

УДК 622.17

## **АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЕОТВАЛА УСОЛЬСКОГО КАЛИЙНОГО КОМБИНАТА**

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

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

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 бóльшими высотами.

Площадка солеотвала Усольского калийного комбината (УКК) располагается к северу от промышленной площадки (промплощадки) между ручьями Малый Падун и рекой Волим [1]. С юга промплощадка ограничивается ручьем Безымянный. Длина промплощадки площадью 282 га составляет 3700 м, наибольшая ширина 1000 м, наименьшая – 500 м. Высотные отметки наибольшие на восточном участке промплощадки +190-193 м, наименьшие по краям промплощадки у рек и ручьев +130-125 м. Общий наклон промплощадки к реке Волим. Склоны промплощадки к ручьям  $6-8^\circ$ , к реке Волим  $3-4^\circ$ . По направлению основного развития солеотвала все склоны нисходящие.

Выбор технологии складирования рассматривался по 3 вариантам: складирование солеотходов с отвалообразователями; складирование гидронамывом с конвейерной доставкой солеотходов; складирование гидронамывом с доставкой солеотходов гидротранспортом. Общими элементами для всех вариантов являлись контурная дамба с

дорогой, контурная рассолосборная асфальтированная канава, рассолосборник в нижней части площадки у реки Волим.

Установлено, что третий вариант требует меньших капитальных затрат и имеет меньшие эксплуатационные затраты. Однако ввиду меньшей, чем во втором варианте массы складываемых 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 [1] 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.

Солеотвал от магистрального конвейера развивается в двух направлениях влево (западный участок) и вправо (восточный участок). Основная площадь солеотвала располагается на западном участке, поэтому и основная масса солеотходов складывается в этом участке. Для обеспечения надежной непрерывной работы доставку солеотходов в западный участок производят двумя конвейерными линиями – одна в работе, а вторая находится либо в резерве, либо в наращивании. На восточный участок доставку солеотходов производят одной конвейерной линией, которая является резервной во время ремонтов и наращиваний конвейерных линий на западном участке. Графиком складирования солеотходов на западном и восточном участках предусмотрено, чтобы их заполнение завершалось примерно в одно время.

Заполнение солеотвала начинают с момента проходки стволов. Породу от проходки стволов и горных выработок складывают на за-

падном участке солеотвала. Вначале породу доставляют автотранспортом и планируют бульдозерами. Такую отсыпку производят при месячной производительности выдачи породы до 98 тыс. т/мес.

На завершающем этапе строительства рудника производительность выдачи породы увеличивается. В этот период породу доставляют конвейерным транспортом и складировуют с помощью ПЛТ-1000.

Во время доставки породы автотранспортом монтируют магистральный конвейерный тракт подачи с выходом на высотную отметку +200 м и временные конвейеры для дальнейшей отсыпки породы с помощью ПЛТ-1000. К моменту окончания строительства рудника высотная отметка солеотвала достигнет +250 м.

После ввода в эксплуатацию флотационной обогатительной фабрики солеотходы складировуют способом гидронамыва по второму варианту. Так, солеотходы от фабрики к солеотвалу подают конвейерами. Далее по пионерному участку, отсыпанному из пород проходки, монтируют два конвейера, в конце которых устанавливают отвальное оборудование. Для образования пульпы из рассолосборника солеотвала подают рассол. Рассол подают двумя ступенями. Так, вначале рассол подают к промежуточной насосной станции, расположенной вблизи обогатительной фабрики, затем – на солеотвал. Кроме насоса для гидронамыва в насосной рассолосборника устанавливают насосы для удаления избыточных рассолов на обогатительную фабрику. Эта линия является резервной для гидронамыва. Для удержания пульпы в пределах площади солеотвала производят обваловку.

По мере развития солеотвала конвейерные линии наращивают. Шаг наращивания принимают кратным длине звеньев отвального комплекса (но не менее 60 м). Для установки оборудования бульдозером формируют насыпь.

При гидронамыве производится складирование солеотходов на тыловой части, на длине въездной части. Складирование производится за счет растекания пульпы. Заполнение тыловой части позволяет увеличить емкость солеотвала.

Ввиду большой площади намыва интенсивность роста высоты солеотвала небольшая, что в свою очередь, позволит уплотниться грунтам основания и, как следствие, повысить прочностные характеристики физико-механических свойств. Это обеспечит повышение устойчивости откосов солеотвала.

По мере намыва производят строительство магистральных конвейеров. Так, перпендикулярно трассе от перегрузочного узла монтируют конвейер длиной 25-30 м, устанавливают ПЛТ-1500 и производят намыв, формируют насыпь для установки ПК-1500 и передвижки ПЛТ-1500. Насыпь формируют шириной, достаточной для установки магистрального конвейера. Далее производят намыв, формируют насыпь, монтируют временный конвейер, производят передвижку ПЛТ-1500, затем циклы намыва, формирования насыпи и передвижка оборудования повторяют до тех пор, пока не будет отсыпано место для сооружения нового узла перегрузки. После монтажа магистрального конвейера цикл наращивания продолжают по описанной схеме.

Так как на солеотвале параллельно монтируют два конвейера, то и наращивание второй нитки производят попеременно с первой.

Подготовку площади солеотвала под складирование солеотходов производят очередями. Переход на вновь подготовленную очередь производят при достижении верхней бровкой высоты 40-45 м. При такой высоте сохраняется устойчивость откосов при приготовлении на нем пульпы. С учетом такой схемы профиль солеотвала будет иметь ступенчатый вид.

На границе каждой очереди отсыпают поперечную дамбу, а перед дамбой оборудуют рассолоотводную канавку.

Представленная технология формирования солеотвала УКК, 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 [2], 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) [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 [1]. Достигнутая высота солеотвала по верхней бровке в районе глинисто-солевых шламов с углом откоса  $37^\circ$  на СКРУ-2 – 60 м, на СКРУ-3 – 20 м.

На БКПРУ-3 намыв проводился на наклонное основание  $3-3,5^\circ$ , 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.

Обобщенный анализ технологии формирования солеотвала УКК, с учетом установленных ранее закономерностей изменения прочностных свойств солеотходов [4], 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), позволяет прогнозировать, что при гидронамыве под действием медленно возрастающей нагрузки тела солеотвала основание его будет упрочняться.

### Список литературы

1. Исходные данные для проектной документации на складирование солеотходов в солеотвале Усольского калийного комбината. Договор № 181/2009. – Пермь: ОАО «Галургия», 2000. – 79 с.
2. Кологривко, А. А. Складирование глинисто-солевых шламов при расширении солеотвалов на отработанных шламохранилищах / А. А. Кологривко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2016. – Вып. 2. – С. 21–28.
3. Борзаковский, Б. А. Технология гидронамыва солеотвала на калийных предприятиях Верхнекамья / Б. А. Борзаковский // Сб. статей

Горного информационно-аналитического бюллетеня. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. – № 1. – С. 191–195.

4. Кологривко, А. А. Прогнозирование физико-механических характеристик складированных гидронамывом солеотходов Усольского калийного комбината / А. А. Кологривко // Новые идеи в науках о Земле: сб. материалов XIII междунар. науч.-практич. конф., Москва, 5-7 апр. 2017 г.: в 2 т. / Рос. гос. геологоразвед. ун-т им. С. Орджоникидзе ; редкол.: В. И. Лисов, В. А. Косьянов, О. С. Брюховецкий. – Москва, 2017. – Т. 1. – С. 356–357.