

совместном использовании, а с другой – дополнительным бонусом кооперационных отношений.

Работа подготовлена в рамках выполнения Договора с БРФФИ № Г16РА-016 от 20 мая 2016 г. «Теория развития белорусско-румынской технологической кооперации в контексте новой индустриализации»

УДК 622:504.55

РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СНИЖЕНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШЛАМОХРАНИЛИЩ КАЛИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кологривко А.А., канд. техн. наук доцент, начальник управления
подготовки научных кадров высшей квалификации,
доцент кафедры «Горные работы»

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Снижение геоэкологических последствий в процессе эксплуатации калийных месторождений может быть реализовано только при системном подходе к прогнозированию результатов техногенных воздействий.

Так, направлением снижения геоэкологических последствий эксплуатации шламохранилищ калийного производства (далее – шламохранилищ) следует рассматривать разработку новых способов и технологий складирования отходов обогащения при организации хвостовых хозяйств, позволяющих сократить рост площадей, используемых для размещения этих отходов. В этом направлении ОАО «Беларуськалий» и ОАО «Белгорхимпром» реализует проект по совместному складированию шламовых и галитовых отходов на отработанном шламохранилище третьего рудоуправления (далее – ЗРУ) способом гидронамыва (далее – проект) с проектным внедрением и промышленным использованием ряда совместных научных разработок ученых Белорусского национального технического уни-

верситета (далее – БНТУ) и Белорусского государственного университета (далее – БГУ), позволяющих снизить техногенную нагрузку за счет использования отработанных шламохранилищ в качестве оснований при расширении солеотвалов и, как следствие, уменьшить изъятие дополнительных площадей.

Исследованиями установлено, что складировать на солеплиту при намытом объеме галитов 1,1 млн.м³ и мощностью 2,0-14,2 м солеотвал при помощи шагающего отвалообразователя ОШ-110 не возможно. Поэтому предложено осуществлять дальнейший намыв солеотвала на солеплиту способом гидронамыва в три этапа.

В первом этапе гидронамыв предусматривался с площадки солеотвала на отметке +190,0 м, при этом использовалась технология намыва галитов, предусмотренная проектом.

Во втором этапе гидронамыв производится до достижения солеплиты мощностью 29,0 м с солеотвала, выдвинутого на солеплиту с отметки +240,0 м, при этом используется технология подачи галитов на солеотвал предусматривающая подачу галитовых отходов на солеотвал существующим конвейером без использования ОШ-1 конвейерным маршрутом № 1 по транспортировке и складированию солеотходов с дальнейшим размывом галитов рассолами из карты № 6, забираемых существующей насосной станцией отжимных рассолов с установленной мощностью 160 кВт и предусмотренной насосной станцией подкачки (вариант 3 совместного складирования шламовых и галитовых отходов на солеплиту в шламохранилище ЗРУ способом гидронамыва). Избыточный рассол переливается из шламохранилища ЗРУ по существующему перепуску в карту № 6.

В третьем этапе гидронамыв производится с солеотвала, выдвинутого на солеплиту с отметкой +240,0 м, при этом для совместного складирования галитов и шламов рассмотрены два варианта их подачи на солеотвал – варианты 1 и 2, а для подачи только галитов – вариант 3.

Вариант 1 предусматривает намыв солеотвала путем смешивания галитов со шламами и рассолом. Подача галитовых отходов осуществляется конвейером без использования ОШ-110. Подача шламов осуществляется от предусмотренной проектом шламовой насосной станции с двумя насосами мощностью 250 кВт каждый последовательно. Для увеличения текучести предусмотрена подача

рассолов от существующей насосной станции №1 (76 кВт) с подкачкой насосной станцией с насосом ГРАТ мощностью 250 кВт.

Вариант 2 предусматривает намыв солеотвала путем подачи пульпы (смеси шламов и галитов) от узла приготовления (ПУ-11) на солеотвал, а затем самотеком на солеплиту. Подача пульпы осуществляется двумя поршневыми насосами мощностью 630 кВт каждый параллельно. Конвейерная линия от ПУ-11 до ОШ-110 на время намыва не используется.

Исследованиями установлено, что участки наращивания дамб необходимо усилить бермами шириной не менее 10,0 м. При достижении мощности намыва 29,0-30,0 м на всей площади шламохранилища в случае нарушения состояния намывного грунта и опасности дальнейшего его намыва возможно рассмотреть случай сухой отсыпки из галитовых отходов, а также формирование солеотвала из обезвоженных глинисто-солевых шламов (далее – ГСШ). Одним из способов складирования отходов может быть обезвоживание шламовых отходов и их складирование всухую, отдельно от галитовых отходов, либо совместно с галитовыми отходами. Исследования ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси» и БНТУ показали возможность обезвоживания ГСШ с получением продукта влажностью около 30%. Обезвоженный продукт имеет физико-химические и механические свойства, дающие возможность транспортировать его и складировать совместно с галитовыми отходами.

Другим направлением снижения геоэкологической нагрузки в районе работ калийных предприятий является реконструкция действующих и строительство новых шламохранилищ. Важная роль, при этом, должна отводиться надежности эксплуатации противофильтрационных экранов, позволяющих эффективно предотвращать в процессе складирования жидких ГСШ фильтрацию рассолов и диффузионное проникновение солей в подстилающие грунты и грунтовые воды, тем самым не усложнять проблему техногенеза в районе размещения шламохранилищ. Исследованиями установлено, что фильтрация рассолов из шламохранилищ в процессе складирования ГСШ имеет затухающий характер, а устройство противофильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки служит надежной преградой на пути фильтрации рассолов и диффузии. В этой

связи, дальнейшие исследования в части прогнозной оценки техногенеза в районе размещения шламохранилищ должны определяться с учетом появления новых условий влияния на противофильтрационный экран из полиэтиленовой пленки деформаций, связанных с подработкой горными работами шламохранилищ и нагрузкой от появления литогенного и геофильтрационного барьеров, препятствующих нормальной фильтрации в процессе заполнения ГСШ эксплуатируемых шламохранилищ.

Так, например, в результате проведенных исследований БНТУ и БГУ по оценке геоэкологической безопасности эксплуатации противофильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки марки В реконструируемой северной карты шламохранилища четвертого рудоуправления (далее – 4РУ) ОАО «Беларуськалий» с минимальной принятой по проекту толщиной пленки 0,20 мм установлен значительный запас прочности исследуемого противофильтрационного экрана с учетом «наихудшего» варианта развития геомеханической ситуации. Максимальные растягивающие деформации противофильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки не превышали 20 %, что является достаточно малыми величинами в сравнении с предельными деформациями разрыва полиэтиленовой пленки в 510 %. Максимальные растягивающие напряжения противофильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки не превышали 3×10^5 Па, что является достаточно малыми величинами в сравнении с предельными напряжениями разрыва полиэтиленовой пленки в $16,0 \times 10^6$ Па. Предусмотренная проектом полиэтиленовая пленка обеспечивает защиту грунтовых вод от минерализации. Применение противофильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки в условиях прогнозируемого воздействия на него нагрузки от шламов (~20 м) и деформаций от подработки горными работами Второго (горизонт – 440 м) и Третьего (горизонт – 670 м) калийных горизонтов, где очистная выемка руды будет вестись соответственно лавами длиной ~250 м с вынимаемой мощностью ~2,3 м и лавами длиной 100-200 м в сложных горно-геологических условиях с вынимаемой мощностью ~2,2 м, при эксплуатации северной карты шламохранилища 4РУ обеспечивается геоэкологическая безопасность при толщине пленки как минимум 0,20 мм.

Установленные в результате исследований фактические прочностные характеристики противofильтрационных экранов из полиэтиленовых пленок дают возможность при их учете и анализе с предельными растягивающими деформациями и напряжениями, полученными на основе вводимой механико-математической модельной задачи и проведенными модельными исследованиями поведения участка породного массива, оценивать для различных горно-геологических и горнотехнических условий техногенные воздействия на противofильтрационный экран нагрузок от складированных ГСШ и деформаций от подработки, что в конечном итоге позволяет прогнозировать геозкологическую безопасность использования противofильтрационного экрана из полиэтиленовой пленки в процессе эксплуатации шламохранилищ.

Следующим направлением решения проблемы накопления отходов калийного производства является их переработка и утилизация. С позиций ресурсосбережения и рационального природопользования вопросы переработки и использования отходов калийного производства требуют не менее серьезного подхода, чем основного продукта производства. Необходима разработка новых технологий, дополняющих основное производство калийных удобрений и позволяющих переработать отходы в целевые продукты. Правильное представление об изменении физико-механических свойств отходов обогащения калийного производства имеет существенное практическое значение для прогнозирования развития хвостового хозяйства калийных предприятий и, как следствие, снижения техногенеза в районе ведения работ по складированию отходов.

Например, исследования фofильтрационных свойств глинистых и шламовых грунтов с различными физико-механическими свойствами в целях использования их в качестве материалов противofильтрационного элемента при экранировании ложа шламохранилища показывают принципиальную возможность разработки рациональных конструкций противofильтрационных элементов с толщинами, обеспечивающими требуемые коэффициенты фofильтрации. Так, противofильтрационный элемент может быть выполнен из суглинистого и глинистого грунтов, уложенных с плотностью, обеспечивающей требуемый коэффициент фofильтрации рассола экранирующего материала, при этом толщина экрана должна быть не менее

30 см. Экранирующий элемент шламохранилища может быть выполнен также из сгущенных шламов, при этом толщина экрана при консолидированном состоянии должна быть не менее 1,5 м. Однако, необходимое значение коэффициента фильтрации слоя экранирующего элемента, обусловленное консолидацией шлама, можно достичь за период 5-7 месяцев. Кроме того, липкость шламовых грунтов при выполнении производственных операций по их выемке, транспортировке и укладке на 25-30 % снижает производительность оборудования. Использование сгущенных шламов в качестве экранирующего элемента может быть либо путем восстановления отработанных шламохранилищ, либо путем организации промежуточных складов, куда подается и отстаивается пульпа. Рассол удаляется, а сгущенные шламы перемещают и укладывают на карту экранирования. Проведенные совместные исследования БНТУ и ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси» позволили получить решение о возможности повторного использования в качестве противофильтрационного материала шламовых грунтов восстанавливаемых шламохранилищ, что способствует снижению техногенной нагрузки в районе размещения отходов калийного производства во-первых, за счет использования шламовых грунтов восстанавливаемых шламохранилищ, во-вторых – за счет повторного заполнения ГСШ шламохранилищ в результате их восстановления при выемке шламовых грунтов.

Разработанный технологический способ переработки ГСШ ОАО «Беларуськалий» позволяет отделить жидкую солевую фазу и получить материал с высоким содержанием глины (75-80 масс. %), водорастворимых солей хлоридов калия и натрия (20-25 масс. %) и малых добавок полимера (0,1-0,2 масс. %). Установлено, что при хранении материала на открытом воздухе в течение 40 суток и снижении его влажности в 2-3 раза увеличиваются значения сопротивления вращательному срезу в 2,5 раза, угла внутреннего трения в 1,3 раза и модуля деформации на 12-14 %. Сжимаемость образцов после хранения под нагрузкой уменьшается на 8-12 %. При одинаковой влажности (29,7 %) модуль деформации продукта переработки отходов выше в 1,4 раза, сцепление – в 1,9 раза по сравнению с ГСШ без переработки. Полученные результаты свидетельствуют об упрочнении структуры материала в процессе хранения и сушки, что

обусловлено образованием полимерных и кристаллизационных контактов между глинистыми частицами.

Многолетние совместные научные исследования, проводимые БНТУ, БГУ, ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси» в части разработки мероприятий по снижению геоэкологических последствий эксплуатации шламохранилищ, позволяют реализовывать в проектной ОАО «Белгорхимпром» и производственной ОАО «Беларуськалий» практике системный подход к прогнозированию и предотвращению результатов техногенных воздействий калийного производства на геологическую среду.

УДК 330.101;303.64

**НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О ДОПУСТИМЫХ
ИНТЕРПРЕТАЦИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ
И СИСТЕМЫ ИХ КОДИРОВАНИЯ СКВОЗЬ ПРИЗМУ
МЕТОДОЛОГИИ УМБЕРТО ЭКО**

Солодовников С.Ю., заведующий кафедрой «Экономика и право»,
д-р экон. наук, профессор

Белорусский национальный технический университет

Проблема допустимых интерпретаций экономических текстов волновала меня со времени обучения в аспирантуре. Полагаю, что эта проблема вызывает живой интерес любого думающего ученого-экономиста. Но каждый приходит к ее решению по-своему. В этом то и прелесть занятия наукой. Ты можешь идти к Истине своим особым путем. И в этом любой ученый абсолютно свободен. Или почти абсолютно, поскольку по обочине его научной дороги растет кустарник с ядовитыми шипами. Стоит оступиться, пренебречь методологией и практикой и ты уже не свободный ученый, а безумец проповедующей ахинею. Причем ахинею вредную, а иногда и опасную для общества. В этом смысле, неважно осознано ли ты врешь или искренне заблуждаешься – твои взгляды становятся лженаучными. Но не буду подробно об этом. Тем более, что в свое время я