

**УДК 662.62/ 552.23/ 67.03**

Н.В. ТОКАРЕВА студент гр. ИЗБ-181 (КузГТУ)  
Научный руководитель О.В. КАСЬЯНОВА к.т.н., доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА**

По запасам и качеству различных видов угля Кузбасс — один из крупнейших эксплуатируемых каменноугольных бассейнов мира. Здесь на сравнительно небольшой территории сконцентрированы мощные угольные залежи, пригодные для коксования, получения жидкого топлива, сырья для химической промышленности и т.д. На 01.01.2021 г. в Кузбассе работает 152 угледобывающих и перерабатывающих предприятия: 40 шахт и 56 разрезов, 56 обогатительных фабрик и установок. В течение 2021 года планируется открыть 4 угольных предприятия [1].

Экологическая и экономическая целесообразность, а также необходимость повторного и многократного использования природных ресурсов является приоритетной задачей государственного регулирования в области охраны окружающей среды. Осуществить этот процесс возможно путём вовлечения части отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья (материалов), которое впоследствии используется для получения готового продукта. Данная область деятельности сейчас является проблематичной; одним из рациональных путей решения её проблем является комплексное освоение месторождений, включающее извлечение из углей и углеотходов большого спектра элементов-примесей, ценных редких и благородных металлов.

Обогащение в тяжелосредних гидроциклонах применяется при переработке мелких классов коксующегося угля и антрацитов очень тяжелой и тяжелой обогатимости (при повышенных требованиях к качеству концентрата — средней обогатимости). Тяжелосредняя сепарация используется для обогащения крупных классов угля и антрацитов очень тяжелой, тяжелой и средней обогатимости, а также для всех категорий обогатимости при содержании класса +13 мм в горной массе более 20% и для угля легкой обогатимости при содержании породных фракций более 30% [2].

В данной работе рассмотрены виды отходов, образующиеся при обогащении углей в цехе коксоаглодоменного производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (г. Новокузнецк), а также предложен способ их переработки в продукты, востребованные промышленностью.

В результате производства угольного концентрата коксующихся углей в углеобогатительном цехе (УОЦ) коксоаглодоменного производства

(КАДП) происходит процесс отделения минеральной составляющей (породы) из каменного угля. В настоящее время на фабрику поступают угли очень трудной категории обогатимости с высоким содержанием шлама: это угли марки ОС разреза «Междуреченский» с участием в шихте до 60% и марки КС шахты «Алардинская» с участием в шихте до 100%.

Нами изучены отходы пород, возникшие при обогащении угольного сырья в тяжелосредних сепараторах и отсадочных машинах (код по ФККО 2 11 333 01 39 5), образованные в результате работы углеобогажительного цеха КАДП АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Объем образования отхода на обогатительной фабрике составляет 800 т/год. В настоящее время данный отход не утилизируется, а размещается на шламохранилище комбината [3]. Характеристики отходов и их химический состав представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

### Качественные показатели отходов УОЦ [3].

№ п/п	Наименование пробы	Влага аналитическая	Зольность	Выход летучих веществ	Теплота сгорания высшая	М.д. серы общей	М.д. углерода общей	Плавкость золы	
								DT	FT
1	Порода сепарации марки КС	0,62	66,1	13,6	8751	0,10	26,8	1472	Более 1500
2	Порода отсадочных машин марки КС	0,74	51,9	13,9	7469	0,15	40,3	1367	1439
3	Порода сепарации марки К	0,74	75,6	11,2	5215	0,11	17,4	1386	1463
4	Порода отсадочных машин марки К	0,81	63,3	13,7	6803	0,15	29,0	1301	1389
5	Флотохвосты	0,82	76,2	17,6	3299	0,25	13,1	1241	1304
6	Порода системы гидроциклонирования	0,98	40,9	12,2	7392	0,17	40,5	1275	1458

Таблица 2

### Химический состав золы и основность отходов УОЦ [3]

Наименование пробы	Химический состав золы шламов											Основность золы
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>	
Порода сепарации и марка КС	51,77	22,30	17,40	1,84	1,29	1,02	1,45	1,144	0,161	0,560	0,54	0,310
Порода отсадочных машин марка КС	54,78	28,16	12,10	3,01	1,23	1,04	1,08	1,227	0,203	0,348	0,45	0,222
Порода сепарации и марка	47,17	23,31	8,96	2,74	0,89	1,37	2,44	1,152	0,230	0,193	0,35	0,233

К												
Порода отсадочных машин марка К	56,37	23,13	9,36	5,17	1,29	1,44	1,91	0,942	0,183	0,240	0,77	0,241
Флотохвосты	46,45	19,96	8,33	16,83	3,24	2,31	0,50	0,343	0,499	0,069	2,06	0,482
Порода системы гидроциклонирования	45,31	21,07	9,08	15,30	3,56	1,31	1,35	0,480	0,650	0,060	0,89	0,461

В таблице 3 представлен прогноз количества образования отхода.

Таблица 3

Прогнозное количество образования отхода «отходы породы при обогащении угольного сырья в тяжелосредних сепараторах и отсадочных машинах» на период 2021-2028 гг. [3]

Наименование	Ед. изм.	Год							
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Прогнозное годовое количество выхода отхода фр. 1-150 мм	тыс.т	790	789	799	758	734	580	836	831

В литературе имеются ссылки [5,6] о возможности использования отходов для получения глинозема. Наличие оксидов в отходах ЦОФ (табл. 2)  $Al_2O_3$  (21,07-28,16%) и  $SiO_2$  (45,31-56,37%) говорит о том, что состав отходов близок к традиционному глинистому сырью. Глинозем представляет собой распространенную природную форму оксида алюминия  $Al_2O_3$  и используется для производства ряда абразивных, огнеупорных, износостойких материалов; он применяется в качестве адсорбентов, электроизолирующих материалов, является сырьем для выплавки первичного алюминия; используется в производстве керамики, стекла, жидкокристаллических экранов. Важнейшее качество глинозема таково: он незаменим в качестве катализатора и носителя катализатора для ряда ключевых промышленных процессов.

В данной работе исследована возможность получения глинозема из отходов угледобычи и углеобогащения способом спекания. В качестве объекта изучения взят отход углеобогащения ЦОФ. К отходу были добавлены мел (для связывания кремнезема) и сода (для получения растворимого алюмината натрия). Извлечение глинозема из отхода проводится по определённой схеме. Спеканию предшествует подготовка шихты: измельчение исходного материала, дозировка компонентов шихты, её смешение и корректировка. Спекание шихты проводят в муфельной печи при температуре 1100 °С. Основная цель спекания шихты состоит в

наиболее возможно полном превращении оксида алюминия в растворимый алюминат натрия, а кремнезема — в малорастворимый двухкальциевый силикат.

После спекания пек охлаждают и направляют на выщелачивание. Цель этого процесса — перевести как можно больше оксида алюминия и оксидов натрия и калия в алюминатный раствор, а также отмыть оставшийся шлам от алюминатного раствора. Выщелачивание проводится горячим насыщенным содовым раствором, после чего происходит обескремнивание раствора, состоящее из двух стадий. На первой стадии создаются условия для наиболее полной кристаллизации гидроалюмосиликата натрия. Вторая стадия заключается в глубоком обескремнивании. Для более полного осаждения кремнезема из раствора используется малая растворимость кремнийсодержащего соединения гидрограната в присутствии гидроксида кальция. В нашем случае обескремнивание было произведено длительным кипячением раствора.

Далее алюминатный раствор подвергается карбонизации для его разложения; при этом через раствор пропускают  $\text{CO}_2$ . В процессе карбонизации щелочь нейтрализуется, а оксид алюминия выпадает в осадок в виде гидроксида алюминия. Карбонизация проводится при температуре  $80^\circ\text{C}$  при постоянном перемешивании в течение 6-8 часов. Выпавший осадок гидроксида алюминия отфильтровывают, а затем направляют на прокаливание в муфельную печь при температуре  $1200^\circ\text{C}$ , в результате чего получается готовый продукт — собственно глинозем. Нами была исследована возможность извлечения 80–85% оксида алюминия, содержащегося в материале.

Перевод угольных шламов в технологически приемлемое сырье позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и получить существенный экономический эффект.

#### Список литературы:

1. Сайт Министерства угольной промышленности Кузбасса — [Электронный ресурс]: <https://mupk42.ru/ru/industry/>
2. Белецкий обогащения угля. Учебное пособие. - Донецк: Восточный издательский дом, – 20с.
3. Инструкция И 899-СООС–01–2013 «Инструкция по эксплуатации полигона твердых бытовых отходов АО «ЕВРАЗ ЗСМК.
4. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ.
5. Лайнер, А. И. Производство глинозема/ А. И. Лайнер, Н. И. Еремин, Ю. А. Лайнер, И. З. Певзнер. М.: Metallurgy, 1978.– 344 с.

6. Позина, М.Б., Балабанович Я. К. Технология глинозема и щелочей. Л.: Изд-во Сев.-Зап. заочн. политехн. ин-та, 1979. – 77 с.