

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

Научная статья

УДК 662.741

DOI: 10.26730/1999-4125-2025-5-91-100

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ БАЛАХОНСКОЙ И КОЛЬЧУГИНСКОЙ СЕРИЙ УГЛЕЙ КУЗБАССА

Заостровский Анатолий Николаевич,
Петрушина Анна Владимировна

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН

* для корреспонденции: catalys01@rambler.ru



Информация о статье

Поступила:

04 апреля 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

22 сентября 2025 г.

Принята к публикации:

30 сентября 2025 г.

Опубликована:

16 октября 2025 г.

Ключевые слова:

каменный уголь,
петрографический анализ
угля, показатель отражения
витринита, рефлектограмма,
балахонская серия,
кольчугинская серия

Аннотация.

Петрографический состав, оказывающий существенное влияние на химико-технологические и физические свойства углей, необходимо учитывать во всех направлениях энергетического и нетопливного использования углей, при их обогащении и коксовании. Главными петрографическими составляющими в углях кольчугинской и балахонской серии Кузбасса являются витринит и инертинит. Их суммарное содержание практически одинаковое. Для углей кольчугинской серии оно составляет в среднем 91%, а для балахонской серии – 90%.

Угли кольчугинской серии по сравнению с балахонской менее метаморфизированы. Это главным образом газовые угли. Степень метаморфизма углей балахонской серии изменяется от газовой до отощенной, и в отдельных случаях – до антрацита. На степень метаморфизма существенным образом оказал влияние геологический возраст: у кольчугинской серии он оценивается в 250 млн лет, а у балахонской серии в 270-330 млн лет. Этим же объясняется и более глубокое залегание пластов балахонской серии по сравнению с кольчугинской, а также более глубокие превращения органической массы углей, сопровождающиеся снижением выхода летучих веществ за счет формирования термически стойкой органической массы. В целом при прочих равных условиях (стадии метаморфизма и степени восстановленности) угли кольчугинской серии в сравнении с балахонской характеризуются вследствие повышенного содержания витринита более высокой спекаемостью, повышенным содержанием водорода, высокой теплотой сгорания и т. д. Различие свойств витринита кузнецких углей, различные типы ассоциаций витринита с минеральными компонентами необходимо учитывать главным образом при составлении шихт для коксования.

Для цитирования: Заостровский А.Н., Петрушина А.В. Петрографический состав Балахонской и Кольчугинской серий углей Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 5 (171). С. 91-100. DOI: 10.26730/1999-4125-2025-5-91-100, EDN: AMYGJI

Главными петрографическими составляющими в углях кузнецкого бассейна являются микрокомпоненты групп витринита и фюзинита, участие которых по свитам изменяется в значительных пределах (Таблица).

Угольные пласты Кузнецкого бассейна сложены в основном гумусовыми углями, различными по петрографическому составу и степени метаморфизма. По внешнему виду они

различны, с индивидуальными чертами строения, характерными для каждой продуктивной серии.

Основными петрографическими составляющими в углях кольчугинской и балахонской серии Кузбасса являются витринит и инертинит. Их суммарное содержание практически одинаковое. Для углей

кольчугинской серии оно составляет в среднем 91%, а для балахонской серии – 90%.

Объектом исследования являлись каменные угли Кузнецкого бассейна.

Цель исследования – установление петрографических особенностей углей балахонской и кольчугинской серий кузнецкого бассейна.

Серия – самая крупная единица из местных стратиграфических подразделений. Серия охватывает мощную и сложную по составу толщу пород, обычно отвечающих одному крупному седиментационному, вулканическому или тектоническому циклу. Серии охватывают крупные регионы относительно однородного геологического строения, имеют собственное геологическое название.

Кузнецкий угольный бассейн расположен на юге Западной Сибири, в основном на территории Кемеровской области и является основным поставщиком угля России. Небольшие его площади входят в Новосибирскую, Томскую области и Алтайский край.

Кузбасс – один из наиболее значимых в экономическом отношении районов Российской Федерации. Ведущая роль здесь принадлежит промышленному комплексу по добыче и переработке угля, железных руд и разнообразного нерудного сырья для металлургии и стройиндустрии.

Угольные пласты Кузнецкого бассейна сложены в основном гумусовыми углями, различными по петрографическому составу и степени метаморфизма. По внешнему виду они различны, с индивидуальными чертами строения, характерными для каждой продуктивной серии.

Источником названий стратиграфических подразделений являются географические названия, которые берутся за основу традиционного названия географического

объекта: от географических названий областей или регионов, рек, гор или населенных пунктов и т. д., на территории которых находятся стратотипические разрезы соответствующих серий и свит. Промышленная угленосность Кузбасса связана с основными стратиграфическими подразделениями отложений балахонской и кольчугинской серий.

По марочному составу угли балахонской серии относятся к маркам К, КС, СС, Т, а угли кольчугинской серии к маркам Д, ДГ, Г, Ж. Балахонская серия Кузнецкого бассейна характеризуется рядом признаков, свойственных ей для всего бассейна в целом, испытывает существенные изменения на площади.

Балахонская серия получила свое название от реки Балахонка, являющейся притоком Томи и протекающей в 29 км от Кемерово, и охватывает нижнюю часть верхнепалеозойского комплекса. Серия относится к каменноугольному периоду (системе), геологический возраст которой 270-330 млн лет, и имеет две подсерии: верхнебалахонская и нижнебалахонская. Балахонская серия Кузнецкого бассейна по возрасту соответствует серпуховскому ярусу, среднему и верхнему отделам карбона и нижнему отделу пермской системы.

Кольчугинская серия названа от географического названия села Кольчугино (1783-1922 гг.), в 1922 г. переименованного в село Ленинское, а в 1925 г. преобразованного в г. Ленинск-Кузнецкий. Серия относится к пермскому периоду (системе), геологический возраст – 250 млн. лет, имеет две подсерии: ерунаковская и ильинская.

Это стратиграфическое подразделение охватывает верхнюю часть разреза палеозойского комплекса и примерно соответствует верхнему отделу пермской системы. В историко-геологическом аспекте кольчугинская серия, подобно балахонской,

Таблица. Петрографический состав углей балахонской и кольчугинской серий Кузбасса
Table. Petrographic composition of coals of the Balakhon and Kolchugin series of Kuzbass

Шахта, разрез, угольная компания	Марка угля	Отражательная способность витринита, $R_{o,r}$	Петрографический состав угля, %			Сумма фюзенизированных компонентов, ΣOK , %
			Vt	Sv	I	
Кольчугинская серия						
ш. «Листвяжная»	Д	0,59	91	2	7	8
разрез «Восточный»	ДГ	0,62	88	2	10	12
ш. им. «7-го Ноября»	Г	0,65	91	1	8	9
ш. «Чертинская Южная»	Ж	0,81	90	2	8	10
Балахонская серия						
ш. «Анжерская Южная»	К	1,35	35	17	48	60
участок «Коксовый»	КС	1,39	45	17	38	49
разрез «Киселевский»	СС	1,60	49	16	35	46
ООО «Краснобродский Южный»	Т	1,88	48	4	48	51

представляет собой крупный цикл осадко- и угленакопления мощностью до 6000 м.

Угли **балахонской серии** яснополосчатые, сложенные преимущественно матовым плотным веществом, на фоне которого контрастно выделяются блестящие полосы и линзы витрина различной толщины, а также включения еще более матового фюзена.

В зависимости от соотношения матового и блестящего углей и характера их распределения выделяются различные петрографические макротипы, которые, как правило, хорошо выделяются в пределах бассейна.

Цвет угля черный, блеск – от ярко-смоляного до стеклянного. Основными из них в направлении уменьшения общего блеска являются: блестящий, полублестящий, полуматовый полосчатый, полуматовый и матовый, с преобладающим распространением полуматового полосчатого типа. Уголь очень хрупкий, слабый, имеет небольшую сопротивляемость раздавливанию и ударам.

Угли **кольчугинской серии** по внешнему виду отличаются значительным блеском. Угольные пласты по строению разделяются на два типа. Первый сложен яснополосчатым блестящим углем и имеет преобладающее распространение в углях этой серии. Второй содержит прослои и линзы матового угля, богатого фюзинитом, семивитринитом, а также дисперсно рассеянными минеральными примесями; наличие его обуславливает довольно ярко выраженную полосчатость пластов этого типа. Второй тип встречается главным образом в стратиграфически верхних горизонтах Ленинского Байдаевского и Распадского месторождений, а также среди пластов высокозольных углей Чертинского и Карагайлинского месторождений.

Образование разновидностей блестящих углей связано с некоторыми незначительными и, вероятно, местными изменениями условий формирования торфяника. Так, блестящий массивный уголь мог образоваться, скорее всего, в спокойных, застойного типа участках торфяного болота; блестящий полосчатый – в менее спокойных условиях.

В стратиграфическом разрезе балахонской серии блестящие и полублестящие литотипы в нижних ее горизонтах сменяются выше по разрезу преимущественно полуматовыми, а затем в верхней усятской свите вновь получают развитие полублестящие и блестящие литотипы.

Угли всех свит балахонской и кольчугинской серий являются в основном гумусовыми, автохтонными, т. е. образовавшимися на месте произрастания исходного растительного материала. Перемещения данного материала на значительные расстояния (аллохтонное

накопление) проявляются в значительно меньшей степени.

Угли кольчугинской серии по сравнению с балахонскими, менее метаморфизованы. Это главным образом газовые угли. Ими сложены многочисленные пласты, залегающие в Плотниковском и Салтымаковском районах, а также верхние горизонты Ленинского, Беловского, Байдаевского, Ерунаковского, Терсинского и других районов. Запасы жирных углей менее значительны; к ним относятся угли Осиновского, Чертинского, Карагайлинского и Никитинского месторождений, а также нижние пласты Байдаевского, Распадского и других районов. Длиннопламенные угли залегают в больших количествах в Ленинском, Плотниковском и Терсинском районах [1, 2].

Объектом исследования выбраны каменные угли Кузнецкого бассейна, представляющие метаморфический ряд: Кольчугинская серия – длиннопламенный (Д), длиннопламенный газовый (ДГ), газовый (Г), жирный (Ж); Балахонская серия – коксовый (К), коксовый слабоспекающийся (КС), слабоспекающийся (СС), тощий (Т).

Выполнен петрографический анализ с определением отражательной способности витринита (R_o , %), содержание витринита (Vt , %), семивитринита (Sv , %), инертинита (I , %), суммы отошающих компонентов (ΣOK , %).

Петрографическое исследование проводилось по единому стандартному методу, регламентированному ГОСТ Р 55662–2013 (ИСО 7404-3:2009), ГОСТ Р 55663-2013 (ИСО 7404-2:2009), ГОСТ Р 55659-2013 (ИСО 7404-5:2009) и ГОСТ 12112-78 с использованием автоматизированного анализатора (SIAMS 620) и компьютерных программ к нему.

Угли Кузнецкого бассейна являются гумусовыми, и только отдельные пласты Крапивинского района содержат прослои богхедов или сапропелево-гумусовых и гумусово-сапропелевых углей. Главными петрографическими составляющими в углях Кузбасса являются микрокомпоненты групп витринита и фюзинита, участие которых по свитам изменяется в значительных пределах. Содержание семивитринита в этих углях, как правило, небольшое – около 2-4%, иногда повышается до 16-17%. Еще меньше в углях Кузбасса содержится лейптинита (обычно не выше 5%). Лейптинит является хорошо спекающимся микрокомпонентом. Однако, учитывая крайне незначительное содержание его в кузнецких углях, за критерий спекаемости принимается только витринит. Но при этом соотношение в углях витринита и инертинита различное: в кольчугинской серии витринита в 1,5 раза больше, чем в балахонской серии

(Таблица). Роль других компонентов – семивитринита и липтинита – незначительная.

Содержание семивитринита в одних и тех же пластах, по данным различных авторов, часто имеет весьма существенные расхождения, что объясняется неоднозначным пониманием границ этого компонента. К семивитриниту, в частности, не относятся фюзинизированные включения, входящие в состав микстинита (составной части семивитринита). При использовании трехкомпонентной системы вещественного состава семивитринит полностью включен в состав группы витринита.

В основу подразделения углей на петрографические типы и разновидности

положены различия в блеске, сложении, характере минерализации и микрокомпонентном составе угля, связанные с исходным растительным материалом, условиями его накопления и превращения в процессе углеобразования. Незначительное содержание в гумусовых углях липоидных компонентов обусловило их типизацию по существу по соотношению микрокомпонентов только двух групп: витринита и фюзинита, с чем в значительной степени связано изменение блеска углей. Это, исключая высокочольные угли, позволяет по внешнему виду, главным образом по блеску, судить о групповом микрокомпонентном составе угля.

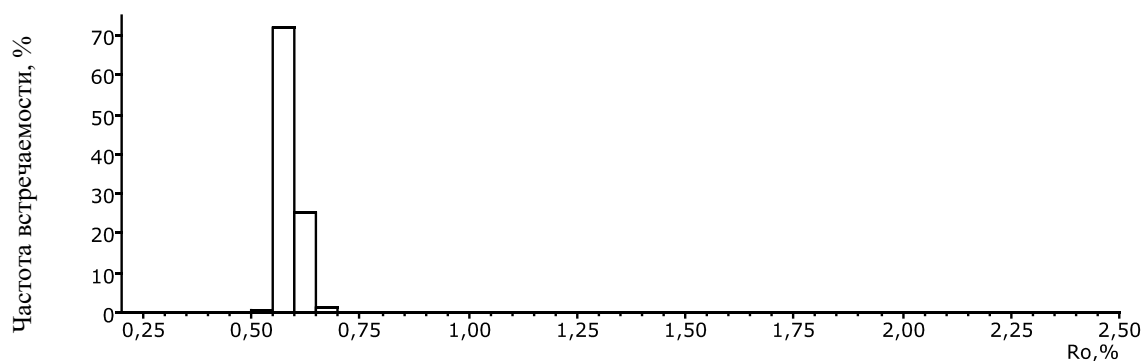


Рис. 1. Рефлектограмма угля марки «Д»

Fig. 1. Reflectogram of "D" grade coal

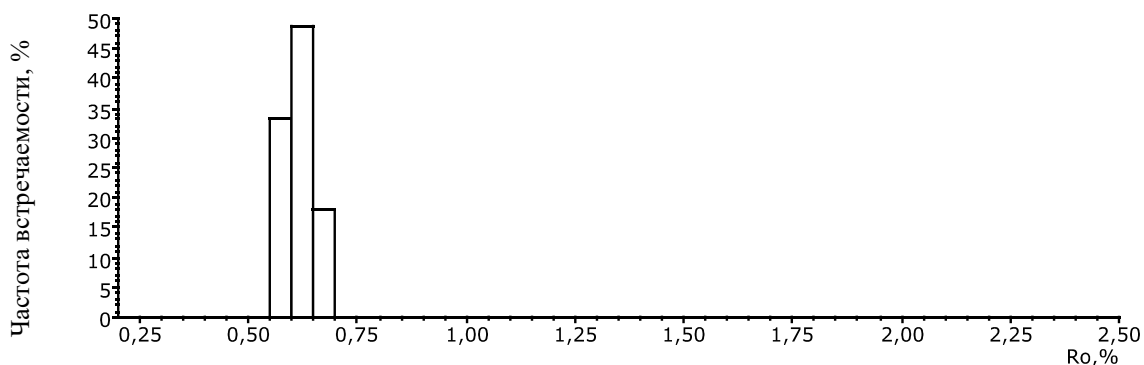


Рис. 2. Рефлектограмма угля марки «ДГ»

Fig. 2. Reflectogram of "DG" grade coal

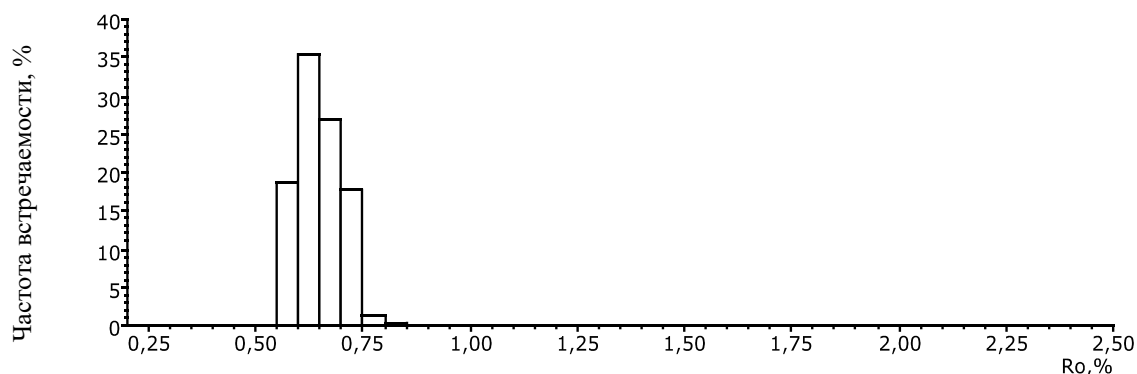


Рис. 3. Рефлектограмма угля марки «Г»

Fig. 3. Reflectogram of "G" grade coal

Вместе с тем имеются угли, которые по микрокомпонентному составу принадлежат кларенам или дюрено-кларенам, имея полуматовый или матовый блеск, например, некоторые кольчугинские пласты юго-восточной окраины бассейна. В связи с этим литотипы, выделенные по блеску (блестящий, полублестящий, полуматовый, матовый), по внешним признакам, не всегда рассматриваются как синонимы типовым группам (кларен, дюрено-кларен, кларено-дюрен, дюрен). Уголь каждой из групп по преобладающему микрокомпоненту фюзинита называется semifюзинитовым, миктинитовым или фюзинитовым.

результатом влияния первичных факторов – состава и условий накопления органического и неорганического материала, обводненности среды торфонакопления, а также влияния вторичных факторов – температура, давление, геологический возраст. При петрографическом анализе органической части углей различают микрокомпоненты, микролитотипы и литотипы. Петрографические составляющие определяют визуально под микроскопом по отражательной способности, форме, микрорельефу и особенностям структуры. Наиболее ярко различие в этих параметрах проявляется для трех групп микрокомпонентов – витринита, липтинита и инертинита.

Петрографический состав углей является

Применительно к углям Кузнецкого бассейна

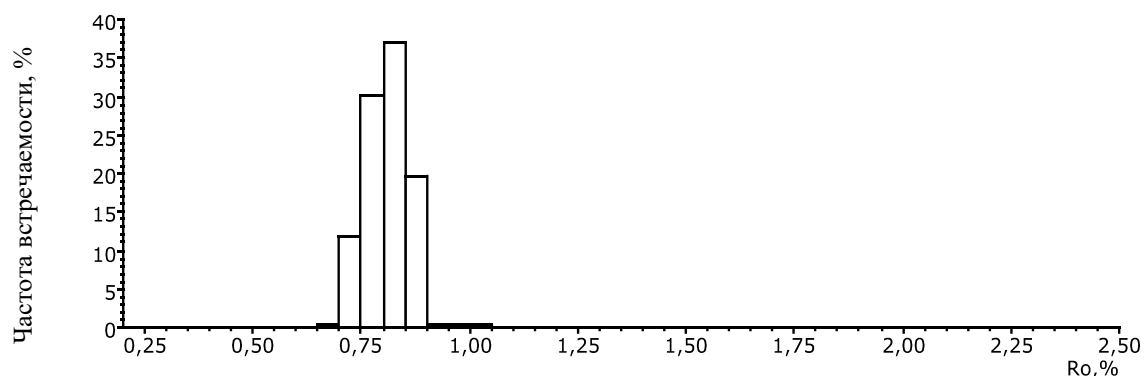


Рис. 4. Рефлектограмма угля марки «Ж»

Fig. 4. Reflectogram of "Zh" grade coal

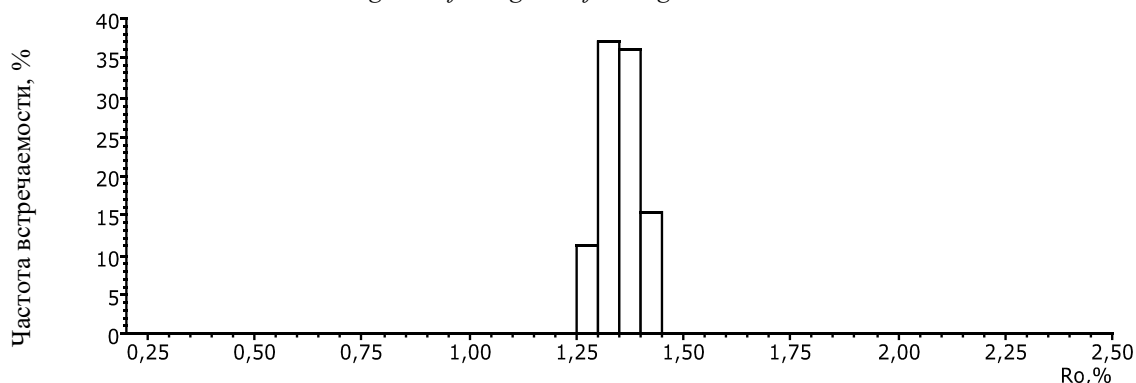


Рис. 5. Рефлектограмма угля марки «К»

Fig. 5. Reflectogram of "K" grade coal

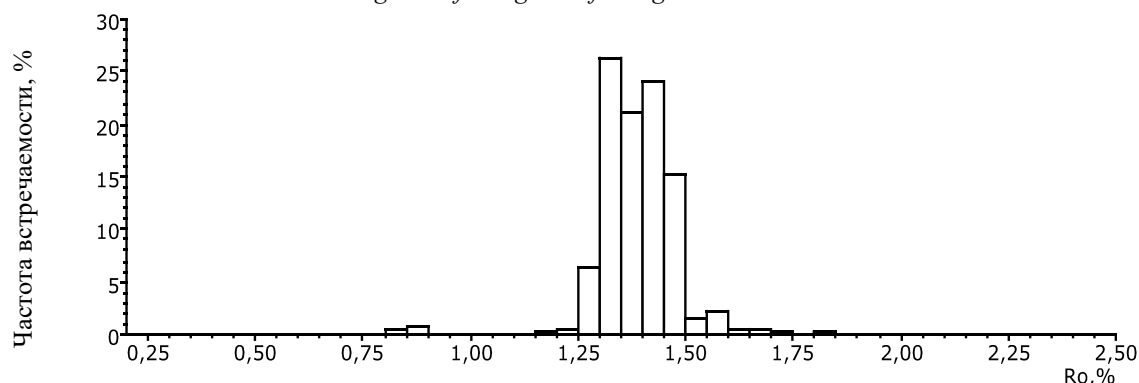


Рис. 6. Рефлектограмма угля марки «КС»

Fig. 6. Reflectogram of "KS" grade coal

наиболее полная характеристика признаков с применением большого количества фотоматериала дана в «Атласе верхнепалеозойских углей Кузнецкого бассейна» [3].

Микрокомпонентный состав углей в сравнении с другими двумя составляющими (микролитотипами и литотипами) дает более детальную оценку вещественного состава углей. Влияние петрографического состава на химико-технологические свойства углей рассматривают исходя из содержания в углях как отдельных компонентов – витринита (Vt), липтинита (L), инертинита (I), так и суммы фюзенизированных (ΣOK) или спекающих компонентов ($\Sigma СК$) и т. д. Накопленный обширный материал показывает, что различные микрокомпоненты по-разному влияют на те или иные свойства углей.

Петрографический состав, оказывающий существенное влияние на химико-технологические и физические свойства углей, необходимо учитывать во всех направлениях энергетического и нетопливного использования, при их обогащении и коксовании.

В пределах Кузнецкого бассейна наблюдается непрерывный метаморфический ряд углей от бурых до тощих и антрацитов. В общем случае нарастание метаморфизма происходит со

стратиграфической глубиной.

Низкой степенью метаморфизма характеризуются угольные пласты кольчугинской серии, занимающие среднее положение в стратиграфическом разрезе угленосной толщи бассейна и представленные в основном длиннопламенными, газовыми и жирными углями. Метаморфизм углей балахонской серии повышается от газовых до стадии коксовых, тощих и даже антрацитов [4].

Примерная схема метаморфизма углей приведена на рефлектограммах (Рис. 1-8), которые показывают, что исследованные образцы углей однородные, т. е. все точки группируются вокруг определенного значения отражательной способности витринита. На рефлектограммах показано изменение отражательной способности витринита от угля марки «Д» (длиннопламенный) до марки «Т» (тощий).

Общее положение, т. е. повышение метаморфизма углей с их геологическим возрастом в одном и том же разрезе в зависимости от положения месторождения на площади бассейна, приобретает свои особенности и своеобразные черты проявления. Поэтому даже в пределах одной балахонской серии степень метаморфизма углей на отдельных площадях изменяется от газовых до тощих и

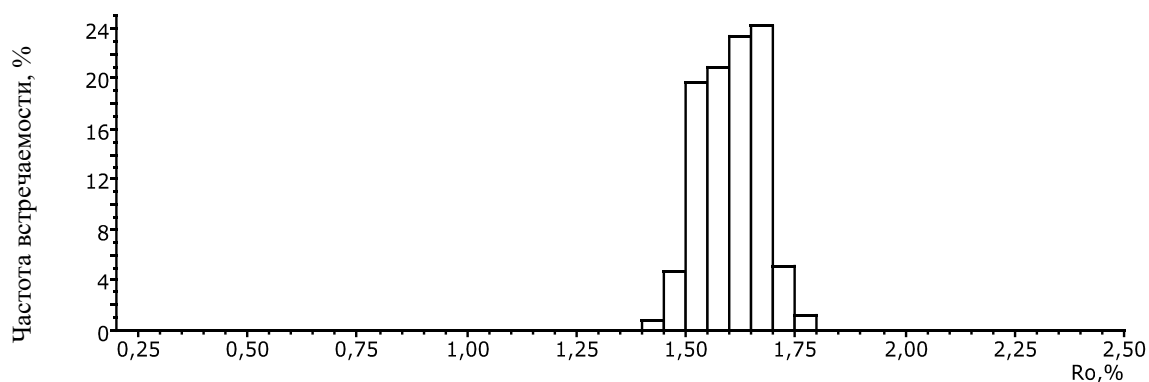


Рис. 7. Рефлектограмма угля марки «СС»
Fig. 7. Reflectogram of "SS" grade coal

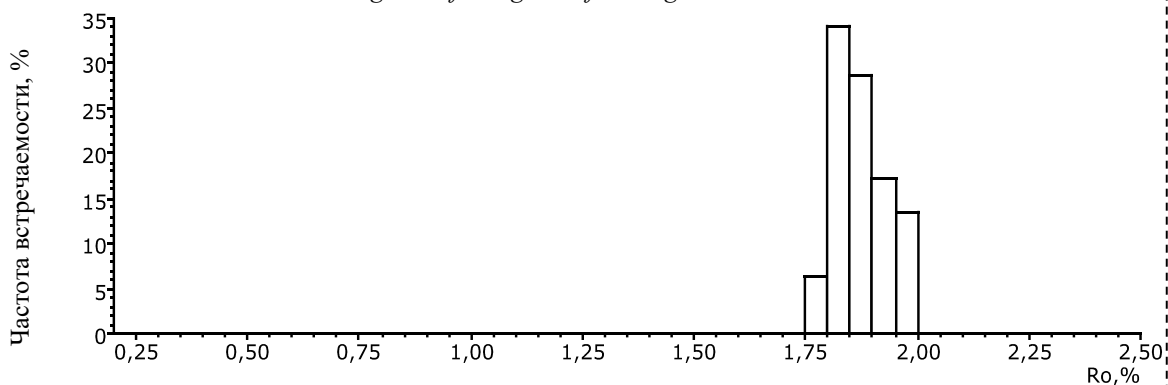


Рис. 8. Рефлектограмма угля марки «Т»
Fig. 8. Reflectogram of "T" grade coal

антрацитов, а в низах кольчугинской серии появляются иногда угли коксовой стадии метаморфизма [5-9].

Ведущим фактором углефикации в Кузнецком бассейне является региональный метаморфизм, связанный с влиянием глубинной температуры земных недр и давлением вышележащих толщ, поэтому наибольшая степень метаморфизации углей происходит в местах максимальных прогибов территории бассейна, ее опускания в более высокотемпературные зоны.

Наиболее метаморфизованные угли кольчугинской серии располагаются также в различных структурных зонах бассейна – в Осиновском районе и Присалаирской полосе.

В процессе метаморфизма микрокомпоненты не меняют ни свою форму, ни строение, но в значительной мере изменяются по отражательной способности и цвету. Это изменение происходит закономерно и является вполне надежным признаком, позволяющим определять степень метаморфизма угля независимо от его петрографического состава, минерализации и окисления. Несмотря на постепенность изменений признаков метаморфизма, они позволяют условно разделять угли по степени их метаморфизации на стадии и даже подстадии, однако единой методики оценки степени метаморфизма углей до настоящего времени еще не разработано. Для этой цели применяются различные визуальные приемы, страдающие известным субъективизмом. Из них наибольшее распространение получил метод З. В. Ергольской (1939), сущность которого заключается в определении степени метаморфизма по цвету гелифицированного вещества – витринита и лейптинита. На отражательную способность витринита мало влияют окисление и разнородность витринизированного вещества, обусловленная первичными генетическими факторами, вследствие чего по отражательной способности витринита можно определять степень метаморфизма углей сложного петрографического состава.

Спекаемость углей является также функцией их петрографического состава и степени метаморфизма. При одном и том же петрографическом составе наиболее высокой спекаемостью характеризуются угли жирной стадии метаморфизма. С повышением и понижением метаморфизма (независимо от процентного содержания витринита в углях) происходит понижение спекаемости [10]. Угли длиннопламенные и тощие не спекаются.

На всех стадиях метаморфизма, где проявляется спекаемость, значение ее выше в углях с большим содержанием витринита. Поэтому угли кольчугинской серии одной и той

же степени метаморфизма по сравнению с балахонскими характеризуются значительно более высокой (в общем случае) спекаемостью.

В целом по всему разрезу отложений Кузнецкого бассейна толщина пластического слоя (как наиболее признанный критерий спекаемости) палеозойских углей изменяется от нуля до 40 мм. Наибольшее ее значение относится к жирным углям кольчугинской серии. Максимальное значение толщины пластического слоя для углей балахонской серии составляет 20-23 мм; в единичных случаях в углях с высоким содержанием витринита (около 70%), находящихся также на стадии жирных, пластический слой достигает 28 мм.

На качество углей оказывают влияние физические свойства, которые также зависят от степени метаморфизма и петрографического состава углей.

Петрографически однородные кольчугинские угли, будучи полублестящими и довольно плотными в стадии длиннопламенных, становятся блестящими, трещиноватыми и очень хрупкими при переходе в жирную стадию метаморфизма.

В углях балахонской серии блестящие типы соответствующих стадий метаморфизма подобны по физическим свойствам кольчугинским углям. На стадии коксовых они приобретают еще более яркий блеск, трещиноватость и хрупкость. На стадии отощенных углей блеск становится алмазным, а количество эндогенных трещин уменьшается. Необходимо отметить, что физические свойства балахонских углей, особенно жирных и коксовых, в значительной степени зависят от соотношения в них матовых и блестящих разновидностей. Матовые угли в процессе метаморфизма внешне изменяются значительно меньше, оставаясь на всех его стадиях плотными [11-15].

Несмотря на явное различие физических и химико-технологических свойств петрографических типов угля, отдельно они не добываются. Это объясняется тем, что в подавляющем большинстве случаев они чередуются в пластах слишком часто и по условиям эксплуатации не могут быть выделены.

Вместе с тем знание петрографических особенностей различных типов углей крайне важно, так как помогает правильно организовать обогащение и подготовку угля для коксования.

Основной особенностью распределения фюзенизированных компонентов по площади отдельных свит балахонской серии является взаимосвязь повышенного содержания фюзенизированных компонентов с более мощными пластами и с зонами повышенной угленосности. Достаточно отчетливо это проявилось и для углей кольчугинской серии.

Гумусовые угли кольчугинской серии в сравнении с балахонской более однородные и сложены главным образом двумя литотипами – блестящими и полублестящими.

Заключение

1. Угли всех свит балахонской и кольчугинской серий являются в основном гумусовыми, автохтонными, т. е. образовавшимися на месте произрастания исходного растительного материала. Перемещения данного материала на значительные расстояния (аллохтонное накопление) проявляются существенно в меньшей степени. Сапропелитовые угли с примесью гумусового вещества встречаются в виде тонких прослоев в некоторых пластах балахонской и кольчугинской серий.

2. Угольные пласты сложены блестящими, полублестящими, полуматовыми (полосчатыми и однородными) и матовыми (сажистыми и однородными литотипами) литотипами угля с преобладанием в них двух групп микрокомпонентов – витринита и инертинита при подчиненной роли других компонентов.

3. В целом при прочих равных условиях (стадии метаморфизма и степени восстановленности) угли кольчугинской серии в сравнении с балахонской характеризуются вследствие повышенного содержания витринита более высокой спекаемостью, повышенным содержанием водорода, высокой теплотой сгорания и т. д.

4. Угли кольчугинской серии по сравнению с балахонской менее метаморфизированы. Это главным образом газовые угли. Степень метаморфизма углей балахонской серии изменяется от газовой до отощенной, и в отдельных случаях – до антрацита. На степень метаморфизма существенным образом оказал влияние геологический возраст: у кольчугинской серии он оценивается в 250 млн лет, а у балахонской серии в 270-330 млн лет. Этим же объясняется и более глубокое залегание пластов балахонской серии по сравнению с кольчугинской, а также более глубокие превращения органической массы углей, сопровождающиеся снижением выхода летучих веществ за счет формирования термически стойкой органической массы.

5. Различие свойств витринита кузнецких углей, различные типы ассоциаций витринита с минеральными компонентами необходимо учитывать главным образом при составлении шихт для коксования.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН по проекту ЕГЕСУ 121031500512-7, 2021-2025.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура / Национальный комитет геологов СССР. Межведомственный стратиграфический комитет СССР. Ленинград : Изд. «Недра», Ленинградское отделение, 1965. 70 с.
2. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский, бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай). М. : ООО «Геоинформцентр» 2003. 604 с.
3. Травин А. Б., Сендерзон Э. М., Шорин В. П., Громова Т. А., Иванькова Е. Е., Пермина К. С., Попова Е. М., Шугуров В. Ф., Юсупов Т. С. Атлас верхнепалеозойских углей Кузнецкого бассейна // Под ред. И. Н. Звонарева. Новосибирск : Наука. 1966. 368 с.
4. Заостровский А. Н. Петрографическая характеристика углей балахонской и кольчугинской серий Кузбасса // Углекислотная экология Кузбасса: XIII Международный Российско-Казахстанский Симпозиум: сб. тез. докл. 15-17 окт. 2024. г. Кемерово : ФИЦ УУХ СО РАН, 2024. 68 с. ISBN 978-5-902305-71-2.
5. Еремин И. В., Лебедев В. В., Цикарев Д. А. Петрография и физические свойства углей. М. : Недра, 1980. 263 с.
6. Золотухин Ю. А. Применение рефлектограммного анализа при исследовании углей и шихт // Кокс и химия. 2002. № 8. С. 2–13.
7. Золотухин Ю. А. О взаимосвязи показателя отражения витринита углей, смесей углей и шихт с некоторыми характеристиками их качества // Кокс и химия. 2018. № 4. С. 14–28.
8. Жемчужников Ю. А., Гинзбург А. И. Основы петрологии углей. М. : Изд. АН СССР, 1960. 400 с.
9. Аммосов И. И. [и др.] Петрографические особенности и свойства углей. М. : Изд-во АН СССР, 1963. 380 с.
10. Заостровский А. Н. Зависимость механической прочности кокса от суммы отошающих компонентов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2021. № 6 (148). С. 40–47. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-6-40-47.
11. Гофман М. В. Прикладная химия твердого топлива. М. : Гос. науч.-техн. изд-во по черн. и цвет. металлургии, 1963. С. 600.
12. Штах Э. [и др.] Петрология углей. Пер. с англ. Глушнева С. В., Дубровского В. В., Хасиной А. И. М. : «Мир», 1978. 554 с.
13. Петрографический кодекс России. С.-Петербург : Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 160 с.
14. Арцер А. С., Протасов С. И. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1. Кемерово : Изд. Кузбасс. гос. техн. ун-та, 1999. 177 с.
15. Арцер А. С., Протасов С. И. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование // Кн. 2.

Кемерово : Изд. Кузбасс. гос. техн. ун-та, 1999.
168 с.

© 2025 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Заостровский Анатолий Николаевич, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН (650000, Россия, г. Кемерово, Советский пр., 18), канд. техн. наук, доцент, e-mail: catalys01@rambler.ru

Петрушина Анна Владимировна, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН (650000, Россия, г. Кемерово, Советский пр., 18), канд. пед. наук, доцент, e-mail: a-petrushina@inbox.ru

Заявленный вклад авторов:

Заостровский А.Н. — постановка исследовательской задачи, научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; сбор и анализ данных; выводы, написание текста.

Петрушина А.В. — научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; сбор и анализ данных; выводы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE BALAKHONSKAYA AND KOLCHUGINSKAYA SERIES OF KUZBASS COALS

Anatoly N. Zaostrovsky,
Anna V. Petrushina

Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry SB RAS

* for correspondence: catalys01@rambler.ru



Article info

Received:
04 April 2025

Accepted for publication:
22 September 2025

Accepted:
30 September 2025

Published:
16 October 2025

Keywords: coal, petrographic analysis of coal, vitrinite reflectance index, reflectogram, Balakhonskaya series, Kolchuginskaya series.

Abstract.

Petrographic composition, which has a significant impact on the chemical-technological and physical properties of coals, must be taken into account in all areas of energy and non-fuel use of coals, during their enrichment and coking. The main petrographic components in coals of the Kolchuginskaya and Balakhonskaya series of Kuzbass are vitrinite and inertinite. Their total content is almost the same. For coals of the Kolchuginskaya series it is on average 91%, and for the Balakhonskaya series - 90%. Coals of the Kolchuginskaya series, compared to the Balakhonskaya, are less metamorphosed. These are mainly gas coals. The degree of metamorphism of coals of the Balakhonskaya series varies from gas to lean, and in some cases - to anthracite. The degree of metamorphism was significantly influenced by geological age: for the Kolchugin series it is estimated at 250 million years, and for the Balakhon series at 270-330 million years. This also explains the deeper occurrence of the Balakhon series seams compared to the Kolchugin series, as well as deeper transformations of the organic matter of coals, accompanied by a decrease in the yield of volatile substances due to the formation of a thermally stable organic mass. In general, other things being equal (stage of metamorphism and degree of reduction), the coals of the Kolchugin series, compared to the Balakhon series, are characterized by higher sintering capacity, increased hydrogen content, high heat of combustion, etc. due to the increased vitrinite content. The difference in the properties of vitrinite in Kuznetsk coals, various types of vitrinite association

with mineral components must be taken into account mainly when compiling coking batches.

For citation: Zaostrovsky A.N., Petrushina A.V. Petrographic composition of the Balakhonskaya and Kolchuginskaya series of Kuzbass coals. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2025; 5(171):91-100. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2025-5-91-100, EDN: AMYGJI

REFERENCES

1. Stratigraficheskaya klassifikatsiya, terminologiya i nomenklatura / Natsional'nyy komitet geologov SSSR. Mezhdunarodnyy stratigraficheskiy komitet SSSR. Leningrad: Izd. «Nedra», Leningradskoye otdeleniye; 1965. 70 p.
2. Ugol'naya baza Rossii. Tom II. Ugol'nyye basseyny i mestorozhdeniya Zapadnoy Sibiri (Kuznetskiy, Gorlovskiy, Zapadno-Sibirskiy, basseyny; mestorozhdeniya Altayskogo kraya i Respubliki Altay). M.: OOO «Geoinformtsentr»; 2003. 604 p., il. (Bibliogr. s. 586-596). ISBN 5-900357-88-0. ISBN 5-900357-15-3.
3. Travin A.B., Senderzon E.M., Shorin V.P., Gromova T.A., Ivan'kova Ye.Ye., Permina K.S., Popova Ye.M., Shugurov V.F., Yusupov T.S. Atlas verkhnepaleozoyskikh ugley Kuznetskogo basseyna. Pod red. I.N. Zvonareva. Novosibirsk: Nauka; 1966. 368 s.
4. Zaostrovskiy A.N. Petrograficheskaya kharakteristika ugley balakhonskoy i kol'chuginskoy seriy Kuzbassa. Uglekhiymiya i ekologiya Kuzbassa: XIII Mezhdunarodnyy Rossiysko-Kazakhstanskiy Simpozium: sb. tez. dokl. 15-17 okt. 2024. g. Kemerovo: FITS UUKH SO RAN; 2024. 68 p.
5. Yeremin I.V., Lebedev V.V., Tsikarev D.A. Petrografiya i fizicheskiye svoystva ugley. M.: Nedra; 1980. 263 p.
6. Zolotukhin Yu.A. Primeneniye reflektogrammnogo analiza pri issledovanii ugley i shikht. *Koks i khimiya*. 2002; 8:2–13.
7. Zolotukhin Yu.A. O vzaimosvyazi pokazatelya otrazheniya vitrinita ugley, smesey ugley i shchikht s nekotorymi kharakteristikami ikh kachestva. *Koks i khimiya*. 2018; 4:14–28.
8. Zhemchuzhnikov Yu.A., Ginzburg A.I. Osnovy petrologii ugley. M.: Izd. AN SSSR; 1960. 400 s.
9. Ammosov I.I. [et al.] Petrograficheskiye osobennosti i svoystva ugley. M.: Izd-vo AN SSSR; 1963. 380 p.
10. Zaostrovskiy A.N. Zavisimost' mekhanicheskoy prochnosti koksa ot summy otoshchayushchikh komponentov. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2021; 6(148):40–47. DOI: 10.26730/1999-4125-2021-6-40-47.
11. Gofman M.V. Prikladnaya khimiya tvordogo topliva. M.: Gos. nauch.-tekhn. izd-vo po chorn. i tsvet. metallurgii; 1963. p. 600.
12. Shtakh E. [et al.] Petrologiya ugley. M.: «Mir»; 1978. 554 p.
13. Petrograficheskiy kodeks Rossii. S.-Peterburg: Izd-vo VSEGEI; 2009. 160 p.
14. Artser A.S., Protasov S.I. Ugli Kuzbassa: proiskhozhdeniye, kachestvo, ispol'zovaniye. Kn. 1. Kemerovo: Izd. Kuzbass. gos. tekhn. un-ta; 1999. 177 p.
15. Artser A.S., Protasov S.I. Ugli Kuzbassa: proiskhozhdeniye, kachestvo, ispol'zovaniye. Kn. 2. Kemerovo: Izd. Kuzbass. gos. tekhn. un-ta; 1999. 168 p.

© 2025 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Anatoly N. Zaostrovsky, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry SB RAS (650000, Russia, Kemerovo, Sovetsky pr., 18), Ph. D. tech. Sciences, Associate Professor, e-mail: catalys01@rambler.ru

Anna V. Petrushina, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry SB RAS (650000, Russia, Kemerovo, Sovetsky pr., 18), Ph. D. pedag. Sciences, Associate Professor, e-mail: a-petrushina@inbox.ru

Contribution of the authors:

Anatoly N. Zaostrovsky – statement of the research problem, scientific management; review of relevant literature; conceptualization of the study; data collection and analysis; conclusions, text writing.

Anna V. Petrushina – scientific management; review of relevant literature; conceptualization of the study; data collection and analysis; conclusions, text writing.

All authors have read and approved the final manuscript.

