

УДК 622.272

В.В. Лобанов, М.К. Сороченко, А.Г. Заболоцкий

**ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ
ПО СКЛАДИРОВАНИЮ СОЛЕСОДЕРЖАЩИХ
ПОРОД РУДНИКА «МИР» В ВЫРАБОТАННОЕ
ПРОСТРАНСТВО ЗАКОНСЕРВИРОВАННОГО
КАРЬЕРА «МИР»**

Дано обоснование целесообразности складирования, оценки возможного влияния на состояние борта карьера, состав дренажных рассолов, а также технология размещения отходов.

Ключевые слова: рудник, горная порода, карьер, зумпф, погружной насос, соленосная порода.

Привлекательность варианта размещения соледержащих отходов рудника «Мир» в выработанном пространстве карьера «Мир» обусловлена близостью промплощадки рудника к карьере и возможностью действенного и регулярного контроля процесса складирования, в том числе, и с точки зрения влияния процесса складирования на окружающую среду. По существовавшему проекту складирование соледержащих пород рудника «Мир» предполагалось в выработанное пространство карьеров «Новинка» и «Геофизическая», располагающихся в непосредственной близости от расположения трубки «Интернациональная» и примерно в 20 км от трубки «Мир». Ограниченность в объемах этих карьеров, а также значительная дальность транспортировки соледержащих пород, сопряженная с возможностью негативного влияния транспортирования на окружающую среду, стали основанием для пересмотра проектного решения. Ниже приводится обоснование целесообразности складирования, оценки возможного влияния на состояние борта карьера, состав дре-

борта карьера, состав дренажных рассолов, а также технология размещения отходов.

Обоснование целесообразности размещения соледержащих пород в выработанном пространстве карьера «Мир».

Реализованным проектом консервации карьера «Мир», как части проекта подземного рудника «Мир», предусмотрено создание техногенного массива на дне карьера. При этом, в качестве одной из основных задач, решаемых проектом консервации, является снижение водопритоков к выработкам подземного рудника, что повышает безопасность ведения горных работ в пределах подкарьерного этажа с точки зрения снижения возможного воздействия на пласты солей в чарской свите. В этих целях было бы безусловно полезным повышение минерализации подземных вод в техногенном массиве и соответственно снижение их агрессивности к солям. Как представляется, эта задача вполне увязывается с решением проблемы складирования солей и засоленных пород рудника «Мир» [1].

Размещение в карьере соледержащих отходов рудника «Мир», промплощадка которого размещается в 800 метрах от бровки карьера, представляется экономически привлекательным, так как минимизирует расстояние транспортирования отходов к месту хранения.

В то же время, этот вариант позволяет обеспечить более безопасные условия подземной отработки месторождения за счет существенного повышения минерализации остаточного рассола в сформированном на дне карьера техногенном массиве. Это обусловлено выщелачиванием складируемого на борту карьера галита и миграции его водной формы в техногенный массив с повышением минерализации рассола над кровлей рудного массива и, соответственно, снижения агрессивного воздействия возможных утечек дренажных рассолов из системы защиты рудника от затопления на пласты солей чарской свиты.

Повышение эффективности этого процесса увязывается с решениями проекта консервации по водоотведению с поверхности техногенного массива. Напомним, что отвод подземных вод, попавших в карьер, осуществляется по водоотводящей штольне с последующей откачкой через специальные скважины погружными насосами. Планировка поверхности техногенного массива в проектом варианте не должна препятствовать движению воды к устью штольни. Этому способствует произведенная отсыпка грубообломочного материала на устьях штольни, расположенных в южном борту карьера. Чтобы размещение отходов рудника в выработанном пространстве карьера не привело лишь к преимущественному засолению откачиваемых вод, уклон отсыпки грубообломочного материала направлен в сторону от устьев штольни,

что снижает возможность попадания засоленного стока в штольню, а затем и к погружным насосам.

Обоснование размещения площадки складирования

Рекомендуемую площадку (местоположение обведено синим контуром на рис. 1) для выгрузки солей целесообразно разместить на северо-восточном борту карьера для того, чтобы возможная деградация берм борта в интервале многолетнемерзлых пород за счет контактов с солью не привело к ухудшению условий функционирования водоотливной штольни (располагается на южном борту).

Осложняющим фактором размещения солей в карьере является возможное их разрушающее влияние на интервал многолетнемерзлых пород. Он будет служить интервалом транзита солей к слагающим борта карьера подмерзлотным засоленным породам метегерской и ичерской свит, а также складирования на остающихся незаполненными частично осыпями участков транспортных и нерабочих берм карьера, расположенных ниже рекомендуемой площадки выгрузки солей.

В этом плане показательным является состояние устойчивости бортов карьера трубки «Интернациональная».

Открытая отработка этого месторождения завершена более 25 лет назад при забое карьера, располагающемся выше кровли метегероичерского водоносного комплекса. При сооружении горно-капитальных и вскрывающих выработок произошло существенное засоление промплощадки рудника, располагающейся в непосредственной близости от карьера, в который попал засоленный сток с промплощадки. Проведенное недавно опробование водоема на дне карьера «Интернациональный» показало, что минерализация воды в нем превышает 30 г/л.



Рис. 1. Рекомендуемая площадка для выгрузки солей



Рис. 2. Вид борта карьера «Интернациональный», прилегающего к промплощадке рудника

При этом, уровень воды в водоеме метров на 50 выше динамического уровня подземных вод в районе месторождения, что однозначно свидетельствует об отсутствии связи водо-

ема на дне карьера с подмерзлотным водоносным комплексом. Иными словами, мерзлота проявила достаточную устойчивость воздействию засоленного стока.

Об этом же свидетельствует и состояние бортов карьера, примыкающих к промплощадке рудника. Как видно из рис. 2, поступление засоленного стока с промплощадки рудника привело лишь к более интенсивному сглаживанию участков берм, но ни в коей мере не повлияло на общую устойчивость борта.

Учитывая аналогичность горно-геологических условий месторождений трубков «Интернациональная» и «Мир» в интервале многолетнемерзлых пород, нет оснований прогнозировать опасное для устойчивости бортов карьера «Мир» развитие процессов их деградации при реализации указанного варианта складирования соледержащих пород.

Еще одним существенным обстоятельством, позволяющим положительно оценить место размещение разгрузочной площадки, является то, что ниже этой площадки в период работы системы осушения карьера «Мир» располагался перекачной зумпф (рис. 3). Располагался он в интервале красноцветной толщи верхоленской свиты. Утечки из него дренажных рассолов привели к засолению нижележащего прибортового массива, однако, не повлияли существенно на устойчивость этого участка борта.

Важным обстоятельством с точки зрения последствий размещения соледержащих отходов в емкости карьера «Мир» является существенная сохранность до настоящего времени транспортных берм в карьере, если их рассматривать как локальные площадки, обладающие емкостью для удерживания складированной соледержащей горной массы и препятствующей в течение определенного времени прямому попаданию соледержащих пород в водоем на дне карьера.

На рис. 4 (построен на материалах съемки карьера на начало 2006 года) показан прогнозируемый «язык» размещаемых в карьере соледержащих пород, а на рис. 5 – профиль борта карьера на участке складирования соледержащих пород. Средствами AutoCAD и с принятием угла естественного откоса складированной горной массы примерно $30\text{--}40^\circ$ определена потенциальная емкость не занятых осыпями участков транспортных и нерабочих берм в пределах указанного «языка», составляющая 200-250 тыс. м³. С учетом ожидаемого ежегодного перехода в водную фазу за счет растворения поверхностным стоком и атмосферными водами до 10 тыс. м³ галита из заскладированных пород (как свидетельствует динамика засоления пресного водоема на дне карьера «Новинка» со стороны склада соледержащих пород рудника «Интернациональный» в карьере «Геофизический») объем задержавшихся на бермах отходов может составить примерно 400 тыс. м³ или половину объема соледержащих пород, вынимаемых при отработке подкарьерного этажа.

Оценка влияния паводкового периода на содержание механических взвесей в дренажных водах

Приведенные ориентировочные оценки объемов размещения соледержащих пород на незаполненных осыпями участках транспортных берм имеют смысл с точки зрения опасений прямого попадания складированной горной массы в водоем на дне карьера с повышением содержания механических взвесей в воде, с последующим их попаданием через водоотливную штольню к погружным насосам, ухудшая условия их функционирования.



Рис. 3. Размещение перекачного зумфа на отметке +125 м (внизу справа)

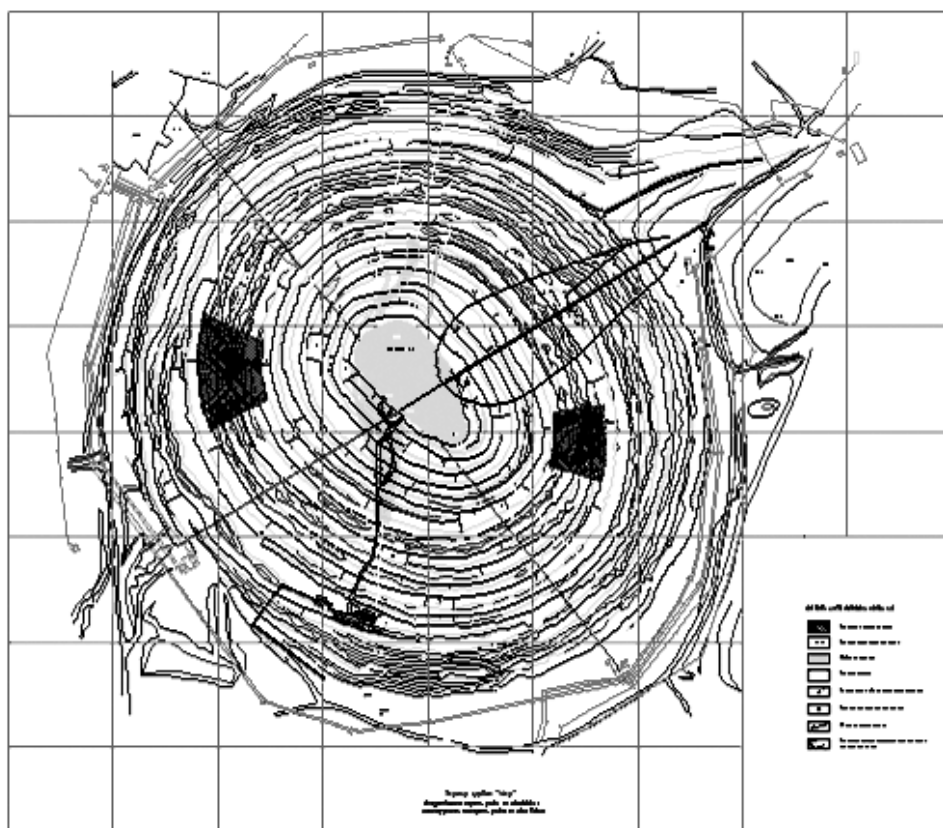


Рис. 4. Прогнозируемый «язык» размещаемых в карьере соледержащих пород

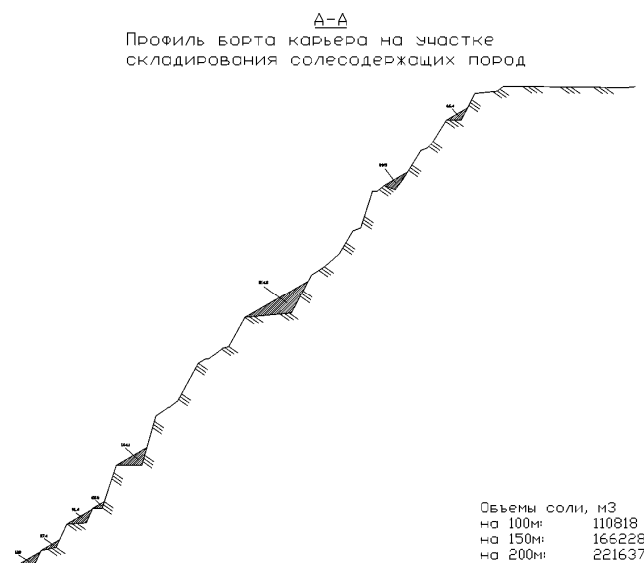


Рис. 5. Профиль борта карьера на участке складирования соледержащих пород

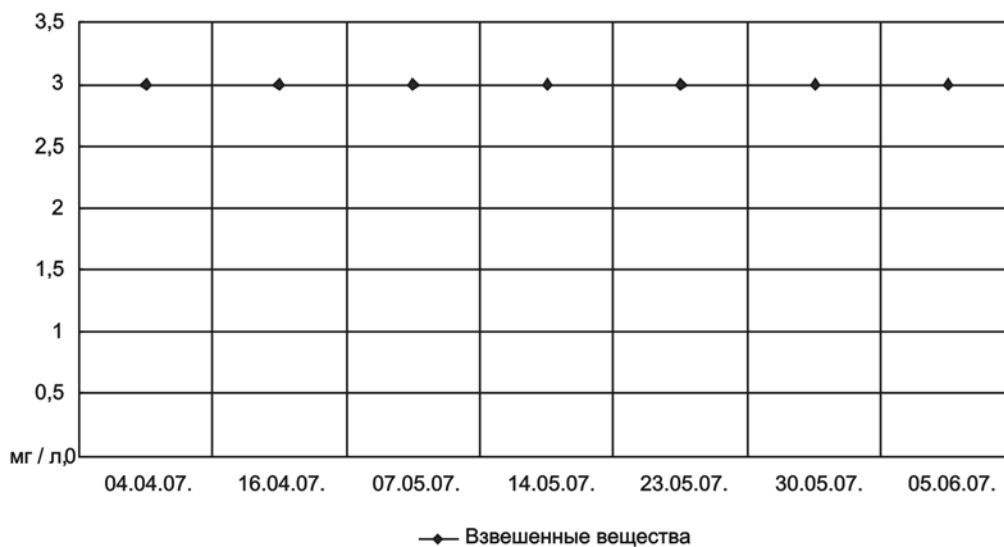


Рис. 6. Результаты опробования на механические взвеси

Аналогом механизма повышения содержания механических взвесей в водоеме на дне карьера, который был рекомендован к исследованию на одном из Технических Советов АК «АПРОСА», является паводковый период. В течении его в карьер дренируется по-

верхностный сток с большим содержанием механических взвесей, при этом, за счет разрушения участков берм также обеспечивается принос в водоем механических взвесей.

С середины апреля текущего года по середину июня нами с периодич-

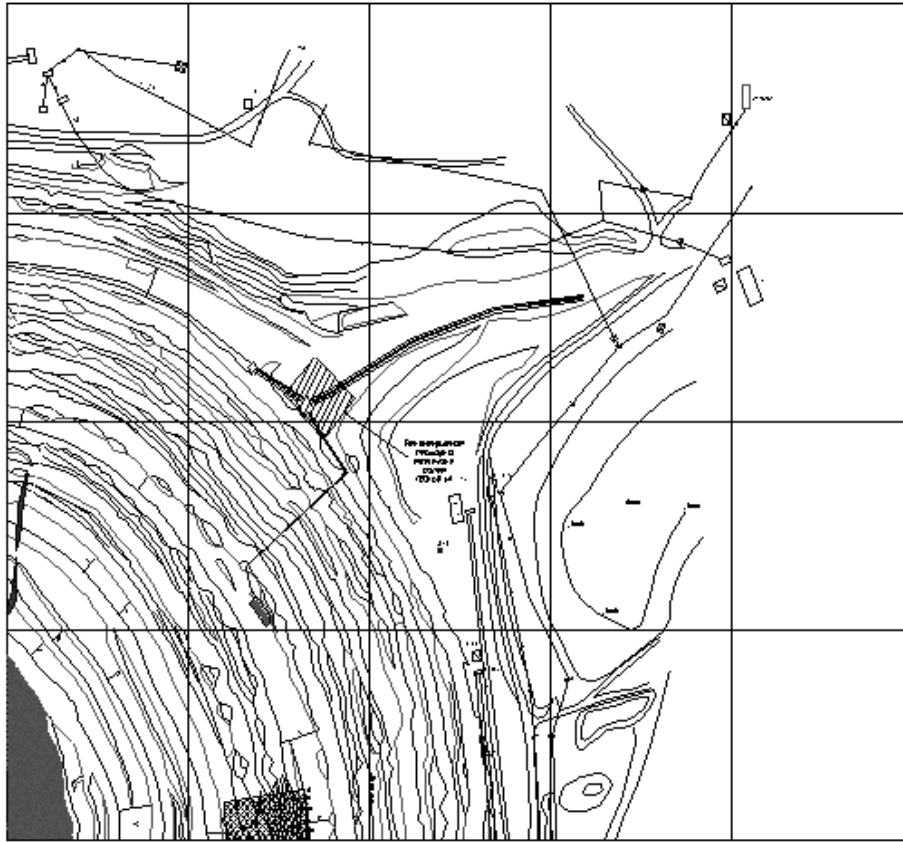


Рис. 7. Схема размещения площадки для разгрузки солей на карьере «Мир»

ностью примерно раз в неделю было осуществлено опробование состава воды на погружных насосах и на водосливе (суммирующий состав откачиваемых рассолов). Результаты опробования представлены на рис. 6.

Анализ данных рис. 6 показывает отсутствие существенного влияния паводкового периода на содержание механических взвесей в откачиваемых рассолах, что свидетельствует о достаточности защитной роли предохранительной отсыпки долеритовой массы на устье штольни, препятствующей попаданию механических взвесей в штольню.

Прогноз дополнительного засоления дренажных рассолов

Как показало опытное складирование солесодержащих пород в пляжной зоне накопителя минерализованных вод карьера «Мир» на ручье Тымтайдаах потеря массы отвала за счет промывки атмосферными и поверхностными водами даже без учета уплотнения соляной толщи не превысила 10 % в год.

Опираясь на это наблюдение и учитывая неполное в настоящее время заполнение емкости транспортных и нерабочих берм осыпями, можно рассчитать величину дополнительного засоления дренажных вод (по крайней мере, на период наличия емкости на указанных бермах).

Учитывая непрерывность работы заглубленного водоотлива, постоянно

удаляющего существенную часть притока дренажных рассолов из карьера, целесообразно рассчитать дополнительное засоление их в течение месяца, предполагая (очевидно, с запасом), что в карьер попадает месячный объем дренажных рассолов с минерализацией 100-120 г/л и указанные выше 10 % солей в пересчете на месячную долю.

При притоке в настоящее время в карьер подземных рассолов с расходом до 1200 м³/час их месячный объем составит:

$$1200 \text{ м}^3/\text{час} \cdot 24 \text{ часа} \cdot 30 \text{ суток} = \\ = 864 \text{ 000 м}^3$$

При указанной минерализации месячный объем солей, откачиваемых из карьера, составит:

$$864 \text{ 000 м}^3 \cdot 120 \text{ кг/м}^3 = 103 \text{ 680 т}$$

Годовой объем солей, складированных в выработанном пространстве карьера, составит:

$$11000 \text{ т} \cdot 12 \text{ мес.} = 132000 \text{ т}$$

С учетом указанных 10 % солей пополняющих состав дренажных рассолов общий объем откачиваемых солей составит:

$$103 \text{ 680 т} + 13200 \text{ т} = 116880 \text{ т}$$

Добавка указанного объема солей повысит минерализацию дренажных рассолов до:

$$116880 \text{ т} : 864000 \text{ м}^3 = 0,135 \text{ т/м}^3 = \\ = 135 \text{ г/л}$$

Как видно, увеличение минерализации рассолов, даже в предположении попадания всего дополнительно объема солей в дренажные рассолы в течение одного месяца не превысит 9,0 %. Очевидно, что, не влияя практически на качественный состав дренажных рассолов, попадание растворенных солей в откачиваемые воды не приведет к существенному измене-

нию их минерализации. При растягивании этого процесса на реальные 5-6 месяцев теплого сезона увеличение минерализации вряд ли превысит 1-2 %.

Рекомендуемая технология размещения соледержащих пород

Пустая порода от проходки стволов и горных выработок выдается на поверхность по клетьевому стволу, через бункер грузится и транспортируется автосамосвалами на площадку временного накопления пустых пород, расположенную на территории поверхностного комплекса рудника «Мир». На этой же площадке предусмотрена крытая навесом и отгороженная площадка для складирования соленасыщенных пород.

Дальнейшее транспортирование солей на разгрузочную площадку в карьере «Мир» также осуществляется автосамосвалами. План карьера с рекомендованной площадкой для разгрузки солей приведен на рис. 7.

Размер указанной площадки, учитывая необходимость проезда на берму +235 м южного борта карьера для обслуживания сооружений заглубленного водоотлива системы консервации карьера «Мир», составляет 50×60 м.

Очевидно, что для предотвращения разрушения площадки в период разгрузки на нее солей потребуются ее покрытие бетонными или железобетонными плитами, которые также будут обеспечивать возможность эксплуатации бульдозерной техники для сталкивания солей в емкость карьера.

Учитывая проектируемую скорость проходки подземных выработок (примерно, 100 м/месяц на 1 забой) по соленосным породам, месячный объем выгрузки солей при двух-трех забоях не превысит 5 тыс. м³ (или до 11,0 тыс. т), а с учетом коэффициента разрыхления до 6,0 тыс. м³. Размеры площадки позволяют размещать этот

объем, то есть, необходимость работы бульдозерной техники во времени не превысит 2-3 суток в месяц.

Конкретная конструкция площадки для выгрузки солей должна быть разработана в соответствующем локальном проекте с учетом необходимых мер безопасности для применяемой транспортной и бульдозерной техники.

Основные выводы по варианту

Данный вариант представляется целесообразным реализовывать, ориентируясь на потребности складирования соледержащих пород, при отработке месторождения в пределах чарской свиты и, в частности, подкарьерного этажа. Организация и осуществление этого варианта возможны с достаточной оперативностью. При этом важно отметить, что он не окажет существенного влияния на качественный состав дренажных вод в карьере, откачиваемых системой водоотлива, сооруженной в рамках технологии консервации карьера и, следовательно, не ухудшит условия обратной закачки дренажных вод на Восточном разломе.

Размещение соледержащих пород в выработанном пространстве карьера «Мир» целесообразно в силу следующих важных обстоятельств:

- снимается дополнительная нагрузка на существующие полигоны складирования соледержащих по-

род, расположенные на водосборной площади Иреляхского питьевого водохранилища (карьеры «Новинка» и «Геофизическая»), при прогнозируемом недостатке их емкости даже для нужд рудника «Интернациональный»;

- не требуется специального строительства и ремонта дороги (используются существующие дороги);

- удешевляется транспортировка горной массы по сравнению с проектным вариантом, так как расстояние до места складирования составляет около 1 км, а до карьеров «Новинка» и «Геофизическая» около 20 км;

- объем карьера позволяет складировать всю соль от проходки выработка рудника «Мир» за весь период подготовки запасов;

- добавление хлорнатриевой соли в дренажные рассолы накопителя за счет растворения ее атмосферными водами увеличит лишь минерализацию хлорнатриевых рассолов но не изменит их состав, что снимает проблему совместности закачиваемых на полигоне обратной закачки дренажных вод с подземными хлорнатриевыми рассолами подмерзлотного метегеро-ичерского водоносного комплекса;

- отсутствуют условия выноса складированных солей из карьера на окружающую территорию, что гарантирует экологическую безопасность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный отчет по теме 23-05-777 «Научно-технические и опытно-промышленные работы по разработке и совершенствованию технологии ведения подземных горных работ и обоснованию их параметров для проектируемых и действующих

рудников АК «АЛРОСА». Этап 2. Провести исследования, обосновать целесообразность и разработать технологию складирования соледержащих пород в выработанное пространство карьера «Мир». Якутнипроалмаз, Лобанов В.В. и др., Мирный, 2005. **ИАБ**

Коротко об авторах

Лобанов В.В., Сороченко М.К., Заболоцкий А.Г. — институт Якутнипроалмаз АК «АЛРОСА», info@alrosa.ru