

ОТХОДЫ КАЛИЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ГИДРОНАМЫВ

Кологривко А.А., к.т.н., доцент,
декан факультета горного дела и инженерной экологии;
Астапенко Т.С., ассистент каф. «Горные работы»
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

При организации хвостовых хозяйств, в условиях отсутствия возможностей роста и (или) резерва площадей под складирование отходов обогащения калийных предприятий, особого внимания заслуживают мероприятия по использованию отработанных шламохранилищ в качестве оснований формирования солеотвалов способом гидронамыва, что способствует минимизации изъятия дополнительных сельскохозяйственных площадей и является приоритетным направлением развития технологий в минерально-сырьевом секторе экономики [1, с. 45].

Проведенные исследования в части установления пространственно-временных закономерностей изменения водно-физических и физико-механических свойств отходов обогащения калийных руд в процессе их гидронамыва в виде пласт-плиты на поверхности шламохранилища ЗРУ ОАО «Беларуськалий», изучение инженерно-геологических процессов и анализ результатов геофизических исследований с момента складирования галитовых отходов, позволили установить, что 48 % тела пласт-плиты имеет угол внутреннего трения 25–27°; 83,06 % тела имеет влажность 20–32 %; 41,70 % тела имеет плотность 1,85–1,90 г/см³; 61,6 % тела имеет модуль общей деформации 1,0–1,5; 36,6 % тела имеет сцепление 0–0,005; 58,81 % тела имеет пористость 38–42%; 50,90 % тела имеет консистенцию 0,85–1,20, а 40,29 % – 1,20–1,55; 62,00 % тела имеет показатели границы текучести 28–32 %; 55,57 % тела имеет число пластичности 7–10 %, а 43,51 % – 10–13.

При формировании пласт-плиты имеет место сложная совокупность выявленных в процессе гидронамыва геологических (пространственно-временных особенностей строения тела пласт-плиты, которые впервые обнаруживаются уже после производства работ) и техногенных факторов (параметры гидронамыва и их влияние на

активизацию процесса в период длительного срока эксплуатации шламохранилища с постоянным возрастанием объемов складирования отходов обогащения).

Процесс интенсивного отжатия жидкой фазы галитовых отходов с одновременным их уплотнением продолжается не более 18 ч.

Ослабление сил связи на контактах между зернами галитовых отходов является следствием повышения минерализации, заключенной в устойчивых пределах 340-375 г/л, увеличивающей вязкость рассолов NaCl, которая при повышении температуры падает, а при понижении до $-21,2$ °C рассол NaCl замерзает полностью, превращаясь в смесь кристаллов льда и гидрогалита $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Атмосферные осадки, разрушая структурные связи галитовых отходов, высвобождают заключенную в порах первичную рапу и кристаллизационную воду при растворении солей, что создает дополнительный сток, часть которого задерживается в теле пласт-плиты.

Плотность и пористость, находящиеся, как правило, в тесной связи со временем существования галитовых отходов, глубиной и степенью их литификации, могут не проявлять четких прослеживаемых зако-номерностей в части увеличения плотности и уменьшения пористости с глубиной, что объясняется режимом (скоростью, периодичностью) складирования галитовых отходов, а также состоянием среды (массива), в которую их складировать (промоины, трещины, оседание поверхности, рассолопроявления), стохастическим воздействием во времени атмосферных условий (дожди, таяние снега, туман).

Высокая восприимчивость галитовых отходов к нарушению их структуры связана с особенностями структурных связей, обусловленных кристаллизацией рассолов NaCl (в т.ч. при превращении рассола в кристаллы льда и гидрогалита), содержащихся в первичной рапе, при этом, потери влажности на дегидратацию следует принимать равным 50-70 % от начальной влажности галитовых отходов.

Влажностному порогу гигроскопичности для галитовых отходов соответствует относительная влажность воздуха 75-78 %.

Намыв галитовых отходов следует вести поярусно с обеспечением равномерного заполнения каждого яруса в течение всего периода намыва, после чего намывной поверхности требуется не менее 48 ч. для ее консолидации.

Процесс гидронамыва галитовых отходов должен обеспечивать равномерное заполнение яруса (участка, территории, зоны) в течение всего периода намыва, что требует производства маркшейдерской съемки ярусов. После намыва сформированного яруса для консолидации намытой поверхности требуется технологический перерыв не менее 2 суток, определяемый количеством атмосферных осадков, влажности, периода года. При сухих погодных условиях длительность технологического перерыва должна составлять не менее 4 ч.

Продолжительность во времени стадий консолидации галитовых отходов от их свободного уплотнения, далее – к вторичной консолидации и до затрудненного уплотнения оценивается по данным определений водно-физических и механических свойств галитовых отходов временем не более 12 ч.

Для обеспечения бесперебойного складирования галитовых отходов, необходимо иметь не менее двух рабочих зон (участков) намыва. Формирование пласт-плиты, в пределах одной зоны (участка), возможно производить около 8 ч, после чего следует наращиваться ограждающие валы по контуру участка намыва. Возведение обваловки (контур намыва ограждающими валами высотой около 2,5 м) рекомендуется производить не позднее 12 ч после намыва. Возведение обваловки после 24 ч после намыва осуществляется с помощью рыхлителя бульдозера.

Гидронамыв пласт-плиты должен осуществляться поэтапно в пределах отдельных зон, ограниченных по периметру ограждающими валами. Условием эффективности процесса гидронамыва являться обеспечение наклона намываемой поверхности пласт-плиты под углом не менее $1,5^\circ$, вышерасположенные намываемые поверхности по своему контуру рекомендуются с углом наклона не более 35° .

Намыв галитовых отходов рекомендуется производить вдоль дамб. Постепенный намыв внутренней части пласт-плиты рекомендуется производить после создания на контакте пласт-плиты с дамбой пригрузки из галитовых отходов. Вдоль дамб по периметру формируемой пласт-плиты и ее основанием рекомендуется выдерживать разрыв 10-15 м с применением требуемой для производства работ механизации, а в случае наращивания дамб – усиление их бермами шириной не менее 10 м.

Для минимизации локального выпора шламов, прослеживаемого в обводненных зонах с небольшим покрытием их солеотходами, ре-

комендуется обеспечивать их опережающую пригрузку намываемыми галитовыми отходами в местах контакта с откосами дамб. Намыв галитовых отходов рекомендуется производить вдоль дамб. Постепенный намыв внутренней части пласт-плиты рекомендуется производить после создания на контакте пласт-плиты с дамбой пригрузки из галитовых отходов.

Результаты исследований рекомендованы для производства работ по формированию солеотвалов на слабых основаниях способом гидронамыва.

Список литературы

1. Кологривко, А.А. Отходы калийных предприятий: реализация мер по снижению техногенеза / А.А. Кологривко // Современное состояние и направления развития технологий, машинного и аппаратного обеспечения, эколого-безопасного природопользования и переработки промышленных отходов горнопромышленных комплексов на территории Евразийского экономического пространства : материалы науч.-практ. конф., Минск-Солигорск, 5–6 сент. 2019 г. / Белорус. гос. технолог. ун-т. – Минск, 2019. – С. 44 – 48.