

Кривда В.В.
(ГВУЗ «НГУ»)

**ПАРАМЕТРЫ АВТОМОБИЛЬНО-ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ
ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ ПЛОЩАДКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА С МЕХАНИЗМОМ ИЗМЕНЕНИЯ
ЦЕНТРА МАСС**

Кривда В.В.
(ДВУЗ «НГУ»)

**ПАРАМЕТРИ АВТОМОБІЛЬНО-ЗАЛІЗНИЧНОЇ
ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОЇ ПЛОЩАДКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ
КАР'ЄРНОГО АВТОТРАНСПОРТУ З МЕХАНІЗМОМ ЗМІНИ ЦЕНТРУ
МАСС**

Krivda V.V.
(SHEI "NMU")

**PARAMETERS OF ROAD-RAIL TRANSLOADING SITE WHICH USE
PIT AUTOMOBILE TRANSPORT WITH CHANGE CENTER OF MASS**

Аннотация. На железорудных карьерах Криворожского бассейна применяют автомобильный, автомобильно-железнодорожный и автомобильно-конвейерный виды транспорта. Автомобильный транспорт, который получил наибольшее распространение, консервирует борта карьеров и существенно ограничивает их развитие за счет трасс большой протяженности, ширины проезжей части двухполосных дорог и маневровых площадок на перегрузочных пунктах.

Проанализированы параметры автомобильно-железнодорожных перегрузочных площадок на предмет уменьшения их размеров. Предложена конструкция карьерного автотранспорта с механизмом изменения положения центра масс и межосевого расстояния. Применение данной конструкции автосамосвала позволяет уменьшить дополнительный разнос бортов, уменьшенный радиус поворота позволяет уменьшить параметры маневровых площадок на перегрузочных пунктах.

Ключевые слова: карьер, виды транспорта, перегрузочный пункт, маневровая площадка, автосамосвал, радиус поворота, угол откоса борта.

Введение. Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом осуществляется с помощью различных видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, конвейерного, гидротранспорта и их комбинирования. Железорудные карьеры Криворожского бассейна относятся к глубоким карьерам, где используется автомобильный, автомобильно-железнодорожный и автомобильно-конвейерный транспорт. При добыче железных руд и транспортировании вскрышных пород с глубоких горизонтов все шире используют комбинированный автомобильно-конвейерный транспорт, т.е. такую транспортную систему, при которой зона работы конвейерного транспорта увеличивается в

соответствии с увеличением глубины карьера, а зона работы автомобильного транспорта перемещается при постоянном заданном расстоянии транспортирования. Несмотря на то, что зона работы конвейерного и железнодорожного транспорта увеличивается, область применения автомобильного транспорта не уменьшается.

При небольших расстояниях транспортирования автосамосвалами и высокой производительности железнодорожного и конвейерного транспорта применение комбинированного вида транспорта позволяет улучшить технико-экономические показатели добычи полезных ископаемых на глубоких горизонтах.

Актуальность работы. Наибольшее распространение по объему перевозок в карьерах получил автомобильный транспорт, подвижной состав которого включает грузовые автомобили – самосвалы, тягачи с полуприцепами и прицепами, автопоезда, троллейвозы и дизель-троллейвозы. Ведущие из них - автосамосвалы с разгрузкой горной массы путем наклона кузова назад. Основными параметрами карьерных автосамосвалов являются грузоподъемность, мощность двигателя, объем кузова, колесная формула, сила тяги и минимальный радиус поворота.

Эффективному применению автомобильного транспорта в глубоких карьерах посвящены труды многих исследователей МГУ, РАН УИГД, ГВУЗ «НГУ», ГВУЗ «КГУ» и др. [1-5].

Автомобильный транспорт, который получил наибольшее распространение, консервирует борта карьеров и существенно ограничивает их развитие за счет трасс большой протяженности, ширины проезжей части двухполосных дорог и маневровых площадок на перегрузочных пунктах.

Повышение объемов добычи руд без увеличения вскрыши возможно за счет уменьшения площадок под размещение перегрузочных пунктов, уменьшение ширины автомобильных дорог и увеличения углов наклона бортов карьера. Поскольку перечисленные величины нормируются с учетом техники безопасности выполнения работ и, в первую очередь, техническими возможностями применяемого автомобильного транспорта, то решение проблемы возможно путем совершенствования автотранспорта.

Изложение основного материала. При разработке крутопадающих месторождений карьеры характеризуются интенсивным понижением горных работ, уменьшением площади рабочей зоны, большим количеством одновременно разрабатываемых уступов, сложностью организации вскрытия и отработки глубинной части месторождения. В результате при планировании развития горных работ одним из основных вопросов является рациональное размещение перегрузочных пунктов и их минимальные размеры, с целью уменьшения консервации бортов карьеров и запасов полезного ископаемого.

На карьерах Кривбасса наиболее широкое распространение получили внутрикрьерные автомобильно-железнодорожные перегрузочные пункты с экскаваторной перегрузкой (рис. 1). Технология горных работ предусматривает работу автомобильного транспорта (сборочный транспорт) во вскрышной рабочей

зоне, (которая непрерывно расширяется и углубляется с увеличением глубины карьера) с доставкой горной массы до перегрузочного пункта, и работу железнодорожного транспорта, который осуществляет подъем горной массы на поверхность. При этом создаются экскаваторные перегрузочные пункты в карьере, которые состоят из двух рабочих площадок: нижней и верхней.

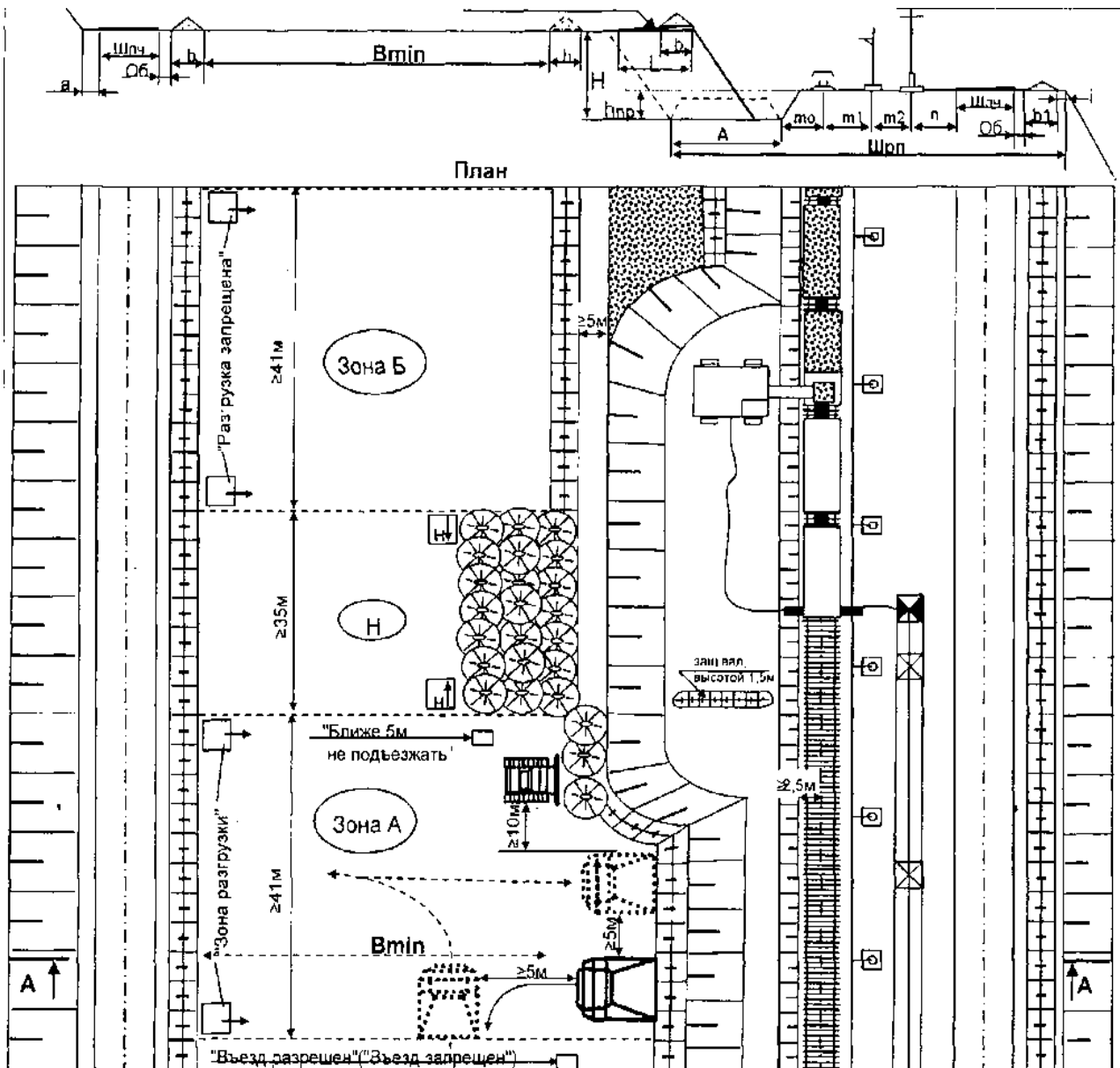


Рис.1 - Перегрузочная площадка для перегрузки скальных пород из автомобильного в железнодорожный транспорт

На нижней площадке перегрузочного пункта осуществляют перегрузку горной массы экскаваторами из склада в средства железнодорожного транспорта. Ее ширина зависит от параметров склада (ширины заходки экскаватора), железнодорожных путей и обслуживающих ее коммуникаций, подъездных обслуживающих транспортных дорог, а также наличием объектов безопасности (за-

щитные валы, ограждения, бермы).

Ширина нижней площадки определяется по формуле

$$Ш_{pp} = A + m_0 + m_1 + m_2 + n + Ш_{пч} + O_6 + b_1 + i, \quad (1)$$

где $Ш_{pp}$ – минимальная ширина рабочей площадки, м; H – высота уступа, не более высоты черпания экскаватора, м; A – ширина экскаваторной заходки, м; m_0 – минимальное расстояние от железнодорожного пути до нижней бровки откоса прямка (при угле откоса 75° и глубине прямка 1,5 м), м; m_1 – минимальное расстояние от железнодорожного пути до опоры контактной сети, м; m_2 – минимальное расстояние от опоры контактной сети до опоры линии электропередач, м; n – минимальное расстояние от опоры линии электропередач до хозяйственной автодороги, м; $Ш_{пч}$ – ширина проезжей части хозяйственной автодороги, м; O_6 – обочина дороги, м; b – ширина насыпного ограждения по основанию высотой 1,6 м; b_1 – ширина насыпного ограждения по основанию высотой 1 м; h – высота защитного обвалования, м; i – ширина призмы обрушения уступов карьера; зависит от физико-механических свойств породы и определяется маркшейдерской службой карьера, не менее одного метра; a – расстояние от нижней бровки вышележащего уступа до кромки проезжей части автодороги или до края маневровой площадки, не менее одного метра; B_{min} – минимальная ширина маневровой площадки при двустороннем (встречном) движении, м; $h_{пр}$ – глубина прямка, не менее 1,5 м; L – длина разгрузочной площадки с поперечным уклоном не менее 3° , не менее 10 м.

На верхней площадке перегрузочного пункта осуществляют разгрузку автосамосвалов в склад (см. рис. 1). Перегрузочный пункт разделяется на три сектора: зона разгрузки автосамосвалов – «А», зона работы экскаватора – «Б» и нейтральная зона – «Н». В нейтральной зоне выполняют погрузочно-разгрузочные работы. Высота яруса перегрузочного пункта определяется в зависимости от физико-механических свойств пород, но не должна превышать высоту черпания экскаватора. Разгрузочная площадка устраивается на кровле уступа, которая выравнивается скальной массой вдоль всего фронта разгрузки с поперечным наклоном не меньше чем 3° , направленным от бровки в глубину площадки на расстоянии 10 м, и предупредительной стенкой (породным отвалом) высотой не меньше 0,5 диаметров колеса автосамосвала наибольшей грузоподъемности.

Расчет параметров верхней площадки осуществляется с учетом принятой схемы маневров автосамосвалов (рис. 2).

Минимальная ширина маневровой площадки при двустороннем (встречном) движении определяется по формуле

$$B_{min} = R_{н.з.} + l_a + L_6 + L_n + a + c + O_6, \quad (2)$$

где B_{min} – минимальная ширина маневровой площадки при двустороннем (встречном) движении, м; l_a – длина автосамосвала, м; L_n , L_6 – соответственно

передний свес, база автосамосвала, м; a – расстояние между стоящими на разгрузке и проезжающими вдоль фронта разгрузки автосамосвалами, м, $a \geq 0.5d$ (d – расстояние между стоящими на разгрузке автосамосвалами, при $R_{в.з.} \leq L_6 + l_a$, $d = R_{в.з.}$, м); c – безопасное расстояние от автосамосвала до нижней бровки откоса вышележащего уступа, и до ограждения верхней бровки откоса нижележащего уступа, не менее одного метра; $Об$ – обочина автодороги, площадки для маневров, м $R_{н.з.}$ – радиус поворота наружного заднего колеса автосамосвала, м;

$$R_{н.з.} = \sqrt{R_p^2 - L_6^2}; \quad (3)$$

где R_p – рабочий радиус поворота переднего наружного колеса автосамосвала, м, $R_p = 1,3 \cdot R_{min}$; R_{min} – минимальный радиус поворота переднего наружного колеса автосамосвала, м;

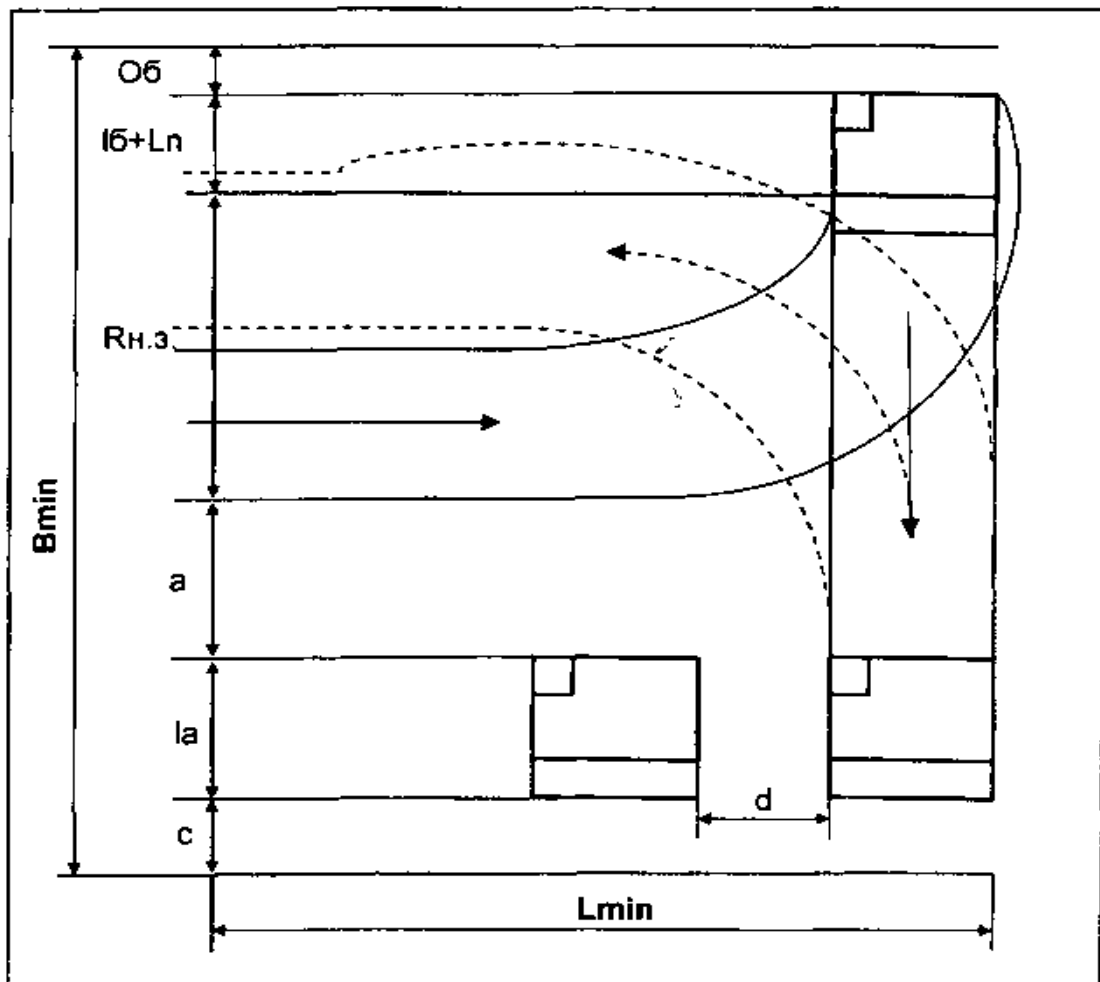


Рис.2 - Схема маневров и параметров маневровой площадки при правостороннем фронте разгрузки

Длина маневровой площадки

$$L_{min} = b_a \cdot n + d \cdot (n-1), \quad (4)$$

где L_{min} – длина маневровой площадки, м; b_a – ширина автосамосвала, м; n – количество одновременно разгружающихся автосамосвалов.

Расстояние между стоящими на разгрузке автосамосвалами определяется по формуле

$$d = R_{в.з.} - \sqrt{R_{в.з.}^2 - (L_б + l_a)^2}, \quad (5)$$

где $R_{в.з.}$ – радиус поворота внутреннего заднего колеса автосамосвала, м

$$R_{в.з.} = R_{н.з.} - b_a. \quad (6)$$

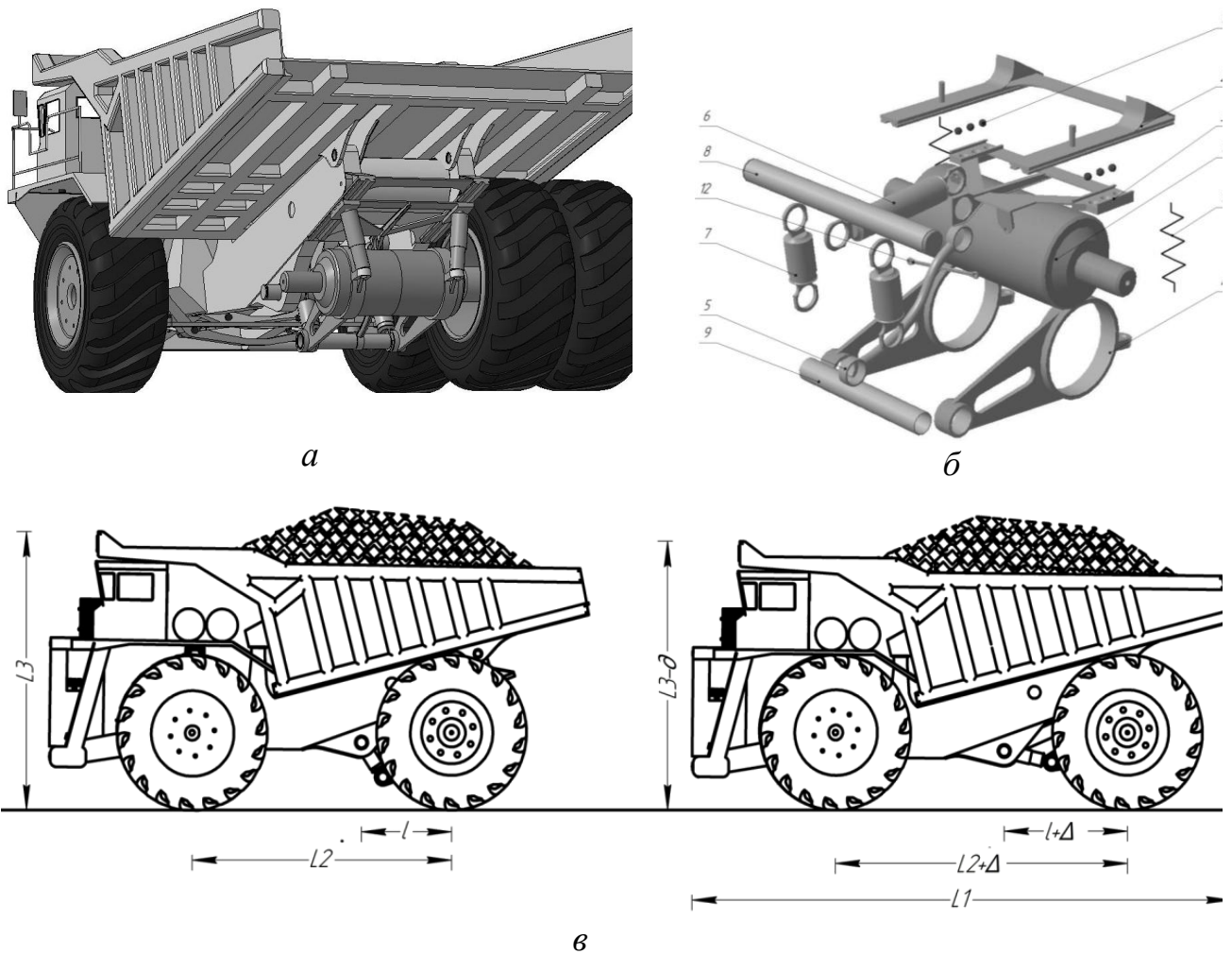
Анализ параметров автомобильно-железнодорожного перегрузочного пункта показал зависимость верхней площадки от схемы маневров и параметров маневровой площадки автосамосвала.

Сокращение размеров верхней площадки возможно при применении модернизированного автосамосвала с механизмом изменения центра масс (МЦМ). Этот механизм позволяющего изменять центр масс и межосевое расстояние карьерной автомобильной техники, сохраняя при этом тяговые свойства электродвигателей.

Варьируя межосевым расстоянием карьерного автосамосвала можно уменьшить радиусы поворотов под погрузку и разгрузку, а так же радиусы транспортной бермы, что существенно сократит размеры транспортных площадок.

На рис. 3 приведены схемы предлагаемой конструкции автосамосвала и механизма для изменения положения центра масс (МЦМ).

Гибкость системы МЦМ заключается в том, что продольное перемещение заднего моста можно производить в любой момент рабочего процесса, что в значительной степени сокращает технологическое время от момента подъезда автосамосвалом на загрузку до момента выгрузки горной массы. На рис. 4 показаны схемы движения автосамосвала по радиальной кривой в момент рабочего процесса, где радиус поворота автосамосвала БелАЗ 7512 без МЦМ, $R_{min-max} = 13 - 13,5$ м; радиус поворота автосамосвала БелАЗ 7512 с МЦМ, $R_{min-max} = 12 - 14$ м.



а – вид сзади карьерного автосамосвала с МЦМ, б – развернутая конструктивная схема механизма для изменения положения центра масс и межосевого расстояния автосамосвала:

1 – задний ведущий мост со встроенными в ступицы тяговыми электродвигателями; 2 – направляющие салазки; 3 – ползун; 4 – продольный рычаг; 5 – Штанга; 6 – гидроцилиндр ползуна; 7 – гидроцилиндр звена; 8 – шток; 9 – втулка; 10 – шарик; 11 – упругий, демпфирующий элемент; 12 – поперечная тяга,

в – автосамосвал БелАЗ 7512 с обычным и измененным межосевым расстоянием:
где $\Delta = 0,6$ м; $d = 0,25$ м;

Рис. 3 – Карьерный автосамосвал с обычным и измененным межосевым расстоянием:

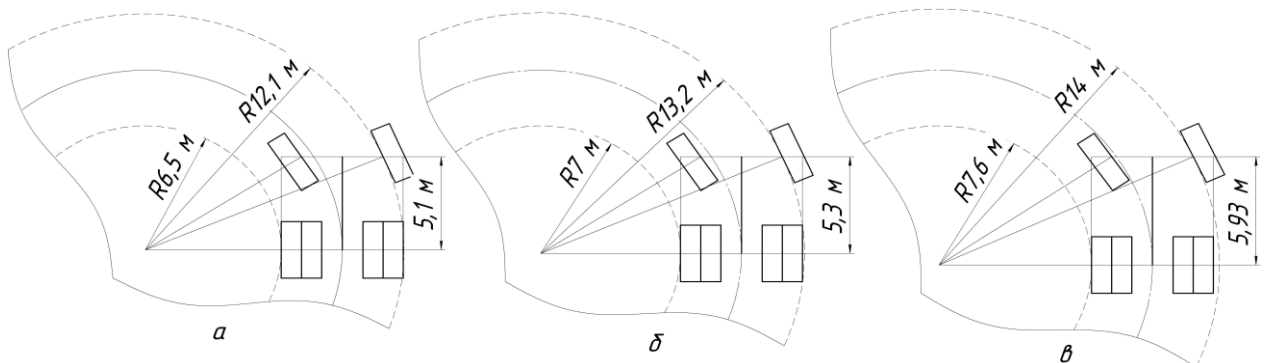


Рис. 4 – Расчетно-конструктивная схема поворота во время движения карьерного автосамосвала с МЦМ: а – сокращенное межосевое расстояние, б – нормальное состояние, в – увеличенное межосевое расстояние

Выводы. Анализ параметров автомобильно-железнодорожных перегрузочных пунктов показал, что перегрузочные площадки имеют большие размеры за счет маневровых площадок. Это существенно мешает разносить борта карьеров и приводит к консервации запасов руды.

Применение автомобильного транспорта с механизмом изменения центра масс позволяет сократить радиусы разворота автосамосвала почти вдвое, что существенно сократит размеры маневровых и погрузочно-разгрузочных площадок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ворошилов, Г.А. Обоснование оптимальных уклонов автодорог при разработке нагорно-глубинных карьеров: дис. ... канд. техн. наук / Г.А. Ворошилов. - Екатеринбург, 2008. - 155 с.
2. Горшков, Э. В. Обоснование рациональных параметров технологического автотранспорта при повышенных уклонах карьерных автодорог: дис. ... канд. техн. наук / Э. В. Горшков. - Свердловск, 1984. – 193 с.
3. Журавлев, А.Г. Обоснование параметров транспортирования горной массы карьерными автосамосвалами с энергосиловой установкой: дис. ... канд. техн. наук / А.Г.Журавлев. - Екатеринбург: РАН УИГД, 2007.-176 с.
4. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / П. Л. Мариев [и др.] - СПб.: Наука, 2004. – 425 с.
5. Бусел, Б.У. Категории карьерных дорог / Б.У. Бусел // Автомобильная промышленность, № 2, 2003, С. 17 – 19.
6. Кривда, В.В. Обоснование эксплуатационно-технологических параметров карьерных автосамосвалов / В.В. Кривда // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ.– 2013.- № 12. - С. 35.
7. Саканцев, Г. Г. Исследование возможности и условий применения крутых уклонов вскрывающих выработок на глубоких карьерах / Г. Г. Саканцев // Изв. УГГУ. Сер.: Горное дело. -2005. - Вып. 21. - С. 37-44.

REFERENCES

1. Voroshilov, G.A. (1984), “Substantiation of the optimum slope of roads in the development of the mountain - deep pit”, Abstract of Ph.D. dissertation, Geotechnology (underground, open and construction), Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia.
2. Gorshkov, E. V. (1984), “Justification of rational technological parameters of vehicles at high slopes pit road”, Abstract of Ph.D. dissertation, Open pit mining of minerals, Mining Institute of the MFM of the USSR, Sverdlovsk, Russia.
3. Zhuravlyev, A.G. (2007), “ Justification transportation parameters of rock pit dump from the power plant”, Abstract of Ph.D. dissertation, Open pit mining of minerals, Mining Institute of UB under RAS, Yekaterinburg, Russia.
4. Mariev, P.L. etc. (2004), *Karernyi avtotransport: sostoyanie i perspektivy* [Pit vehicles: Status and Prospects], Nauka, St.Peterburg, Russia.
5. Busel, B.U. (2003), “Categories of pit roads”, *Avtomobilnaya promyshlennost*, no.2, pp. 17-19.
6. Krivda, V.V. (2013), “Rationale for the operational and technological parameters of pit dump”, *Sistemnye tekhnologii: regionalnyi mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh rabot*, no. 12, pp. 35.
7. Sakantsev, G.G. (2005), “Research opportunities and application of steep slopes revealing the workings in deep pits”, *Izvestiya USMU. Seria: Gornoe delo*, vol. 21, pp.37-44.

Об авторах

Кривда Виталий Валерьевич, аспирант, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» (ГБУЗ «НГУ»), Днепрпетровск, Украина, vitaliy.krivda@yandex.ua.

About the authors

Krivda Vitaly Valerevich, Post Graduate Student, State Higher Educational Institution “National

Mining University” (SHEI “NMU”), Dnepropetrovsk, Ukraine, vitaliy.krivda@yandex.ua.

Анотація. На залізничних кар'єрах Криворізького басейну застосовують автомобільний, автомобільно-залізничний та автомобільно-конвеєрний види транспорту. Автомобільний транспорт, який отримав найбільше поширення, консервує борти кар'єрів і істотно обмежує їх розвиток за рахунок трас великої протяжності, ширини проїзної частини двохсмугових доріг і маневрових майданчиків на перевантажувальних пунктах.

Проаналізовано параметри автомобільно-залізничних перевантажувальних площадок на предмет зменшення їх розмірів. Запропонована конструкція кар'єрного автотранспорту з механізмом зміни положення центру мас і міжосьової відстані. Застосування даної конструкції автосамоскиду дозволяє зменшити додатковий рознос бортів, зменшений радіус повороту дозволяє зменшити параметри маневрових майданчиків на перевантажувальних пунктах.

Ключові слова: кар'єр, види транспорту, перевантажувальний пункт, маневрова площадка, автосамоскид, радіус повороту, кут укосу борту.

Abstract. On the Krivoy Rog iron ore quarries pool used car, road-rail and road -conveyor transport modes. Road transport, which is most prevalent, can of pit and significantly limits their development due to long routes, the width of the carriageway two-lane roads and maneuvering areas at a reloading points.

Parameters road-rail reloading points for reducing their size are analyzed. A construct of pit automobile transport with mechanism for changing the center of gravity and axle distance are proposed. The use of this design of tipper can reduce of spread flank of an opencast. A little turning radius allows you to reduce the parameters of shunting areas at reloading points.

Keywords: pit, modes of transportation, reloading point, maneuvering area, dump truck, turning radius, angle of repose of flank of an opencast.

Статья поступила в редакцию 30.09.2013

Рекомендовано к публикации д.т.н., проф. М.С. Четвериком