

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА

Н.И. Беломеря, А.Ю. Шевченко  
Донецкий национальный технический университет

*В работе показана возможность использования отходов углеобогащения для получения глинозема (на примере отхода Чумаковской ЦОФ). Отработана технология извлечения глинозема, которая включает подготовку шихты, спекание отхода с мелом и содой, выщелачивание спека, обескремнивание алюминатного раствора, карбонизацию, фильтрование и промывку осадка гидроксида алюминия, его термическое разложение. Предложена технологическая схема производства.*

Глинозем является исходным материалом для производства алюминия. Кроме этого он используется для получения электрокорунда, важнейших видов огнеупоров (муллитовых, муллитокорундовых, корундовых), технической керамики, легковесной огнеупорной керамики, для нанесения защитных покрытий на металлы, как добавка в стекольную шихту при варке различных видов стекол (электронно-лучевых телевизионных прямоугольных трубок, стекол, устойчивых к радиоактивным излучениям и нейтронам, оптических стекол, стеклянных волокон, жаропрочной посуды и др.).

Алюминий обладает высокой химической активностью и поэтому в природе встречается только в связанном состоянии в форме различных минералов и горных пород. Около 250 различных минералов содержат алюминий. Свыше 40% алюминиевых минералов представлены алюмосиликатами. Алюминиевые минералы редко встречаются в природе в чистом виде в таких количествах, чтобы образовать промышленные месторождения. Как правило, эти минералы входят в состав горной породы вместе с другими минералами. Основным сырьем для производства глинозема в настоящее время служат бокситы, содержащие от 30 до 70%  $Al_2O_3$  (около 95% мирового производства глинозема). Однако бокситы даже одного месторождения отличаются непостоянством химико-минералогического состава, в том числе и непостоянным содержанием оксида алюминия. Крупнейшими поставщиками бокситов на мировой рынок являются Австралия, Ямайка, Гвинея, Бразилия, которые в последнее время увеличивают собственное производство глинозема и алюминия, сокращая тем самым возможные поставки сырья. В условиях, когда растущий экспорт алюминия из стран СНГ вызывает недовольство

западных конкурентов, некоторые из них предпринимают меры, направленные на сокращение производства алюминия и глинозема в странах СНГ. Поэтому наличие собственной сырьевой базы для производства глинозема становится все более актуальным. Таким сырьем в странах СНГ могут быть нефелины, алуниты, кианиты и другие материалы, в том числе и отходы производства, содержащие глинозем (золы, шлаки ТЭЦ, отходы угледобычи и углеобогащения). Использование последних для Украины, особенно для Донецкой области, является актуальным, поскольку позволяет решить проблему утилизации таких отходов и способствует улучшению экологической ситуации в регионе в целом.

В настоящее время наиболее распространенными способами получения глинозема являются [1,2]: способ Байера (для его осуществления требуются высококачественные бокситы, содержащие небольшое количество сульфидов, карбонатов, органических веществ, имеющие высокий кремнеземистый модуль) и способ спекания, сырьем для которого служат бокситы более низкого качества, нефелины, алуниты, глины, каолины, аргиллиты, сланцы, серициты и другие алюмосиликатные породы, запасы которых практически неисчерпаемы. Поэтому переработка такого сырья способом спекания на глинозем, даже несмотря на пониженное содержание оксида алюминия, вполне целесообразна и выгодна, так как побочными продуктами при этом являются сода, поташ, цемент. Имеется также комбинированный способ Байер-спекание (сочетание способов Байера и спекания в параллельном или последовательном вариантах).

В данной работе исследована возможность получения способом спекания глинозема из отходов угледобычи и углеобогащения, общее количество которых в Донецкой области составляет к настоящему времени около 500 млн. т и используется не более 10 % ежегодного прироста.

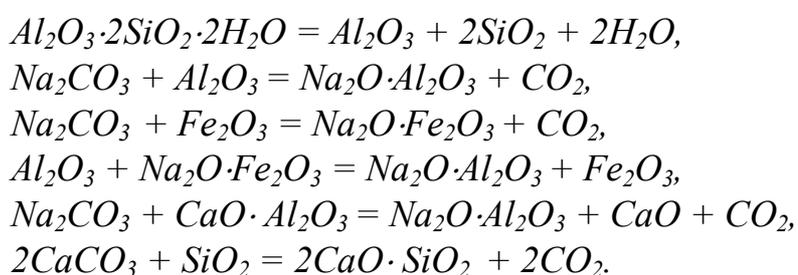
Отходы углеобогащения довольно стабильны по минеральному составу. Они представлены литологическими разновидностями: аргиллиты – 40-55 %, углистые аргиллиты – 7-25 %, алевролиты – 4-10 %, песчаник – 4-10 %. Процентное соотношение составляющих оксидов изменяется только в зависимости от содержания угля в отходах. Количество кремнезема находится в пределах 35-50%, глинозема – 20-30%, оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов – 2-8%, оксидов железа – 2-10%. Зольность отходов – 67-86 %. Гранулометрический состав характеризуется следующим содержанием отдельных фракций (мм): 0,01-0,04 ~ 25 %, 0,04-0,12 ~ 15 %, 0,12-0,25 ~ 12 %, 0,25-0,50 ~ 15 %, 0,50-1,0 ~ 10 %, 1-3 ~ 20 %. Содержащийся в отходах углерод (3-30%) частично компенсирует расход топлива, связанный с затратами тепла на спекание шихты. Отходы угледобычи по химико-минералогическому составу близки к отходам углеобогащения, отличаясь от них более высокой зольностью и

меньшим содержанием угля. Благодаря высокой дисперсности частиц в составе отхода отсутствует необходимость его дополнительного измельчения при приготовлении шихты. Побочным продуктом получения глинозема этим способом является двухкальциевый силикат, образующийся после выщелачивания спека, который может быть использован для производства цемента.

В качестве объекта изучения взят отход углеобогащения Чумаковской ЦОФ, который имеет следующий химический состав (%):  $\text{SiO}_2$  – 53,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 23,8,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 12,1,  $\text{CaO}$  – 2,2,  $\text{MgO}$  – 2,2,  $\text{SO}_3$  – 3,5,  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,9,  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,2. К отходу добавляли в необходимых количествах мел для связывания кремнезема и соду для получения растворимого алюмината натрия.

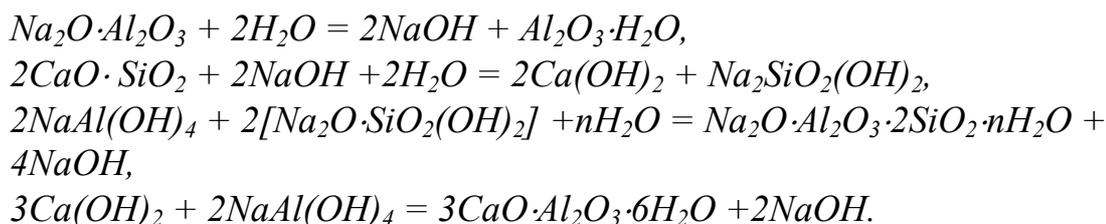
Исследования по извлечению глинозема из отхода проводили по следующей схеме. Спеканию предшествует подготовка шихты, которая сводится к выполнению следующих операций: измельчение исходного материала, дозировка компонентов шихты, смешение и корректировка шихты. Спекание шихты проводили в муфельной печи при температуре  $1100^\circ\text{C}$ .

Основная цель спекания шихты состоит в возможно более полном превращении оксида алюминия в растворимый алюминат натрия, а кремнезема – в малорастворимый двухкальциевый силикат. При этом происходят твердофазные реакции:

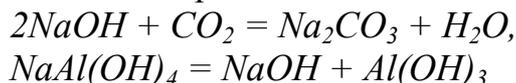


После спекания спек охлаждали и направляли на выщелачивание. Цель этого передела - перевести как можно больше оксида алюминия и оксидов натрия и калия из спека в алюминатный раствор и отмыть оставшийся красный шлам от алюминатного раствора.

Выщелачивание проводили горячим насыщенным содовым раствором. Затем проводили обескремнивание раствора в две стадии. На первой стадии создаются условия для наиболее полной кристаллизации гидроалюмосиликата натрия. Вторая стадия – стадия глубокого обескремнивания. Для более полного осаждения кремнезема из раствора использовали малую растворимость кремнийсодержащего соединения – гидрограната – в присутствии гидроксида кальция. Обескремнивание производили длительным кипячением раствора. При выщелачивании и обескремнивании протекают реакции:



Далее алюминатный раствор подвергали карбонизации для его разложения. При этом через раствор пропускали  $CO_2$ . В процессе карбонизации щелочь нейтрализуется, а оксид алюминия выпадает в осадок в виде гидроксида алюминия.



Карбонизацию проводили при температуре  $80^\circ C$  при постоянном перемешивании в течение 6-8 часов. Выпавший осадок гидроксида алюминия отфильтровывали, а затем направляли на прокаливание (кальцинацию) в муфельную печь при температуре  $1200^\circ C$ , в результате чего получали готовый продукт – глинозем.

Лабораторные исследования показали возможность извлечения 80-85 % оксида алюминия, содержащегося в материале. Предложена технологическая схема получения глинозема из отходов углеобогащения способом спекания, представленная на рисунке.

#### **Библиографические ссылки:**

1. Лайнер А.И. Производство глинозема/ А.И. Лайнер, Н.И. Еремин, Ю.А. Лайнер, И.З. Певзнер. – М.: Металлургия, 1978. – 344 с.
2. Позина М.Б., Балабанович Я.К. Технология глинозема и щелочей. – Л.: Изд-во Сев.-Зап. заочн. политехн. ин-та, 1979. – 77 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

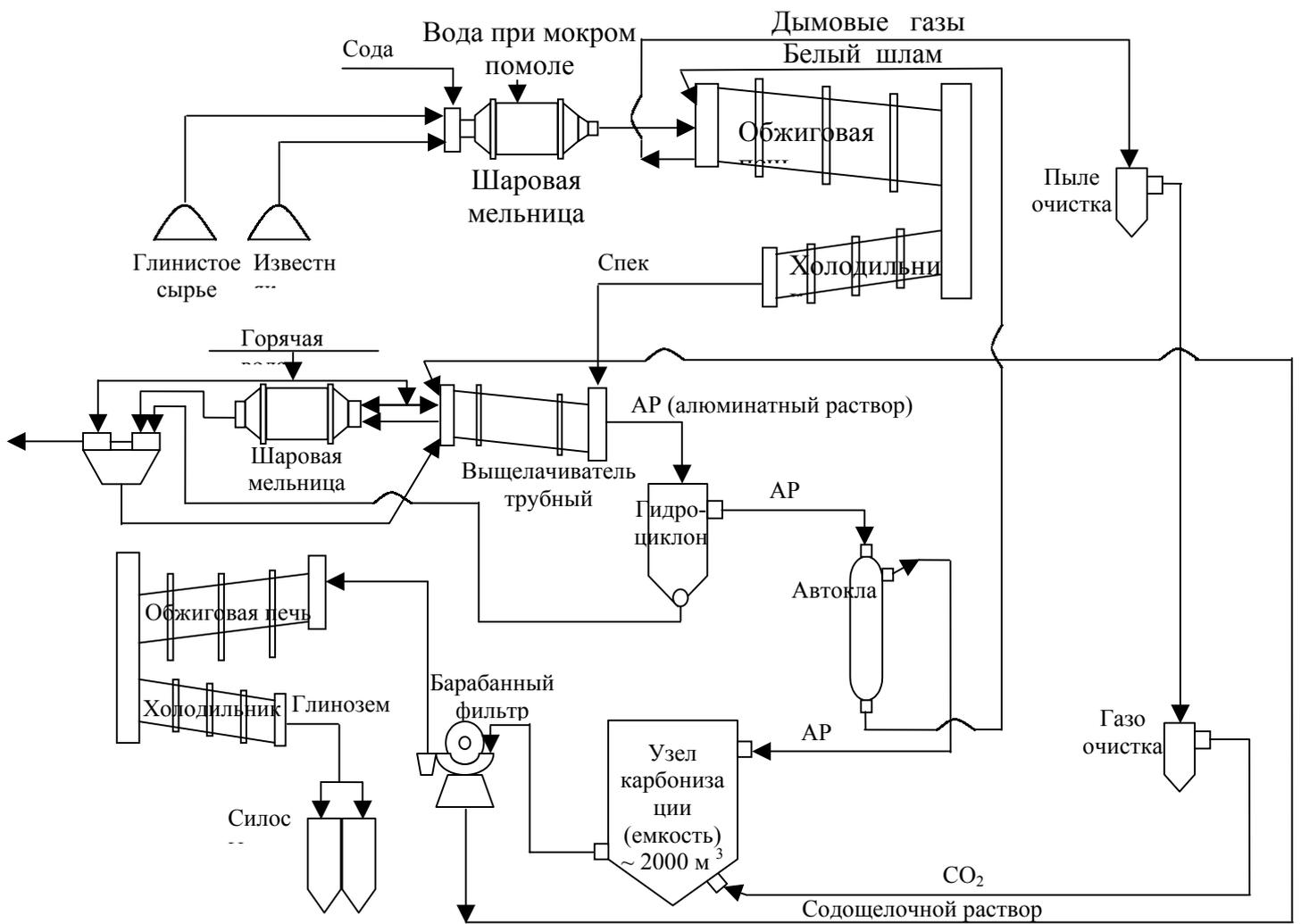


Рисунок – Технологическая схема получения глинозема из глинистого сырья (метод