

УДК 622.271(575.2)(04)

## УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ БОРТОВ ВЫТЯНУТЫХ КАРЬЕРОВ

*В.И. Нифадьев, С.В. Турсбеков, Н.С. Турсбеков, Б.С. Турсбеков*

Рассмотрена технология ведения горных работ, позволяющая уменьшить объемы вскрыши в контуре карьера, разрабатываемых вытянутых крутопадающих залежей.

*Ключевые слова:* борт; устойчивость; запасы.

Впервые технологию ведения горных работ, позволяющую уменьшить объемы вскрыши в контуре карьера, разрабатывающего вытянутые крутопадающие залежи, предложили Г.Л. Фисенко и др.

Суть предложения заключается в том, что залежь отрабатывается в две очереди, причем первой очередью она отрабатывается на всю длину продольными заходками до определенной глубины [1]. Затем на дне карьера 1-ой очереди отсыпается из вскрышных пород распорная призма и с одного из торцов карьера начинается отработка запасов 2-ой очереди с поперечным развитием горных работ. При отработке запасов, породы распорной призмы перемещаются впереди фронта горных работ. По мере образования выработанного пространства карьера 2-ой очереди в него перемещаются вскрышные породы внешних отвалов. Трасса автомобильного съезда карьера 2-ой очереди петлевая. Она располагается на нерабочем борту в висячем боку залежи и перемещается по нему за фронтом горных работ во избежание засыпки ее породами внутреннего отвала.

По мнению авторов, предложенный способ разработки позволяет увеличить угол нерабочего борта в лежачем боку залежи в среднем на 5–6°.

Рассмотренный способ может найти применение в определенных горно-геологических условиях, однако требуется его серьезная технологическая проработка и экономическое обоснование. В частности, при данном способе разработки практически невозможно выполнить два основных условия поэтапной отработки – сохранение производительности по полезному ископаемому при переходе с этапа на этап и обеспечение рационального календарного графика вскрышных работ, при котором коэффициент

вскрыши последующей очереди должен быть больше предыдущей.

Перемещение стационарной петлевой трассы по мере наступления внутреннего отвала весьма трудоемкая и дорогая операция, а ее размещение на борту со стороны висячего бока залежи дает закономерное увеличение угла его погашения. Технические затруднения может вызвать и процесс ярусного формирования внутреннего отвала пород вскрыши внешних отвалов, да это и неэкономично, поскольку его можно формировать непосредственно из вскрышных пород 2-ой очереди отработки.

Анализ существующих проектных решений и практика отработки вытянутых по простиранию крутопадающих залежей открытым способом показывают, что эффективность горных работ может быть значительно повышена, если участку карьера первоначальной выемки искусственно придать в плане криволинейную форму путем ограничения его длины и сохранять ее при отработке последующих участков путем отсыпки внутреннего отвала из вскрышных пород 2-ой и последующих очередей, что позволяет за счет сил бокового распора увеличить углы нерабочих бортов глубоких карьеров на 3–10° [2].

В настоящее время наиболее распространено вскрытие вытянутых залежей в их центральной части с последующим развитием горных работ к флангам. При этом прямолинейные участки нерабочих бортов вытянутых карьеров в связи с продолжительным сроком стояния формируются с максимальным коэффициентом запаса, с поправкой за учет сил бокового распора.

По предложенному способу с такой поправкой можно формировать нерабочие борта на всем протяжении рудной залежи, что позволит значительно сократить объемы вскрыши или вовлечь,

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели вариантов отработки запасов вытянутой залежи

Показатели	По проекту	По предложенному способу
Объем товарной руды, тыс. т	3420	4685
в т.ч. в карьере первоначальной выемки	-	3327
Объем вскрыши, всего, тыс. м <sup>3</sup>	31600	34460
в т.ч. в карьере первоначальной выемки	-	20347
Капитальная вскрыша, тыс. м <sup>3</sup>	9000	9000
Средний эксплуатационный м/т коэффициент вскрыши всего, м <sup>3</sup> /т	6,61	5,43
в т.ч. в карьере первоначальной выемки, м <sup>3</sup> /т	-	3,41
Объем вскрыши, помещаемый в тыс. м во внутренний отвал, тыс. м <sup>3</sup>	-	7000
Производительность по руде, тыс. т	500	550
по вскрыше, тыс. м <sup>3</sup>	5500	5500
Объем выемки вскрыши для достижения проектной производительности, тыс. м <sup>3</sup>	18000	18100
Требуемый максимальный объем руды на складе при переходе с I-ой очереди на II-ую, тыс.т	-	440

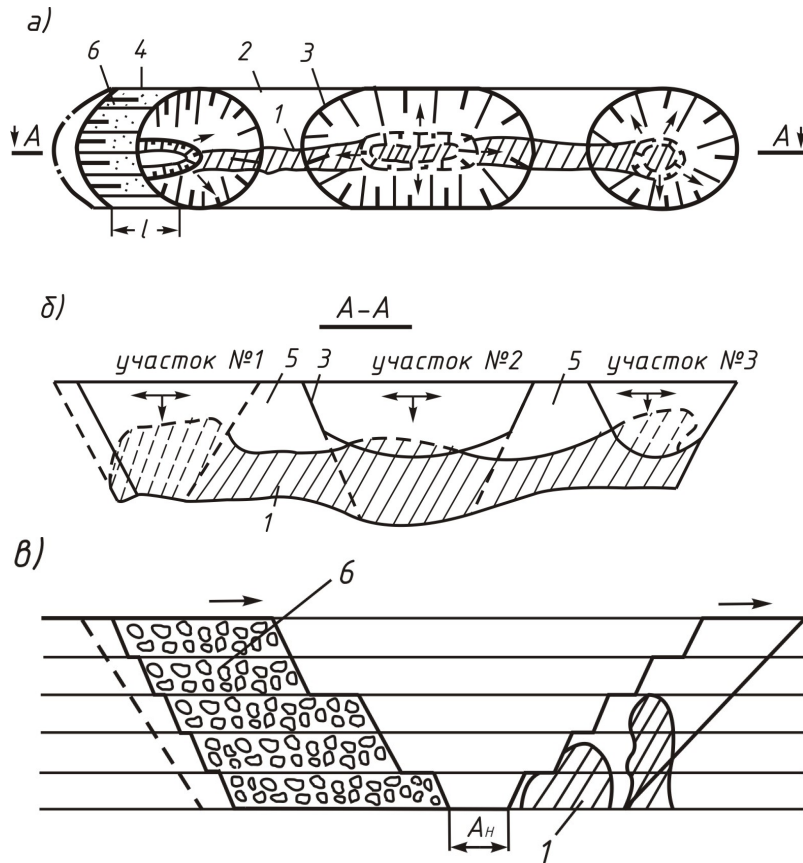


Рисунок 1 – Способ формирования бортов

без разноса бортов карьера, в открытую добычу дополнительные запасы полезного ископаемого.

Принципиальная схема отработки запасов вытянутой залежи крутого падения по предло-

женному способу показана на рисунке 1. Схема отработки осуществляется следующим образом.

Крутопадающее вытянутое по простиранию рудное тело 1, обрабатывают в проектных контурах карьера 2 тремя участками, имеющими промежуточные контуры первоначальной выемки 3. Участкам в плане придают криволинейную форму, ограниченную прямолинейными фронтами горных работ 4, между торцами карьера. При этом участок №1 отработан; на участке №2 горные работы опустили на руду; на участке №3 запасы дорабатывают. Вскрышные породы из участков №2 и 3 и целика 5 транспортируют как на внешний, так и на внутренний отвал в выработанное пространство участка №1. После доработки участка №3 часть вскрышных пород из участка №2 и целика 5 размещают в его выработанном пространстве.

Таким образом, движущимися навстречу друг другу до сработки со средним будут фланговые карьеры 1 и 3. Средний карьер неподвижен и отвал на нем постоянно отсыпают. Отсыпку внутреннего отвала вскрышных пород производят вслед за продвижением фронта горных работ по разноске с одинаковой скоростью. Внутренний отвал вскрышных пород предназначен для сохранения и поддержания установленной для карьера криволинейной формы.

В последующем криволинейность контура карьерной выемки сохраняют и при отработке последующих участков за счет регулирования объемов отсыпки вскрышных пород во внутренний отвал. При этом длина контролируемого прямолинейного участка борта, “зажатого” между торцами, должна быть ( $0 \leq l \leq 2H$ ).

Оптимальное расстояние в пределах ( $0 \leq l \leq 2H$ ) конкретно для каждого карьера выбирается из сравнительного технико-экономического анализа в зависимости от принятой схемы вскрытия (календарного графика), сокращения расстояния транспортирования и т.п., где  $l$  – длина прямолинейного фронта работ.

В конкретных горно-геологических условиях может быть несколько вариантов отработки залежи карьерами криволинейной формы в плане в зависимости от устойчивости породного массива, требуемой производительности по полезному ископаемому, ограничений по площади

под внешние отвалы и многих других факторов. Так, карьеры первоначальной выемки закладываются со стороны одного или обоих торцов вытянутого карька.

При необходимости, если позволяет протяженность залежи, они могут дополнительно располагаться и между торцевыми карьерами первоначальной выемки.

При этом если постоянные нерабочие борта карьеров, расположенные со стороны торцов, могут заваливаться породами отвала на всю высоту, то в карьерах между ними внутренний отвал вскрышных пород из 2-ой и последующих очередей отработки выполняется в виде распорной призмы в крест простирания карьера между нерабочими бортами. При этом временно нерабочие борта по простиранию залежи не заваливаются.

Эффективность предлагаемого способа разработки вытянутых по простиранию залежей проверена на руднике “Аксай” Каратауского рудоуправления.

Месторождение длиной 6 км, мощность – 10–12 м, угол падения рудного тела – 70–80°. Месторождение обрабатывалось комбинированным способом (до глубины 150 м – карьером, затем подземным рудником “Аксай”). Эффективность предлагаемого способа отработки месторождения приведена в таблице 1.

Проектом предусматривается вскрытие залежи в центре рудного тела, развитие горных работ к флангам, направление углубки – по падению рудного тела. Система разработки транспортной с продольными заходками с вывозкой вскрышных пород на внешний отвал автосамосвалами грузоподъемностью 40 т.

Предложенный способ отработки месторождения обеспечивает лучшие технико-экономические показатели.

#### Литература

1. *Ипалаков Т.Т., Турсбеков С.В.* Управление устойчивостью бортов карьеров вытянутых в плане. Алма-Ата. Деп. КазНИИИТИ, 29.11.91 (№3559-Ка91).
2. *Турсбеков С.В.* Геомеханическое обеспечение устойчивости карьерных откосов. Алматы: КазНТУ, 2011. 212 с.