

свое тепло под час повернення самоскиду під навантаження, тобто більший час температура кузова залишається відносно сталою. В подальшому отримані результати слугуватимуть частиною математичної моделі фізичного впливу температури на елементи самоскидів, що перевозять гарячий шлак.

Список літератури:

1. Авдонькин Ф.Н. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации. -М.: Транспорт, 1993. -350 с.
2. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии: учеб. пособие/ А.И. Цаплин, И.Л. Никулин. –Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. –299 с.
3. Паранукян В.Э. Повышение эффективности транспортного обслуживания сталеплавильного производства металлургических заводов В.Э. Паранукян, М.В. Помазков: Вісник СНУ ім. В. Даля . 2004. №7 (77) Ч.2. –2004. -С. 36-38.

УДК 622.271.3

Ю. М. НИКОЛАШИН, д-р. техн. наук, проф., академик АГНУ

ГВУЗ “Криворожский национальный университет”

Я.В. КЕБАЛ инженер-проектировщик ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

СПОСОБ ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ В РЕЖИМЕ ДЕФОРМАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД

Предложен способ отвалообразования в режиме управляемых деформаций пород с временным опорным гребнем, в затопленный подземными водами отработанный глубокий карьер с крутыми углами наклона бортов.

Запропоновано спосіб відвалоутворення в режимі керованих деформацій порід з тимчасовим опорним гребенем, у затоплений підземними водами відпрацьований глибокий кар'єр з крутими кутами нахилів бортів.

The method of dumping in the managed mode of deformation of rock with a time reference comb, in a flooded underground water waste deep pit with steep angles of inclination of the sides.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. При внутреннем отвалообразовании в затопленном карьере №1 горного дивизиона ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» возникла проблема переэкскавации вскрышной горной массы в выработанное пространство, из-за нарушения устойчивости отвального массива и рабочей площадки с имеющимся оборудованием (ЭКГ-4УС, ЭШ-6/45). Проблема переэкскавации горной массы возникла после размещения рабочей площадки на отвале,

высота которого составляет 225÷290 м, а высота подтопления - 100÷175 м. Ширина полосы развития трещин на рабочей площадке достигает 30 м, а ширина призмы возможного оползания – 20 м, включая критическое проседание поверхности заходки от 0,5 до 4 м.

Поэтому проблема внутреннего отвалообразования, в затопленный подземными водами отработанный карьер, связана с решением научно-практической задачи по обеспечению безопасного формирования одноярусного подтопленного отвала.

Анализ исследований и публикаций Актуальной проблемой при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом является использование нарушенных горными работами земель, в частности, для отвалообразования пустых пород с последующей рекультивацией. При этом отсутствует опыт в отвалообразовании в затопленном отработанном пространстве на глубину большей 0,3 высоты отвала.

Действующие нормы, правила и требования, относящиеся к внутреннему отвалообразованию, не дают указаний для условий затопленного карьера [1-3].

В настоящее время при засыпке глубинных не затопленных карьеров с целью предотвращения оползней и безопасного проведения отвалообразования используют специальные разгрузочные платформы для автосамосвалов, многоярусное отвалообразование, предохранительные валы вдоль границы возможного сдвига, отсыпка призмы упора в подошве высокого отвала, одновременную отсыпку внутреннего отвала с противоположных бортов при ширине дна карьера меньшей 0,25 высоты борта карьера [4].

Однако эти меры могут иметь ограниченное применение или совсем непригодны в условиях затопленного карьера подземными водами.

На начальном этапе отвалообразования, когда карьер №1 ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» был затоплен на 0,2-0,3 его глубины, было предложено использование энергии взрыва на выброс отвальной массы отсыпанной заходки на скальных контурах карьера в сторону выработанного пространства [5]. Однако это предложение не получило развитие, а отвалообразование производилось с использованием автосамосвалов под откос через предохранительный вал, а в дальнейшем при возникновении призмы сдвижения - с применением бульдозера.

Отсыпка скальной вскрыши в воду сопровождалась формированием основания отвала в подводном положении с углами наклона естественного откоса в пределах 15÷34° [6]. Причиной образования призмы оседания в пределах экскаваторной заходки являются деформации подводного слабого основания «взвешенных» пород, вызванного нагрузкой отсыпаемой горной массой вскрышных пород. Ведение горных работ в таких условиях требуют выполнения определенного регламента отвалообразования [3].

В настоящее время, по техническим параметрам, исчерпаны возможности использования при отвалообразовании в затопленный подземными

водами отработанный глубокий карьер экскаватора-мехлопаты ЭКГ-4УС с максимальным радиусом разгрузки до 15 м и драглайна ЭШ-6/45 с радиусом разгрузки 43,5 м из-за развития трещин на рабочей площадке шириной до 30 м, а призмы сдвижения — 20 м. Действующая технологическая схема не соответствует требованиям по обеспечению устойчивости одноярусного отвала.

В связи с этим, появилась необходимость разработки или усовершенствования технологии отвалообразования в режиме деформации горных пород.

Постановка задачи. В данный момент создано небезопасные условия для использования шагающих экскаваторов с радиусом разгрузки менее 50 м для внутреннего одноярусного отвалообразования. Из-за необходимости дополнительного приобретения мощных экскаваторов возникла необходимость в новом способе формирования отвала в режиме деформации горных работ.

Изложение материала и результаты. Разработан способ отвалообразования в режиме управляемых деформаций пород который включает отсыпку отвального яруса с опорным гребнем на общую высоту, равную 1,1-1,5 предельной высоты откоса, фиксацию сдвиговых деформаций пород в зоне формирования опорного гребня [7]. После отсыпки яруса на ширину отвальной заходки экскаватор перемещают на спланированную площадку в пределах передового опорного гребня, и цикл отсыпки повторяют, при этом перемещение экскаватора на смежный участок и последующую отсыпку очередной отвальной заходки выполняют после появления большей крепости пород (см. рис.1. Способ отвалообразования в режиме деформации горных пород).

Начальный цикл отсыпки скальных пород одноярусного отвала с временными опорными гребнем выполняют в затопленный подземными водами отработанный глубокий карьер с крутыми углами наклонов бортов отвальной заходки шириной A_1 .

$$A_1 = R_{\max} - (a_0 + R_0) + h_{\max} \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon, \quad (1)$$

где R_{\max} - максимальный радиус разгрузки ковша экскаватора, м; a_0 - ширина призмы возможного сдвижения откоса, м; R_0 - радиус базы (опоры) экскаватора, м; h_{\max} - высота разгрузки ковша экскаватора, м; ε - угол естественного откоса с кусков скальных пород, град.

В процессе размещения скальных пород в подтопленной отвальной заходки и завершения отсыпки первого временного опорного гребня на его поверхности фиксируют деформации величин оседания вплотную к их затухания вдоль фронта отвалообразования. Проводят переэкскавацию временного опорного гребня под откос отвальной заходки до границ критических величин деформации оседания призмы сдвижения и планирование трассы движения экскаватора с шагом Ш_1 его переноса, который определяют из выражения:

$$\text{Ш}_1 = R_{\max} + h_p \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon - (n \cdot a_1 + R_0), \quad (2)$$

где h_p - высота разгрузки ковша экскаватора над горизонтом рабочей перегрузочной площадки, м; n - нормативный коэффициент запаса устойчивости отсыпанного откоса; a_1 - ширина призмы фактического смещения отсыпанного откоса, м.

В дальнейшем цикл отсыпку скальных пород одноярусного отвала с временным опорным гребнем повторяют с предыдущим определением ширины отвальных заходок и призм фактического смещения отсыпанных откосов, а также шагом переноса трасс движения экскаватора при перемещении фронта отвалообразования. Таким образом, благодаря совокупности известных и новых существенных признаков стало возможно осуществить причинно-следственную связь между ними и полученных технических результатов. Благодаря этому начальный цикл отсыпку скальных пород одноярусного отвала с временно опорным гребнем проводят в затоплен подземными водами отработанный глубокий карьер с крутыми углами наклонов бортов отвальной заходки шириной A_1 (1).

Способ обеспечивает устойчивость откосов уступов борта глубокого карьера на верхних горизонтах, сложенных песчано-глинистыми отложениями, за счет пригрузки скальными породами при формировании временного опорного гребня и подготовит условия для перемещения фронта отвалообразования в режиме деформации пород за счет повышения сопротивления сдвигению отсыпанных скальных пород подводной части отвальной заходки и уменьшение доли ширины призмы возможного сдвига отсыпанного откоса в общей ширине отвальной заходки, что будет повышать безопасность горных работ при одноярусном отвалообразовании в затопленный глубокий карьер и за счет этого улучшатся условия горнотехнической рекультивации земель, нарушенных горными работами.

Благодаря этому в процессе размещения скальных пород в затопленной отвальной заходке и завершения отсыпки первого временного опорного гребня на его поверхности фиксируют деформации сдвига величин просадки вплоть до их затухания вдоль фронта отвалообразования.

Способ обеспечит контроль за развитием оползневых деформаций в опорном гребне, под нагрузкой которого формируется призма фактического смещения отсыпанного откоса отвальной заходки, с установлением стабилизации деформации усадки и времени начала горных работ по подготовке переноса трассы движения экскаватора на отсыпанной перегрузочной площадке.

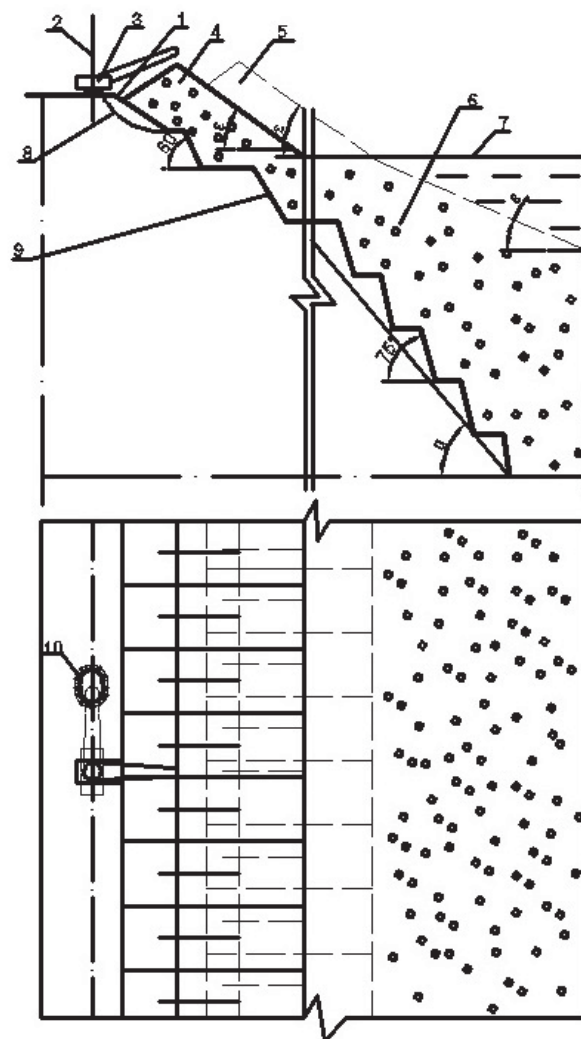


Рис. 1. Способ отвалообразования в режиме деформации горных пород. 1 – борт карьера; 2 – ось трассы экскаватора; 3 – экскаватор драглайн; 4 – опорный гребень; 5 – опорный гребень после перэкскавации; 6 – затопленный подземными водами отвал; 7 – уровень подземных вод; 8 – призма сдвижения; 9 – скальный контур борта карьера; 10 – прямая.

Нормативный запас устойчивости отсыпанного откоса отвальной заходки с учетом нагрузки от работающего экскаватора за пределами призмы фактического сдвижения и будет способствовать повышению безопасности горных работ при одноярусном отвалообразовании в затопленный глубокий карьер и за счет этого улучшаются условия горнотехнической рекультивации земель, нарушенных горными работами.

Дальнейший цикл отсыпку скальных пород одноярусного отвала с временно опорным гребнем повторяется с предыдущим определением ширины отвальных заходок и призмы фактического сдвижения отсыпанных откосов, а также шагов переноса трасс движения экскаватора при перемещении фронта отвалообразования (2).

Выводы и направления дальнейших исследований. Обеспечения безопасности ведения горных работ в затопленном карьере № 1 ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» путем одноярусного отвалообразования, в

условиях установления уровня подземных вод, с сопровождающимся оползневыми явлениями в отгрузочных отвальных заходках, состоит в ликвидации аварийных ситуации при переэкскавации доставляемых скальных пород на рабочие перегрузочные площадки. Причиной нарушения устойчивости откосов отвальных заходок и части перегрузочных площадок является снижение прочности насыпных пород и уменьшения сдерживающих сил, действующих по поверхности скольжения призм сдвигения в подтопленной части отвала за счет сил «гидростатической равновесия». С увеличением призмы сдвигения возникает необходимость выполнения опытно-промышленных испытаний имеющегося экскаватора ЭШ-10/70 согласно предлагаемой схеме отвалообразования в режиме деформации горных пород.

Список литературы

1. Норми технологичного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. –К.: Мінпромполітики України, 2007. –134 с.
2. Правила охраны труда при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом (НПАОП 0.00-1.24-10). –Харьков: Издательство «Форт», 2010. –104 с.
3. Методичні вказівки з визначення оптимальних кутів нахилу бортів, укосів уступів і відвалів залізородних та флюсових кар'єрів. –К.: ИППЭ НАНУ, 2009. –201 с.
4. Мироненко В.А. Основы гидромеханики / В.А. Мироненко, В.М. Шестаков. –М.: Недра, 1974. –296 с.
5. Патент на винахід UA №10726 А, МКИ E21C 41/32. Спосіб рекультивациі глибоких кар'єрів з крутими кутами нахилів бортів / Ніколашин Ю.М., Ільїн О.І., Грицаєнко В.І., Мец Ю.С. ДП «МЕГГД» // Бюл. ДПВ. –№4. –К.: 1996. –2 с.
6. Разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости рабочих контуров внутреннего подтопленного отвала в условиях временной стабилизации отсыпанной горной массы: Отчет о НИР/ Отделение экологии и геологии АГН Украины; №3503; рук. работы Ю.М. Николашин. –Кривой Рог, 2012. –37 с.
7. Патент на корисну модель UA №84929 U.E21 41/26. Спосіб відвалоутворення в режимі деформацій порід / Ніколашин Ю. М., Вусик О.О., Кебал Я.В., Домнічев А.В. ДВНЗ «Криворізький національний університет» // Бюл. ДП «УПВ».–№21. –К.: 2013. –10 с.