

УДК 662.741.3.022.001.5

DOI: 10.15372/KhUR20160311

## Петрографический состав коксовых углей Кузнецкого бассейна

А. Н. ЗАОСТРОВСКИЙ<sup>1</sup>, Н. А. ГРАБОВАЯ<sup>1</sup>, З. Р. ИСМАГИЛОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт углехимии и химического материаловедения  
Федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения РАН,  
проспект Советский, 18, Кемерово 650000 (Россия)

E-mail: catalys01@rambler.ru

<sup>2</sup>Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН,  
проспект Академика Лаврентьева, 5, Новосибирск 630090 (Россия)

### Аннотация

Рассмотрены изменения петрографического состава некоторых проб углей одной марки, отобранных с разных месторождений Кузнецкого бассейна (с севера на юг). Выявлено, что суммарное содержание компонентов групп витринита и семивитринита изменяется своеобразно.

**Ключевые слова:** уголь, петрографический анализ угля, показатель отражения витринита, мацералы угля, рефлектограмма

### ВВЕДЕНИЕ

Главная особенность ископаемых углей заключается в их петрографической неоднородности, которая проявляется макроскопически в сложении пластов и отдельных штUFFов угля, а также при микроскопическом изучении в тонких шлифах и аншлифах. Информация о петрографическом составе и степени метаморфизма углей – одно из неперемняемых условий рациональной переработки энергетического и нетопливного использования углей, при их при обогащении и коксовании, при получении синтетических жидких продуктов и т. д. [1].

Первые петрографические исследования углей Кузнецкого бассейна были проведены М. Д. Залесским в 1915 г. Результаты исследований отражены в специальном атласе [2], где приведены данные по количественной характеристике отдельных петрографических особенностей углей и подробно описана ис-

тория углепетрографических изысканий. При этом, несмотря на длительный период изучения, петрографическими исследованиями охвачены угольные пласты далеко не всех месторождений бассейна [1]. Для выполнения систематических исследований в Институте углехимии и химического материаловедения СО РАН составлен и продолжает пополняться современный банк данных углей Кузнецкого бассейна. Пластовые пробы углей помещены в герметичные контейнеры в среде инертного газа и находятся в специально оборудованном хранилище (рис. 1). Номенклатура образцов включает угли практически всех угледобывающих предприятий.

Объектом исследования служили каменные угли марки КС (коксовый слабоспекающийся). Угли Кузнецкого бассейна служат основной сырьевой базой для производства доменного и литейного кокса. Для покрытия дефицита коксующихся марок углей за счет вовлечения марки КС, относящейся к отощаю-



Рис. 1. Образцы банка данных углей Кузбасса.

щей присадке, необходимы данные об обязательном комплексе показателей, характеризующих коксуюемость, а также о петрографическом составе этих углей. Образцы проб углей отобраны таким образом, чтобы выявить характер метаморфизма одной марки угля в направлении с севера на юг Кузнецкого бассейна. Все угли относятся к балахонской серии, в которой содержание витринита обычно ниже 60 %, а количество фюзенизированных компонентов  $\Sigma$ ОК колеблется в пределах 31–65 % [3].

Цель работы – выявить картину изменчивости и особенности петрографического состава углей, относящихся по генетической классификации к одной марке, но представляющих месторождения с различными географическими условиями на территории Кузнецкого бассейна, где широкое распространение получил региональный метаморфизм.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Технический анализ исследованных углей выполнен по стандартным методикам (табл. 1). Видно, что образцы малозольные и имеют близкие значения выхода летучих веществ.

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 петрографических свойств углей SIAMS 620, аналогично [4].

Анализатор предназначен для измерения показателя отражения витринита каменных углей  $R_{o,r}$  и автоматического построения рефлектограммы распределения его значений. Параметр  $R_{o,r}$  является основным показателем глубины изменения органического вещества углей при метаморфизме. Мацералы группы витринита однородные и обычно количественно преобладают, поэтому их показатель принят как оценочный в определении качества углей. Одновременно с помощью анализатора можно определить петрографический состав пробы и стандартное отклонение  $\sigma_r$ , которое характеризует неоднородность изучаемых проб.

Суть метода заключается в определении количественного содержания групп мацералов в углях точечным методом под микроскопом в отраженном свете в аншлиф-

ТАБЛИЦА 1

Технический анализ исследованных углей марки КС

Месторождение, шахта, ОФ	Зольность, %	Выход летучих веществ, %
ООО «Барзасское товарищество»	4.9	21.4
ООО «Участок Коксовый», г. Киселевск	5.5	18.7
ОФ «Междуреченская»	8.4	18.4

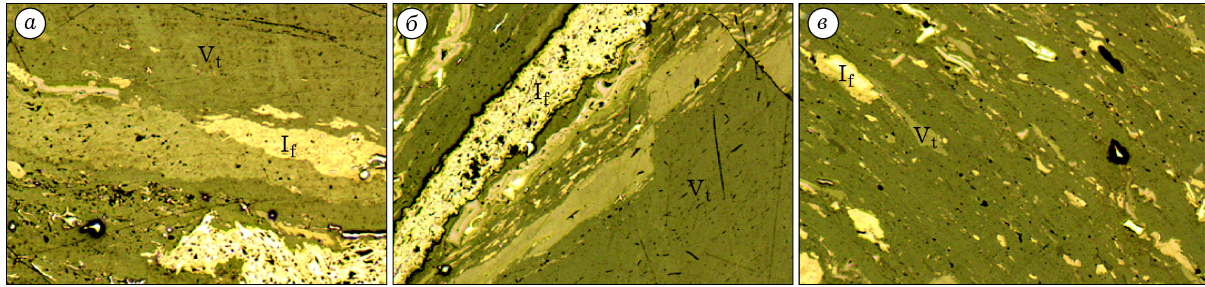


Рис. 2. Микрофотографии проб углей с различных участков: а – ООО “Барзасское товарищество”; б – ООО “Участок Коксовый” (г. Киселевск), в – ОФ “Междуреченская”. Vt – витринит; If – фюзинит. Отраженный свет, масляная иммерсия, ув. 300.

брикетах (ГОСТ Р 55662–2013) при увеличении в 300 раз [5].

Отбор проб производили по ГОСТ 10742.

Представительную порцию воздушно-сухой пробы, измельченной по ГОСТ Р 55663–2013, смешивали со связующим веществом (шеллаком). Из полученной смеси формировали брикет, одну сторону которого шлифовали и полировали на шлифовально-полировальном станке до получения гладкой поверхности без рельефа и царапин для изучения ее под микроскопом в отраженном свете.

Мацералы идентифицировали в иммерсионной среде по их показателю отражения, цвету, морфологии, высоте микрорельефа, структуре, степени ее сохранности, а также по размерам. Их количественное соотношение определялось методом подсчета точек.

Показатель отражения витринита  $R_{0,r}$  определяют при фиксированной длине волны света, равной 546 нм [6]. В измерениях используют иммерсионную жидкость для увеличения контрастности картины, наблюдаемой под микроскопом, что улучшает диагностику отдельных мацералов. Чем выше показатель преломления иммерсионных жидкостей, тем выше

контрастность изображения. В качестве иммерсионной жидкости используется иммерсионное масло с показателем преломления  $n_e = 1.518$  при температуре  $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным технического анализа (см. табл. 1), угли относятся к малозольным, что отвечает требованиям к сырью для коксования. Уголь марки КС во многом соответствует углю марки К, однако фюзениновый состав и низкая степень восстановленности определяет их низкую спекаемость. Коксовые слабоспекающиеся угли преимущественно полуматовые, реже матовые. Угли марки КС используются в коксохимической промышленности в качестве отощающего компонента.

По петрографическому составу угли марки КС представлены следующим образом: в группе витринита основным мацералом является коллинит, а в группе инертинита – фюзинит. Петрографический состав пробы характеризуется пониженным содержанием витринита (31–49 %) и повышенным количеством инертинита (43–55 %).

ТАБЛИЦА 2

Петрографический состав исследованных углей

Месторождение, шахта, ОФ	Петрографический состав, %				Отражательная способность витринита $R_{0,r}$ , %
	Vt	Sv	I	ΣОК	
ООО “Барзасское товарищество”	31	14	55	64	1.145
ООО “Участок Коксовый”, г. Киселевск	38	15	47	57	1.312
ОФ “Междуреченская”	49	8	43	48	1.390

Примечание.  $R_{0,r}$  – показатель отражения витринита (в иммерсионном масле, случайной ориентации); Vt – витринит; Sv – семивитринит; I – инертинит; ΣОК – сумма отощающих компонентов.

Согласно генетической классификации (по характеру исходного растительного материала и процессов накопления, разложения и превращения растительных остатков), разработанных углепетрографами ВСЕГЕИ [7], изученные угли относятся к группе гумолитов, классу гумитов, подклассу фюзенолитов (уголь ООО “Барзасское товарищество”) и подклассу микстолитов (ООО “Участок Коксовый” и ОФ “Междуреченская”).

Под микроскопом заметна выраженная структура угля: среди витринизированного вещества видны крупные фрагменты и наблюдаются обилие мелких обрывков фюзинизированных растительных тканей (рис. 2).

Рефлектограммы углей ООО “Барзасское товарищество” и ОФ “Междуреченская” (см. рис. 2, а, в) симметричны, что указывает на отсутствие примесей углей близлежащих марок. Для рефлектограмм (рис. 3) характерен минимальный показатель петрографической неоднородности ( $\sigma_r = 0.045, 0.106$  и  $0.080$  % соответственно), что говорит о стабильности химико-петро-

графических параметров этих углей. Рефлектограммы для всех образцов не имеют разрывов.

Закономерности изменения петрографического состава углей отражают изменчивость палеогеографических и палеотектонических условий на территории Кузнецкого бассейна. В табл. 2 приведены данные по изменению петрографического состава углей бассейна в направлении с севера на юг Кузбасса. Согласно этим данным, для балахонской серии углей суммарное содержание компонентов групп витринита и семивитринита изменяется своеобразно. На юге Кузбасса угли марки КС (ОФ “Междуреченская”) характеризуются более высоким суммарным содержанием группы витринита и семивитринита (57 %). К средним горизонтам (ООО “Участок Коксовый”, г. Киселевск) сумма витринита и семивитринита в целом уменьшается (53 %) и в северном направлении (ООО “Барзасское товарищество”) их количество уменьшается до 45 %. Обратная картина изменчивости наблюдается для инертинита I (с 55 до 43 %) и суммы отощающих компонентов  $\Sigma$ ОК (см. табл. 2), где содержание в углях монотонно (с 64 до 48 %) уменьшается с севера на юг бассейна, преимущественно вдоль длинной оси Кузнецкой котловины [8, 9].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности изменения петрографического состава углей марки КС по направлению распространения с севера на юг балахонской серии Кузбасса проявляются в увеличении содержания витринита, уменьшению содержания инертинита I и суммы отощающих компонентов  $\Sigma$ ОК. Это свидетельствует о том, что угли Кузбасса представлены, главным образом, витринитом и инертинитом, причем увеличение содержания компонентов одной группы сопровождается уменьшением содержания другой группы. Кроме того, изменчивость петрографического состава обусловлена тем, что угли всех свит балахонской серии в основном гумусовые, автохтонные, т. е. образовались на месте произрастания исходного растительного материала. Перемещение данного материала на значительные расстояния (аллохтонное накопление) проявляется в значительно меньшей степени.

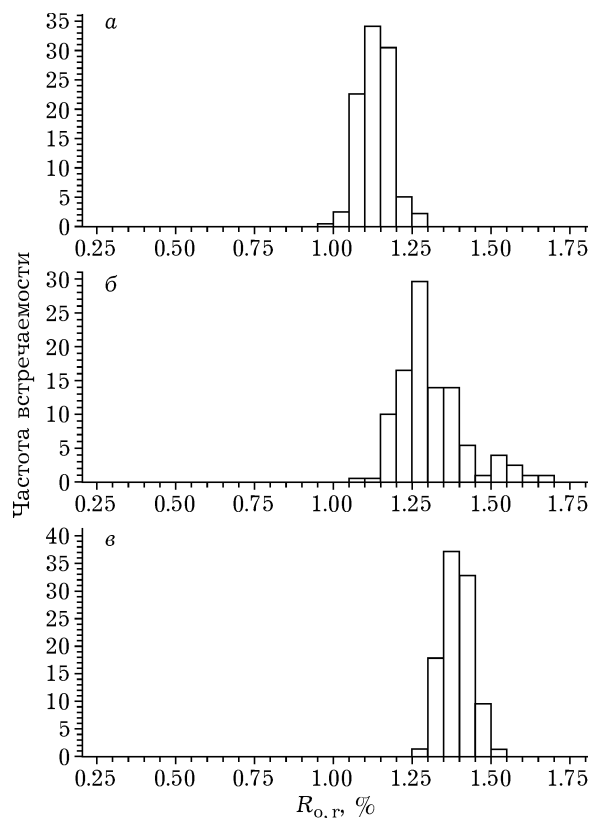


Рис. 3. Рефлектограммы углей: а – ООО “Барзасское товарищество”, б – ООО “Участок Коксовый” (г. Киселевск), в – ОФ “Междуреченская”.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Петрология палеозойских углей СССР (VIII Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона) / Отв. редактор И. В. Еремин. М.: Недра, 1975. 215 с.
- 2 Травин А. Б., Сендерзон Э. М., Шорин В. П., Громова Т. А., Иванькова Е. Е., Пермитина К. С., Попова М. Е., Шугуров В. Ф., Юсупов Т. С. Атлас верхнепалеозойских углей Кузнецкого бассейна / Под ред. И. Н. Звонарева. Новосибирск: Наука, 1966. 368 с.
- 3 Еремин И. В., Лебедев В. В., Цикарев Д. А. Петрография и физические свойства углей. М.: Недра, 1980. 263 с.
- 4 Заостровский А. Н., Журавлева Н. В., Потоккина Р. Р., Грабовая Н. А., Исмагилов З. Р. // Химия уст. разв. 2015. Т. 23, № 2. С. 131.
- 5 ГОСТ Р 55662–2013. Методы петрографического анализа. Ч. 3. Методы определения мацерального состава. М.: Стандартинформ, 2014. 14 с.
- 6 ГОСТ 9414.1. Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического анализа. Ч. 1. Словарь терминов. М.: Изд-во стандартов, 1995. 23 с.
- 7 Петрографический кодекс России. С.-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 160 с.
- 8 Арцер А. С., Протасов С. И. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1. Кемерово: Изд. Кузбас. гос. техн. ун-та, 1999. 177 с.
- 9 Арцер А. С., Протасов С. И. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 2. Кемерово: Изд. Кузбас. гос. техн. ун-та, 1999. 168 с.

