

УДК 662.741.3.022.001.5

DOI: 10.15372/KhUR20150204

## Петрографический анализ углей Печорского бассейна

А. Н. ЗАОСТРОВСКИЙ<sup>1,2</sup>, Н. В. ЖУРАВЛЕВА<sup>3</sup>, Р. Р. ПОТОКИНА<sup>3</sup>, Н. А. ГРАБОВАЯ<sup>1</sup>, З. Р. ИСМАГИЛОВ<sup>1,2,4</sup>

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

E-mail: catalys01@rambler.ru

<sup>2</sup>Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, ул. Весенняя, 28, Кемерово 650000 (Россия)

<sup>3</sup>ОАО “Западно-Сибирский испытательный центр”, ул. Орджоникидзе, 9, Новокузнецк 654006 (Россия)

E-mail: main@zsisic.ru

<sup>4</sup>Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН, проспект Академика Лаврентьева, 5, Новосибирск 630090 (Россия)

E-mail: zri@catalysis.ru

### Аннотация

С использованием метода петрографического анализа исследованы угли Печорского бассейна Усинского месторождения. Показано, что угли характеризуются близким петрографическим составом и согласно классификации по генетическим и технологическим параметрам относятся к марке Ж (жирные). На основании полученных данных угли можно рекомендовать в качестве сырья для производства металлургического кокса.

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

### ВВЕДЕНИЕ

Усинское месторождение Печорского угольного бассейна (запасы оцениваются в 1.46 млрд т) расположено в 40–50 км к юго-западу от Воркутского месторождения. Площадь его равна 360 км<sup>2</sup> при протяженности 50 км по простиранию угленосной толщи. Месторождение расположено в бассейне р. Усы, ее правый приток р. Сейда дважды почти вкрест простирания пересекает угленосную толщу. В геологическом строении месторождения принимают участие пермские, верхнемеловые и четвертичные отложения. Промышленная угленосность приурочена к отложениям рудницкой подсвиты, в разрезе которой вы-

деляется более 30 угольных пластов и пропластков. Свыше 42 % общих геологических запасов Печорского бассейна залегает на глубине до 600 м. Это характеризует запасы бассейна (в их разведанной части) как относительно легкодоступные для эксплуатации.

По запасам Печорский угольный бассейн занимает второе место в России и включает в свой состав всю гамму ископаемых углей. Большинство разрабатываемых месторождений бассейна по сложности геологического строения, выдержанности мощности пластов и качеству углей относится к 1-й и 2-й группам согласно “Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых”.

Усинское месторождение наиболее привлекательно для промышленного освоения, так как на его территории сосредоточены высококачественные жирные угли. На это указывают технологические свойства угольных пластов (выход летучих веществ, толщина пластического слоя, отражательная способность витринита) [1].

Для определения направлений рационального использования углей, их генезиса и классификации, природы исходных органических материалов широко используется петрографический анализ. Одним из основных технологических показателей углей является отражательная способность витринита, который отличается высоким выходом летучих веществ и определяет коксуюемость углей. Экзинит обладает слабыми коксующими свойствами и характеризует пластические свойства углей. Качество кокса можно заметно повысить путем подбора состава шихт из отдельных мацералов в определенном соотношении.

Цель данного исследования – изучение петрографических характеристик углей Печорского угольного бассейна Усинского месторождения для оценки использования их в качестве сырья для коксохимической промышленности.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Технический анализ углей проводили по стандартным методикам. Выход летучих веществ ( $V^{\text{daf}}$ , %) определяли как потерю массы навески угля при нагревании без доступа воздуха за вычетом потери массы, обусловленной влажностью пробы и пересчитанное на сухое беззольное состояние топлива. Испытания проводились при температуре 900 °С в течение 7 мин. Аналитическую влагу ( $W$ , %) определяли как потерю массы навески угля при нагревании в сушильном шкафу при 105–110 °С до постоянной массы. Для определения зольности ( $A$ , %) пробу угля озольли в муфельной печи, нагреваемой с определенной скоростью до температуры (815±10) °С, и выдерживали при этой температуре до постоянной массы. Зольность (в %) рассчитывали по массе остатка после прокаливании.

Для проведения количественного микроскопического анализа в отраженном свете использовали аншлиф-брикеты. Твердый

образец изготовлен из частиц представительной пробы измельченного угля и связующего вещества, имеет определенную форму, одна сторона которого отшлифована и отполирована. Суть метода заключается в определении количественного содержания групп мацералов в углях точечным методом под микроскопом в отраженном свете при увеличении в 300 раз в аншлиф-брикетах [2].

Определение показателя отражения проводилось в иммерсионном масле. По этому параметру мацералы углей различаются между собой. Самый высокий показатель отражения характерен для мацералов группы инертинита, минимальный – для мацералов группы липтинита; витринит в этом ряду занимает промежуточное положение. Показатель отражения витринита  $R_{\text{o,r}}$  – основной параметр при диагностике углей под микроскопом – определяли при фиксированной длине волны света, равной 546 нм [3].

Содержание групп мацералов и минеральных включений в угле рассчитывали как отношение количества точек определяемого компонента к общему количеству точек при подсчете. Количество групп мацералов проводили в расчете на уголь без минеральных включений [4].

Измерения показателя отражения витринита углей Усинского месторождения проводили на автоматизированном комплексе оценки марочного состава углей и угольных смесей SIAMS 620 в автоматическом и ручном (экспертном) режимах. Анализатор предназначен для одновременного выполнения петрографического и рефлектограммного анализа

ТАБЛИЦА 1

Технический анализ исходных углей

Номер пробы	Глубина отбора, м	$A^{\text{d}}$ , %	$V^{\text{daf}}$ , %
1	351.50–351.78	11.8	33.2
2	163.93–164.21	5.9	33.8
3	423.49–423.77	7.1	35.0
4	422.97–423.25	6.6	34.6
5	428.74–428.68	5.0	32.0

Примечание.  $A^{\text{d}}$  – зольность на сухую массу;  $V^{\text{daf}}$  – выход летучих веществ на сухую беззольную массу.

углей и угольных смесей. Комплекс SIAMS 620 позволяет в автоматическом режиме регистрировать петрографические составляющие угля, производить подсчет мацералов и минеральных включений, определять показатель отражения витринита и строить рефлектограммы показателя  $R_{o,r}$  [3].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из данных табл. 1 следует, что угли относятся к среднезольным и высокзольным, мало- и среднесернистым (1–2 %). Обогаемость углей трудная и очень трудная [6].

Результаты петрографического анализа показаны в табл. 2 и на рис. 1. Видно, что рефлектограммы углей симметричные и свидетельствуют об отсутствии в образцах примесей углей близких марок.

Петрографический состав изученных углей представлен мацералами четырех групп: витринита, семивитринита, инертинита и липтинита, а также минеральными включениями (рис. 2). Основные углеобразующие компоненты углей Усинского месторождения – мацералы группы витринита и семивитринита, которые представлены телоколлинитом, десмоколлинитом, телинитом 1,2. Мацералы группы витринита имеют серый цвет в отраженном свете.

Мацералы группы семивитринита занимают промежуточное положение между группами витринита и инертинита. Семивитринит в основном представлен мацералами семиколлинита.

ТАБЛИЦА 2

Петрографические характеристики углей (марки Ж)

Номер пробы	$R_{o,r}$ , %	Содержание, %			
		Vt	Sv	I	ΣОК
1	0.843	77	3	20	22
2	0.927	56	10	34	41
3	0.903	90	2	8	9
4	0.939	66	8	26	31
5	0.995	76	4	20	23

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

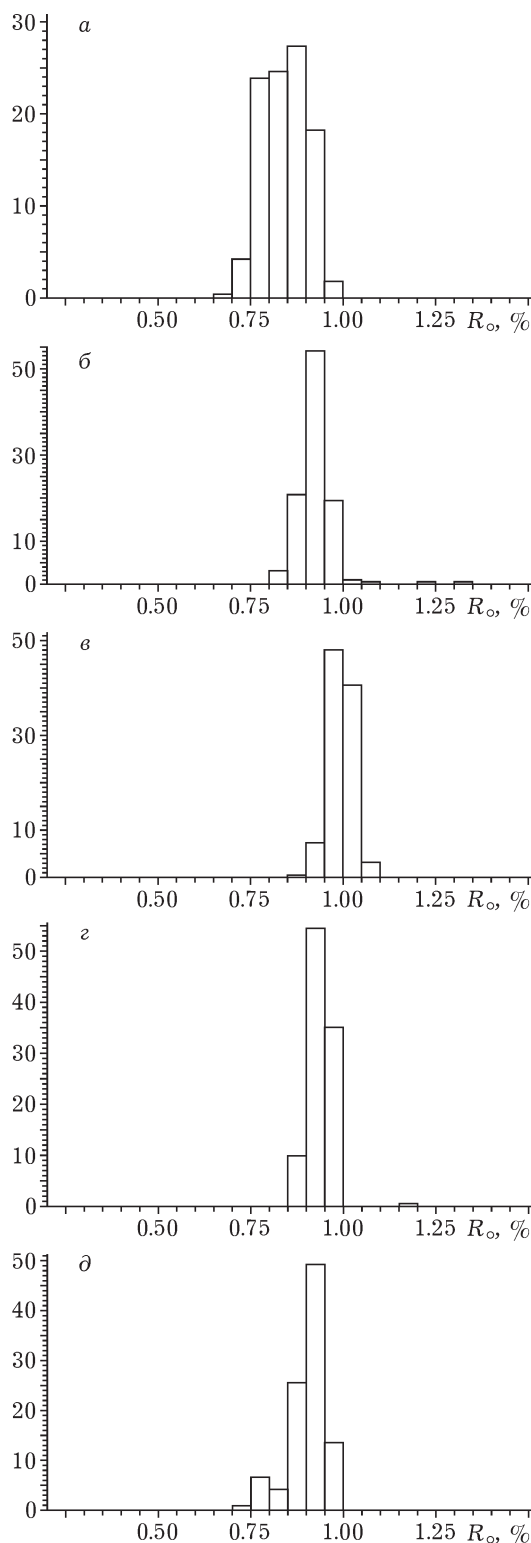


Рис. 1. Рефлектограммы углей Печорского бассейна Усинского месторождения: а–г – пробы углей № 1–5 соответственно; по оси Y – частота встречаемости витринита, %

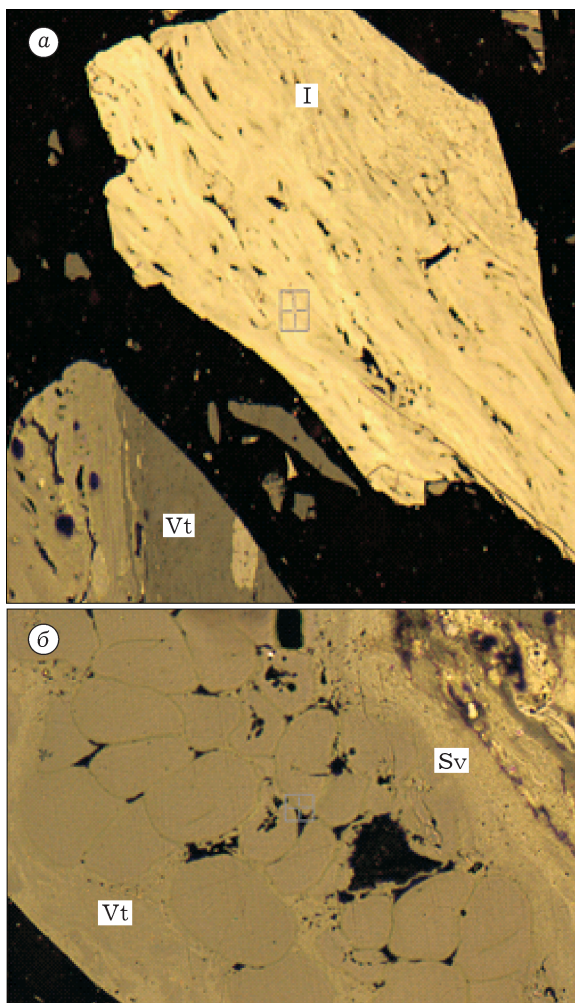


Рис. 2. Микрофотографии проб № 2 (а) и № 3 (б). Отраженный свет, масляная иммерсия, ув. 300. Vt – витринит, I – инертинит, Sv – семивитринит.

Мацералы этой группы в отраженном свете не имеют рельефа, цвет их белый или светло-серый.

Мацералы группы инертинита представлены отдельными хорошо выраженными фрагментами. В отраженном свете для данной марки углей (Ж) характерны высокий рельеф и цвет от белого до желтовато-белого.

Мацералы группы липтинита представлены в небольших количествах (от единичных включений до 2 %). Липтинит наблюдается в виде волокнистых коричневых полос различной ширины.

Минеральная часть представлена включениями пирита. Пирит в отраженном свете встре-

чается в виде округлых включений желтого цвета. Среди минеральных примесей преобладают глинистое вещество и кварц. Карбонаты и сульфиды имеют подчиненное значение.

Проведенные исследования показали, что представленные пробы углей Усинского месторождения по петрографическому составу близки между собой, несмотря на различную стратиграфическую глубину залегания, относятся к одной стадии метаморфизма и, согласно единой классификации углей, по генетическим и технологическим параметрам соответствуют марке Ж (жирные) [7].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным углепетрографических и углехимических анализов исследованные угли Усинского месторождения относятся к марке Ж – ценному виду коксующихся углей. Кокс, полученный из такого угля, отличается высокими показателями структурной прочности. Таким образом, данные угли можно рекомендовать в качестве ценного сырья для коксохимического производства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бредихин И. С., Гранович И. Б., Дедеев В. А., Куклев В. П., Пичугин И. В., Степанов Ю. В., Телехов Л. П., Шипунов А. П. Коксующиеся угли Печорского бассейна. Сыктывкар: изд. Ин-та геологии, Коми филиал АН СССР, 1985. 129 с.
- 2 ГОСТ Р 55662–2013. Методы петрографического анализа. Ч. 3. Методы определения мацерального состава. М.: Стандартинформ, 2014. 14 с.
- 3 ГОСТ 9414.1. Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического анализа. Ч. 1. Словарь терминов. М.: Изд-во стандартов, 1995. 23 с.
- 4 Августевич И. В. Стандартные методы испытания углей. Классификация углей. М.: НТК “Трек”, 2008. 367 с.
- 5 ГОСТ Р 55663–2013. Методы петрографического анализа углей. Ч. 2. Метод подготовки проб углей. М.: Стандартинформ, 2014. 25 с.
- 6 Основные направления развития угольной и горно-рудной промышленности республики Коми до 2020 года. Сыктывкар: изд. Мин-ва разв. пром-сти, транспорта и связи Республики Коми, 2011. 65 с.
- 7 ГОСТ 25543–2013. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. М.: Стандартинформ, 2014. 19 с.