

ОБОГАТИМОСТЬ И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ХУШУУТ» В ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

Предварительная обработка и обогащение угля имеют важное экономическое значение, поскольку увеличивают ценность данного сырья на мировом рынке. Результаты исследования с помощью тяжелых жидкостей показали, что угли месторождения «Хушуут» имеют среднюю степень обогатимости. Установлено, что в процессе обогащения получается концентрат с зольностью 5,95% при выходе его в объеме 69,5%. В ходе исследования микроэлементов выявлено, что Be, Ni, As содержатся в органической части угля, а Cd, Pb, Cu, Zn и Cr находятся в его минеральной части.

Ключевые слова: уголь; обогатимость; микроэлементы; месторождение «Хушуут».

Результаты обогащения угля определяют направление использования его органических и неорганических частей. Обогащенные угли могут использоваться как высококачественное топливо или сырье для производства кокса. На международном рынке зольность обогащенных углей составляет 6–10%, а содержание серы – менее 1%. Обогащение осуществляется в зависимости от зольности исходного угля [1]:

- не обогащается, если зольность составляет 7–10%;
- обогащается частично при 10–12%;
- обогащается полностью при 12%.

Использование необогащенного угля приводит к загрязнению окружающей среды посредством выбросов в атмосферу дыма, пыли и золы [2].

Для исследования обогатимости угля и определения содержания микроэлементов в полученных фракциях был проведен ряд экспериментов.

Методология исследования

Исследования по обогащению угля выполнены с помощью набора тяжелых жидкостей на фракции размером 0,5 мм (ГОСТ 4790-93). Содержание микро-

элементов изучено с помощью рентгенофлуоресцентного и эмиссионного спектрального анализа.

Результаты и апробация исследований

Параметры обогатимости угля:

- технологические параметры продуктов обогащения (концентрат, промежуточные продукты, отходы) определяются содержанием золы в данном продукте;
- обогатенность угля определяется на основе анализа фракций по размеру выхода промежуточных продуктов;
- эффективность обогащения угля прямо пропорциональна объему выхода промежуточных продуктов.

Исследования показали, что угли в месторождении «Хушуут» являются высококачественными. Их влажность составляет 0,81%, зольность – 14,31%, содержание летучих веществ – 14,76%, в процессе горения они выделяют 35,91 МДж/кг тепла.

С целью определения обогатимости угля был проведен анализ его различных по плотности фракций согласно ГОСТу 4790-93, результаты которого отражены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты анализа обогатимости угля месторождения «Хушуут»

Удельный вес, г/см ³	Выход фракции, %	Зольность фракции A ^d , %	Легкие фракции		Тяжелые фракции	
			Выход, %	A ^d , %	Выход, %	A ^d , %
< 0,76	9,76	0,54	9,76	0,54	100	15,08
0,76–1,00	27,25	4,85	37,01	3,48	90,24	18,48
1,00–1,30	40,04	9,48	77,05	5,05	62,99	21,95
1,30–1,60	4,12	15,89	81,17	5,67	22,95	28,34
1,60–1,92	2,87	23,05	84,04	12,24	18,83	35,57
1,92–2,28	10,57	31,55	94,61	13,54	15,96	39,15
> 2,28	5,39	40,63	100	15,08	5,39	40,63

Согласно полученным данным, угли месторождения «Хушуут» относятся к II категории с обогатимостью 7,51%; 77,05% выхода всех его фракций относится к легким с плотностью до 1,30 г/см³ (рис. 1). По резуль-

татам исследования видно, что в процессе обогащения угля возможно получение продукта с выходом 69,5% и зольностью 5,95%, если будут использоваться фракции с плотностью до 1,25 г/см³ (рис. 2).

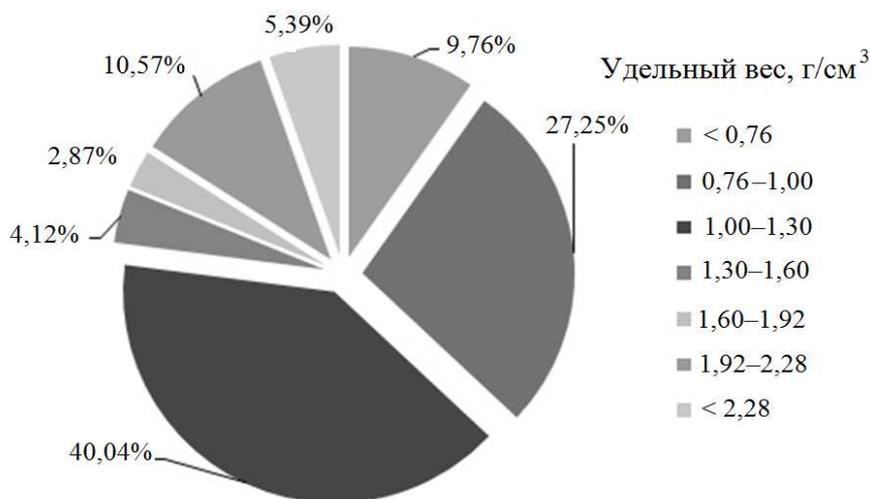


Рис. 1

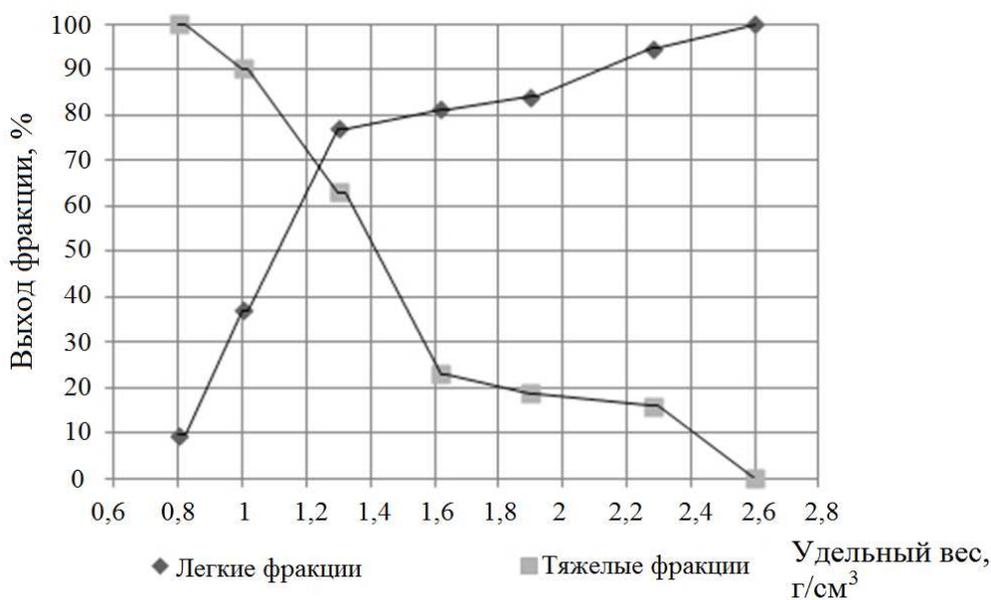


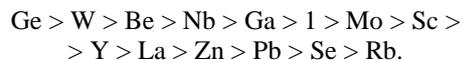
Рис. 2

Формы нахождения элементов-примесей в углях зависят от их содержания, особенностей накопления и степени измененности органического вещества. Микроэлементы могут присутствовать как в органической, так и в минеральной частях. Для изучения характера распределения элементов-примесей используется следующая формула [3]:

$$F = C_{\text{орг}}/C_{\text{мин}}$$

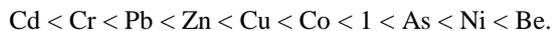
где $C_{\text{орг}}$ – содержание микроэлементов в легких фракциях с плотностью до 1,6 г/см³, $C_{\text{мин}}$ – содержание микроэлементов в тяжелых фракциях с плотностью более 1,6 г/см³.

Если значение коэффициента F больше единицы, то микроэлементы связаны преимущественно с органической частью угля, если меньше – то с минеральной. Характер распределения элементов-примесей в бурых углях, согласно [4, 5], определяет следующий ряд:



В каждой из полученных фракций угля месторождения «Хушуут» были определены следующие опасные для окружающей среды элементы: Be, Cd, Co, Pb, Ni, Cr, Zn, As. Результаты данных исследований представлены в табл. 2.

Значение коэффициента F для Be будет равно 2,48, Ni (1,59), As (1,13), Co (0,71), Cu (0,69), Zn (0,61), Pb (0,59), Cr (0,33), Cd (0,13). Можно сделать вывод, что Be, Ni и As находятся преимущественно в органической части угля, а Cd, Cr, Pb, Zn, Cu, и Co – в минеральной. Характер распределения микроэлементов следующий:



Установлено, что содержания Co, Cu, Cr и Zn закономерно и последовательно растут от легких к тяжелым фракциям угля (рис. 3).

Содержание микроэлементов в разных фракциях обогащения угля месторождения «Хушуут»

Микроэлемент	Удельный вес, г/см ³						
	< 0,76	0,76–1,00	1,00–1,30	1,30–1,60	1,60–1,92	1,92–2,28	> 2,28
Be	0,3	0,3	–	–	–	0,3	–
Cd	–	0,5	0,4	1,4	5,4	8,7	4,0
Co	5,8	4,7	8,9	3,1	12,6	7,8	11,3
Pb	1,7	2,5	2,3	6,0	8,4	5,5	7,3
Cu	0,9	6,8	4,6	6,3	8,0	11,8	10,7
Cr	1,7	3,4	0,2	2,3	7,5	6,9	8,9
Ni	8,2	4,5	5,6	3,3	2,6	3,7	7,3
Zn	3,6	7,5	14,0	8,6	8,0	15,3	25,9
As	0,4	–	–	0,5	–	–	0,8

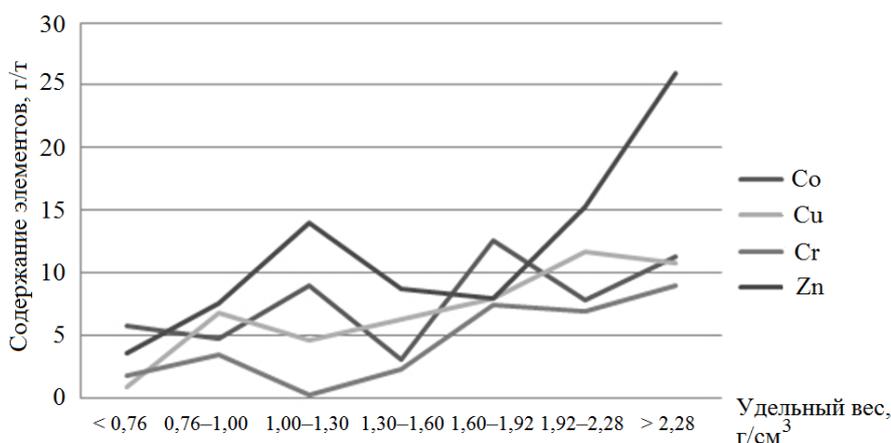


Рис. 3

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Монголия обладает большими ресурсами угля, но он пока используется только для получения электроэнергии. Для повышения эффективности производства энергии, попутного извлечения ценных полезных компонентов и ограничения выбросов в атмосферу вредных актуальной является разработка методов обогащения угольного сырья.

2. Оптимальным порогом обогащения угля месторождения «Хушуут» будет выделение фракции с плотностью до 1,25 г/см³, что обеспечит выход продукта с зольностью 5,95% в объеме 69,5% от исходного.

3. Среди потенциально опасных элементов-примесей в углях месторождения «Хушуут» Be, Ni и As связаны с органической его частью, а Cd, Pb, Cu, Zn и Cr – с минеральной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классен В.И. Флотация углей. М., 1963.
2. Liu Guijian, Yang Pingyue. The advance in environmental study on trace and minor elements in coal // Coal Mine Environmental Protection. 1999. Vol. 13, № 5.
3. Штирт М.Я., Иткин Ю.В. Основные принципы классификации отходов добычи и переработки углей // Химия твердого топлива. 1980. № 2.
4. Ратынский В.М., Штирт М.Я., Юровский А.З. Некоторые актуальные задачи комплексного использования минеральной части ископаемых углей // Химия твердого топлива. 1970. № 2.
5. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург, 2005.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 2 декабря 2011 г.