

ИССЛЕДОВАНИЕ БУРЫХ УГЛЕЙ АЗЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.К. Вымятнин

Научные руководители: доцент кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики С.Г. Маслов, ассистент кафедры геоэкологии и геохимии С.С. Ильенко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время уголь рассматривается не только в топливно-энергетическом контексте, но и в качестве сырья для химической промышленности. Поэтому, комплексное использование химического и энергетического потенциала угля является одной из важнейших задач, которую необходимо решать при его переработке. В частности бурые угли могут быть использованы для получения битумов и гуминовых кислот, а также как источник обширной группы благородных, редких и рассеянных металлов. В связи с вышесказанным назрела необходимость получения новых данных о содержании гуминовых кислот и битумов, а также редкометалльным потенциале углей Азейского месторождения. Данные, полученные в ходе настоящего исследования, могут стать основой при разработке методик по изучению форм нахождения редких элементов в углях и золошлаках и последующей разработки методик по извлечению редких элементов из углей и золошлаков. В связи с этим данная работа является актуальной.

Объектом исследования в данной работе является Азейское месторождение Иркутского угольного бассейна. Месторождение расположено в 10 км юго-восточной города Тулун и приурочено к эрозионно тектонической депрессии в палеозойских отложениях. Угли месторождения – зрелые бурые марки 3Б. Запасы месторождения по категориям А+В+С1 на 2002 г. оценивались в 362,6 млн т [5]. Угли месторождения характеризуются повышенными содержаниями группы литофильных редких элементов (Lu, Yb, Sm, Eu, La, Ce, Nd, Th, Hf, Sc, Ta) относительно среднего содержания в бурых углях мира [1]. Для исследования были отобраны 4 пробы: Аз-27-09, Аз-29-09, Аз-31-09, Аз-41-09.

Целью данной работы является исследование группового состава углей для определения возможных вариантов их промышленного использования, а также изучение форм нахождения редких элементов в бурых углях Азейского месторождения и их золах.

Исследование выхода битумов и гуминовых кислот проводилось согласно ГОСТ 10969-87 и ГОСТ 9517-94, соответственно. Озоление проб с определением зольности проводилось в соответствии с ГОСТ 11022-95 при 800 ± 15 °С. Изучение минеральных форм элементов в углях и золах углей на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S 3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker XFlash 4010 для проведения рентгеноспектрального анализа проводилось в международном инновационно-научном образовательном центре «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии Томского Политехнического университета. Отбор проб для изготовления образцов и последующего электронно микроскопического исследования проводился на основании результатов нейтронно-активационного анализа. Главным критерием отбора было аномальное содержание редких элементов.

В таблице 1 приведены данные технического анализа исходных проб углей Азейского месторождения.

Таблица 1

Данные технического анализа исходных проб углей Азейского месторождения

Объект	Влажность W ^a , %	Зольность A ^d , %
Аз-19-09	7,7	11,9
Аз-27-09	8,8	8,0
Аз-29-09	6,7	9,6
Аз-31-09	7,4	5,2
Аз-41-09	8,6	15,3

В таблице 2 представлены данные о групповом составе углей Азейского месторождения: выход битумов, выход гуминовых кислот, выход остаточного угля, а также потери в ходе проведения исследования.

Таблица 2

Групповой состав углей Азейского месторождения

Объект	Выход битумов, %	Выход гуминовых кислот, %	Выход остаточного угля, %	Σ, %	Потери, %
Аз-19-09	0,6	43,4	49,1	93,1	6,9
Аз-27-09	0,4	10,6	82,5	93,5	6,5
Аз-29-09	0,3	38,7	57,4	96,4	3,6
Аз-31-09	0,3	38,2	56,6	95,1	4,9
Аз-41-09	1,6	22,3	70,7	94,6	5,4

Оценка углей как сырья для извлечения буроугольного воска производится согласно ГОСТ 10969-74 по выходу бензольного экстракта (битума). Угли, используемые в качестве сырья для промышленного процесса извлечения буроугольного воска должны соответствовать следующим требованиям: средний выход битума не

менее 6 %, влажность (W^a) не более 55 – 58 %, зольность (A^d) не более 32 % [2]. Значения выхода бензольного экстракта, полученные в ходе исследования проб углей Азейского месторождения, составляют 0,3 - 1,6 %. На основании этих данных, можно сделать вывод о том, что исследуемые образцы бурых углей для получения буроугольного воска не подходит.

Одним из основных направлений промышленного использования богатых гуминовыми кислотами углей является получение гуминовых стимуляторов роста. Согласно полученным данным пробы углей Азейского месторождения Аз-27-09 и Аз-41-09 отличаются довольно низким выходом гуминовых кислот (10,6 % и 22,3 %, соответственно). Чтобы уголь можно было использовать в качестве сырья для производства гуминовых стимуляторов роста, выход гуминовых кислот должен быть не менее 30% [4]. На основании этого, можно сделать вывод о том, что угли проб Аз-27-09 и Аз-41-09 не пригодны в качестве сырья для данного процесса. Однако, для этой цели пригодны угли проб Аз-19-09, Аз-29-09 и Аз-31-09 выход гуминовых кислот в которых достаточно высок и составляет, соответственно, 43,4 %, 38,7 % и 38,2 %.

Другим важным направлением промышленного использования углей с высоким содержанием гуминовых кислот является получение углещелочных реагентов. Данные вещества применяются для получения буровых растворов, применяемых в осложненных условиях. Зольность A^d углей, используемых для производства углещелочных реагентов, должна составлять не более 25 %, а выход гуминовых кислот (HA)_t быть больше или равен 35 % [4]. Исходя из полученных данных для получения углещелочных реагентов подходят угли проб Аз-19-09, Аз-29-09 и Аз-31-09, так как выход гуминовых кислот данных проб превышает требуемый. Угли проб Аз-27-09 и Аз-41-09 не могут быть использованы в качестве сырья для данного процесса.

В таблице 3 приведено содержание редких элементов в углях Азейского месторождения.

Таблица 3

Элементный состав углей пласта II Азейского месторождения [3]

Код пробы	A^d	Содержание элементов в пробах угля Азейского месторождения, г/т											
		Sc	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Th	U
Аз-19-09	11,1	11,2	21,9	39,9	20,2	4,73	1,1	0,83	2,74	0,42	1,5	3,7	1,3
Аз-27-09	8,3	19,6	8,5	16,4	2,1	2,8	0,8	0,8	2,5	0,4	1,9	3,9	1,4
Аз-29-09	9,9	13,3	34,5	60,0	27,7	5,5	1,3	0,9	2,4	0,3	7,6	16,0	3,5
Аз-31-09	6,6	14,3	13,9	25,9	10,1	3,0	0,8	0,7	2,4	0,3	6,6	12,7	3,8
Аз-41-09	14,3	41,5	81,9	137	69,4	12,5	3,1	2,1	5,3	0,7	3,4	15,7	2,6

Примечание: A^d – зольность сухой массы угля, %.

Аномально высокое содержание редкоземельных элементов и циркония в пробах Аз-29-09 и Аз-41-09 значительно превышает промышленно значимые содержания. В таблице 4 представлены данные о выходе этих элементов во фракциях группового состава бурого угля Азейского месторождения.

Таблица 4

Выход редкоземельных элементов и циркония во фракции группового состава углей
Азейского месторождения

Групповой состав угля	Выход фракций	Выход элементов во фракции, %					
		La	Ce	Yb	Y	Sc	Zr
Исходный уголь	100	100	100	100	100	100	100
Битум	0,31	2,4	<0,1	0,3	2,6	<0,1	5,5
Гуминовые кислоты	40,1	33,5	38,9	26,1	43,2	37,1	47,5
Остаточный уголь	59,5	64,1	69,1	73,6	54,2	62,6	47,0

Основная масса элементов, представленных в таблице 4, сконцентрирована во фракции остаточного угля. Это свидетельствует о том, что в угле Азейского месторождения данные элементы, по большей части, возможно находятся в минеральной форме.

Содержание элементов, представленных в таблице 4, составляет от 26,1 % до 47,5 %. Это свидетельствует о связи представленных элементов с органическим веществом.

Особенности форм нахождения редких элементов в углях Азейского месторождения необходимо учитывать при разработке технологий комплексной переработки углей и золошлаков этого месторождения.

Литература

1. Ketris M.P., Yudovich Ya.E. Estimations of Clarkes for Carbonaceous biolithes: World averages for trace element contents in black shales and coals // International Journal of Coal Geology. – 2009. – V. 78. – P. 135–148
2. Жарова М.Н., Родэ В.В., Костюков В.А. и др. Основные проблемы получения и использования буроугольного воска // Химия твердого топлива. – 1974. - №6. – С. 105–118.
3. Ильенок С.С., Арбузов С.И. Минеральные формы редких элементов в углях и золах углей Азейского месторождения // Известия Томского политехнического университета. – 2016. – Т. 327. № 2 – С. 6–20
4. Кухаренко Т.А. Окисленные в пластах бурые и каменные угли. – М.: Недра, 1972.- 216 с.
5. Угольная база России. Т. III. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. – 488 с.