ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ С ЦОФ «БЕРЕЗОВСКАЯ»

Головачев Андрей Алексеевич

магистрант

Научный руководитель: **Черкасова Татьяна Григорьевна**

д.х.н., профессор

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Аннотация. Изучены состав отходов обогащения угля с АО ЦОФ «Березовская». Установлено, что промпродукт и флотационный кек, образующиеся в результате обогащения угля, содержат в себе большое количество неизвлеченного угля, который можно использовать в качестве топлива. Минеральная часть отходов состоит из матричных элементов, находящихся широкую область применения в строительстве, а также содержит в себе большое количество микрокомпонентов редких и ценных металлов.

Ключевые слова: каменный уголь, отходы обогащения угля, тяжелосредняя сепарация, отсадка, флотация, порода, промпродукт, кек, зольность, химический состав золы.

RESEARCH OF COAL PROCESSING WASTE FROM THE PROCESSING PLANT «BEREZOVSKAYA»

Golovachev Andrey Alekseevich

Scientific adviser: **Cherkasova Tatiana Grigorievna**

Abstract: The composition of coal enrichment waste from the processing plant "Berezovskaya" has been studied. It has been established that industrial products and flotation products formed as a result of coal enrichment contain a large amount of untreated coal, which can be used as fuel. The mineral part of the waste consists of matrix elements that are widely used in construction, and also contains a large number of micro-components of rare and valuable metals.

Keywords: coal, coal enrichment waste, heavy-medium separation, deposition, flotation, rock, industrial product, cake, ash content, chemical composition of ash.

Вопросы экологии в Кузбассе, являющимся главным угольным регионом России и перегруженным промышленными предприятиями, имеют первостепенное значение. При использовании угля, в частности, на предприятиях теплоэнергетики, образуется огромное количество отходов. Золоотвалы постоянно пылят, химические вещества вымываются атмосферными осадками, загрязняя окружающую среду. Вместе с тем, золошлаковые отходы являются сырьевой базой, из которой при комплексной переработке можно извлечь такие ценные компоненты, как алюмосиликатные микросферы, магнитную фракцию, редкие и редкоземельные элементы.

В результате обогащения каменного угля образуются следующие виды отходов: порода, промпродукт и флотационный кек. Химический состав минеральной части отходов обогащения угля представлен самыми разнообразными компонентами [1]. Эти компоненты могут использоваться в производстве строительных материалов, в химической и металлургической промышленности для получения концентратов элементов (как самых распространенных, так и редких, рассеянных и благородных металлов). Для оценки возможности утилизации отходов добычи и переработки каменного угля с извлечением ценных компонентов были проведены исследования материалов, предоставленных АО ЦОФ «Березовская».

В таблице 1 представлены результаты исследования отходов обогащения каменного угля марок Ж (производства ООО «Шахта им. С. Д. Тихова») и КО (производства ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»). Из полученных данных следует, что промпродукт и кек имеют самую низкую зольность. Данные показатели сравнимы с показателями высокозольного топлива, из чего следует вывод о целесообразности переработки данных отходов в энергетических целях. Порода с тяжелосреднего сепаратора и с отсадки, а также флотационные хвосты имеют самую высокую зольность. Содержание угля в данных отходах составляет не более 20 процентов, что не позволяет использовать их в качестве топлива или ресурса для повторного обогащения угля [2,3].

Таблица 1

Технический анализ отходов обогащения каменного угля

№ п/п	Название пробы	Зольность, %	
		Уголь марки Ж	Уголь марки КО
1	Порода с тяжелосреднего сепаратора	85.3	78.7
2	Промпродукт с тяжелосреднего сепаратора	37.7	60.0
3	Порода с отсадки	85.3	64.4
4	Кек с фильтр-прессового отделения	58.5	57.8
5	Флотационные хвосты	80.6	-

С помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра SHIMADZU EDX-7000P был определен химический состав золы, полученной после сжигания образцов отходов. В таблицах 2 и 3 изложены результаты исследования образцов на спектрометре.

Таблица 2

**Ценные компоненты золы, полученной
из отходов обогащения каменного угля марки Ж**

Минеральный компонент	Порода с сепаратора	Промпродукт с сепаратора	Порода с отсадки	Кек с ФПО	Флотационные хвосты
	%(масс.)				
V ₂ O ₅	0.054	0.077	0.058	0.073	0.079
SrO	0.037	0.121	0.035	0.093	0.106
ZrO ₂	0.029	0.022	0.030	0.031	0.034
Rb ₂ O	0.019	0.017	0.021	0.016	0.016
Ir ₂ O ₃	0.007	0.007	0.007	0.006	0.007
Y ₂ O ₃	0.007	0.007	0.005	0.010	0.008
NiO	0.007	0.013	0.009	0.006	0.005
ThO ₂	0.001	-	0.002	-	0.001
Ga ₂ O ₃	0.004	-	0.004	-	0.004
Ag ₂ O	-	-	0.008	-	0.011
Tl ₂ O ₃	-	-	0.001	-	-
PdO	-	-	-	0.016	-
As ₂ O ₃	-	-	-	0.003	-
NbO	-	-	-	0.003	-
MoO ₃	-	-	-	-	0.005

Таблица 3

**Ценные компоненты золы, полученной
из отходов обогащения каменного угля марки КО**

Минеральный компонент	Порода с сепаратора	Промпродукт с сепаратора	Порода с отсадки	Кек с ФПО
	% (масс.)			
V ₂ O ₅	0.031	0.043	0.053	0.064
SrO	0.036	0.063	0.038	0.072
ZrO ₂	0.026	0.029	0.031	0.031
Rb ₂ O	0.006	0.012	0.016	0.014
Ir ₂ O ₃	0.006	0.008	0.007	0.007
Y ₂ O ₃	0.006	0.007	0.006	0.008
Ag ₂ O	0.006	0.002	0.004	0.004
NiO	-	0.009	0.009	0.001
ThO ₂	-	0.001	0.001	0.001
Ga ₂ O ₃	-	-	0.003	0.002
NbO	-	-	0.001	0.001

Химический состав золы представлен, преимущественно, оксидами кремния, алюминия, железа и кальция; в меньшей степени, оксидами магния, калия, натрия, серы, фосфора, титана и марганца. Суммарное содержание этих элементов составляет 99.7-99.8 масс.%. К ценным компонентам минеральной части отходов углеобогащения относятся редкие, рассеянные и редкоземельные элементы. Их суммарное содержание составляет 0.2-0.3 масс.%.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Содержание минеральной части в промпродукте находится в пределах 35.0-60.0 масс.%, в породе – в пределах 65.0-90.0 масс.%, во флотационном кеке – в пределах 40.0-60.0 масс.%. Уменьшение содержания горючей части отходов обогащения каменного угля можно оценить по цепочке «промпродукт с тяжелосредной сепарации – кек с флотации – порода с отсадки – порода с тяжелосредной сепарации». Высокое содержание горючей составляющей в промпродукте и кеке позволяет предполагать их использование в качестве высокозольного топлива. Высокое содержание минеральных компонентов в породе с сепараторов и отсадочных машин не позволяет использовать их в качестве топлива, следует рассматривать возможность использования породы в качестве строительных материалов или же сырья для получения концентратов.

2. Содержание ценных компонентов в отходах обогащения каменного угля составляет не более 0.3 масс.%. Извлечение ценных компонентов может

быть целесообразно только как побочный процесс получения концентратов матричных элементов.

Список литературы

1. Чантурия В. А., Молявко А. Р. Техника и технология обогащения углей. Справочное руководство. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Наука, 1995. 622 с.
2. Федотов К. В., Никольская Н. И., Власова В. В. Экономические и технологические решения проблемы золоотвалов ТЭС // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). № 8. 2003. С. 234-236.
3. Шпирт, М. Я. Использование твердых отходов добычи и переработки углей // М. Я. Шпирт, В. Б. Артемьев, С. А. Силютин. М.: Горное дело, 2013. 432 с.

© А.А. Головачев, 2022