

**УДК 54.062**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ**

Головачев А.А. студент группы ХНм-201, II курс

Научный руководитель: Черкасова Т.Г., д.х.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

### **Введение**

Каменный уголь и по сей день остается одним из важнейших природных ресурсов, который используется во многих отраслях промышленности. После добычи, полученный каменный уголь содержит в себе значительное количество минеральных примесей, представляющих собой фрагменты горных пород. От подобных примесей в угле избавляются на специальных обогатительных фабриках (ОФ) различными физическими и физико-химическими методами.

Полученный угольный концентрат направляется потребителям, а образующиеся отходы обогащения направляются в отвалы. Подобные способы утилизации негативно воздействуют на почвенные и водные ресурсы, а также на атмосферу. Кроме того, предприятия угольной и топливно-энергетической отрасли расходуют значительные средства на транспортировку и складирование твердых отходов, платят за их размещение и загрязнение окружающей природной среды.

Отходы обогащения угольных ОФ представляют собой, по сути, смесь горных пород и угля. Минеральные компоненты этих отходов могут найти применение, как в форме готового материала в строительстве, так и в форме сырья для получения отдельных ценных продуктов.

### **Основная часть**

В качестве материала для исследования были взяты отходы обогащения каменного угля, производимые АО «ЦОФ «Березовская». На данном предприятии каменный уголь обогащается тремя способами, в зависимости от гранулометрического состава поступающего сырья:

1. Тяжелосредная сепарация в магнетитовой суспензии для частиц размером 13-150 мм;

2. Отсадка в водной среде для частиц размером 0,5-13 мм;

3. Флотация для частиц размером 0-0,5 мм.

В результате обогащения образуются 3 основных вида отходов:

- порода (после тяжелосредной сепарации и отсадки);

- промпродукт (в основном, после тяжелосредной сепарации);

- флотационный кек (после флотации) [1].

В рамках исследования отобранные образцы подвергались высушиванию и измельчению, после чего определялась их зольность.

Химический состав минеральной части образцов определялся с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра «SHIMADZU EDX-7000P». В таблице 1 представлены результаты определения зольности отходов обогащения.

Таблица 1

## Зольность отходов обогащения каменного угля

№ п/п	Название пробы	A <sup>d</sup> , %
1	Порода с тяжелосреднего сепаратора	85,3
2	Промпродукт с тяжелосреднего сепаратора	37,7
3	Порода с отсадки	85,3
4	Флотационный кек	58,5

В таблице 2 изложены результаты определения химического состава золы, оставшейся после сжигания образцов. Химический состав золы представлен, преимущественно, оксидами кремния, алюминия, железа и кальция; в меньшей степени, оксидами магния, калия, натрия, серы, фосфора, титана и марганца. К ценным компонентам минеральной части отходов углеобогащения относятся редкие, рассеянные и редкоземельные элементы (выделены полужирным курсивным шрифтом).

Таблица 2

## Химический состав минеральной части отходов обогащения каменного угля

Минеральный компонент	Порода с сепаратора	Промпродукт с сепаратора	Порода с отсадки	Кек
	% (масс.)			
SiO <sub>2</sub>	61,472	47,726	64,310	56,067
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,818	18,004	19,155	18,553
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,337	8,380	4,648	8,474
CaO	5,889	15,660	3,946	8,156
K <sub>2</sub> O	4,202	3,339	4,585	3,821
Na <sub>2</sub> O	1,500	1,450	1,300	1,220
TiO <sub>2</sub>	0,827	0,896	0,845	0,850
SO <sub>3</sub>	0,625	4,004	0,876	2,444
MnO	0,094	0,188	0,067	0,079
ZnO	0,015	0,027	0,016	0,023
CuO	0,009	0,011	0,010	0,011
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,044	0,047	0,059	0,043
PbO	0,003	0,003	0,003	0,002
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<b>0,054</b>	<b>0,077</b>	<b>0,058</b>	<b>0,073</b>
SrO	<b>0,037</b>	<b>0,121</b>	<b>0,035</b>	<b>0,093</b>
ZrO <sub>2</sub>	<b>0,029</b>	<b>0,022</b>	<b>0,030</b>	<b>0,031</b>
Rb <sub>2</sub> O	<b>0,019</b>	<b>0,017</b>	<b>0,021</b>	<b>0,016</b>
Ir <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>	<b>0,006</b>

<i>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	<i>0,007</i>	<i>0,007</i>	<i>0,005</i>	<i>0,010</i>
<i>NiO</i>	<i>0,007</i>	<i>0,013</i>	<i>0,009</i>	<i>0,006</i>
<i>ThO<sub>2</sub></i>	<i>0,001</i>	-	<i>0,002</i>	-
<i>Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	<i>0,004</i>	-	<i>0,004</i>	-
<i>Ag<sub>2</sub>O</i>	-	-	<i>0,008</i>	-
<i>Tl<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	-	-	<i>0,001</i>	-
<i>PdO</i>	-	-	-	<i>0,016</i>
<i>As<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	-	-	-	<i>0,003</i>
<i>NbO</i>	-	-	-	<i>0,003</i>

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 [2,3].

### Заключение

В ходе проведенной работы были исследованы отходы обогащения каменного угля, производимые на ЦОФ «Березовская».

Химический состав минеральной составляющей этих отходов 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.%.

### Список литературы

1. Технологическая инструкция (регламент) «Исследовать и разработать основные требования к технологическим процессам обогащения угля на ОАО ЦОФ «Березовская» - Кемерово, 2013.
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.