттритовой, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой, тонкими очень мелкими и равномерно рассеянными микроспорами. Видны отдельные мелкие волокна сильно остудневших гелифицированных тканей (возможно, органы спороношения). Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

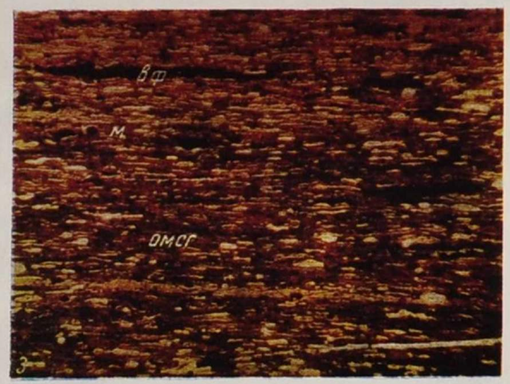
Фото 5. Каннель зольный с полупрозрачной, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой, нитевидными включениями гелифицированных комочков и заметным преобладанием минеральных включений, представленных кварцем и карбонатами. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 6. Кеннель зольный с полупрозрачной глинистой, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой и тонкими микроспорами. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_6. Увел. 86

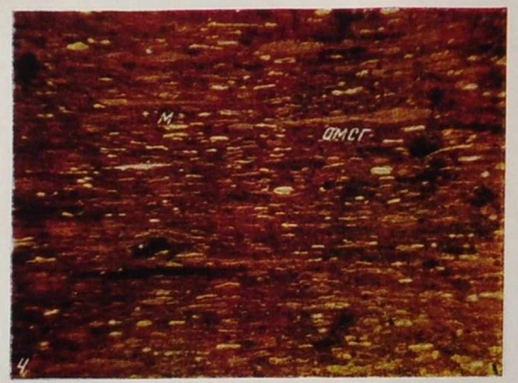

1



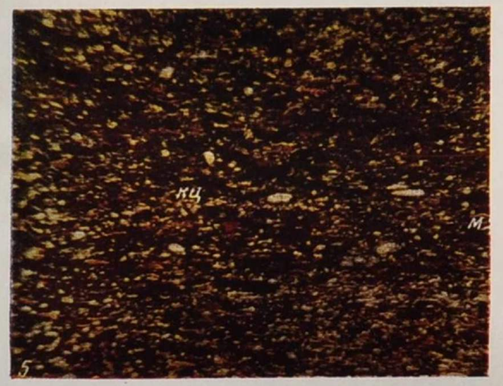
2



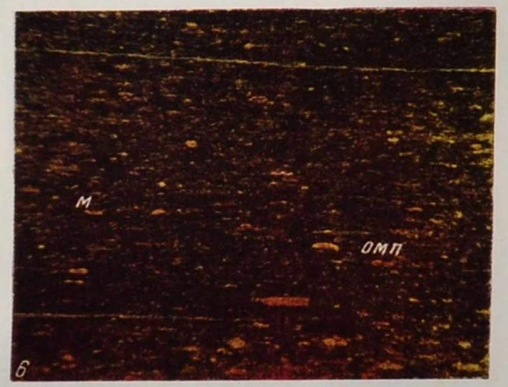
3



4



5



6

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица LIII

Фото 1. Богхед-кеннель с однородной прозрачной, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой, включением тонких спор и незначительным количеством водорослей. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

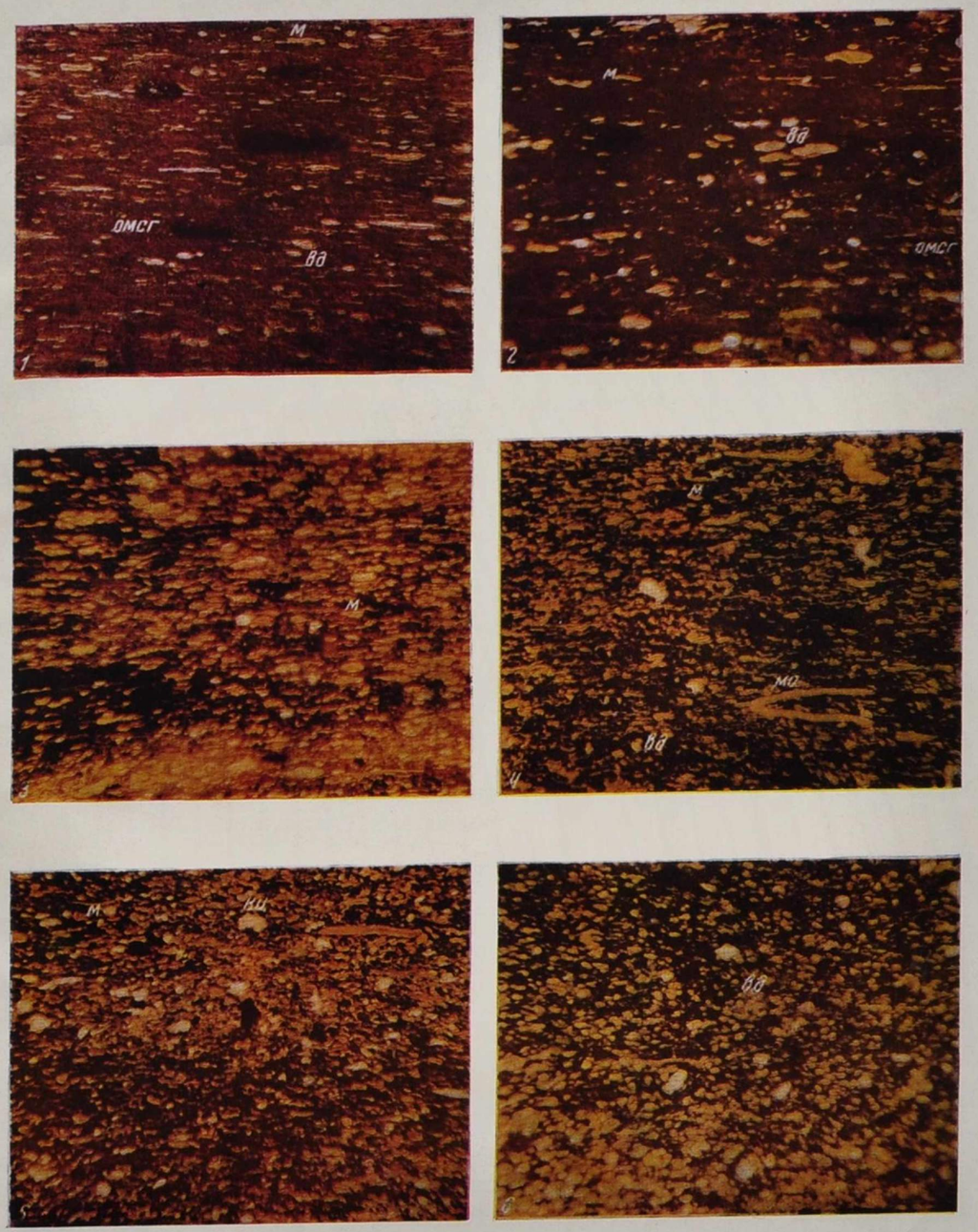
Фото 2. Богхед-кеннель с красно-бурой, преимущественно гелифицированной, основной массой, с включениями водорослей, микроспор и очень мелкого микринита. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_{12}^2. Увел. 86

Фото 3. Богхед-кеннель с прозрачной тонкоаттритовой, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой, водорослями и спорами, имеющими преимущественно толстые оболочки. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_4. Увел. 86

Фото 4. Богхед-кеннель с полупрозрачной, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой, единичными неотчетливо выраженными, водорослями и микроспорами с толстыми оболочками. Встречаются обрывки макроспор. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_9. Увел. 86

Фото 5. Богхед-кеннель зольный с полупрозрачной, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой, с карбонатными с толстыми оболочками и многочисленными минеральными включениями, представленными кварцем и карбонатами. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 6. Богхед-кеннель зольный с полупрозрачной, возможно, сапропелево-гумусовой, основной массой, с карбонатными включениями, мелкими неотчетливо выраженными водорослями и спорами округло-овальных очертаний. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86



Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица LIV

Фото 1. Уголь марки БД, цвет спор соломенно-желтый. Остатки гелифицированных тканей разбиты мелкими вертикальными трещинами. Западный Донбасс, Царичанско-Петриковский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 2. Уголь марки БД, цвет спор соломенно-желтый. К остаткам гелифицированных тканей приурочены многочисленные мелкие и крупные вертикальные трещины. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 3. Уголь марки Д, цвет спор лимонно-желтый. Остатки гелифицированных тканей разбиты мелкими вертикальными трещинами. Западный Донбасс, Новомосковский район, пласт $в_6$. Увел. 86

Фото 4. Уголь марки Г с непрозрачной основной массой, цвет спор желтый. Западный Донбасс, Павлоградско-Петропавловский район, пласт c_4^3. Увел. 86

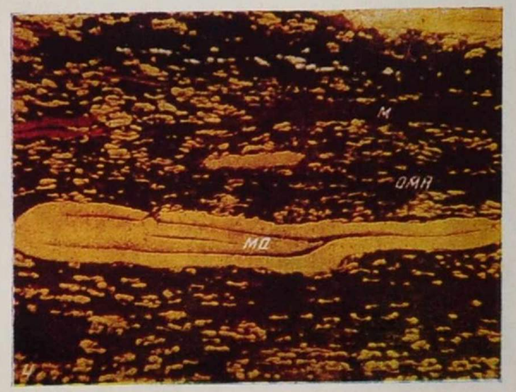
Фото 5. Уголь марки Г, цвет спор желтый. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^3. Увел. 86

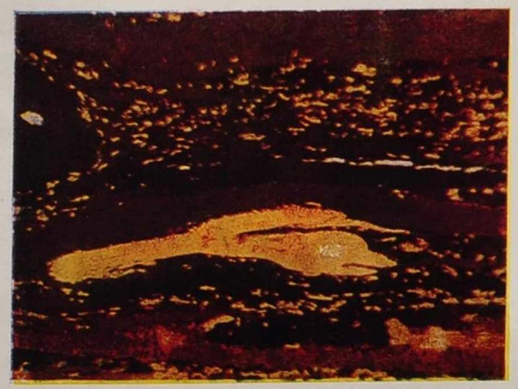
Фото 6. Уголь марки Г, цвет микроспор оранжево-желтый. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_4^0. Увел. 86

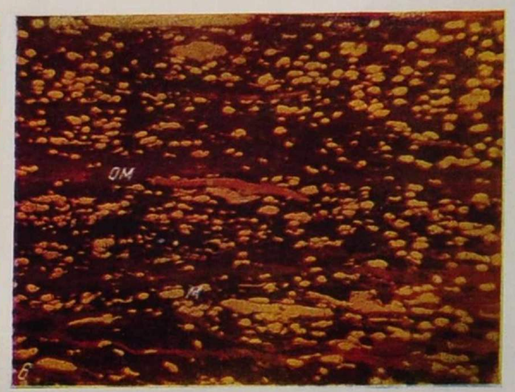












Шахты и рудники Донбасса © 2017

Таблица LV

Фото 1. Уголь марки ГЖ, цвет спор желто-оранжевый с красноватым оттенком. Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_{13}. Увел. 86

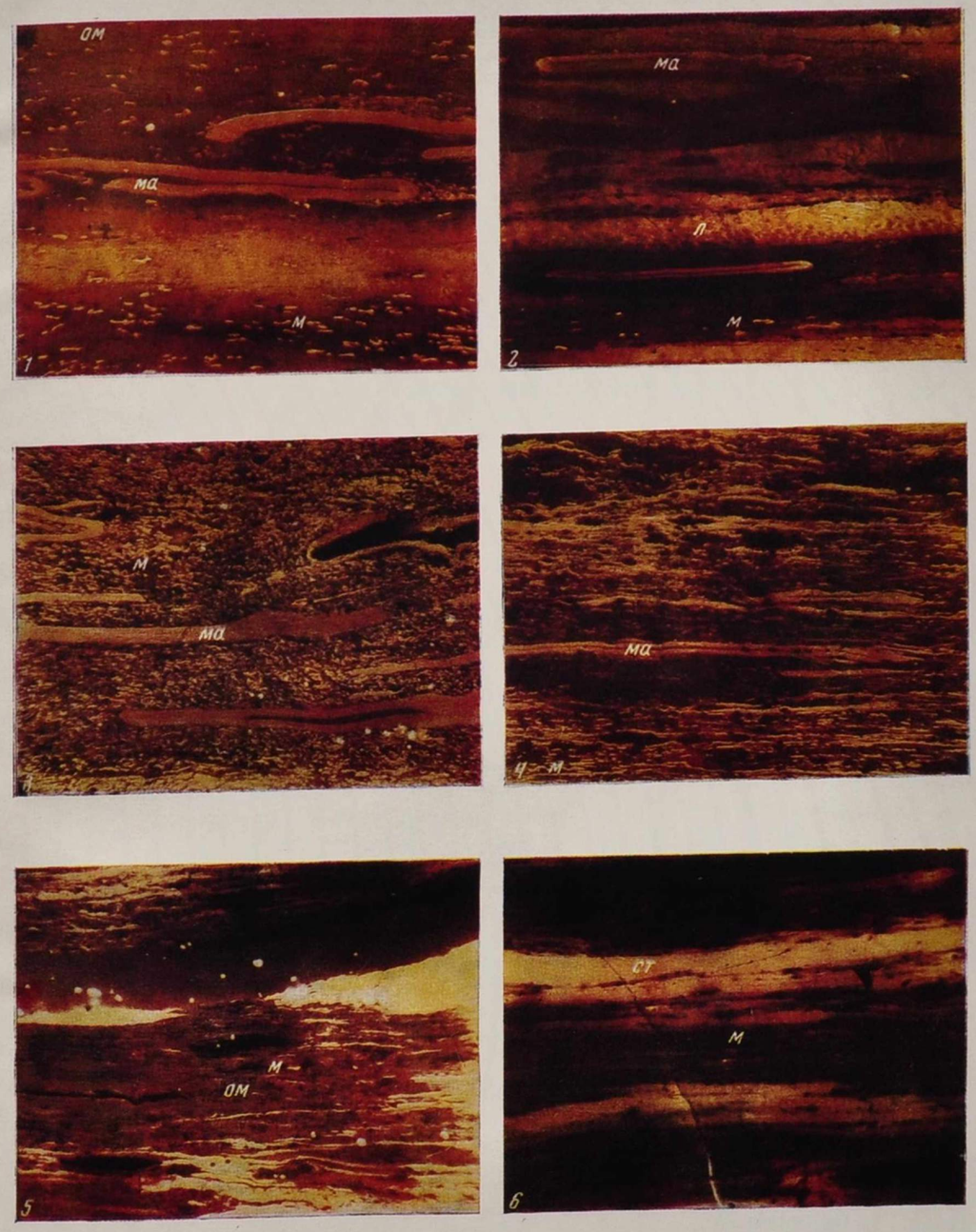
Фото 2. Уголь марки ГЖ, цвет спор желто-оранжевый с красноватым оттенком. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_2. Увел. 86

Фото 3. Уголь марки Ж, цвет спор от оранжево-красного до буровато-красного. Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_1^2. Увел 86

Фото 4. Уголь марки Ж, цвет спор красный и оранжево-красный. Южный Донбасс, Волчанский район, пласт c_1^2. Увел. 86

Фото 5. Уголь марки К — Ж, цвет спор сливается с цветом гелифицированного вещества. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1. Увел. 86

Фото 6. Уголь марки К, споры темнее гелифицированного вещества и близки по цвету к слабофюзенизированным компонентам. Южный Донбасс, Владимировский район, пласт c_1^2. Увел. 86



Шахты и рудники Донбасса © 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 5
Введение (А. З. Широков) 6

Часть первая

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И УГЛЕНОСНОСТЬ (А. З. ШИРОКОВ)

Стратиграфия 10
Тектоника 15
Угленосность 16
Угленосность районов 16

Часть вторая

ПЕТРОГРАФИЯ УГЛЕЙ

История изучения нижнекарбоновых углей (М. Д. Бердюкова) 20
Обзор изученного материала (М. Д. Бердюкова) 25
Методика исследования углей (М. Д. Бердюкова) 25
Исходный материал углей (К. И. Иносова) 26
Органические микрокомпоненты углей (Л. Н. Шараева) 31
А. Микрокомпоненты гумусовых углей 31
Б. Микрокомпоненты сапропелево-гумусовых углей 36
Минеральные включения в углях (Л. Н. Шараева) 36
Типизация углей (К. И. Иносова, А. К. Коломейцева, А. М. Ищенко) 38
А. Гумиты 42
Б. Липтобиолиты 51
В. Гумито-сапропелиты 51
Изменение петрографических признаков углей в процессе углефикации (К. И. Иносова, А. К. Коломейцева) 52
Петрографический состав и строение угольных пластов (Д. К. Пазухина) 55

Часть третья

ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА УГЛЕЙ (М. М. ЛИФШИЦ)

Свойства углей и их связь с условиями углеобразования 63
Свойства углей, связанные с первичными условиями углеобразования 68
Свойства углей, связанные с метаморфизмом 72
Классификация углей 76
Технологические свойства углей при различных способах подготовки и использования 83
Характеристика углей по районам 89
Закономерности распределения марок углей в нижнем карбоне Донбасса 93
Заключение (К. И. Иносова, М. М. Лифшиц) 93
Литература 97
ТАБЛИЦЫ I—LV 103

CONTENTS

Preface 5
Introduction (A. Z. Shirokov) 6

Part I

GEOLOGICAL STRUCTURE OF COAL-BEARING SERIES (A. Z. SHIROKOV)

Stratigraphy 10
Tectonics 15
Coal-bearing Series 16
Coal-bearing Series of the Districts 16

Part II

COAL PETROGRAPHY

Previous studies of the Lower Carboniferous Coals (M. D. Berdyukova) 20
Survey of the Data Available (M. D. Berdyukova) 25
Methods of Investigation of Coals (M. D. Berdyukova) 25
Original Matter of Coals (K. I. Inosova) 26
Macerals of Coals (L. N. Sharayeva) 31
A. Macerals of humic coals 31
B. The microcomponents of sapropelic-humic coals 36
Mineral Spots in Coals (L. N. Sharayeva) 36
Coal Types (K. I. Inosova, A. K. Kolomeitseva, A. M. Ishchenko) 38
A. Humic coals 42
B. Liptobiolith coals 51
C. Humic-sapropelic coals 51
Evolution of Petrographic Appearance of Coals During Coalification (K. I. Inosova, A. K. Kolomeitseva) 52
Petrographic composition and Structure of Coal Seams (D. K. Pazukhina) 55

Part III

PROPERTIES OF COALS (M. M. LIFSHITS)

Properties of Coals as Related to Conditions of coal formation 68
Properties of coals related to primary conditions of coal formation 68
The properties of coals related to metomarphism 72
Classification of coals 76
Technological Properties of Coals in Preparation and Utilization 83
Characteristics of coals of the Different Districts 89
Distribution of the Lower Carboniferous Coals of Donetz Basin by Rank 93
Concluslon (K. I. Inosova, M. M. Lifshitz) 93
Papers 97
PLATES I—LV 103

Шахты и рудники Донбасса © 2017

М. Д. Бердюкова, К. И. Иносова, А. М. Ищенко, А. К. Коломейцева, М. М. Лифшиц, Д. К. Пазухина, Л. Н. Шараева, А. З. Широков

Атлас углей нижнего карбона Донецкого бассейна

Утверждено к печати
Институтом геологических наук Академии наук УССР и
Украинским научно-исследовательским геологоразведочным институтом

Редактор *И. Н. Николаева*
Художник *А. Цукерник*
Технический редактор *Ю. В. Рылина*

Сдано в набор 23/III 1964 г.
Подписано к печати 28/XI 1964 г. Формат 60×90¹/₈.
Печ. л. 13 п. л. +14¹/₄ п. л. вклеек. Уч.-изд. л. 19,3 (11,2+8,1 вкл.)
Тираж 1000 экз. Т-16947. Изд. № 2519. Тип. зак. № 752.
Темплан 1964 г. № 672

Цена 3 р. 30 к.

Издательство «Наука»,
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография Издательства «Наука»,
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
30	Правая колонка, 10 св.	микроскопы	микроспоры
31	Правая колонка, 28 сн.	совещании углепетрографов	угольном совещании
38	Левая колонка, 20 св.	сапропелито-гумиты (табл. 7)	сапропелито-гумиты
43	Подпись под рис. 9	*1* — лейптинит	*1* — липтобиолит
55	Правая колонка, 25 сн.	коричневыми	корневыми
71	Левая колонка, нижняя таблица, 2-я гр.	«аб, б, ба»	«а, б, бв»
75	Правая колонка, 15 св.	На рис. 23	На рис. 22
86	Табл. 23, 3-я гр., 12 сн.	Лабораторное **	Лабораторное *
86	В табл. 23 по углям Г1 (коксование полузаводское) приведены данные УХИН, Днепрогеология, 1958		
93	Правая колонка, 21 сн.	Петропавловска	Петропавловка

Шахты и рудники Донбасса © 2017

Шахты и рудники Донбасса © 2017

3 р. 30 к.