

минерального сырья, по нашему мнению, может дать именно этот совет. Он же, при расширении его полномочий, может сыграть решающую роль и в отношении переработки промышленных отходов, к которым применимы те же подходы, что и к объектам недр, описанным выше. В Беларуси наиболее проблемными являются крупнотоннажные отходы гипса Гомельского химического завода и калийных солей РУП «Беларуськалий», а также отходы строительной отрасли, динамично развивающейся в нашей стране.

Нет сомнений, что скорейших результатов в деле увеличения инвестиционной привлекательности проектов разведки и разработки месторождений минерального сырья и переработки промышленных отходов можно достичь в кооперации и обмене опытом со специалистами других стран, в первую очередь Российской Федерации, стран ЕАЭС, а также других стран, имеющих аналогичные виды полезных ископаемых и отходов.

### Литература

1. Ковхуто, А.М., Шакалов, Л.А. Минерально-сырьевые ресурсы Республики Беларусь и проблемы их комплексного освоения / Новости науки и технологий. № 4. 2012. – С.10-20.

2. Ковхуто, А.М. О значении экономической составляющей в изучении недр и подготовке месторождений полезных ископаемых к освоению в Беларуси / Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Минск, 2013. – С.94-95.

УДК 622.693.2.004.4

**Кологривко А.А.**

(Белорусский национальный технический университет, г. Минск)

### **ОТХОДЫ КАЛИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: РЕАЛИЗАЦИЯ МЕР ПО СНИЖЕНИЮ ТЕХНОГЕНЕЗА**

---

Крупнейшими по величине запасов калийными месторождениями являются Саскачеванский соленосный бассейн (Канада), месторождения калийных солей в Германии, Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей (Российская Федерация), Старобинское месторождение калийных солей (Республика Беларусь). Нарращивание и поддержание мощностей в области производства калийных удобрений

следует рассматривать за счет Гремячинского, Непского и Эльтонского (Российская Федерация), Петриковского (Республика Беларусь), Гарлыкского (Туркменистан), Тюбегатанского (Узбекистан) месторождений.

Возрастающий мировой спрос на калийную продукцию активизирует промышленность Республики Беларусь к интенсификации подземной разработки Старобинского месторождения, строительству Петриковского горно-обогатительного комплекса, Дарасинского рудника для увеличения производственной мощности ОАО «Беларуськалий», строительству горно-обогатительного комплекса на сырьевой базе Нежинского (восточная часть) участка Старобинского месторождения калийных солей (проект реализует ИООО «Славкалий»).

Вместе с тем, вследствие традиционной организации хвостовых хозяйств при складировании галитовых и шламовых отходов соответственно в солеотвалы (при сухой отсыпки) и шламохранилища, увеличивается и техногенная нагрузка на геологическую среду в районах работ калийных предприятий.

Так, при обогащении сильвинитовых руд отходы составляют до 75 %. Твердые отходы на 92-95 % представлены NaCl, жидкие – глинисто-солевыми шламами. На 1 тонну основной продукции приходится до 5,7 тонн отходов. Для анализа: руды Старобинского месторождения характеризуются относительно невысоким содержанием KCl 23,0-28,7 % и повышенной концентрацией нерастворимых в воде примесей 3,9-5,6 %, а руды Верхнекамского месторождения содержат KCl 5,8-60 %, MgCl<sub>2</sub> 16,4-22,2 %, содержание нерастворимого остатка 2 %.

Основным мероприятием по недопущению осложнения техногенеза следует считать реализацию способов складирования отходов обогащения при организации хвостовых хозяйств в условиях отсутствия возможностей роста и (или) резерва площадей под солеотвалы и шламохранилища. Использование отработанных шламохранилищ в качестве слабых оснований при расширении солеотвалов способом гидронамыва, способствующие сокращению изъятия дополнительных сельскохозяйственных площадей под солеотвалы в условиях отсутствия возможностей роста и (или) резерва земельных ресурсов, в связи с минимизацией площадей под складирование отходов на территории калийных предприятий, является приоритетным направлением развития технологий в минерально-сырьевом секторе экономики.

В общем случае при гидронамыве солеотходы в солеотвал подаются в виде твердой части пульпы, а в качестве несущей жидкости используют насыщенный рассол. Отводимые площади под солеотвалы, как правило, имеют значительные размеры (порядка 300 га). В верхней

части площади намываются солеотходы, в нижней – скапливаются тонкие частицы и рассол. Угол откоса намываемого массива до  $4^{\circ}$ . Высота солеотвалов в большинстве случаев составляет 35-45 м. Высота дамб в нижней части солеотвала, где скапливаются тонкие частицы, до 10 м. Площадь солеотвала с рассолосборником 300-350 га, из которых порядка 150 га занимает площадь самого рассолосборника. При проведении дополнительных исследований солеотвалы можно формировать с большими высотами.

Анализ формирований солеотвалов способом гидронамыва и изменение физико-механических свойств солеотходов во времени демонстрирует следующее. Гидронамыв высококонцентрированной пульпой позволяет формировать откос солеотвала с любым углом, т.к. откос формируется бульдозером с любым шагом, а не за счет угла естественного откоса; использовать любую площадь под основание; увеличивать массу складировемых солеотходов на единицу площади ввиду большей плотности намывного массива по сравнению с отсыпанным.

При гидронамыве в сравнении с сухой отсыпкой, на той же площади солеотвала можно разместить в 1,38 раза больше солеотходов, сократить капитальные затраты в 2-3 раза. Большая масса размещаемых в солеотвал солеотходов, достигается за счет большей плотности намывного массива.

Одним из способов складирования солеотходов может быть обезвоживание шламовых отходов и их складирование всухую, отдельно от галитовых отходов, либо совместно с галитовыми отходами. Содержание глинистых шламов около 17 % является оптимальным и не вызывает существенного изменения показателей общей прочности смеси, а по сравнению со свежими чистыми галитами даже несколько ее повышает.

С целью выявления рассольных горизонтов процессе гидронамыва требуется постоянный геомеханический мониторинг за состоянием намывного грунта. Особенно важным является выявление промоин, вызванных суффозионными процессами и происходящими в период гидронамыва; растворения поверхностных слоев, вызванные атмосферными осадками (дожди, таяние снега, туман); наличия трещин, вызванные оседанием солеотвала под собственным весом на слабом основании, в т.ч. в период подработки.

Например, выбор технологии складирования для Усольского калийного комбината рассматривался по 3 вариантам: складирование солеотходов с отвалообразователями; складирование гидронамывом с конвейерной доставкой солеотходов; складирование гидронамывом с доставкой солеотходов гидротранспортом.

Установлено, что третий вариант требует меньших капитальных затрат и имеет меньшие эксплуатационные затраты. Однако ввиду меньшей, чем во втором варианте массы складироваемых солеотходов (на 26,3 млн.т), потребуются дополнительные затраты на строительство еще одной площадки. Потребная площадь солеотвала для складирования 26,3 млн.т солеотходов составляет 45 га. В третьем варианте принято неопробованное решение. Так, условно принято, что после дренирования рассола из тонких фракций, скапливающихся в нижней части площадки солеотвала, физико-механические свойства массива станут такими, что позволит достичь высоты солеотвала 100 м.

Анализ рассматриваемых вариантов позволил принять следующее решение по технологии складирования. Так, вначале гидронамыв производится концентрированной пульпой, затем в течение первых лет эксплуатации проводятся опытно-промышленные работы с целью отработки технологии гидронамыва пульпой обычной концентрации на склонах с углом наклона 3-10°, а также изучаются физико-механические и реологические характеристики массива солеотвала из тонких фракций и выполняется расчет предельной высоты солеотвала

Представленная технология формирования солеотвала Усольского калийного комбината, принимая во внимание основные технические решения и показатели по проектируемому солеотвалу (на основании отсыпается подушка из галита, подаваемого конвейером и распределяемого по плоскости основания бульдозерами, при этом ее толщина в центре солеотвала составляет до 10 м, а за счет уклона площадки солеотвала от центра к краям насыпи увеличивается до 20-25 м; далее производится гидронамыв солеотвала густой пульпой, приготовляемой непосредственно на солеотвале), с учетом опыта исследований и интерпретации процессов технологии гидронамыва, позволяет прогнозировать, что при гидронамыве под действием медленно возрастающей нагрузки тела солеотвала основание его будет упрочняться. Это заключение подтверждается работами по гидронамыву, например, на Втором и Третьем Соликамских рудоуправлениях (СКРУ-2, СКРУ-3), Третьем Березниковском калийном производственном рудоуправлении (БКПРУ-3).

Так, на СКРУ-2 и СКРУ-3 на основание, представленное осадком глинисто-солевых шламов, толщиной до 8 м, при темпе намыва 5-10 м в год выпора глинисто-солевых шламов не наблюдалось. Достигнутая высота солеотвала по верхней бровке в районе глинисто-солевых шламов с углом откоса 37° на СКРУ-2 – 60 м, на СКРУ-3 – 20 м.

На БКПРУ-3 намыв проводился на наклонное основание 3-3,5°, представленное глинистым грунтом с низкими прочностными характеристиками. По этой причине проектом предусматривалось складирование

солеотходов сухой отсыпкой в два яруса. Высота первого яруса не более 30 м. При гидронамыве, который можно представить в виде многоярусного складирования из-за небольшого темпа роста высоты, устойчивость откосов сохраняется при угле откоса  $37^\circ$  и высоте по верхней бровке 50 м.

Особого внимания также заслуживают меры по использованию отработанных шламохранилищ ОАО «Беларуськалий» в качестве оснований при расширении солеотвалов способом гидронамыва, сокращению изъятия дополнительных сельскохозяйственных площадей под солеотвалы, что способствует снижению техногенеза в районах работ калийных предприятий, в частности ЗРУ и ЗРУ.

Наиболее ярким примером следует считать производство работ по складированию солеотходов на отработанное шламохранилище ЗРУ, реализуемых в соответствии с разработанной ОАО «Белгорхимпром» Технологической инструкцией на складирование галитовых отходов способом гидронамыва на акваторию шламохранилища ЗРУ с отметки солеотвала +240,00 м. В инструкции регламентирован технологический процесс гидронамыва солеотвала ЗРУ до отметки +207,5 м в виде пласт-плиты (солеплиты), формируемой на слабом основании – отработанном шламохранилище.

УДК 544.576

**Н.П.Крутько<sup>1</sup>, В.В.Шевчук<sup>1</sup>, О.А.Ивашкевич<sup>2</sup>,  
С.К.Рахманов<sup>3</sup>**

(<sup>1</sup>Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси; <sup>2</sup>Белорусский государственный университет; <sup>3</sup>Совет Республики Национального собрания Республики Беларусь, г. Минск)

## **О СОЗДАНИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ИННОВАЦИОННЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ОБЛАСТИ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

---

Стратегические приоритеты развития отрасли по производству минеральных удобрений требуют проведения широкомасштабных научных исследований и опытно-промышленных работ в области добычи и переработки калийных и фосфатных руд, производства новых перспективных форм специальных удобрений, создания горно-шахтного и технологического оборудования.