

ОСОБЕННОСТИ ГРАВИТАЦИОННОГО ПЕРЕПУСКА РУДЫ РУДОСКАТАМИ ПО ОСЛАБЛЕННОМУ БОРТУ НАГОРНОГО КАРЬЕРА

Л.А. Манукян¹, Л.С. Баласанян²

¹ЗАО "Лернаметаллургияи институт"

²Национальный политехнический университет Армении, Капанский филиал

При отработке нагорных карьеров одним из сложных вопросов является формирование борта в условиях, когда над верхней бровкой карьера простирается естественный склон горных пород или борт прислонен к тектоническому разлому.

В настоящее время известны многочисленные исследования и способы гравитационного перепуска горной массы по откосам нагорного карьера до приемных площадок или в рудоспуски. Однако в них не рассмотрены вопросы, связанные с транспортированием горной массы под собственным весом на рабочем борту карьера нагорно-высотного типа, прислоненного к тектоническому разлому и одновременно находящегося под воздействием веса толщи горных пород естественного склона, простирающегося над верхней бровкой борта карьера.

Проведен анализ наиболее известных методов гравитационного перепуска горной массы рудоскатами на нагорных карьерах. Для карьеров, эксплуатируемых в сложных рельефных условиях, выбраны наиболее характерные технические решения. Среди последних наибольший интерес представляют решения, основанные на управлении состоянием ослабленного вышеуказанными причинами рабочего борта нагорно-высотного карьера посредством оставления по всей длине падения борта подпорного целика V-образной формы. Показана неэффективность этого способа, что связано с продвижением площадок на уступах обрабатываемого борта при неизменном пространственном положении сборных и магистральных рудоскатов на целике V-образной формы. Дальнейшее использование такого рудоската связано с созданием дополнительных транспортных связей между новыми рабочими площадками уступов со сборными и магистральными рудоскатами, сооруженными ранее на подпорном целике. Такой подход способствует организации безопасного и эффективного гравитационного способа перепуска руды по рудоскату, сооруженному на ослабленном тектоническим разломом борту нагорного карьера.

Ключевые слова: карьер, тектонический разлом, ослабленный борт, руда, перепуск, гравитационный способ, рудоскат.

Введение. В нагорных карьерах, расположенных в сложных рельефных условиях, повышение эффективности транспортирования горной массы значительным образом обусловлено применением гравитационного транспорта.

Анализ мирового опыта показал, что при отработке нагорных карьеров известны случаи применения разных технологических схем и способов гравитационного транспорта горной массы. Благодаря последним становится возможным добыть из рабочих площадок горную массу гравитационным

способом посредством рудоскатов или породоскатов транспортировать в приемные бункера или в капитальные рудоспуски, оттуда по разным комбинированным технологическим схемам (подземными горизонтальными выработками, штольнями или тоннелями) осуществить доставку горной массы до следующего приемного участка.

В бывшем СССР в промышленных условиях рудоскаты впервые были применены в начале 30-х годов прошлого века, когда в первые годы эксплуатации месторождения комбината "Апатит" доставка руды из верхних горизонтов карьера осуществлялась рудоскатами.

В 70-х годах прошлого века на Минераловодческом нагорном карьере, расположенном в сложных рельефных условиях, с участием специалистов Московского горного института внедрена технологическая схема и осуществлены опытно-промышленные работы гравитационного перепуска горной массы. Разница между верхними рабочими и нижними откаточными горизонтами обрабатываемого карьера составила свыше 300 м, а расстояние при транспортировке полезного ископаемого от карьера до обогатительной фабрики - 5 км. После перехода на новую технологию с вводом в эксплуатацию двух рудоскатов длиной 160 и 180 м прежнее расстояние транспортировки автосамосвалами горной массы сократилось на 3,5 км, себестоимость перевозки снизилась на 30%, а общая себестоимость выемки 1 м³ полезного ископаемого (с учетом дополнительных расходов на погрузку полезного ископаемого) - на 15%. Рост производительности труда составил 20% [1].

Известны также ряд технических решений, разработанных ведущими специалистами горной науки, а также научно-исследовательскими и проектными организациями, цель которых в условиях нагорных карьеров заключается в создании методов гравитационного перепуска вскрышных пород и полезных ископаемых [2-5]. Подробный анализ перемещения горной массы рудоскатами, породоскатами и комбинированными способами при эксплуатации нагорных карьеров металлических руд и строительных материалов дальнего зарубежья приведен в работе [6].

Постановка задачи и обоснование методики. Эффективность гравитационного перепуска горной массы по бортам нагорного карьера, очевидно, значительным образом обусловлена устойчивостью бортов карьера, физико-механическими характеристиками слагающих борт горных пород, а также возможным выходом воды и наличием в борту глинистых грунтов.

При строительстве рудоската на юго-западном борту Каджаранского карьера ЗАО "Зангезурский медно-молибденовый комбинат" (ММК) чрезвычайно важно учесть наличие и влияние Дебаклинского разлома, распространяющегося под указанным бортом на всей его протяженности. В выполненных ранее исследованиях показано, что имеет место влияние разлома на устойчивость борта карьера, что при суммарном воздействии массовых взрывов на карьере и сейсмических колебаний привело к образованию деформаций на борту карьера [7].

Необходимо отметить, что наряду с разработанными разными специалистами техническими решениями и мероприятиями и с целью обеспечения устойчивости сложенных слабыми породами бортов карьеров предлагается на нижних горизонтах карьера оставлять защитные целики [8].

В этой связи определенный интерес представляет разработка технических решений для гравитационного перепуска руды по ослабленному борту Каджаранского карьера, что обеспечит эффективность транспортировки руды, а также надежность бесперебойной эксплуатации борта карьера и сооруженного на нем рудоската [9, 10].

Результаты исследования. На рис. 1 и 2 показаны известные технические решения, а также выявлены те существенные недостатки, которые значительным образом снижают эффективность их использования на Каджаранском карьере. По мере отработки прислоненного к тектоническому нарушению 3 борта карьера 1 происходит пространственное изменение положения рабочих уступов 6 (площадок), т.е. согласно принятой технологии, из рабочих площадок уступов борта карьера вынимается полезное ископаемое, и в этой связи обрабатываемый борт продвигается вперед, а положение сформированного ранее подпорного V-образного целика 4 в пространстве остается неизменным. По этой причине происходит постепенное снижение эффективности использования сборных 7 и магистральных 8 рудоскатов, пройденных по боковым поверхностям подпорного V-образного целика 4, а также рудоспуска 10, из-за образования нового пространственного положения рабочих площадок на уступах 6, в связи с чем магистральные рудоскаты 8 перестают действовать. Дальнейшая выемка полезного ископаемого из занимавших новое отдаленное положение уступов и, тем более, гравитационный перепуск руды сборными 7 и магистральными 8 рудоскатами становятся возможными только после создания новых транспортных связей между новыми рабочими площадками уступов и сборными 7 и магистральными 8 рудоскатами, сооруженными ранее и связывающими контуры прежних рабочих площадок уступов с боковыми поверхностями подпорного V-образного целика 4. Аналогичные недостатки присущи известному способу, когда на карьере из автосамосвала перепуск руды из уступов 1 и 4 в рудоспуск 3 осуществляется рудоскатом 2 [10]. В этом способе также в процессе отработки борта карьера и связанного с этим продвижения уступов транспортные связи между уступами и рудоспусками нарушаются.

Несмотря на это, вышеуказанный способ был внедрен на Каджаранском карьере Зангезурского ММК при гравитационном перепуске руды в рудоспуск, непосредственно примыкающий к нижней части рудоската с высоты 60...75 м. Это позволило сократить внутрикарьерное расстояние транспортировки горной массы от 1,8 до 1,0 км и обеспечить ежегодный экономический эффект в размере 70,0 тыс.руб/год [1].

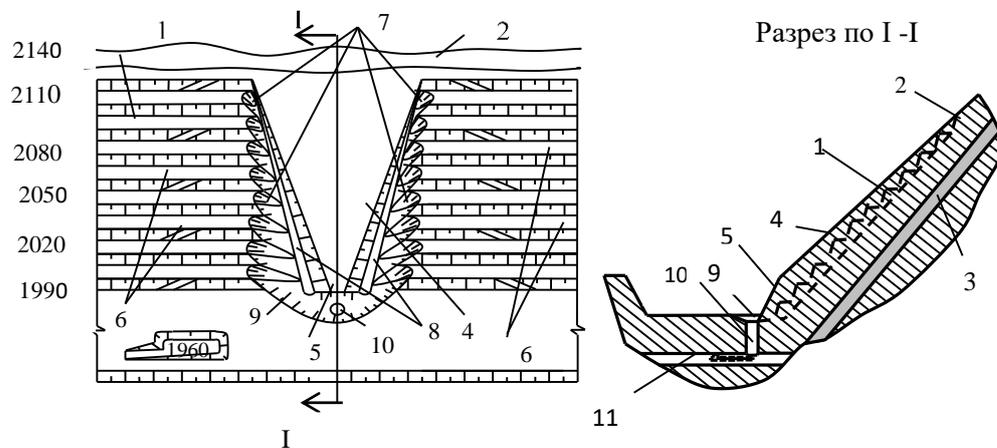


Рис. 1. Способ отработки нагорно-высотного карьера с управлением состояния борта, ослабленного тектоническим нарушением

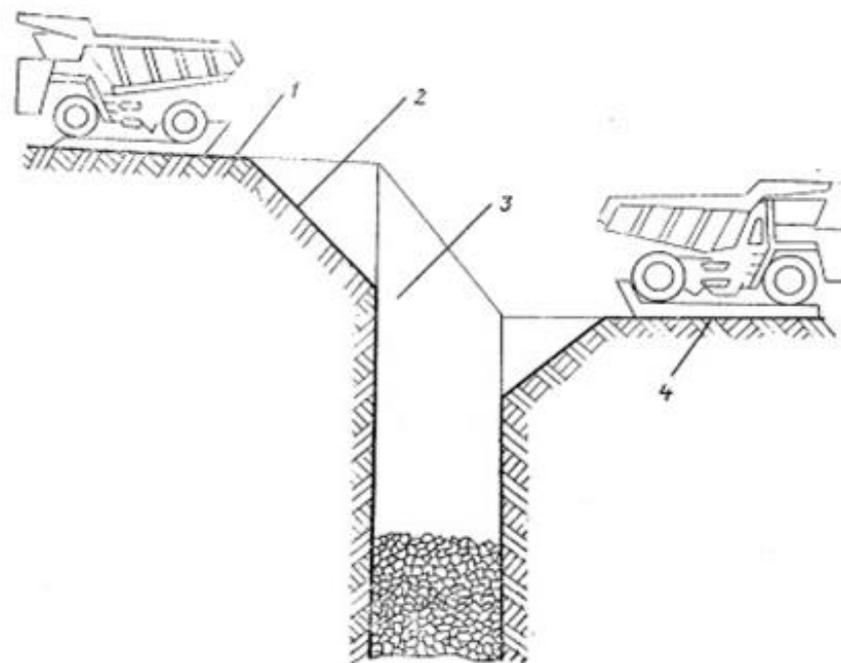


Рис. 2. Способ перепуска руды с уступов карьера

В настоящее время нами разработан новый способ гравитационного перепуска руды по рудоскату в емкости, размещенные в нижних горизонтах карьера, благодаря которому становится возможным [11]:

- устранить недостатки, присущие вышеописанным способам;
- обеспечить устойчивость примыкающего к тектоническому нарушению ослабленного борта нагорного карьера.

По новому способу получен патент Республики Армения. Способ внедрен в техническом решении для разработки проекта гравитационного перепуска горной массы на западном борту Каджаранского карьера.

Выводы

1. Проведен краткий анализ опыта транспортировки горной массы рудоскатами и породоскатами на нагорных карьерах, размещенных в сложных рельефных условиях.

2. Выявлены ряд существенных недостатков, присущих известным способам, для гравитационного перепуска горной массы на Каджаранском карьере, что существенно снижает эффективность их внедрения.

3. Предлагается новый способ обеспечения устойчивости ослабленного борта карьера, согласно которому на ослабленном борту карьера оставляется породный целик специальной конструкции и сооруженными на нем рудоскатами производится гравитационный перепуск руды.

Литература

1. **Лазоватский Г.А.** Эффективность использования породо- и рудоскатов на открытых горных разработках // Горный журнал.- 1991.- № 3.- С.15-19.
2. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть I / **М.Г. Новожилов, Ф.И. Кучерявый, В.С. Хохряков и др.**- М.: Недра, 1971.- 512 с.
3. А.с. 618551 СССР, МКИ E21C 41/02. Способ транспортировки горной массы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых / **А.Г. Шапарь, Н.Я. Белоус, В.М. Доценко и др.**- Оpubл. 1978.- Бюл. № 29.- 2 с.
4. А.с. 899949 СССР, МКИ E21C 41/00. Способ открытой разработки нагорных месторождений полезных ископаемых / **Б.Н. Тартаковский, М.С. Четверик, Н.Н. Иноземцева и др.**- Оpubл. 1982.- Бюл. № 3.- 2 с.
5. **Ржевский В.В.** Открытые горные работы. Часть I. -М.: Недра, 1985.- 509 с.
6. **Ильин С.А.** Нагорные карьеры мира. Часть 1. Нагорные карьеры дальнего зарубежья.- М.: Информационно- аналитический центр горных наук, 1993.- 224 с.
7. **Մանուկյան Լ.Ա., Բալասանյան Լ.Ա.** Քաջարանի բացահանքի տեկտոնական խզվածքով թոշացած կողի պահպանման տեխնիկական լուծման մշակման առանձնահատկությունները // ՀԱՊՀ Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Եր.: «Ճարտարագետ», 2017.- Մաս 2.- էջ 921-927:
8. **Ибатуллин Р.И., Макшуков Х.З.** Опыт реконструкции Сибайского карьера // Горный журнал.- 1989.-N 1.- С. 25-28.
9. **Баласанян Л.С., Манукян Л.А.** Способ гравитационной транспортировки горной массы рудоскатами на горных карьерах // Евразийское научное объединение “Современные концепции научных исследований”: II Международная научная конференция.- 2015.-Часть 1.- № 2.- С.40-41.

10. А.с. 605000 СССР, МКИ E21C 41/00. Способ перепуска горной массы с уступов карьера / **Б.И. Мкртчян, Г.М. Восканян, Ф.А. Петросян и др.**- Опубл. 1978.- Бюл. № 16.- 2 с.
11. Արտոնագիր № 3137 А, ՄԱԴ, E21 C41/26: Օգտակար հանածոների հանքավայրերի բաց մշակման եղանակ / **Ս.Ս. Արզումանյան, Լ.Ա. Մանուկյան Լ.Ս. Բալասանյան, Գ.Հ. Ղազարյան.**- ՀՀ Մտավոր սեփականության գործակալություն.- Երևան, 2017.- 10 էջ:

*Поступила в редакцию 30.11.2017.
Принята к опубликованию 29.05.2018.*

**ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԲԱՑԱՀԱՆՔԻ ԹՈՒԼԱՑԱԾ ԿՈՂՈՎ ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ԳՐԱՎԻՏԱՑԻՈՆ
ԵՂԱՆԱԿՈՎ ԹՈՂԱՆՑՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Լ.Ա. Մանուկյան, Լ.Ս. Բալասանյան

Լեռնային բացահանքերի մշակման ժամանակ բացահանքի կողի ձևավորման հետ կապված դժվար հարցերից մեկը այն պայմանների հաշվառումն է, երբ բացահանքի վերին նիշը գտնվում է լեռնային ապարային զանգվածի լանջի ազդեցության տակ, կամ էլ կողը հենված է տեկտոնական խզվածքի վրա:

Ներկայումս հայտնի են բացահանքի շեպերով լեռնային զանգվածի գրավիտացիոն եղանակով մինչև ընդունիչ հրապարակներ կամ հանքիջանցքներ թողանցման վերաբերյալ բազմաթիվ հետազոտություններ և եղանակներ: Վերջիններս չեն ընդգրկում, սակայն, լեռնային զանգվածը սեփական կշռի տակ բացահանքի աշխատանքային կողով տեղափոխման հետ կապված հարցեր, երբ տեկտոնական խզվածքին հենված կողը միաժամանակ գտնվում է լեռնա-բարձունքային բացահանքի վերին նիշից տարածվող բնական լեռնալանջի ապարային շերտի զանգվածի ազդեցության տակ:

Կատարված է բացահանքերում հանքաթեքատներով լեռնային զանգվածի գրավիտացիոն թողանցման առավել հայտնի մեթոդների համառոտ քննական վերլուծությունը: Բարդ ռելիեֆային պայմաններում շահագործվող բացահանքերի համար ընտրվել են առավել բնորոշ տեխնիկական մի շարք լուծումներ: Առավել հետաքրքրություն են ներկայացնում այն տեխնիկական լուծումները, որոնք, վերևում բերված պատճառներով, հիմնված են լեռնա-բարձունքային բացահանքի թուլացած աշխատանքային կողի կառավարման վրա՝ կողի անկման ամբողջ երկարությամբ V-աձև հենման բնամասի թողանցմամբ: Ցույց է տրվել այս հայտնի եղանակի անարդյունավետությունը՝ կապված բացահանքի մշակվող կողի աստիճանների վրա աշխատանքային հրապարակների առաջխաղացման դեպքում V-աձև հենման բնամասի վրա կառուցված հավաքման և մայրուղային հանքաթեքատների տարածական անփոփոխ դիրքի հետ: Այսպիսի հանքաթեքատների հետագա օգտագործումը կապված է հանքաստիճանների աշխատանքային նոր հարթակների և հենման բնամասի վրա նախօրոք կառուցված հավաքման ու մայրուղային հանքաթեքատների միջև լրացուցիչ տրանսպորտային կապերի ստեղծման հետ: Նման մոտեցումը կնպաստի լեռնային բացահանքի տեկտոնական

խզվածքից թուլացած կողի վրա կառուցված հանքաթեքատով հանքաքարի գրավիտացիոն եղանակով անվտանգ և շահավետ բացթողման աշխատանքների կազմակերպմանը:

Առանցքային բառեր. բացահանք, տեկտոնական խզվածք, թուլացած կող, հանքաքար, թողանցում, գրավիտացիոն եղանակ, հանքաթեքատ:

PECULIARITIES OF GRAVITATIONAL BY-PASS OF ORE BY ORESKATES` ALONG THE WEAKENED SIDE OF THE MOUNTAINOUS QUARRY

L.A. Manukyan, L.S. Balasanyan

When mining upland pits, one of the most difficult problems is the formation of the side under the conditions when the natural slope of the rocks extends above the upper edge of the quarry or the side is leant against the tectonic fault.

At present, numerous studies and methods for the gravitational bypass of rock mass are known along the slopes of the upland quarry to reception areas or in ore outlets. However, they do not address issues related to the transportation of the mountain mass under its own weight in the working bay of a highland-type quarry leaning against a tectonic fault and simultaneously being affected by the weight of the rock mass of a natural slope extending above the upper edge of the pit edge.

A brief critical analysis of the most known methods of gravitational bypass of rock mass by ore-grades on upland quarries was made, the most characteristic technical solutions based on the control of the state weakened by the aforementioned causes of the working side of the highland highland quarry were chosen by leaving the V-shaped retaining lobe along the entire length. The ineffectiveness of this method is shown, connected with the forward movement of the sites on the ledges of the bead, with the unchanged spatial position of the prefabricated and trunked ore-bearing rocks on the V-shaped pole. The further use of such an ore-roll is associated with the creation of additional transport links between the new working platforms of ledges with prefabricated and trunked orerolls built earlier on the retaining lintel. This approach contributes to the organization of a safe and efficient gravitational way of ore bypass on the oreroll, built on a tectonic fault weakened by the board of the mountainous quarry.

Keywords: quarry, tectonic fault, weakend board, ore, by-pass, gravitational method, ore rolls.