

© А.А. Адамчук¹, О.О. Шустов¹¹ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ РОЗВАНТАЖЕННЯ АВТОСАМОСКИДІВ ІЗ НАСКРІЗНИМ ПРОЇЗДОМ З МЕТОЮ ЗЕМЛЕЗБЕРЕЖЕННЯ НА ГЛИБОКИХ КАР'ЄРАХ

© A. Adamchuk¹, O. Shustov¹¹ Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

JUSTIFICATION OF THE UNLOADING SCHEME OF TRUCKS WITH THROUGH PASSAGE FOR THE PURPOSE OF LAND SAVING IN DEEP OPEN-CAST MINES

Мета. Дослідження впливу впровадження схеми розвантаження автосамоскидів із наскрізним проїздом на глибоких кар'єрах з точки зору збереження земель від порушення відкритими гірничими роботами та відвалами порід розкриву.

Методика. При встановленні залежностей площі земель, що зберігаються від порушення відкритими гірничими роботами та відвалами порід розкриву від вантажності автосамоскидів і висоти борту кар'єру використано метод найменших квадратів.

Результати. Встановлено, що впровадження схеми комбінованого внутрішньокар'єрного автомобільно-конвеєрного транспорту із наскрізним проїздом автосамоскидів при розвантаженні дозволить: скоротити час циклу розвантаження автосамоскидів на 30-40 секунд, що дозволить скоротити споживання дизельного палива автосамоскидами на 100-200 тис. л/рік; зменшити ширину перевантажувального пункту на 50 %, що дозволить скоротити об'єм гірничокапітальних робіт на спорудження перевантажувального пункту розміром до 11 млн м³; зберегти від порушення землі площею до 25 га при розносі борту кар'єру і спорудженні зовнішнього відвалу порід розкриву.

Наукова новизна. Встановлено залежність площі земель, що зберігаються від порушення відкритими гірничими роботами та відвалами порід розкриву від вантажності автосамоскидів і висоти борту кар'єру. Наведена класифікація пристроїв для наскрізного проїзду автосамоскидів при їх розвантаженні.

Практичне значення. Розроблена нова конструкція перевантажувального пункту із наскрізним проїздом автосамоскидів при розвантаженні та обгрунтована його ефективність з точки зору збереження земель від порушення відкритими гірничими роботами та відвалами порід розкриву. Переваги пристрою авторської конструкції перед подібними пристроями полягають в простоті конструкції, монтажу і експлуатації, а також використанні сили ваги вантажу в роботі пристрою.

Ключові слова: комбінований автомобільно-конвеєрний транспорт, перевантажувальний внутрішньокар'єрний пункт, наскрізний проїзд автосамоскидів при розвантаженні, перевантажувальний пристрій з поворотними мостами (розвантажувальними плитами).

Вступ. Натепер залізородні кар'єри Кривбасу досягли глибини 500 м при середній відстані транспортування гірничої маси 3-4 км. В таких умовах частка витрат на транспортування складає 50-60 % і зростатиме й надалі. Тому при по-

глибленні гірничих робіт виникає необхідність у вдосконаленні схем комбінованого транспорту. Це може викликати необхідність проведення додаткових гірничо-капітальних робіт, що призведе до порушення земель рознесенням бортів і зовнішніми відвалами.

Одною з найбільш поширених схем комбінованого внутрішньокар'єрного транспорту є автомобільно-конвеєрна. Зазвичай перевантаження гірничої маси із автотранспорту на конвеєр відбувається із тупиковим розворотом автосамоскидів. Сутність цієї схеми полягає в тому, що гірничу масу автосамоскидом транспортується із вибою на концентраційний горизонт, на якому встановлено бункер-перевантажувач із дробаркою крупного дроблення. Після чого автосамоскид розвантажує гірничу масу в бункер, яка після дроблення потрапляє на похилий конвеєр, що встановлений у підземній галереї, яким далі транспортується на поверхню [1–3].

Розвантаження автосамоскидів в бункер відбувається наступним чином. Автосамоскид при наближенні до бункеру зменшує швидкість руху та починає виконувати маневрові операції тупикового розвороту. Далі заднім ходом автосамоскид під'їжджає до отвору приймального бункеру, зупиняється і починає розвантаження. Після розвантаження автосамоскид повертається на трасу та їде в напрямку вибою [4].

Основна частина. Так як зміна схеми транспортування гірничої маси або коригування їх параметрів впливають на хід інших процесів відкритої розробки родовища, для максимально можливої точності і справедливості висновків необхідно застосовувати системний підхід в умовах невизначеності деяких її показників [5–7].

Вирішення питання впровадження нової схеми комбінованого внутрішньокар'єрного транспорту при поглибленні гірничих робіт ґрунтується на потребі в зменшенні витрат на розробку родовищ корисних копалин із урахуванням економічної, технологічної та екологічної умов [8]. Екологічна умова пов'язана, переважно, зі зменшенням кількості площ земель, що будуть порушені відкритими гірничими роботами. Порушені відкритими гірничими роботами землі складаються з площі під спорудження зовнішнього відвалу та порушення земель при розносі борту кар'єру. Перша частина залежить від об'єму гірничо-капітальних робіт на спорудження перевантажувального пункту, а друга – від його ширини.

Ширина перевантажувального пункту із тупиковим розворотом автосамоскидів може досягати близько 100 м. Тоді як впровадження схем із наскрізним проїздом автосамоскидів при їх розвантаженні дозволить зменшити ширину перевантажувального пункту вдвічі (рис. 1).

Це дозволить зменшити об'єм гірничо-капітальних робіт при спорудженні перевантажувального пункту; скоротити площі земель, що порушуються розносом бортів кар'єру; зменшити об'єм зовнішнього відвалу порід розкриву, яку від займає. Окрім того, впровадження такої схеми дозволить скоротити час циклу розвантаження на 30-40 секунд [4, 9].

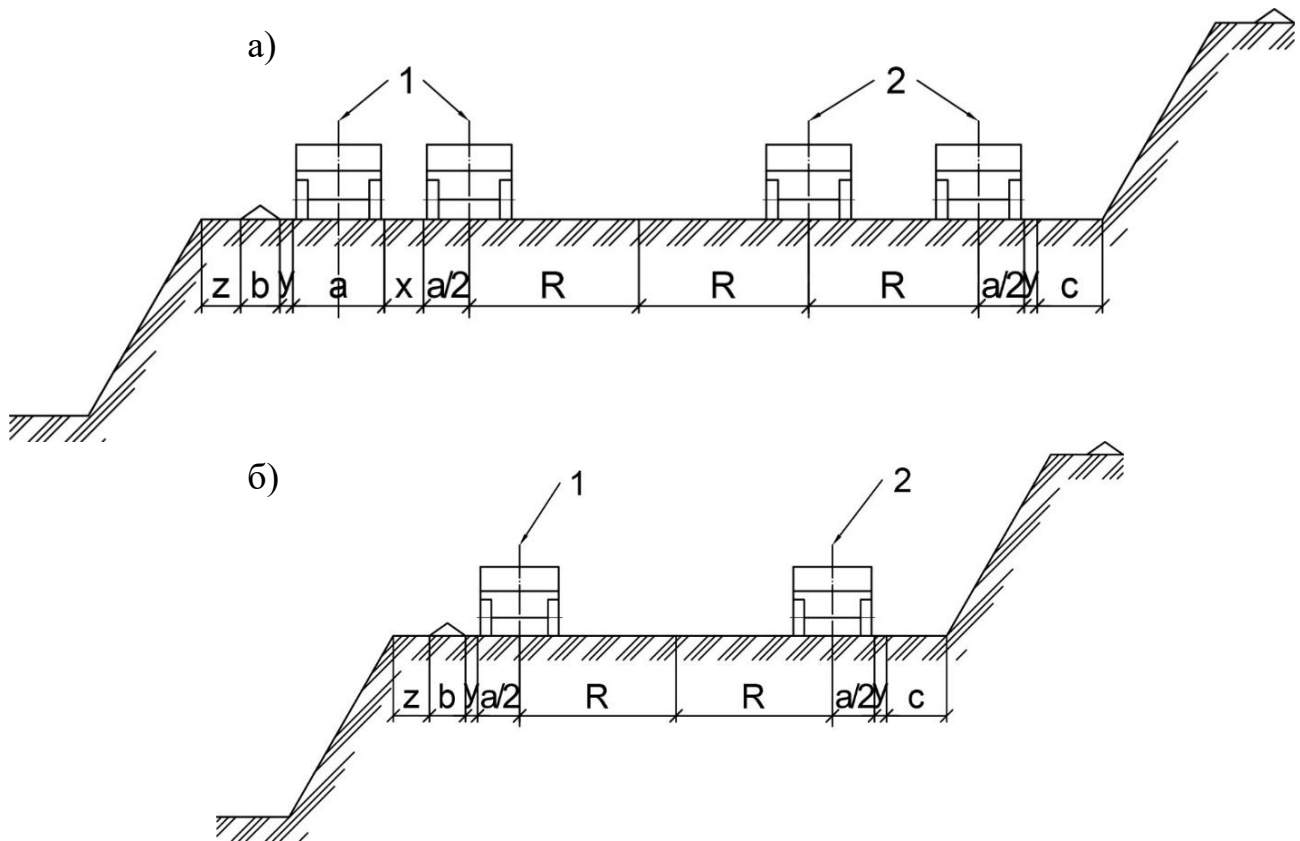


Рис. 1. Схема до розрахунку ширини перевантажувального пункту при тупиковому розвороті автосамоскидів (а) та при наскрізному проїзді автосамоскидів (б), де: z – ширина призми можливого обвалення, м; b – ширина захисного валу, м; y – ширина узбіччя дороги, м; a – ширина автосамоскиду, м; R – радіус повороту автосамоскиду, м; x – безпечна відстань між кузовами зустрічних автосамоскидів, м; c – безпечна відстань між бункером та нижньою брівкою уступу, м [10]

Для розрахунку площі земель, що зберігаються від порушення відкритими гірничими роботами розроблена відповідна методика [11]. При спорудженні перевантажувального пункту із наскрізним проїздом автосамоскидів над бункером об'єм гірничих порід, що не виймається слід визначати за формулою:

$$V_E = \frac{1}{6 \cdot 10^6} H(2L + l)(a + 2R + x), \text{ млн м}^3 \quad (1)$$

де: H – висота борту кар'єру, м; L, l – ширина борту кар'єру низом і верхом, м; a – ширина автосамоскиду, м; R – радіус повороту автосамоскиду, м; x – безпечна відстань між кузовами зустрічних автосамоскидів, м.

Площа землі, що зберігається від порушення при розносі борту для спорудження перевантажувального пункту:

$$S_1 = 0,0001(a + 2R + x)(l + H(\text{ctg } \beta_1 + \text{ctg } \beta_2)), \text{ га} \quad (2)$$

де: β_1, β_2 – результуючі кути укосу суміжних бортів кар'єру, град.

Площа землі, що зберігається від порушення при спорудженні зовнішнього відвалу:

$$S_2 = \frac{100K_p V_E}{0,6...0,7H_g}, \text{ га} \quad (3)$$

де: H_g – висота зовнішнього відвалу, м; K_p – коефіцієнт розпушення

За розробленою методикою було розраховано кількість земель, які зберігаються від порушення при спорудженні перевантажувального пункту із наскрізним проїздом автосамоскидів при розвантаженні. Залежно від вантажності автосамоскидів і висоти борту кар'єру, площа землі, що зберігається від порушення відкритими гірничими роботами досягає 25 га (рис. 2).

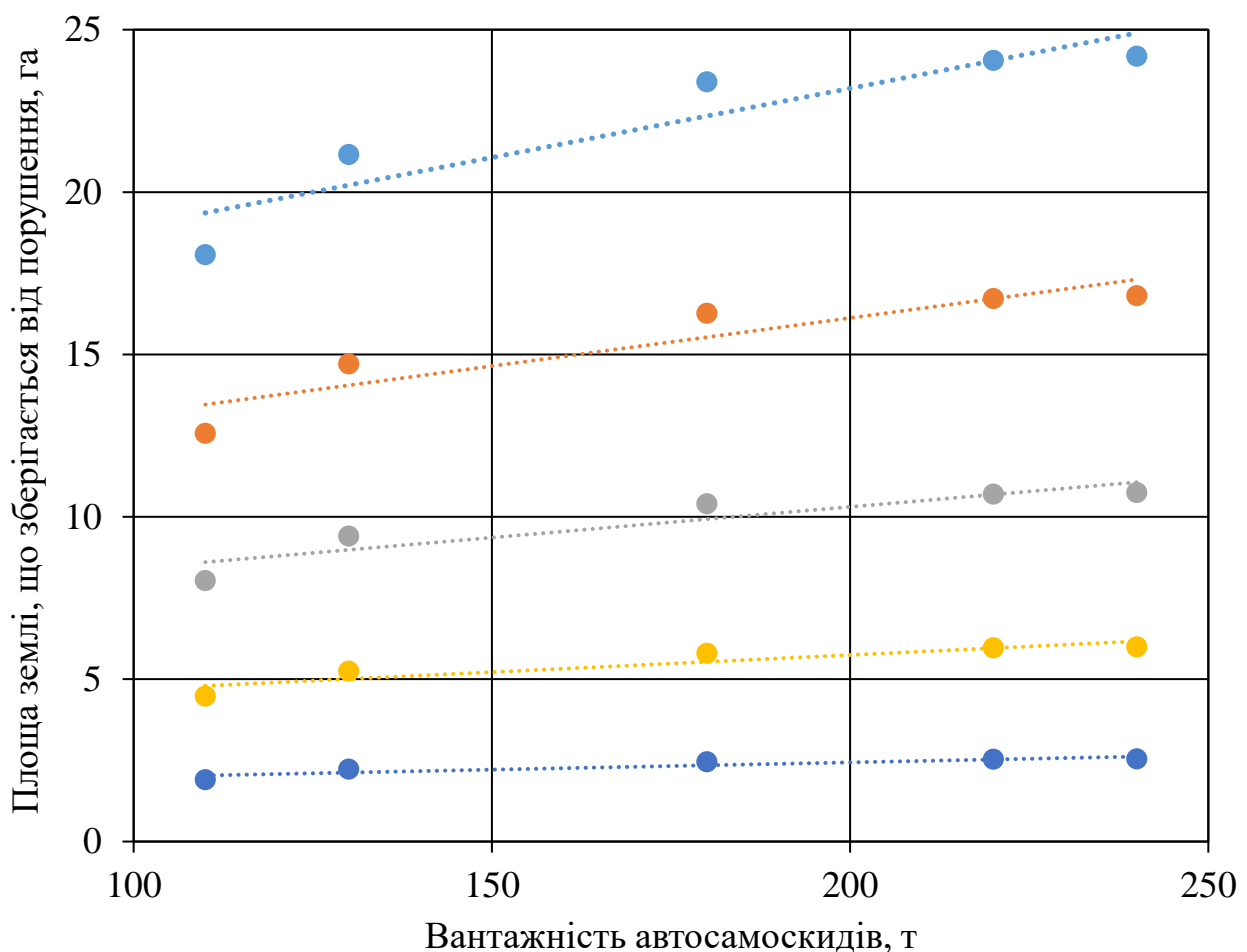


Рис. 2. Графік залежності площі земель, що зберігаються від порушення відкритими гірничими роботами від вантажності автосамоскидів і висоти борту кар'єру

Існує низка пристроїв, які дозволяють здійснювати наскрізний проїзд автосамоскидів при розвантаженні. Переважна більшість таких пристроїв потребує додатково потужний привід для своєї роботи. Виділяють чотири типи таких при-

строїв із наскрізним проїздом автосамоскидів: із підйомним мостом, із поперечно-рухомим мостом, із привідними балками та із поворотною платформою (рис. 3) [12, 13]. Однак є пристрої, які застосовують силу ваги гірничої маси, що розвантажується для своєї роботи.

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - з підйомним мостом; - з поперечно-рухомим мостом; - з приводними балками; - з поворотною платформою; - з поворотними мостами (розвантажувальними плитами) | } | <p>Необхідний потужний привід для роботи пристрою (підйом чи рух мосту, поворот платформи чи балок)</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - з поворотними мостами (розвантажувальними плитами) | } | <p>Поворот розвантажувальних плит здійснюється за рахунок сили ваги гірничої маси, що розвантажується.</p> |

Рис. 3. Класифікація пристроїв для наскрізного проїзду автосамоскидів при їх розвантаженні

Одним із таких пристроїв є пристрій авторської конструкції (рис. 4) [14, 15]. Пристрій працює наступним чином. До приймального пункту з накопичувальним бункером 2 завантажений скельною породою автосамоскид 1 по залізобетонним балкам 4 заїжджає для розвантаження між бар'єрними огороженнями-противагами 6 на поворотний міст 3 і зупиняється з можливістю розвантаження на найближчий поворотний міст 3, що розташований позаду автосамоскиду 1. Після розвантаження скельна порода 6 під дією своєї ваги обертає поворотні мости 3 в горизонтальній площині навколо шарнірів обертання 5 з постановою у розкрите положення, а скельна порода потрапляє у накопичувальний бункер 2. Далі бар'єрні огороження-противаги 6 під дією своєї ваги повертаються у початкове положення і закривають поворотні мости 3, після чого цикл розвантаження автосамоскидів 1 до накопичувального бункера 2 повторюється.

Після надходження скельної породи до накопичувального бункера відбувається її переміщення через перевантажувальний конвеєр 7 на магістральний конвеєр 8 або скіповий підйомник, яким скельна порода транспортується на денну поверхню.

Для попередження потрапляння підземних вод до накопичувального бункера 2, в підшві верхнього уступу 9 споруджують водозбірну каналу 10. Для запобігання падіння автосамоскидів 1 та іншого рухомого обладнання з площадки для проїзду допоміжного обладнання 11 на нижній уступ 12, на його верхній брівці зводять запобіжний породний вал 13.

Від інших подібних пристроїв авторський відрізняється простотою конструкції, монтажу і експлуатації.

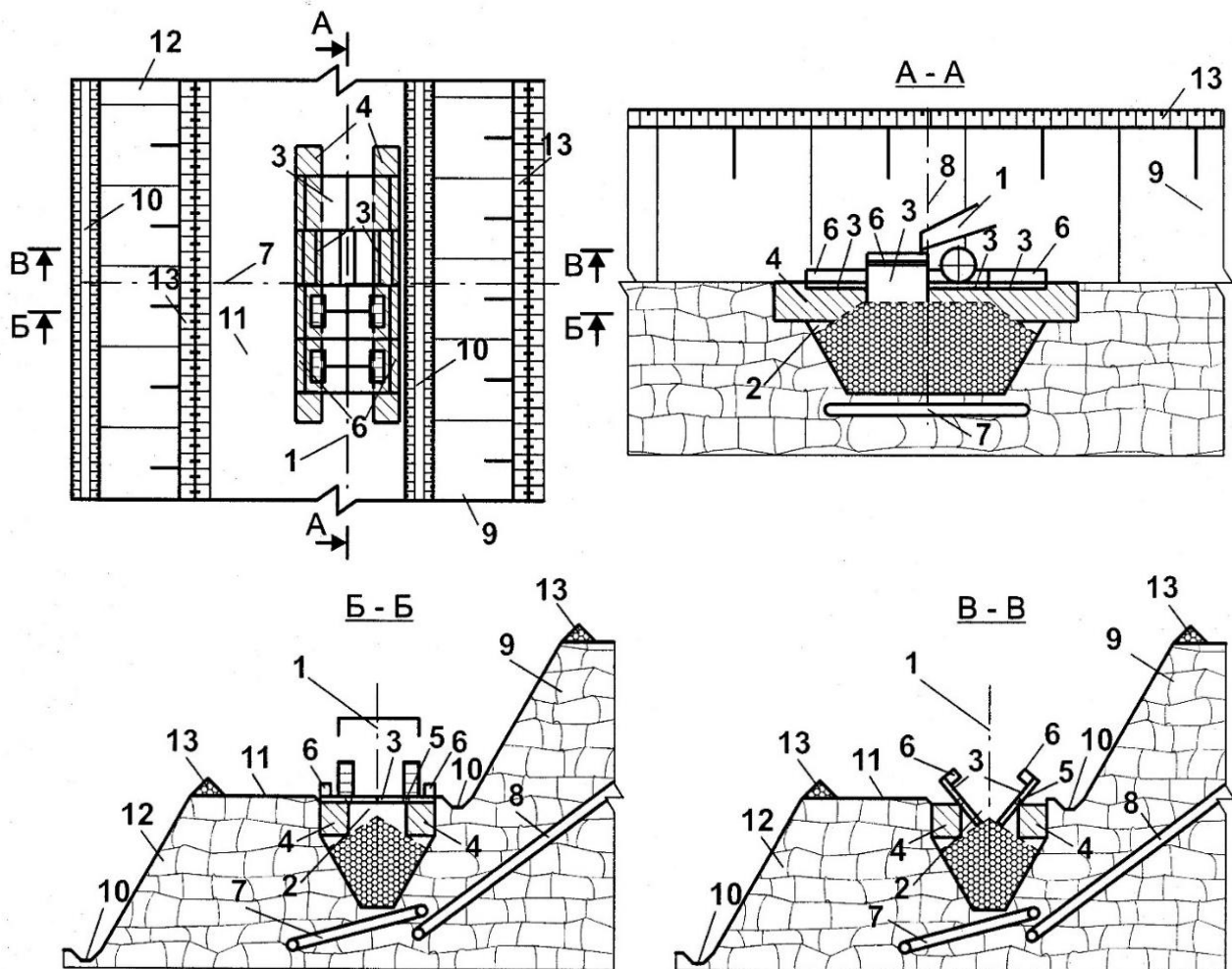


Рис. 4. Пристрій для розвантаження скельних порід у накопичувальний бункер із наскрізним проїздом автосамоскидів (Патент на винахід № 119491)

Висновки. Впровадження схеми комбінованого внутрішньокар'єрного автомобільно-конвеєрного транспорту із наскрізним проїздом автосамоскидів при розвантаженні дозволить:

1. Скоротити час циклу розвантаження автосамоскидів на 30-40 секунд, що дозволить скоротити споживання дизельного палива автосамоскидами на 100-200 тис. л/рік

2. Зменшити ширину перевантажувального пункту на 50 %, що дозволить скоротити об'єм гірничокапітальних робіт на спорудження перевантажувального пункту розміром до 11 млн м³.

3. Зберегти від порушення землі площею до 25 га при розносі борту кар'єру і спорудженні зовнішнього відвалу порід розкриття.

Перелік посилань

1. Короленко, М. К., Перегудов, В. В., Федін, К. А., Романенко, А. В., & Протасов, В. П. (2012). *Совершенствование транспортных схем выдачи руды для условий ОАО «Южный ГОК» : монография.* Дионис.
2. Молдабаев, С. К., Шустов, А. А., Султанбекова, Ж. Ж., & Адамчук, А. А. (2020). *Горнотранспортные системы глубоких и сверхглубоких карьеров: монография.* Satbayev University.

3. Shustov, O., & Dryzhenko, A. (2016). Organization of dumping stations with combined transport types in iron ore deposits mining. *Mining of Mineral Deposits*, 10(2), 78–84. <https://doi.org/10.15407/mining10.02.078>
4. Адамчук, А. А. (2021). *Обґрунтування ефективних параметрів глибоких кар'єрів при використанні комбінованого транспорту* (р. 127). Національний технічний університет “Дніпровська політехніка.”
5. Хорольський, А. А., & Гринев, В. Г. (2020). Возможности создания новой технологии оптимального проектирования природопользования. *Горно-Геологический Журнал*, 61, 4–12.
6. Хорольський, А. А., & Гринев, В. Г. (2018). Выбор сценария освоения месторождений полезных ископаемых. *Геология и Охрана Недр*, 3, 68–74.
7. Грін'юв, В. Г., & Хорольський, А. О. (2020). Дослідження основ технології оптимального проектування раціонального користування родовищами цінних копалин. *Мінеральні Ресурси України*, 2, 19–24.
8. Адамчук, А. А., & Шустов, О. О. (2018). Системний підхід до вибору нових засобів транспорту для роботи на глибоких кар'єрах. *Збірник Наукових Праць Національного Гірничого Університету*, 54, 8–18. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpngu_2018_54_3
9. Смирнов, В. П., & Лель, Ю. И. (2002). *Теория карьерного большегрузного автотранспорта*. УрО РАН.
10. Shustov, O. O., Haddad, J. S., Adamchuk, A. A., Rastsvietaiev, V. O., & Cherniaiev, O. V. (2019). Improving the Construction of Mechanized Complexes for Reloading Points while Developing Deep Open Pits. *Journal of Mining Science*, 55(6), 946–953. <https://doi.org/10.1134/S1062739119066332>
11. Адамчук, А. А. (2017). Исследование параметров доработки глубоких карьеров открытым способом. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*, 50, 10-17.
12. Шапарь, А. Г., Лашко, В. Т., & Новожилов, С. М. (2001). *Перегрузочные пункты при автомобильно-конвейерном транспорте на рудных карьерах : монография*. ИППЭ НАН Украины.
13. Адамчук, А. А. (2021). Обґрунтування схеми автомобільно-конвейерного транспорту із наскрізним проїздом автосамоскидів при розвантаженні. *Фізико-Технічні Проблеми Горного Производства: Сб. Научн. Тр.*, 23, 200–215. <https://doi.org/10.37101/ftpgp23.01.013>
14. Дриженко, А. Ю., Адамчук, А. А., Шустов, О. О., Молдабаєв, С. К., & Нікіфорова, Н. А. (2019). *Пристрій для розвантаження порід із автосамоскидів у бункер* (Patent No. 119491).
15. Молдабаєв, С. К., Кузьменко, С. В., Калюжный, Е. С., Дриженко, А. Ю., & Адамчук, А. А. (2020). *Устройство для перегрузки скальных пород с автотранспорта на конвейерный подъемник* (Patent No. 34570).

АННОТАЦИЯ

Цель. Исследование влияния внедрения схемы разгрузки автосамосвалов со сквозным проездом на глубоких карьерах с точки зрения сохранения земель от нарушения открытыми горными работами и отвалами пород вскрыши.

Методика. При установлении зависимостей площади земель, которая сохраняется от нарушения открытыми горными работами и отвалами пород вскрыши от грузоподъемности автосамосвалов и высоты борта карьера использован метод наименьших квадратов.

Результаты. Установлено, что внедрение схемы комбинированного внутрикарьерного автомобильно-конвейерного транспорта со сквозным проездом автосамосвалов при разгрузке позволит: сократить время цикла разгрузки автосамосвалов на 30-40 секунд, что позволит сократить потребление дизельного топлива автосамосвалами на 100-200 тыс.л; уменьшить ширину перегрузочного пункта на 50%, что позволит сократить объем горнокапитальных работ на

строительство перегрузочного пункта размером до 11 млн м³; сохранить от нарушения земли площадью до 25 га при разносе борта карьера и сооружении внешнего отвала пород вскрыши.

Научная новизна. Установлена зависимость площади земель, которая сохраняется от нарушения открытыми горными работами и отвалами пород вскрыши от грузоподъемности автосамосвалов и высоты борта карьера. Приведена классификация устройств для сквозного проезда автосамосвалов при их разгрузке.

Практическое значение. Разработана новая конструкция перегрузочного пункта со сквозным проездом автосамосвалов при разгрузке и обоснована его эффективность с точки зрения сохранения земель от нарушения открытыми горными работами и отвалами пород вскрыши. Преимущества устройства авторской конструкции перед подобными устройствами заключаются в простоте конструкции, монтаже и эксплуатации, а также использовании силы тяжести груза в работе устройства.

Ключевые слова: *комбинированный автомобильно-конвейерный транспорт, перегрузочный внутрикарьерный пункт, сквозной проезд автосамосвалов при разгрузке, перегрузочное устройство с поворотными мостами (разгрузочными плитами).*

ABSTRACT

Purpose. Investigation of the impact of the introduction of the scheme of unloading dump trucks with through-passage in deep open-cast mines in terms of saving land from disturbance by opencast mining and dumps of overburden.

Method. The method of least squares was used to determine the dependences of the area of land preserved from disturbance by opencast mining and dumps of overburden rocks from the load capacity of dump trucks and the height of the open pit wall.

Results. It is established that the introduction of the scheme of combined intra-mine automobile-conveyor transport with through-dump trucks during unloading will allow: to reduce the cycle time of unloading dump trucks by 30-40 seconds, which will reduce diesel fuel consumption by dump trucks by 100-200 thousand l / year; reduce the width of the transshipment point by 50%, which will reduce the amount of mining capital works for the construction of the transshipment point up to 11 million m³; to save from disturbance of the earth with the area up to 25 hectares at demolition of a open pit wall and construction of an external dump of rocks of opening.

Scientific novelty. The dependence of the area of land preserved from disturbance by opencast mining and dumps of overburden on the load of dump trucks and the height of the open pit wall has been established. The classification of devices for through passage of dump trucks at their unloading is resulted.

Practical meaning. A new design of the transshipment point with through passage of dump trucks during unloading has been developed and its efficiency from the point of view of preservation of lands from disturbance by open mining and dumps of overburden has been substantiated. The advantages of the device of the author's design over similar devices are simplicity of a design, installation and operation, and also use of force of weight of freight in work of the device.

Keywords: *combined automobile-conveyor transport, reloading intra-mine point, through passage of dump trucks during unloading, reloading device with swing bridges (unloading plates).*