

- в залитой водой, пробе «Исходная 1» извлечение Au=1,24 г/т, Ag=8,45 г/т;
  - в облученной пробе «Облученная 1» – Au=1,48 г/т, Ag=9,24 г/т;
  - 2. При добавлении NaCl происходит самое большее извлечение золота и серебра:
  - в облученной пробе «Облученная 2» – Au=1,55 г/т, Ag=12,60 г/т.
- Для удобства представляем результаты проведенных опытов в табл. 3.

Таблица 3

Содержание элементов

Исходная 0		Исходная 1		Облученная 1		Облученная 2	
Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т	Au, г/т	Ag, г/т
1,27	8,43	1,24	8,45	1,48	9,24	1,55	12,60

**Выводы.** По проведенным исследованиям можно сделать следующие выводы: воздействие НЭМИ является эффективным средством для изменения поверхности сульфидных золотосодержащих руд, в следствие которого повышается флотационные и физико-химические свойства обрабатываемого вещества. На примере упорных руд ТЮК 4 и ПЗ-2 показано, что облучение НЭМИ суспензии из руды и дистиллированной воды перед цианированием, увеличивает извлечение золота на 10-20%, серебра – до 50%.

Литература

1. Бунин И. Ж., Рязанцева М.В., Хабарова И. А. Воздействие высоковольтных наносекундных импульсов на сульфидные минералы и их технологические свойства // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. №4-2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-sposobah-povysheniya-effektivnosti-obogascheniya-vkraplennyh-medno-nikelevyih-rud> (дата обращения: 27.09.2016).
2. Бунин И.Ж., Бунина Н.С., Вдовин В.А. и др. Экспериментальное исследование нетеплового воздействия мощных электромагнитных импульсов на упорное золотосодержащее сырье // Изв. АН. Сер. Физическая. 2001. Т. 65. № 12. С. 1788 – 1792.
3. Чантурия В.А., Бунин И.Ж., Ковалев А.Т. Роль истечения газа из каналов наносекундного пробоя в процессе электроимпульсной дезинтеграции сульфидных минералов // Изв. РАН. Сер. Физическая. 2010. Т. 74. № 5. С. 714 – 717.
4. Чантурия В.А., Бунин И.Ж., Ковалев А.Т., Копорулина Е.В. О процессах формирования микро- и нанофаз на поверхности сульфидных минералов при воздействии наносекундных электромагнитных импульсов // Изв. РАН. Сер. Физическая. 2012. Т. 76. № 7. С. 846 – 850.
5. Чантурия В.А., Вигдергауз В.Е. Электрохимия сульфидов. Теория и практика флотации – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2008. – 272 с.
6. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в горном деле. – Строительные материалы, изделия и реконструкции, 1955, № 9, с.13 – 15.
7. Юткин Л.А. Электрогидравлическое дробление. Л.: ЛДНТП, ч.1, 1959. – 36 с.

**КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГЛИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Е.В. Лаевская, Д.В. Чередниченко, П.Д. Воробьев, Ю.В. Матрунчик**

*Научный руководитель заведующая лабораторией Е. В. Воробьева*

*Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*

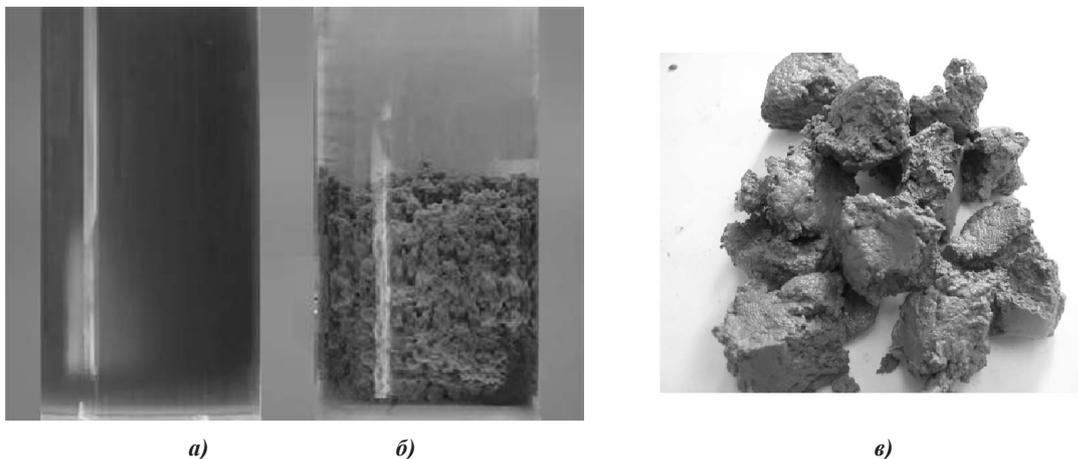
Суть процесса обогащения сильвинитовых руд сводится к отделению хлорида калия (KCl) от других составляющих (галит и глина), которые являются отходами производства. Глиносодержащие отходы, представляющие собой суспензию глины в концентрированном солевом растворе хлоридов калия и натрия, накапливаются в шламохранилищах, галитовые – складированы в отвалах на поверхности земли. Масштабная добыча и переработка сильвинитовых руд оказывают значительное отрицательное техногенное воздействие на экосистему региона, что проявляется, прежде всего, в оседании земной поверхности над отработанными подземными выработками и отчуждении больших площадей плодородных земель для хранения отходов обогатительных фабрик. Складирование глинисто-солевых шламов в накопителях приводит к химическому загрязнению подземных вод и почв, образованию избыточных рассолов, требует безвозвратного отчуждения значительных площадей сельскохозяйственных земель. Хранение огромного количества жидких отходов калийного производства, проблема их переработки и утилизации является чрезвычайно актуальной экологической проблемой, к решению которой в течение нескольких десятилетий привлечено внимание химиков и горняков.

Глинистую составляющую выделяют на начальных стадиях процесса обогащения сильвинитовой руды (до обработки флотационными, гидрофобизирующими и антислеживающими реагентами, необходимыми для получения калийных удобрений) [2]. В глиносодержащих отходах калийного производства содержится до 12 % KCl, 15–20 % NaCl, 35–40 % глинистых минералов, остальное – вода. Действующие технологии добычи и

обогащения калийной руды направлены на максимально полное извлечение калийной соли, однако с глинисто-солевыми шламами в шламохранилища ежегодно направляются сотни тысяч тонн хлорида калия. Кроме калия, в этих отходах содержатся другие ценные компоненты – натрий, бор, магний, кальций, железо и отсутствуют токсичные химические вещества.

С позиций ресурсосбережения и рационального природопользования вопросы переработки и использования отходов калийного производства требуют серьезного подхода. Необходима разработка новых технологий, дополняющих основное производство калийных удобрений, позволяющих переработать отходы в целевые продукты и снизить потери хлорида калия. Непосредственное использование глиносодержащих отходов калийного производства практически невозможно, что обусловлено его жидкой формой и высоким содержанием водорастворимых солей. До настоящего времени попытки разработать способ переработки и использования глинисто-солевых отходов не были успешными. К примеру, предлагаемые способы удаления жидкой фазы путем сушки при термообработке являются энергозатратными, так как глина тонкодисперсна (70 % частиц с размером 20 мкм, удельная поверхность – более 15 м<sup>2</sup>/г) и хорошо удерживает влагу. Отсутствие в составе шламов крупных частиц или прочных агломератов из мелких частиц глины делает технически невозможным разделение дисперсий с помощью разного рода фильтрующих перегородок, а тонкодисперсный состав существенно снижает эффективность разделения в поле центробежных сил. Кроме того, предлагаемые ранее способы не ориентированы на ресурсосбережение, так как не позволяют выделить из глинисто-солевых шламов полезные продукты, в первую очередь, калий.

Сотрудниками Института общей и неорганической химии НАН Беларуси разработана новая комплексная технология переработки глинисто-солевых отходов калийного производства, основанная на химическом процессе фазового разделения с использованием полимерных флокулянтов. Целенаправленное воздействие полимеров на глинисто-солевою дисперсию обеспечивает структурирование глинистого осадка (рис. 1) и позволяет механически отделить жидкую фазу (солевой раствор) на фильтрующем оборудовании от твердой фазы (глина).



*Рис. 1. Фотографии солевой дисперсии глины в исходном состоянии (а), после введения флокулянта(б) и после фильтрации (в)*

Разработанная технология переработки глиносодержащих отходов калийного производства обеспечивает выделение и использование жидкой солевой фазы и получение гранулированного продукта на основе твердой фазы. Фазовое разделение предварительно сфлуктурированной глинисто-солевой дисперсии осуществляется на ленточном фильтр-прессе. Жидкая фаза (солевой раствор) возвращается в основной процесс обогащения сильвинитовых руд. Твердая фаза после отделения солевого раствора (продукт глинистый минерализованный) представляет собой однородную пластичную массу с влажностью 28–30 % и содержит (масс. % по сухому веществу) глины – 75–80, хлорида калия (KCl) 8–10, хлорида натрия (NaCl) 12–14, полимера 0,1–0,2, микроэлементы. Полимер оказывает существенное влияние на структуру и свойства глинистого материала: повышает пластичность, улучшает влагоудерживающие способности, снижает скорость вымывания питательных элементов, уменьшает адгезионную способность. Благодаря ценному составу и свойствам, продукт глинистый минерализованный представляет интерес в качестве удобрения – источника питательных элементов, необходимых растениям для роста и развития.

Известно, что с практической точки зрения хранение, транспортировку и внесение в почву удобрений целесообразно осуществлять в гранулированной форме. Установлено, что в процессе гранулирования продукт глинистый минерализованный хорошо совмещается как с минеральными солями (калийные, азотные, фосфорные), так и органическими веществами (торф, сапропель, гуматы), благодаря чему на одной технологической линии могут быть получены гранулированные удобрения широкого состава. Это позволяет не только использовать ценный состав продукта глинистого минерализованного (калий, натрий, микроэлементы), но и усилить его компонентами, необходимыми для питания растений.

Применительно к продукту глинистому минерализованному, исходя из его уплотняемости и формуемости, наиболее подходящим способом гранулирования является метод агломерации или окатывания [1].



Выбор конкретного типа оборудования для гранулирования продукта глинистого минерализованного затруднен из-за формирования кусков размером от 1 до 5 см при «срезании» пласта с фильтроткани ленточного фильтра (рис. 2) и высокой влажности продукта глинистого минерализованного.

**Рис. 2. Обезвоженный глинисто-солевой шлам калийного производства**

Показано, что для достижения высокого выхода гранул товарной фракции (1–5 мм), обладающих высокой механической прочностью, процесс гранулирования необходимо проводить при влажности гранулируемого материала 12–18 %. Регулирование влажности сырьевой смеси достигается введением в процесс ретурна

количестве 40–50 % от общей массы гранулируемого материала. В указанном интервале влажности гранулируемый материал обладает максимальной пластической прочностью за счет проявления капиллярных сил сцепления. На основании полученных результатов исследования сделан вывод о необходимости предварительного смешения влажного продукта глинистого минерализованного с ретуром, что позволит разбить куски влажного материала, достичь равномерного распределения ретурна и оптимальной влажности гранулируемого материала по всему объему. Установлено, что процесс гранулирования продукта глинистого минерализованного следует проводить в смесителе-грануляторе с лопастями, имеющими широкий захват, что обеспечивает активное перемешивание материала.

Агрохимические испытания удобрения на основе продукта глинистого минерализованного, выполненные в 2012–2015 гг. показали, что при его использовании урожай сахарной и столовой свеклы увеличивается на 30–54, картофеля на 32–38 ц/га, биометрические показатели (высота, диаметр, длина корня) ели и сосны возрастают в 1,3–1,8 раза по сравнению со стандартным калийным удобрением при одинаковом внесении по калию. Урожай свеклы и картофеля, выращенных на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве после внесения мелиоранта на основе продукта глинистого минерализованного, увеличился на 53 и 34 ц/га, соответственно.

Таким образом, разработанная комплексная технология переработки глинисто-солевых отходов калийного производства позволяет решить актуальную прикладную проблему калийной промышленности. Основой технологии является выделение из отходов жидкой фазы с высоким содержанием хлористого калия, которая возвращается в технологический процесс, и получение гранулированных удобрений на основе твердой фазы глиносодержащих отходов.

#### Литература

1. Гранулирование удобрений / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. -Москва: «Химия», 1982. -315 с.
2. Технология калийных удобрений / Под ред. В.В Печковского. – Мн: Вышэйш. школа, 1968. – 264 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ДАЦИТОВЫХ ПОРФИРОВ

**Б.М. Махмудов**

*Научный руководитель доцент У.А. Газиев*

*Ташкентский архитектурно-строительный институт, г. Ташкент, Узбекистан*

Объектами исследования для получения пористого заполнителя послужили дацитовые порфиры месторождения Каракия, наиболее мощного магматического образования и самое близкое из перечисленных семи месторождений к городам. Алмалыку, Ангрену, Ташкенту как крупных районных центров Республики Узбекистан и зауглероженная Ангренская каолинистая зауглероженная глина-отход угледобывающей промышленности.

Соотношение компонентов принимали в следующих количествах: дацитовые порфиры, как основное исходное сырье в шихте, составило 90%, а в качестве пластифицирующей добавки – каолинистая зауглероженная глина 10%.

Следовательно, при существующих темпах производительности разреза, в отвал ежегодно выбрасывается более 3 млн. тонн зауглероженного пласта каолинистой глины.

Для экспериментальных исследований пробы глины отбирали непосредственно в карьере, в составе которой содержится до 40% угля в тонкодисперсном состоянии.

Дацитовый порфир дробили на щековой дробилке, затем обрабатывали на вальцах тонкого помола, просеивали на сите с диаметром отверстия 1,25 мм.

По лабораторным исследованиям можно разработать технологию и режимы производства гравиеподобного пористого заполнителя. Планируя экспериментальную часть этой работы, в основу был положен технологический процесс производства керамзита, хотя объектами исследования оказались материалы не вспучивающиеся, а спекаемые, т.е. с уменьшением в объеме каждой гранулы – дацитовый порфир с каолинистой глиной, которые,