

8. Устройства для сейсмоизоляции зданий, промышленных объектов и их оборудования / **В. С. Беляев, В. Д. Гуськов, В. Г. Долбенков, Ю. Л. Рутман** // Вестник ИЖЭКОНА. – 2007. – № 6 (19). – С. 114-120.
9. **Остриков Г. М., Максимов Ю. С.** Пособие по расчету и конструированию стальных сейсмостойких каркасов многоэтажных зданий (в развитие СНиП РК 2.03-04-2001). – Алма-Ата: Казахстан, 2003. – Ч. 1. – 52 с.
10. **Айзенберг Я. М.** Сооружения с выключающимися связями для сейсмических районов – М.: Стройиздат, 1976. – С. 229.
11. **Уздин А. М., Сандович Т. А., Самих Амин Аль-Насер-Мохомад.** Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений – Санкт-Петербург: ВНИИГ, 1993. – С. 175.
12. **Skinner R. I., Robinon W. H., McVerry G. H.** An introduction to seismic isolation // New Zealand. John Wiley & Sons. – 1993. – p. 353.
13. **Банах В. А., Банах А. В.** Учет деформированной схемы зданий в расчетных моделях при расчете на сейсмические воздействия // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК, 2006. – Вип. 64. – С. 132-139.
14. **Егупов К. В.** Проблемы проектирования протяженных и несимметричных сооружений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2000. – №1. – С. 23-29.
15. **Pampanin S.** Bulletin of the New Zealand Society for earthquake engineering. – 2006. – Vol 39. – No 2. – P. 120-133.
16. **Ажермачев Г. А., Абдурахманов А. З.** Работа кольцевого энергопоглотителя при знакопеременном циклическом нагружении // Строительство и техногенная безопасность: сб. научн. трудов. – Симферополь: НАПКС, 2011. – Вип. 35. – С. 243-246.
17. Effective design solutions for deformation absorption // **R. A. Timchenko, S. O. Popov, D. A. Krishko, M. O. Kravchenko** / Містобудування та територіальне планування – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 51 – С. 606-613.
18. Пат. 93128 Україна, МПК E04H 9/02. Сейсмостійкий каркас багатопверхової будівлі: 93128 Україна, МПК E04H 9/02 **Тімченко Р. О., Попов С. О., Крішко Д. А., Богатинський В. В., Кравченко М. О.** (Україна). – № у 2014 01293; Заявл. 10.02.14; Опубл. 25.09.14, Бюл. № 18. – 4 с.
19. Пат. 93129 Україна, МПК E04H 9/02. Енергопоглинач: 93129 Україна, МПК E04H 9/02 **Тімченко Р. О., Попов С. О., Крішко Д. А., Богатинський В. В., Кравченко М. О.** (Україна). – № у 2014 01294; Заявл. 10.02.14; Опубл. 25.09.14, Бюл. № 18. – 4 с.

УДК 622.271.0123.004.15

С. О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф.,

О.М. КОСТЯНСЬКИЙ, канд. техн. наук, Науково-дослідний гірничорудний інститут,
Криворізький національний університет

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖОПОТОКІВ ДПП КОНВЕЙЄРНИХ ПІДЙОМНИКІВ В НАСТУПНОМУ ПЕРІОДІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Мета. Необхідність обліку обсягів руди транспортованої на ДПП конвеєрного підйомника у наступний період відпрацювання кар'єру ставить питання про встановлення залежностей, що дозволять прогнозувати на розрахунковий період показники, які визначають обсяги транспортування руди на ДПП та оцінювати формування вантажопотоків автомобільно-конвеєрного комплексу, достатні для забезпечення потужності збагачувальної фабрики.

Методи досліджень: для вирішення поставленого завдання у дослідженні використовуються: метод аналізу (виділення та вивчення окремих показників); аналітичний метод дослідження; системний підхід (розгляд об'єкта як системи); метод дедукції (загальна залежність функції характеризує також її окрему ділянку); метод абстрагування (при використанні залежності розподілу обсягів руди); метод моделювання (встановлення функціональної залежності глибини положення центру тяжкості даної рудної ділянки).

Наукова новизна. Обґрунтовано взаємозв'язок між функціональною залежністю, що описує розподіл руди за глибиною кар'єру та показниками, що характеризують рудні вантажопотоки. При цьому розроблено методичний підхід для визначення показників формування вантажопотоків на ДПП конвеєрних підйомників розташованих усередині робочої зони кар'єру на основі встановленої залежності положення центру тяжкості видобувної ділянки, що обслуговується даним ДПП. Враховуючи, що в сучасних глибоких кар'єрах обсяги руди, що видобувається і транспортується автомобільно-конвеєрним комплексом протягом року можуть становити 30 млн т, одне з важливих завдань проектувальників полягає в пошуку шляхів збільшення пропускної спроможності транспортних комплексів шляхом вдосконалення вантажопотоків.

Практичне значення. Враховуючи узагальнюючий характер методики дослідження, викладені рекомендації прийнятні та можуть застосовуватися при екстреній оцінці вантажопотоків очікуваних обсягів руди автомобільним транспортом на ДПП конвеєрних підйомників у кар'єрі за період, що розглядається. Цей підхід дозволить отримати технологічний ефект за рахунок підвищення завантаження ДПП конвеєрних підйомників.

Область використання даного дослідження може бути поширена на всі ГЗК Кривбаса: ПівнГЗК, ІнГЗК, ЦГЗК, АрселорМіттал Кривий Ріг, а також на інші залізрудні кар'єри.

Результати. Отримано величину висоти підйому руди до досліджуемого ДПП конвеєрного підйомника, розрахункову відстань перевезення руди на ДПП, визначено орієнтовну величину річного завантаження ДПП. При цьому зроблено порівняння обсягу завантаження ДПП рудой транспортуємою з забою кар'єра та продуктивності дробарки, що застосована в конструкції ДПП.

Ключові слова: кар'єр, технологія, ЦПТ, технологічні процеси, обладнання, параметри.

doi:10.31721/2306-5451-2022-1-54-121-126

Проблема та її зв'язок із науковими та практичними завданнями. Розвиток видобутку корисних копалин відкритим способом передбачає безперервне підвищення ефективності виробництва. Визначальним процесом технології відкритих гірничих робіт є транспортування обсягів руди, що видобуваються на борт кар'єру. При цьому підвищення ефективності діючих транспортних комплексів – є важливе питання для глибоких залізрудних кар'єрів. Цей фактор має велике значення також через постійне збільшення відстані доставки значних обсягів гірничих порід автомобільним транспортом.

Кінцева глибина кар'єрів, що розробляють потужні залізрудні родовища, може становити понад 500-600м. Природно, що розробка таких кар'єрів потребує великих капітальних та експлуатаційних витрат, тому обґрунтування раціональних обсягів вантажопотоків у окремих технологічних процесах на цих кар'єрах є актуальною задачею.

На потужних залізрудних кар'єрах руда з глибоких горизонтів зазвичай транспортується автомобільно-конвеєрним комплексом [1-4]. Витрати на її доставку у собівартості видобутку можуть становити 50-55% і мають тенденцію до збільшення зі зростанням глибини гірничих робіт, тому формування раціональних вантажопотоків є необхідною умовою підтримки виробничої потужності кар'єру.

Враховуючи, що в сучасних глибоких кар'єрах обсяги руди, що видобуваються і транспортуються автомобільно-конвеєрним комплексом протягом року можуть досягати 30 млн т, як наприклад на кар'єрі ІнГЗК, одне з важливих питань щодо вдосконалення технології гірничих робіт полягає у пошуку шляхів збільшення пропускної спроможності транспортних комплексів шляхом формування раціональних вантажопотоків.

Вантажопотоки реалізуються за рахунок послідовної роботи автомобільного та конвеєрного видів транспорту, що забезпечує стабільність технологічного процесу переміщення гірських порід із глибоких горизонтів кар'єру по транспортним комунікаціям. Причому вдосконалення роботи однієї ланки призведе до покращення роботи всього транспортного комплексу.

На характер вантажопотоків впливають також параметри розміщення дробильно-перевантажувальних пунктів (ДПП), які як правило, в кар'єрі стаціонарні. Розміщені на різній глибині кар'єру ДПП залежно від встановлених меж ділянки по висоті робочої зони, що обслуговуються ним, по-різному завантажені та відрізняються як обсягами подрібненої скельної породи так і відстанню її доставки від забою до ДПП технологічним автотранспортом. При цьому обсяг гірничої маси (руди), що переміщується автотранспортом до ДПП, впливає також на кількість одиниць транспортного обладнання, необхідного для обслуговування одного ДПП.

Необхідність обліку обсягів руди, що транспортується на ДПП, ставить питання про їх прогнозування на розрахунковий період для оцінки варіантів формування вантажопотоків автомобільно-конвеєрного комплексу та обґрунтування обсягів, достатніх для забезпечення збагачувальної фабрики необхідною кількістю руди для підтримки виробничої потужності ГЗК.

Аналіз досліджень і публікацій. Як впливає з практики експлуатації транспортних комплексів: зі збільшенням глибини гірничих робіт частка витрат за транспортування гірничої маси у структурі собівартості продукції неухильно зростає. Тому при застосуванні циклічно-поточної технології (ЦПТ) у кар'єрі потрібно приділяти увагу формуванню раціональних вантажопотоків на ДПП.

Зі збільшенням глибини розробки інтенсивне зростання транспортних витрат пояснюється як подовженням відстані відкатки, так і зміною умов роботи транспорту. У результаті зі збільшенням глибини до 150 м продуктивність автосамоскидів проти роботи на позначках 0-50 м знижується загалом у 1,5 разу. Це відбувається через падіння середньої швидкості руху на 25 - 30%, а також зниження коефіцієнта технічної готовності автосамоскидів через більш важкі умови роботи [5].

В умовах Кривбасу найбільшого розвитку комплекс ЦПТ отримав на кар'єрі ІнГЗК, проектування якого здійснював інститут Кривбаспроект. На цьому кар'єрі видобуток руди проводиться вже на нижньому горизонті -405 м. Розкриття нижніх горизонтів кар'єру здійснюється тимчасовими автомобільними з'їздами, розташованими переважно на північному борту. Автомобільний транспорт доставляє руду із вибоїв кар'єру до ДПП стаціонарного типу двох конвеєрних трактів «Західний» та «Східний» на гор. -60, -180, -240 м, де відбувається її крупне подрібнення дробарками ККД 1500/180. Далі конвеєрними трактами ЦПТ руда доставляється для подальшої переробки на збагачувальну фабрику.

Розміщення ДПП реалізоване згідно з проектними рішеннями щодо відпрацювання Інгuleцького кар'єру- «Комплексним проектом поетапного розвитку гірничих робіт та переробки мінеральної сировини до кінця відпрацювання Інгuleцького родовища» з підтримкою виробничих потужностей з випуску концентрату 14 млн т на рік та робочим проектом «Розширення кар'єру ПАТ «ІнГОК» у південно-східному напрямі» загалом впливає на висоту підйому руди та відстань її перевезення з видобувних горизонтів до ДПП. Подальший розвиток ЦПТ за проектом передбачає перенесення ДПП з горизонту -240 м на горизонт -300 м, а потім на горизонт -360 м з подовженням конвеєрного тракту в північному напрямку [6,7].

Постановка завдання. Як правило, на показники транспортної роботи впливають різні технологічні фактори (висота підйому гірничої маси, обсяг та відстань її перевезення), у зв'язку з чим визначення її раціонального значення стає непростим завданням. Розв'язання цього завдання можна отримати за допомогою математичних залежностей, що визначають величину вантажопотоків руди спрямованих до ДПП з глибоких горизонтів кар'єра і в яких використовуються деякі технологічні показники кар'єра.

У цьому зв'язку завданням дослідження є встановлення математичних залежностей для розрахунку показників, що характеризують вантажопотоки руди до ДПП та роботу обслуговуючого їх автотранспорту для заданих умов на розрахунковий період.

Виклад основного матеріалу та результати. Для обліку показників суттєво впливаючих на роботу ДПП встановлено залежності, що дозволяють через центр тяжкості ділянки рудної робочої зони обслуговуваної ДПП визначати середньозважену висоту підйому і відстань транспортування руди до даного ДПП. Розміщені на різній глибині кар'єру ДПП залежно від їхнього розташування характеризують різні відстані доставки руди відповідно до висоти її підйому.

Прогнозування обсягів руди, що видобувається, доцільно на основі рівняння парабол [8]. Визначення трьох невідомих коефіцієнтів рівняння параболі можливе при складанні системи із трьох рівнянь. Перше рівняння можна отримати визначивши площу сегмента параболі, утвореного кривою самої параболі та віссю абсцис, яка відповідає плановій (найчастіше річній) продуктивності кар'єру по руді. Друге рівняння отримаємо, приймаючи, що довжина сегмента параболі, що відсікається від осі X відповідає різниці відміток по висоті верхнього та нижнього горизонту загальної рудної робочої зони, що вимірюється в кількості уступів. Третє рівняння отримаємо, визначивши положення глибини центру тяжкості сегмента з урахуванням площі параболі. Під час вирішення отриманої системи рівнянь знаходимо невідомі коефіцієнти параболі.

Таким чином, задавши продуктивністю кар'єру по руді (S), висотою рудної робочої зони по руді (f) та глибиною центру тяжкості загальної рудної робочої зони річного обсягу видобутку (X_u), складемо систему рівнянь і визначимо коефіцієнти рівняння, що вишукуються. За допомогою отриманої залежності та даних на розрахунковий період (S, f, X_u) можна прогнозувати погоризонтні обсяги виїмки руди на намічений період і визначити глибину координати центра тяжкості мас обсягів руди ділянки з якої руда видобувається і транспортується на відомий ДПП.

Використовуючи досвід застосування апроксимації в гірничій справі припускаємо, що залежність яка описує величину обсягів виїмки руди від глибини закладення горизонту має вигляд [8]: $Y = ax^2 + bx + c$, де Y - обсяг виїмки руди з даного горизонту, x - місце положення (порядковий номер уступу, рахуючи зверху вниз від верхнього добувного уступу) горизонту, що розглядається як змінна. Складемо систему рівнянь

$$f = \frac{3 \cdot c \cdot \vartheta - 2 \cdot \vartheta^2 + 3 \cdot c^2}{2 \cdot (\vartheta - c)};$$

$$S = \frac{a \cdot \vartheta \cdot c^2 \cdot (3 \cdot c + \vartheta)}{6 \cdot (\vartheta - c)};$$

$$X_y = -\frac{\vartheta}{2 \cdot a}$$

Розв'язавши систему рівнянь (1) знайдемо вирази, що визначають коефіцієнти a, ϑ, c

$$a = -\frac{6 \cdot S}{f^3}; \vartheta = \frac{12 \cdot S \cdot X_y}{f^3}; c = \frac{3 \cdot S \cdot (f^2 - 4 \cdot X_y^2)}{2 \cdot f^3}$$

Підставивши отримані значення в канонічне рівняння параболи, отримаємо

$$Y = -\frac{6 \cdot S}{f^3} x^2 + \frac{12 \cdot S \cdot X_y}{f^3} \cdot x + \frac{3 \cdot S \cdot (f^2 - 4 \cdot X_y^2)}{2 \cdot f^3}.$$

Задача полягає в тому, щоб знайти координату центру тяжіння однорідної плоскої фігури обмеженою кривою $y=F(x)$, елементарними лініями та віссю абсцис на осі ОХ.

Розглянемо криволінійну трапецію обмежену кривою, яка задана рівнянням $y = F(x)$, двома ординатами $x_1=d$, $x_2=v$ та віссю ОХ, де: x_1 - номер горизонту розміщення ДПП конвеєрного підйомника або верхній горизонт зони що обслуговується ДПП, x_2 - нижній горизонт зони ДПП, що обслуговується (рис.1). Певний інтеграл безперервної невід'ємної функції $F(x)$ у цих межах чисельно дорівнює площі криволінійної трапеції.

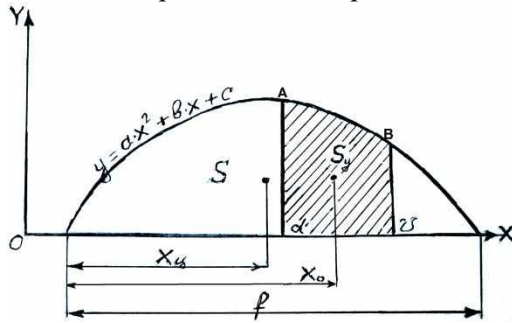


Рис.1. Схема до розрахунку координати по осі Х центру тяжкості мас криволінійної трапеції

При цьому можна для певності вважати, що маса фігури, що розглядається, вимірюється відповідною площею. Якщо площу всієї фігури (та її масу) позначимо через S , то по теоремі про момент системи матеріальних точок [9] координату X центру тяжкості плоскої криволінійної трапеції АВvd визначимо як

$$X_O = \frac{M_x}{S_y},$$

де S_y – геометрична площа плоскої фігури АВvd.

Якщо криволінійна трапеція обмежена кривою (розташована між крапками А і В на рис.1) заданою канонічним рівнянням параболи, площу фігури АВvd, що чисельно дорівнює плановому обсягу видобутку руди з ділянки обмежених по висоті координатами $x_1=d$ та $x_2=v$, яка доставляється для дроблення на ДПП, знаходять за формулою, m^3

$$S_y = \int_d^v (a \cdot x^2 + \vartheta \cdot x + c) dx = (v-d) \cdot \left(\frac{a}{3} \cdot (v^2 + v \cdot d + d^2) + \frac{b}{2} \cdot (v+d) + c \right) \quad (5)$$

де d та v – межі інтегрування.

У формулу (5) що визначає величину S_y , яка відповідає плановому обсягу видобутку руди з зазначеної ділянки, що транспортується на ДПП, підставимо значення коефіцієнтів a, ϑ, c . В результаті підстановки та спрощення складеної формули, отримаємо, m^3

$$S_y = \frac{S \cdot (v-d)}{2 \cdot f^3} \left[12 \cdot X_y (v-d) - 4 \cdot (v^2 + v \cdot d + d^2) + 3 \cdot (f^2 - 4 \cdot X_y^2) \right]. \quad (6)$$

Приймаючи продуктивність кар'єру ІнГЗК по руді 34,5 млнт на рік або 10147 тис. m^3 та підставляючи необхідні для розрахунку показники: f , X_y , d , v визначимо орієнтовно річне завантаження ДПП розташованого на гор. -240 м, $x_1=17$, m^3

$$S_y = \frac{10147059 \cdot (28-17)}{2 \cdot 28^3} \left[12 \cdot 18 \cdot (28-17) - 4 \cdot (28^2 + 28 \cdot 17 + 17^2) + 3 \cdot (28^2 - 4 \cdot 18^2) \right] = 5054115.$$

Продуктивність дробарки ККД 1500/180 на матеріалі з тимчасовим опором з тиску 100-150 МПа, вмістом води до 4 % не менше 2240 m^3 /рік [10] і при 3-змінній роботі, 770 змінах на

рік при безперервному робочому тижні становитиме понад 10 млн м³/рік, що свідчить про можливість дроблення потрібного планового обсягу руди. При цьому застосоване гірниче обладнання [11] не обмежить розвиток гірничих робіт в глибину. З огляду на раніше виконані дослідження найкращі техніко-економічні показники можуть бути досягнуті при використанні на виїмці руди екскаватора ЕКГ-8І, а вантажопідйомність автосамоскиду при цьому саме дорівнює 130 т [12-14].

Тепер визначимо статичний момент плоскої фігури криволінійної трапеції АВd, що аналізується (рис.1), м³

$$M_x = \int_d^v x(a \cdot x^2 + b \cdot x + c)dx = \frac{a}{4}(v^4 - d^4) + \frac{b}{3}(v^3 - d^3) + \frac{c}{2} \cdot (v^2 - d^2) . \quad (7)$$

З формули (4) після підстановок M_x і S_y , перетворень та очевидних спрощень отримаємо залежність, що визначає координату центру тяжкості обмеженої ділянки параболи по осі X, межі якої позначені як d і v (рис.1), уст.

$$X_o = \frac{16 \cdot X_u \cdot (v^2 + v \cdot d + d^2) - 6 \cdot (v^2 + d^2) \cdot (v + d) + 3 \cdot (f^2 - 4 \cdot X_u^2) \cdot (v + d)}{24 \cdot X_u \cdot (v + d) + 6 \cdot (f^2 - 4 \cdot X_u^2) - 8 \cdot (v^2 + v \cdot d + d^2)}, \quad (8)$$

Підставляючи дані наближені до умов кар'єру ІнГЗК для ДПП на гор.-240 м ($f=28$, $X_u = 18$, $d = 17$, $v = 28$) за формулою (8), визначимо координату центру тяжкості обмеженої ділянки параболи по осі X, площа якої чисельно дорівнює обсягу переробленої руди даним ДПП, уст.

$$X_o = \frac{16 \cdot 18 \cdot (28^2 + 28 \cdot 17 + 17^2) - 6 \cdot (28^2 + 17^2) \cdot (28 + 17) + 3 \cdot (28^2 - 4 \cdot 18^2) \cdot (28 + 17)}{24 \cdot 18 \cdot (28 + 17) + 6 \cdot (28^2 - 4 \cdot 18^2) - 8 \cdot (28^2 + 28 \cdot 17 + 17^2)} = 22.$$

Тоді відстань перевезення автотранспортом руди з ділянки, що обслуговується ДПП та обмежена горизонтами d і v , можна визначити за формулою, км

$$L_o = \frac{(X_o - d) \cdot h}{i} K_{p.m} , \quad (9)$$

де h – висота уступу кар'єру, м; $K_{p.m}$ – коефіцієнт розвитку траси, од.; i – ухил технологічної автодороги, ‰. Висота підйому руди дорівнює $(X_o - d)h = (22 - 17)15 = 75$ м. Підставляючи відповідні дані у формулу (9) отримаємо розрахункову відстань перевезення руди на ДПП гор.-240 м, км

$$L_o = \frac{(22 - 17) \cdot 15}{75} 1,2 = 1,2.$$

Висновок та напрямки подальших досліджень. Розроблено метод, що призначається для визначення окремих показників формування вантажопотоків на ДПП конвеєрних підйомників, розташованих усередині робочої зони кар'єру з урахуванням залежності розподілу обсягів руди за глибиною рудної робочої зони з визначенням висоти підйому та відстані перевезення руди автотранспортом. Цей метод може застосовуватися при екстреній оцінці умов доставки очікуваних обсягів залізної руди автотранспортом з урахуванням гірничих обставин від яких залежить видобуток, визначенні обмежень ділянок, що обслуговуються ДПП в період його експлуатації та визначенні місць розташування нових ДПП при їх переносі внаслідок поглиблення конвеєрних підйомників. Залишаються невирішеними питання, яким чином окремі показники функції розподілу руди впливають на формування вантажопотоків на декілька ДПП, що може бути темою подальших досліджень.

Список літератури

1. Четверик М.С., Перегудов В.В., Романенко А.В. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. / М.С Четверик, В.В. Перегудов, А.В. Романенко // Перспективы развития: Монография. - Кривой Рог: Дионис (ФЛ-П Д.А. Чернявский), 2012. - 366 с.
2. Шапарь А.Г., Лашко В.Т., Новожилов С.М. Перегрузочные пункты при автомобильно-конвейерном транспорте на рудных карьерах / А.Г. Шапарь, В.Т. Лашко, С.М. Новожилов // Монография. - Днепропетровск, Полиграфист, 2001. - 139 с.
3. Дриженко А.Ю., Козенко Г.В., Рыкус А.А. Открытая разработка железорудных руд Украины: состояние и пути совершенствования / А.Ю. Дриженко, Г.В. Козенко, А.А. Рыкус // Монография. - Днепропетровск: НГУ, 2009. - 452 с.
4. Терещенко В.В., Ковалев К.В., Швеиц Д.В. Поэтапность ввода в эксплуатацию циклично-поточных технологий, вскрывающих крутопадающие месторождения полезных ископаемых с исследованием рационального шага

переноса дробильно-перегрузочного пункта/ **В.В. Терещенко, К.В. Ковалев, Д.В. Швець**// Разработка рудных месторождений, вып. 94, 2011, стр. 3- 6.

5. **Лукьянов А.Н.** Технологические решения открытой разработки сложноструктурных месторождений /**А.Н. Лукьянов** // Горный вестник Узбекистана №1, 2000 г., с. 15- 19.

6. Отработка Ингулецкого месторождения карьером ЧАО «ИНГ'ОК» в границах лицензионной площади. Открытые горные работы: проект / ГП «ГПИ «Кривбасспроект»; ГИП **К.В. Ковалёв**– Кривой Рог, 2016. – 209 с.

7. Комплексный проект поэтапного развития горных работ и переработки минерального сырья до конца отработки Ингулецкого месторождения. Поэтапное развитие горных работ и переработки магнетитовых руд: проект / ГП «ГПИ «Кривбасспроект»; ГИП **Н.В. Корчагин**– Кривой Рог, 2006. – 63 с.

8. **Грищенко Н.В., Семериков С.А., Хараджян А.А., Чернов Е.В.** Сравнительный анализ методов аппроксимации / **Н.В. Грищенко, С.А. Семериков, А.А. Хараджян, Е.В. Чернов**// Криворожский государственный педагогический институт. Кафедра информатики и прикладной математики.- Кривой Рог, 1998.- 26 стр. Друкерня СП Міра, Кривий Ріг. Ссылка <https://core.ac.uk/download/pdf/77241064.pdf>

9. **В. К. Гурнов** Интегральное исчисление / **В. К. Гурнов** // Издательство Киевского университета.- 1961 г. 327 с.

10. ГОСТ 6937-91 Дробилки конусные. Общие технические характеристики.

11. **Четверик М.С., Бабій К.В., Бубнова О.А.** Взаимосвязь параметров горных машин, технологии и процессов при открытой добыче руд / **М.С. Четверик, К.В. Бабій, О.А. Бубнова** Геотехнічна механіка- 2016. № 126. с. 58-70.

12. **Штанько Л.А., Чепурной В.И., Ляш С.И., Корняшник С.И., Забуженко Г.Н.** Возможности повышения надежности эксплуатации дробильно- перегрузочных пунктов комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса/ **Л.А. Штанько, В.И. Чепурной, С.И. Ляш, С.И. Корняшник, Г.Н. Забуженко**//Міжнародна науково-технічна конференція Розвиток промисловості та суспільства. ДВНЗ «Криворізький національний університет» Матеріали конференції. Кривий Ріг- 2019. ст. 33.

13. **Григор'єв Ю.І., Швець Є.М., Баранов І.В.** Дослідження взаємозв'язків основних технологічних параметрів циклічно-поточної технології в умовах залізрудних кар'єрів/ **Ю.І. Григор'єв, Є.М. Швець, І.В. Баранов**// Міжнародна науково-технічна конференція Розвиток промисловості та суспільства. ДВНЗ «Криворізький національний університет» Матеріали конференції. Кривий Ріг- 2021. ст.8.

14. **Жуков С.О., Костянський О.М.** Підвищення надійності роботи дробильно-перевантажувальних пунктів комплексу ЦПТ шляхом зменшення можливості попадання в них негабарита рудної маси/ **С.О. Жуков., О.М. Костянський**//Міжнародна науково-технічна конференція Розвиток промисловості та суспільства. ДВНЗ «Криворізький національний університет». Матеріали конференції. Кривий Ріг- 2021. ст.12.

УДК 622.342/.349.0: 622.627.2

Ю.Г. ГОРБАЧОВ, канд. техн. наук, проф., **В.А. ГРОМАДСЬКИЙ**, канд. техн. наук, доц.,
О.С. ЛІФЕНЦОВ, ст. викл., **Д.В. ТРІШИН**, магістр
Криворізький національний університет

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ БЕЗУПИННОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ПОТЯГУ ВІБРОЖИВИЛЬНИКОМ ПІД ЧАС ОЧИСНОГО ВИЙМАННЯ РУДИ

Мета. Метою роботи є скорочення непродуктивних витрат часу у процесі завантаження рухомого складу електровозного транспорту гірничою масою, що поступає з очисного блоку або з рудозвальної акумуляційної виробки. Невідповідність розмірів вагонів і робочих органів віброживильників, а також наявність проміжків між вагонами потягу змушують вести процес завантаження з постійними перервами, потрібними для перестановки вагонів. Забезпечення безперервного режиму завантаження потягу дасть можливість значного скоротити ці витрати і суттєво підвищити продуктивність процесу. З огляду на це актуальність теми дослідження не викликає жодних сумнівів.

Методи дослідження. Проведений аналіз науково-технічної інформації дав можливість сформулювати вимоги до подібних пристроїв. Хронометражні дослідження свідчать про значні втрати часу на допоміжні операції під час завантаження вагонів електровозної відкатки. Аналіз цих втрат показує доцільність скорочення часу завантаження потягу. Зроблено висновок про можливість реалізації поставленої мети дослідження за рахунок реалізації режиму безупинного завантаження потягу.

Наукова новизна. Полягає у розробці ідеї використання проміжної накопичувальної ємності між віброживильником і вагонами потягу електровозної відкатки для безупинного завантаження останніх у процесі їх руху під навантажувальним пристроєм.

Практична значимість. Практична реалізація ідеї дозволить суттєво скоротити непродуктивні втрати робочого часу на зупинки віброживильника і перестановки вагонів.

Результати. Отримано залежності для визначення конструктивних та експлуатаційних параметрів пропонованого навантажувального пункту у вигляді пристрою для безупинного завантаження електровозного потягу віброживильником.

Ключові слова: завантаження транспортних засобів рудою, віброживильник, безупинний режим завантаження потягу.