

Комплексное использование галитовых отходов калийного производства

Резюме. Проанализирована возможность переработки галитовых отходов, образующихся в ходе производственной деятельности ОАО «Беларуськалий», методом электролиза. Экспериментально установлено, что в качестве материала для электродов идеально подходит медь. Предложены направления комплексного использования получаемых в процессе электролиза смесей щелочей и газов в различных отраслях промышленности. В качестве примера описаны методология изготовления плитки тротуарной и мыла и их технические характеристики. Обосновывается целесообразность создания регионального кластера – Солигорского территориально-производственного комплекса.

Ключевые слова: экологическая политика, галитовые отходы, продукты электролиза, калийное производство.

УДК 661.832.002.8



Елена Ходько,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики и экологии Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого



Юрий Серокий,
студент 2-го курса машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого

Государственная политика Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и в сфере обращения с отходами, получаемыми при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, согласуется с принципами рационального природопользования как основы устойчивого развития национальной экономики и направлена на обеспечение снижения негативного воздействия на окружающую среду, здоровье граждан и имущество, а также максимальное вовлечение вторичных ресурсов в оборот [1, 2].

По официальным данным, в 2014 г. на территории страны образовалось 52 529 тыс. т отходов производства. В этом объеме галитовых твердых отходов и глинисто-солевых шламов (продуктов переработки ОАО «Беларуськалий») 62,8%, то есть около 34 млн т [3].

Поскольку степень их использования незначительная (2,2%), они перемещаются на объекты хранения.

Отходы калийной промышленности входят в число наиболее интенсивных источников загрязнения окружающей среды. В районе их складирования происходит засоление почв и подземных вод. Зона негативного влияния ОАО «Беларуськалия», связанного преимущественно с просадками земель, прослеживается на площади 120–130 км².

Цель исследования – оценить возможность переработки галитовых отходов методом электролиза, выявить оптимальный материал электродов для этого процесса и определить эффективные направления использования продуктов электролиза [5].

Галитовый отвал характеризуется следующим химическим составом: KCl – 2,57%; NaCl – 95,19%; MgCl₂ – 0,15%;

CaCl_2 –0,20%; CaSO_4 –0,42%; другие вещества – 1,2% (после отмывания NaCl остается менее 1,3%). Исследования были проведены в 2014 г. в гимназии №2 г. Солигорска Минской области на базе лаборатории физики.

Для приготовления раствора галитового отвала были взяты 200 г образца (основной состав: KCl – 3% (6 г), NaCl – 95% (190 г)) и 400 мл воды. Электролиз длился 24 ч. В ходе анализа электролитической диссоциации были выполнены физико-химические расчеты и составлена характеристика водных растворов KCl и NaCl (таблица).

При проведении электролиза в качестве материала для электродов использовались алюминий, железо, медь.

При электролизе с применением алюминия в качестве катода и анода под действием электрического тока силой 0,8 А анод полностью растворился (до исследований его масса составляла $0,8 \times 10^{-3}$ кг). В итоге реакции катионов алюминия с ионами получившейся в растворе щелочи образовался осадок в виде белого коллоидного вещества, представляющий собой смесь комплексных солей: $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ и $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ и $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$. Масса катода при электролизе уменьшилась на $0,11 \times 10^{-3}$ кг и составила $0,7 \times 10^{-3}$ кг. Раствор электролита после прохождения электрического тока оказался нейтральным. Масса исследуемого образца уменьшилась на 70%, до $62,1 \times 10^{-3}$ кг. Во время прохождения тока через электролит на электродах выделялись газы: на катоде водород, на аноде хлор. Сбор газов проводился с помощью прибора Гофмана. Электролиз длился

практически сутки – 24 ч (при расчетном времени 10,8 ч), что связано с присутствием в растворе ионов других солей.

В результате электролиза водного раствора галитового отвала при использовании железных электродов и силы тока 0,5 А анод массой $1,7 \times 10^{-3}$ кг полностью растворился. Масса катода уменьшилась на 0,003 кг, до $2,77 \times 10^{-3}$ кг. При прохождении электрического тока через электролит в растворе образовались щелочи (гидроксид калия и гидроксид натрия) и осадок оксида железа (III) бурого цвета. Водородный показатель pH раствора был равен 10. Масса образца – $62,1 \times 10^{-3}$ кг. На электродах выделялись газы: водород (на катоде) и хлор (на аноде). Время электролиза составило 24 ч, расчетное – 17,24 ч.

Медь в качестве электродов подходит идеально. Так, в ходе исследования масса анода и катода, изготовленных из этого металла, практически не изменилась и составила соответственно $2,9 \times 10^{-3}$ и $3,05 \times 10^{-3}$ кг (до электролиза массы анода и катода были одинаковые – по 3×10^{-3} кг). Продукты электролиза – смесь щелочей (KOH и NaOH) и гидроксид меди оранжевого цвета; pH раствора электролита – 12. Масса остатка галитового образца – $62,1 \times 10^{-3}$ кг. Во время прохождения тока через электролит на катоде выделялся водород,

на аноде – хлор. Время электролиза было равно расчетному – 17,24 ч.

Как использовать полученные вещества

Предлагаем три направления применения продуктов электролиза водного раствора солеотвалов. Два из них – изготовление плитки тротуарной и мыла – нами апробированы в лабораторных условиях.

Плитка тротуарная.

В качестве основных компонентов брали цемент, продукты электролиза (осадки и остатки) галитовых отвалов в соотношении 1:3 и воду. Плитка сохраняла свои качества после проведения следующих испытаний: нагревание до температуры 200 °С; охлаждение до –18 °С; погружение в сосуд с водой. Механическое напряжение на сжатие исследуемого образца плитки составило 8×10^6 Па, что в 2 раза выше по сравнению со стандартной плиткой. Оценка проводилась в НИИ «Белгорхимпром».

Мыло. В качестве сырья нами были использованы жировые отходы Солигорской птицефабрики и смесь щелочей KOH и NaOH . При нагревании указанных компонентов в соотношении 1:2 были получены две фракции мыла: жидкое калиевое и твердое натриевое. Изготовленный в лабораторных условиях

Параметры	KCl	NaCl
Масса, кг	0,06	0,19
Молярная масса, кг/моль	$74,5 \times 10^{-3}$	$58,5 \times 10^{-3}$
Количество молекул KCl и NaCl соответственно	$4,8 \times 10^{22}$	$19,5 \times 10^{23}$
Количество ионов K^+ и Cl^- , Na^+ и Cl^- соответственно	$9,7 \times 10^{22}$	39×10^{23}
Концентрация молекул KCl и NaCl соответственно, м ³	$1,2 \times 10^{26}$	$4,9 \times 10^{27}$
Концентрация ионов K^+ и Cl^- , Na^+ и Cl^- соответственно, м ³	$2,4 \times 10^{26}$	$9,8 \times 10^{27}$

Таблица. Характеристики водных растворов KCl и NaCl : масса образца 0,2 кг, время электролиза 24 ч

продукт обладает хорошими моющими свойствами, химически стабилен в воде и на воздухе, биоразлагаемый и может служить основой для хозяйственного и туалетного мыла различной консистенции.

Газы H_2 и Cl_2 . Выделяемые на электродах газы можно собирать и в дальнейшем использовать в различных технологических процессах.

Территориально-производственный комплекс

Для наибольшего экономического, социального и экологического эффекта в районе размещения галитовых отвалов целесообразно создать Солигорский территориально-производственный комплекс (ТПК), в составе которого будут действовать взаимосвязанные и взаимообусловленные предприятия по добыче, обогащению калийных солей и переработке сопутствующих отходов, объединенные общей

инфраструктурой, кадровой базой, энергетическими мощностями и т.д.

Спутниками калийной промышленности могут стать следующие предприятия:

- Электрохимические, оборудованные электролизерами типа электрохимических реакторов, предназначенных для получения газов (водорода, хлора), металлов (меди, алюминия, магния и др.), неорганических (щелочей калия и натрия) и органических продуктов электролиза. Хлор в дальнейшем может использоваться для очистки воды, водород – в производстве мыла.
- Выпускающие тротуарную плитку. Процесс ее изготовления и свойства описаны выше. С помощью пластификаторов можно улучшить физические показатели изделия.
- Мыловаренные заводы, специализирующиеся на выпуске твердого и жидкого мыла туалетного, хозяйственного и др. Основными компонентами могут быть щелочи, полученные в процессе электролиза солеотвалов ОАО «Беларуськалий», а также жировой фарш Солигорской птицефабрики.

Переработка галитовых отходов методом электролиза относится к природоохранным и ресурсосберегающим мероприятиям. Представленные результаты исследований могут служить основой для инновационной работы и создания бизнес-плана, касающегося уже конкретных перерабатывающих производств. 

 See: http://innosfera.by/2016/10/potash_production

Литература

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года // Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. 2015. № 4. С. 4–99.
2. Об обращении с отходами: Закон Республики Беларусь от 20.07.2007 г. № 271–3 // Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь. 2007. № 183. С. 8–26.
3. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сб. – Мн.: Информ-вычисл. центр нац. стат. ком. Республики Беларусь, 2015.
4. Состояние природной среды Беларуси: эколог. бюл. 2011 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Мн., 2012.
5. Сероокий Ю. А. Переработка галитовых отходов методом электролиза // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2016 г. – Гомель, 2016.

Глинистый минерализованный продукт

В рамках выполнения задания подпрограммы «Химические технологии и техника» ГНТП «Химические технологии производства» на третьем рудоуправлении ОАО «Беларуськалий» освоен выпуск нового глинистого минерализованного продукта. Он представляет собой переработанные отходы калийного производства, образующиеся после отделения солевого раствора в процессе обезвоживания глинисто-солевых шламов, и содержит 75–80% глинистых минералов и 20–25% хлоридов калия и натрия.

Эти компоненты используются для получения удобрений, ускоренного выращивания древесины в лесах плантационного типа и восстановления почв, загрязненных радионуклидами. Минерализованный продукт также применяется для устройства противодиффузионных экранов на полигонах захоронений твердых коммунальных отходов, противопожарных барьеров лесным пожарам, насыпей и слоев, оснований конструкций лесных автомобильных дорог.

Производят новый продукт в отделении фильтрации и выщелачивания третьей обогатительной фабрики с использованием фильтр-пресса CPF 3000 CMX. Объем выпуска в нынешнем году должен составить 1 тыс. т.