

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет

Вісник
Криворізького національного
університету

Збірник наукових праць

Випуск 54

Кривий Ріг 2022

Редакційна колегія: **Ступнік М.І.**, д-р техн. наук, проф. (головний редактор); **Бровко Д.В.**, д-р техн. наук, проф. (заступник головного редактора); **Азарян А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Березовський А.А.**, д-р геол. наук, проф.; **Варава Л.М.**, д-р екон. наук, проф.; **Вілкул Ю.Г.**, д-р техн. наук, проф.; **Губін Г.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Євтехов В.Д.**, д-р геол.-мінерал. наук, проф.; **Жуков С.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Зінченко О.А.**, д-р екон. наук, проф.; **Зубов Д.А.**, д-р техн. наук, проф., Охрид, Македонія; **Ільяс Ніколає**, д-р техн. наук, проф., Петрошани, Румунія; **Калініченко В.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Ковальчук В.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Коробко В.М.**, д-р техн. наук, проф., Массачусетс, США; **Котов І.А.**, д-р техн. наук, доц.; **Кіяновський М.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Купін А.І.**, д-р техн. наук, проф.; **Лапшин О.Є.**, д-р техн. наук, проф.; **Монастирський Ю.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Моркун В.С.**, д-р техн. наук, проф.; **Несмашний Є.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Нусінов В.Я.**, д-р екон. наук, проф.; **Олійник Т.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Паламар А.Ю.**, канд. техн. наук, доц.; **Перебудов В.В.**, д-р техн. наук, проф.; **Пікільняк А.В.**, канд. техн. наук, доц.; **Савельєв С. Г.**, д-р техн. наук, проф.; **Сінчук О.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Сидоренко В.Д.**, д-р техн. наук, проф.; **Ткаченко А.М.**, д-р екон. наук, проф.; **Толмачов С.Т.**, д-р техн. наук, проф.; **Турило А.М.**, д-р екон. наук, проф.; **Учитель О.Д.**, д-р техн. наук, проф.; **Шахно А.Ю.**, д-р екон. наук, доц.; **Шишкін О.О.**, д-р техн. наук, проф.; **Федоренко П.Й.**, д-р техн. наук, проф.; **Щокін В.П.**, д-р техн. наук, проф.

Збірник внесено до Переліку фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт (наказ Міністерства освіти і науки України № 326 від 04.04.2018 р.).

Збірник індексується в наукометричних базах даних Google Scholar, Index Copernicus, Research Bible, Academic Keys та ін., в загальнодержавній реферативній базі даних «Україніка наукова» (реферативний журнал «Джерело»). Збірник надсилається до Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського НАН України та провідних наукових бібліотек України.

У матеріалах збірника викладено результати досліджень у галузі технічних та економічних наук. Розглянуто шляхи підвищення ефективності промислових виробництв, автоматизації, контролю та керування технологічними процесами. Важливе місце займають питання енергозбереження, економіки, надійності охорони праці, техніки безпеки, захисту довкілля.

Наукові статті збірника рекомендовані науковим та інженерно-технічним працівникам, студентам, магістрантам й аспірантам.

Випуск № 54 рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет Вченою радою Криворізького національного університету (протокол № 2 від 26.04.2022 року).

Адреса редакції: Криворізький національний університет
вул. Пушкіна, 44, Кривий Ріг, 50002,
Тел. (056) 409 61 29
web-сайт <http://visnykknpu.com.ua>

Кривий Ріг
Зміст

<i>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Сердюк О. Ю., Гапоненко О. О., Гапоненко І. О.</i> Попереднє оброблення пульпи ультразвуком для очищення рудних зерен та дезінтеграції флокулоутворень на основі ефектів кавітації	3
<i>Рабінович Е.Х., Грицук І.В., Буравцев М.Х., Зуєв В.О., Володарець М.В., Рижова В.Ю.</i> Оцінка ухилу дороги методом точок однакових швидкостей	8
<i>Турило А.М., Турило А.А., Короленко Р.В.</i> Удосконалення системи і класифікації фінансово-економічних показників, як чинник забезпечення ефективного менеджменту, обґрунтованої оцінки потенціалу та якісного розвитку підприємства	16
<i>Швагер Н.Ю., Комісаренко Т.А., Пряжнікова К.К.</i> Методи нейтралізації електричних зарядів гранульованих вибухових речовин при їх пневмотранспортуванні	22
<i>Толмачов С. Т., Ільченко О. В., Власенко В. А.</i> Розрахунок та оптимізація імпульсних апаратів для розмагнічування пульп чорних металів	27
<i>Замицький О.В., Громадський В.А., Ільченко О.В.</i> Вибір конструкції змішувача контактної системи охолодження шахтного турбокомпресора	33
<i>Бойко С.М., Касаткіна І.В., Данілін О.В.</i> Вплив на якість електричної енергії впровадження джерел розосередженої генерації	37
<i>Шишкіна О.О.</i> Бетони високої міцності для композитних матеріалів	42
<i>Моркун В. С., Моркун Н. В., Тронь В. В., Сердюк О. Ю., Гапоненко О. О., Гапоненко І. О.</i> Використання нелінійних ультразвукових вимірювань для оцінки параметрів осадження твердої фази пульпи у дешламаторі ...	46
<i>Куліковська О. Є.</i> Геодезія, картографія і кадастр у Сербській Республіці	50
<i>Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Савенко В.О., Балецька К.В.</i> Класифікація геосинтетичних матеріалів	56
<i>Долгих О.В.</i> Вибір типу знімальної камери для маркшейдерського забезпечення гірничодобувних підприємств ...	63
<i>Лашин О. Є., Лашин О. О., Худик М. В.</i> Безпека проведення висхідних виробок за допомогою бурильних машин	70
<i>Сахно С.І., Янова Л.А., Пицикова О.В., Манько А.Є., Пицикова К.С.</i> Аналіз напружено-деформованого стану конструкції п'ятиповерхової будівлі з CLT панелей методом скінчених елементів	76
<i>Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Савенко В.О., Болотніков А.В.</i> Особливості рішень фундаментів з вирівнювальними властивостями, які зводяться на основах, що нерівномірно деформуються	83
<i>Горбачов Ю.Г., Громадський А.С., Кривенко О.Ю., Чумак Ю.І.</i> Дослідження можливості створення конструкції легкого вібротранспортного модулю універсального призначення	89
<i>Чубенко В.А., Дмитрієв І.</i> Дослідження раціональних режимів обробки при прокатуванні прямокутної смуги	94
<i>Астахова Н. В.</i> Дослідження деформативних властивостей цементного каменю з використанням активованих відходів ГЗК	98
<i>Кіяновський М.В., Цивінда Н.І., Рязанцев А.О.</i> Обґрунтування параметрів інструментального забезпечення виробництва в умовах функціонального аутстафінгу або аутсорсингу	103
<i>Турило А.М., Турило А.А., Короленко Р.В., Короленко С.М.</i> Стратегія розвитку, корпоративне управління і людський капітал відносно економічної стратегії, економічної девіації і фінансово-економічної безпеки в діяльності підприємства	109
<i>Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Савенко В.О., Коваль С.А.</i> Застосування енергопоглиначів у металевих каркасах будівель	115
<i>Жуков С. О., Костянський О.М.</i> Прогнозування змін параметрів вантажопотоків ДПП конвейсних підйомників в наступному періоді їх експлуатації	121
<i>Горбачов Ю.Г., Громадський В.А., Ліфенцов О.С., Трішин Д.В.</i> Розробка пристрою для безупинного завантаження потягу віброживильником під час очисного виймання руди	126
<i>Шепель О.Л., Худик М.В., Косенко А.В.</i> Дослідження питання зниження гірничого тиску при випуску руди за різних умов, що впливають	131
<i>Валовой О.І., Єрьоменко О.Ю., Валовой М.О.</i> Визначення можливості використання відходів видобутку та збагачення залізних руд при будівництві автошляхів в кра'єрі та на відвалах	137
<i>Данилейко О.К., Коломіц Г.В.</i> Розробка пристрою для визначення груп з'єднання обмоток трифазних трансформаторів	143

<i>Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Савенко В.О., Яблонська В.М.</i> Використання сучасних ефективних утеплювачів для підвищення енергоефективності громадських будівель	153
<i>Rumiantseva O. P., Shvets D. V., Karabut N. O.</i> Influence of information technologies on the environment and support for green computing as a solution to ecological problems	159
<i>Шахно А.Ю., Турило А.А.</i> Підвищення ролі цінності людини на інноваційний розвиток підприємства	163
<i>Кравченко О.М.</i> Дослідження параметрів функцій приналежності тривимірного інтервального нечіткого контролера для ультразвукового очищення	173
<i>Бровко Д.В., Романенко А.О., Сидоренко В.Д.</i> Визначення відстані до сейсмічного явища в межах кар'єрного поля на основі звукометричних методів контролю	179
<i>Куліковська О. Є., Переметчик А.В., Катушков В.О., Ісаєв О.П.</i> Порівняльний аналіз програмних систем SinergyMap і ЗЕМПРО (Spliterw)	183
<i>Перович Л.М., Перович І.Л., Сидоренко В.Д., Паламар А.Ю.</i> Універсальний підхід до оцінки територій	190
АНОТАЦІЇ	
<i>А н о т а ц і ї</i>	196

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 «ИНГОК» 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., Корняшик 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. Корняшик, 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.

Рукопис подано до редакції 21.03.2022

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 значно 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.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Як добре відомо, у процесі транспортування гірничої маси від підземних очисних забоїв до поверхні шахти приходить виконувати багато навантажувальних і розвантажувальних робіт [1-4]. Повна схема руху руди може включати у себе операції випуску її віброживильником з очисного простору, доставки скреперними лебідками або конвеєрами різних типів у межах очисного блоку до рудозвальної виробки, завантаження вібраційним люком вагонів електровозної відкатки, розвантаження останніх у приствольному перекидачі і завантаження дозатором у скіпи. На поверхні шахти та під час перевезення гірничої маси до збагачувального підприємства також здійснюються численні завантажувально-розвантажувальні операції [5].

Описаний шлях транспортування руди дуже нерівноцінний з точки зору рівня його механізації та придатності до широкого упровадження поточкових технологій гірничого виробництва, без яких неможливий подальший розвиток галузі. Якщо для умов дільничної транспортної підсистеми шахти (у межах очисного блоку) існують високоефективні конструкції вібраційної техніки для випуску руди з блоків, а також конвеєри різних типів для доставки її до рудозвальных акумуляційних виробок [2-4,6-11], то магістральна транспортна підсистема (від устя останніх до ствола шахти) на вітчизняних підземних підприємствах з видобутку залізорудної сировини майже виключно представлена циклічною електровозною відкаткою. На перевезенні руди задіяні окремі локомотивні потяги, які курсують час від часу і які потрібно завантажувати з рудозвальных виробок і розвантажувати в перекидачеві у приствольний бункер. Виконання цих операцій також здійснюється у циклічних режимах зі значними непродуктивними втратами часу на роботи допоміжного характеру. Реалізація потокової технології транспорту руди на цій ланці загальношахтної транспортної системи неможлива без радикальної заміни електровозної відкатки на безперервні види транспорту, наприклад на конвеєрний. Звісно, така задача у масштабах усієї галузі потребуватиме величезних капітальних витрат і навряд чи буде можливою найближчим часом. Поки що може йти мова лише про удосконалення існуючої електровозної відкатки шляхом максимального зниження зайвих витрат робочого часу та про можливе узгодження потокової дільничної транспортної підсистеми з циклічною магістральною.

З огляду на викладені зауваження, важливість та актуальність проблеми дослідження і розробки способів і технічних засобів удосконалення процесу експлуатації шахтної електровозної відкатки з метою підвищення її техніко-економічних показників представляються безумовними для подальшого розвитку вітчизняної гірничорудної галузі.

Аналіз досліджень і публікацій. Для підвищення ефективності експлуатації магістральної транспортної підсистеми залізорудної шахти представляється доцільним удосконалення процесів завантаження і розвантаження рухомого складу електровозної відкатки з метою зниження витрат часу на непродуктивні допоміжні операції робочого циклу потягу. Розглянемо докладніше операцію завантаження потягу.

В роботах [12-14] приведені схожі формули для оцінки можливої продуктивності процесу видачі руди з очисного блоку підземного рудника, яка буде залежати від пропускної здатності завантажувального пункту. Наприклад, величина змінної продуктивності блоку може становити [12,14]

$$Q_{зм} = \frac{T_{роб} Q_{техн}}{1 + \frac{Q_{техн}}{\psi} \left(t_{виб} + t_{пров} + \frac{\psi}{G} t_{пер} \right)},$$

де $Q_{зм}$ – можлива змінна продуктивність очисного блоку, т/змін; $T_{роб} = 320$ хв. – фактичний час роботи протягом зміни (знаходиться як різниця між загальною тривалістю зміни та непродуктивними витратами часу на різного роду допоміжні операції та за організаційними причинами); $Q_{техн}$ – величина фактичної технічної продуктивності застосовуваного механічного обладнання для випуску, доставки, навантаження та транспортування руди у блоці, т/хв.; ψ – середня величина порції руди, яку вдається випустити між двома зависаннями гірничої маси у випускній виробці, т; $t_{виб}$ – середній час, що витрачається на процес вторинного вибухового руйнування зависання руди, хв.; $t_{пров}$ – середній час, що витрачається на провітрювання робочих місць ви-

бки після вторинного вибуху, хв.; G – сумарна вантажопідйомність вагонів потягу, т; $t_{пер}$ – середній час, що витрачається на перестановки вагонів потягу при його завантаженні, хв.

Аналіз даної формули свідчить, що непродуктивні витрати часу, приведені у її знаменнику, достатньо численні і у підсумку можуть бути дуже значними. Нас у першу чергу цікавлять витрати $t_{пер}$ на перестановку вагонів. Як зауважено у [12], результати проведених спеціальних хронометражних спостережень показують, що на цю операцію у залежності від складу потягу (у першу чергу від типу вагонеток у ньому) може витрачатися кожного разу від 1,2 до 2,6 хв. З огляду на те, що у потягу може бути від 6 до 12 вагонеток [12], а різниця між шириною робочого органу вібромашини (віброживильника чи вібролюка) та довжиною вагонетки потребуватиме завантаження кожної з двох установок, стає зрозумілим, що на перестановки вагонів кожного потягу можуть витрачатися десятки хвилин дорогоцінного робочого часу.

До того ж слід пам'ятати, що кожна така перестановка буде супроводжуватися необхідністю зупинки вібромашини, а такий режим роботи украй несприятливий для подібного обладнання. Справа у тім, що переважна більшість сучасних викокоефективних конструкцій вібраційних живильників та люків виконані за одномасною динамічною схемою, постачені віброприводами інерційного типу і мають глибоко зарезонансний режим роботи [2,3,8]. Це пояснюється значними перевагами такого приводу, у першу чергу стійкою роботою вібромашин під дією значних змінних навантажень на робочі органи, які у процесі випуску гірничої маси знаходяться під завалом стовпа руди у випускній виробці [8]. Крім того, зарезонансний режим вібрації, при якому частота змушених коливань вібропривода значно (у декілька разів) перевищує власну частоту коливань конструкції машини, відрізняється помірними витратами енергії на транспортування руди. Але під час запуску інерційного приводу (коли він розганяється від стану спокою до робочої частоти) та його зупинки (під час зворотного процесу його вибігу) приходить долати резонансну зону (момент збігу змушеної і власної частот), яка характеризується ефектом різкого зростання амплітуди коливань робочого органу вібромашини. Резонансні явища дуже небезпечні для цілісності конструкції віброустановки (особливо підшипникових вузлів її вібропривода) та супроводжуються значним (у декілька разів) зростанням витрат енергії [8]. В умовах постійних перестановок вагонів електровозного потягу під завантаженням з такою неприємною ситуацією приходить стикатися систематично.

Таким чином, для збільшення продуктивності підземного очисного виймання руди існує безумовна необхідність підвищення ступеня безупинності процесу видачі гірничої маси з блоку, у тому числі за рахунок зменшення непродуктивних втрат робочого часу на допоміжні операції під час завантаження рухомого складу засобів локомотивної відкатки.

Постановка задачі. Метою роботи є зниження непродуктивних витрат робочого часу у процесі завантаження рухомого складу локомотивної відкатки при очисному вийманні гірничої маси у підземних умовах за рахунок використання спеціального пристрою для безупинного завантаження вагонів потягу.

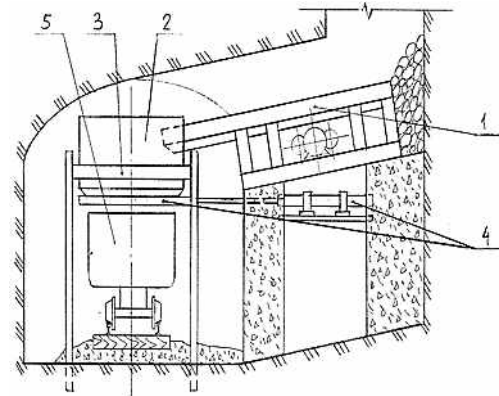
Викладення матеріалу та результати досліджень. Для досягнення поставленої мети пропонується виконання завантажувального пункту у складі вібраційної машини, що здійснює випуск, доставку і навантаження гірничої маси з блоку або рудозвальної акумуляційної виробки, та згаданого вище пристрою безупинного завантаження вагонів.

Для прикладу розглянемо варіант з використанням в якості вібромашини вібраційного люку для випуску і навантаження руди з блокової рудозвальної висхідної виробки. У такій ємності зосереджується значний рудопотік у сотні тисяч тонн гірничої маси, тому проблема підвищення надійності та довговічності подібного завантажувального пункту з огляду на недоцільність використання режиму постійних пусків і зупинок вібролюка представляється надзвичайно актуальною. З усього існуючого на сьогоднішній день різноманіття конструкцій вібраційних люків найдосконалішою слід визнати установку ЛШВ-3,35 розробки інституту «КриворіжНДПІ-рудмаш» (колишній ВНДПІ рудмаш) [15]. Незважаючи на досить поважний вік конструкції вона й досі відрізняється високим загальним технічним рівнем. Вібролюк ЛШВ-3,35 має значну (до 400 кН) несучу здатність, високі показники надійності та продуктивності, можливість багаторазового використання [14,15].

Для забезпечення безупинного режиму роботи вібролюка протягом усього часу завантаження електровозного потягу пропонується обладнати його спеціальним проміжним накопичувальним бункером, розташованим під розвантажувальним кінцем вантажонесучого органу ус-

тановки над рейковою колію відкотної виробки. Принципова схема завантажувального пункту показана на рис. 1.

Рис. 1. Принципова схема пункту з пристроєм для безупинного завантаження вагонів електризованої відкатки: 1 – вібролюк ЛШВ-3,35; 2 – проміжний бункер; 3 – опорна рама; 4 – затвор; 5 – вагонетка



Конструкція проміжного бункера повинна забезпечити можливість проходження під ним вагонів локомотивного потягу. Загальна будова завантажувального пункту виглядає наступним чином. Вібролюк 1 встановлений в усті рудозвальної виробки таким чином, що розвантажувальний кінець його робочого органу входить у контур проміжного бункера 2, який з боку люка має відповідну прорізь. Бункер розміщений на опорній рамі 3 порталної конструкції з чотирма стояками, які охоплюють рейкову колію, створюючи наскрізний отвір для проїзду рухомого складу. Днище бункера виконано у вигляді плоского рухомого затвору 4, який за допомогою керуючого пневмоциліндру може висуватися назовні і повертатися назад. Висування затвору відкриває бункер знизу, а зворотний його рух – закриває. Затвор рухається штоком пневмоциліндру, спираючись на підтримувальні ролики у напрямних опорної рами, а корпус останнього закріплений на фундаменті вібролюка.

Проміжний бункер призначений для вільного пропускання гірничої маси, яку завантажує у нього вібролюк, під час знаходження під ним кузовів вагонеток та виконує роль накопичувальної ємності у ті періоди, коли під ним опиняються проміжки між вагонами потягу. Робота вібролюка та рух потягу через завантажувальний пункт відбуваються при цьому безупинно. Вібролюк вмикається при наближенні до зони завантаження потягу і починає заповнювати бункер із закритим затвором рудою. Коли перша вагонетка потрапляє під бункер, затвор відкривається і гірнична маса завантажується до неї. На період проходження під бункером міжвагонних проміжків затвор тимчасово закривається.

Для нормальної роботи завантажувального пункту його конструктивні та експлуатаційні параметри мають бути ретельно узгоджені. Розглянемо розрахунок цих параметрів для умов застосування вібролюка ЛШВ-3,35 та вагонеток з глухим кузовом, широко використовуваних для локомотивної відкатки на вітчизняних залізничних шахтах (наприклад, типу ВГ4,0А).

Перш за все потрібно вибрати розміри проміжного бункера, достатні для безупинного режиму роботи вібролюка із закритим затвором, та узгодити їх зі швидкістю руху потягу. Остання буде залежати від продуктивності вібролюка та поперечного перетину вагонетки, м/хв.,

$$v = \frac{Q_{\text{техн}}}{S},$$

де $Q_{\text{техн}} = 1400 \text{ т/г} = 23,33 \text{ т/хв.} = 9,33 \text{ м}^3/\text{хв.}$ – продуктивність вібролюка (для руди об'ємною вагою $2,5 \text{ т/м}^3$ [15]); S – поперечний перетин вагонетки, м^2 (для вагонетки з глухим кузовом ВГ4,0А внутрішні розміри кузова – ширина і висота – дорівнюють: $B_0 = 1,35 \text{ м}$; $H_0 = 0,8 \text{ м}$ [15], звідки маємо: $S = B_0 H_0 = 1,35 \cdot 0,8 = 1,08 \text{ м}^2$). Тоді, м/хв

$$v = \frac{9,33}{1,08} = 8,64.$$

Для визначення часу завантаження гірничої маси в бункер та у вагон потрібно знати розміри цих ємностей у плані. Ширина робочого органу вібролюка $B = 1,2 \text{ м}$ [15], тоді ширину бункера (з урахуванням необхідних зазорів) приймаємо $B_0 = 1,5 \text{ м}$. Довжина ж бункера у напрямку, перпендикулярному руху потягу, повинна бути не менше ширини вагону. Приймаємо $L_0 = 1,6 \text{ м}$.

Пряме завантаження гірничої маси у вагон можливе лише тоді, коли бункер повністю знаходиться над вагоном. З огляду на те, що довжина вагону $L_0 = 3,3 \text{ м}$ [15], процес завантаження буде відбуватися протягом $L_0 = L_0 - B_0 = 3,3 - 1,5 = 1,8 \text{ м}$. Звідси можна обчислити час навантаження безпосередньо у вагон, тобто час, коли затвор бункера має бути відкритим, хв

$$t_0 = \frac{L_0}{v} = \frac{1,8}{8,64} = 0,208.$$

У ті моменти, коли під будь-якою частиною бункеру будуть знаходитися міжвагонні проміжки (довжина кожного такого проміжку дорівнює $L_{мв} = 0,7$ м), потрібно буде перекривати за-твор і накопичувати гірничу масу в бункері. Таке становище буде тривати протягом $L_3 = L_{мв} + B_б = 0,7 + 1,5 = 2,2$ м. Тоді час завантаження закритого затвором бункера складатиме, м

$$t_3 = \frac{L_3}{v} = \frac{2,2}{8,64} = 0,25$$

Маючи останню величину, можна розрахувати необхідний об'єм бункера, м³

$$V_б = Q_{мех} t_3 = 9,33 \cdot 0,25 = 2,33$$

Приймаємо: $V_б = 2,4$ м³.

Звідси можна знайти висоту бункера, м

$$H_б = \frac{V_б}{B_б L_б} = \frac{2,4}{1,5 \cdot 1,6} = 1,0$$

Висновки та напрямок подальших досліджень. Застосування запропонованого пристрою у складі блокового завантажувального пункту має забезпечити безупинний режим завантаження вагонеток з глухим кузовом потягів шахтної локомотивної відкатки. Окрім суттєвого скорочення непродуктивних витрат робочого часу на операцію перестановки вагонів і зростання продуктивності процесу завантаження, таке рішення дає можливість істотно підвищити довговічність вібраційного люку, що завантажує протяг, шляхом відмови від режиму роботи його вібраційного приводу з частими запусками і зупинками, який у край несприятливий з точки зору надійності.

Ще більшого позитивного ефекту можна досягти за рахунок використання вагонеток типу ВД-16. Вони мають міжкузовні перекриття, які створюють єдину суцільну ємність потягу [15]. Для такого рухомого складу описаний пристрій не потрібний, а швидкість руху потягу буде обумовлена лише продуктивністю вібрولوка. Утім, поки що таких вагонеток дуже замало у масштабах галузі.

Список літератури

1. Бизов В.Ф. Гірничі машини. Підручник для студентів вищих навчальних закладів за напрямком «Гірництво». Бібліотека гірничого інженера в 14 томах. Том IX / В.Ф. Бизов, В.П. Франчук. – Кривий Ріг: Мінерал, 2004. – 468 с.
2. Громадський А.С. Проектування, формування та використання комплексів гірничорудного механізованого обладнання: Навч. посібник / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, О.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг: КНУ, 2017. – 229 с.
3. Громадський А. С. Проектування гірничих машин і комплексів для видобутку та переробки руд: Навч. посіб. для студ. вищих і серед. спец. навч. закладів / А.С. Громадський, Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, О.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ, 2017. – 528 с.
4. Гірничі машини та обладнання для добування руд: Навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів / Ю.Г. Горбачов, Б.М. Гопкало, А.С. Громадський, О.С. Ліфенцов, М.С. Плішко, В.А. Семенов, А.О. Хруцький, Ю.І. Чу-мак, І.А. Шиповський / Під заг. ред. А.С. Громадського. – Кривий Ріг: Видавничий центр КНУ. – 2017. – 410 с.
5. Горбачов Ю.Г. Умови забезпечення безударного режиму роботи пневматичних вібраційних приводів діафрагмового типу / Гірничий вісник: науково-техн. збірник // Ю.Г. Горбачов, А.О. Хруцький, А.С. Громадський, О.С. Ліфенцов. – Кривий Ріг. – 2020. – Вип. 107. – С. 128–132.
6. Потураев В.Н. Вибрационная техника и технологии в энергоемких производствах / В.Н. Потураев. – Дн-ск: НГА Украины, 2002. – 190 с.
7. Blechman L.I. Revisiting the models of vibration screening process / L.I. Blechman, L.I. Blechman, L.A. Vaisberg, K.S. Ivanov. – Vibroengineering PROCEDIA, 2014, V. 3, PP. 169-174.
8. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве / И.Ф. Гончаревич. – М.: Недра, 1992. – 319 с.
9. Учитель А.Д. Вибрационный выпуск горной массы / А.Д. Учитель, В.В. Гушин. – М.: Недра, 1981. – 232 с.
10. Вибрационные машины для выпуска и доставки руды / В.Н. Потураев, В.И. Дырда, О.К. Авдеев, И.К. Поддубный, В.П. Надутый, Н.Г. Кравченко, В.Н. Платонов, В.И. Финюгеев. – К.: Наукова думка, 1981. – 152 с.
11. Каварма И.И. Комплексы поточного транспорта для подземной разработки крепких руд / И.И. Каварма, А.В. Бровко. – М.: Недра, 1986. – 86 с.
12. Гушин В.В. Поточная технология подземной разработки мощных рудных месторождений / В.В. Гушин, Ю.В. Демидов, Ю.А. Епимахов, Г.Н. Корнев. – М.: Недра, 1982. – 126 с.
13. Кальницкий А.М. Расчет фактической производительности вибропитателя для выпуска и доставки руды / А.М. Кальницкий // Шахтный и карьерный транспорт. Вып. 11. – М.: Недра, 1990. – С. 151-154.
14. Трішин Д.В. Обґрунтування вихідних вимог та розробка конструкції пристрою для безупинного завантаження електровозного потягу в очисному блоці: Випускна кваліфікаційна робота магістра. Рукопис / В.Д. Трішин. – Кривий Ріг: КНУ, 2020. – 102 с.
15. Машини. Оборудование. Разработки. 1989-1990 г.г. Аннотированный перечень (каталог). – Кривой Рог: ВНИПИрудмаш, 1990. – 160 с

Рукопис подано до редакції 21.03.2022

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 проєктувальників 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 екстремній 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 залізородні кар'єри.

Результати. Отримано величину висоти підйому руди до досліджуемого ДПП конвеєрного підйомника, розрахунку 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.

Zhukov S.O., Kostiansky O.M. Forecasting changes in parameters of ore flows of conveyor COPs in subsequent operation periods

Purpose. To consider the volume of ore hauled to the conveyor COP that raises the problem of establishing dependencies to predict indicators of a given period that determine the volume of ore hauled at the COP and estimate the volume of ore flows forming at the automotive and conveyor complex sufficient enough to provide efficiency of the concentration plant.

Research methods. To solve the set task, the following methods are used: analysis (distinguishing and studying individual indicators), analytical research; the systematic approach (considering an object or a phenomenon as a system), deduction (a general dependence of a function characterizing its separate area), abstraction (using a dependence of ore volumes distribution without considering other characteristics), modelling (establishing the functional dependence of the depth of the center of gravity of the ore area).

Scientific novelty. The relationship between the functional dependence describing distribution of ore by the mining depth and indicators characterizing ore flows is substantiated. At the same time, there is a methodical approach developed to determine indicators of forming ore flows at the conveyor COP located inside the working zone of an open pit on the basis of the established dependence of the center of gravity position of a mined area served by this COP.

Practical significance. Taking into account a generalizing nature of the research methodology, it can be stated that the set recommendations are acceptable and can be applied to emergency estimates of ore flows of expected volumes hauled by motor vehicles to the conveyor COP in an open pit for the period under consideration. This approach will allow obtaining a technological effect by increasing the COP loading capacity. The scope of this research can be extended to all mining and concentration enterprises (GZKs) of Kryvyi Rih iron ore basin - PivnGZK, InGZK, TsGZK, ArcelorMittal Kryvyi Rih as well as other iron ore open pits.

Results. The height of lifting of ore to the investigated COP of the conveyor lift, the estimated distance of transportation of ore on PPP is received, the approximate size of annual loading of COP is defined. Done the comparison of the volume of PPP loading with ore transported from the face to the crusher and the productivity of the crusher used in the design of COP.

Key words: quarry, technology, CFT, technological processes, mining equipment parameters.

УДК 622.342.349.0: 622.627.2

Горбачов Ю.Г., Громадський В.А., Ліфенцов О.С., Трішин Д.В. 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 значно 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.

Horbachov Yu.G., Hromadskyi V.A, Liffentsov O.S., Trishin D.V. Development of a device for continuous composition loading vibrating feeder during ore cleaning

Purpose. To reduce the unproductive time spent in the process of loading the rolling stock of electric locomotive transport with rock mass coming from a treatment block or from an ore dump accumulating riser. The discrepancy between the dimensions of the wagons and the working bodies of the vibrating feeders, as well as the presence of gaps between the wagons of the train, makes it necessary to carry out the loading process with constant interruptions necessary for rearranging the wagons. Ensuring a continuous mode of train loading will significantly reduce these costs and significantly increase the productivity of the process. Given this, the relevance of the research topic is beyond doubt.

Research methods. The analysis of scientific and technical information made it possible to formulate requirements for such devices. Chronometric studies indicate significant time losses for auxiliary operations when loading electric locomotive haulage cars. The analysis of these losses shows the expediency of reducing the train loading time. The conclusion is made about the possibility of realizing the goal of the research by implementing the mode of non-stop loading of the train.

Scientific novelty. It consists in the development of the idea of using an intermediate storage tank between the vibratory feeder and the cars of the electric locomotive haulage train for continuous loading of the latter in the process of their movement under the loading device.

Practical significance. The practical implementation of the idea will significantly reduce unproductive losses of working time for stopping the vibratory feeder and rearranging the cars.

Results. Dependences are obtained to determine the design and operational parameters of the proposed loading point in the form of a device for continuous loading of an electric locomotive train with a vibration feeder.

Key words: loading vehicles with ore, vibrating feeder, continuous mode of train loading.

УДК 622.2

Шепель О.Л., Худик М.В., Косенко А.В. Дослідження питання зниження гірничого тиску при випуску руди за різних умов, що впливають

Мета. Метою даної роботи є аналіз досліджень основного процесу підземних гірничих робіт, такого як випуск руди, від якого залежать показники вилучення руди.

Методи. У роботі використано такі методи: аналіз та дослідження питань пов'язаних з проблемами зниження гірського тиску на днищі блоків при випуску відбитої руди, що актуальні на теперішній час; дослідження процесу випуску руди та вплив на величину й характер розподілу тиску, що викликане вагою обвалених порід; експериментальні дослідження випуску руди в лабораторних умовах на моделях максимально приближених до реальних умов; методи аналізу та оброблення результатів експериментів.

Наукова новизна. В результаті експериментальних досліджень режимів випуску руди встановлено найбільш сприятливий з погляду величини гірського тиску на днищі та ефективну інтенсивність і порядок випуску руди із блоку. Встановлено закономірності перерозподілу тиску на днищі блоку при випуску руди. Зазначено, що збільшення довжини панелі (блоку) вхрест простягання при незмінних ширині за простяганням, інтенсивності й порядку випуску руди призводить до зростання величини максимального тиску на днищі панелі (блоку). Обґрунтовано залежність між найбільш доцільним режимом випуску руди з погляду зменшення гірського тиску.

Практична значимість. Пропонується ефективна технологія підземної розробки системами підповерхового обвалення руди та вмщувальних порід з відбійкою руди віялами глибоких свердловин та доставкою відбитої руди навантажувально-доставочною технікою.

Результати. На підставі виконаних лабораторних досліджень випуску руди встановлено, що при підвищенні інтенсивності, а, отже, і частоти випуску руди з окремих отворів тиск на виробки днища зменшується. Величина тиску, як мінімального, так і максимального зі збільшенням дози випуску збільшується. За рахунок підвищення інтенсивності відпрацювання підповерху підвищується в цілому ефективність відпрацювання запасів, тому що знижуються строки їхньої служби. Напряму подальших досліджень полягає у проведенні додаткових лабораторних досліджень випуску руди для більш точного визначення впливу гірничого тиску на нижню частину блоку, що відпрацьовується.

Ключові слова: руда, технологія, випуск, відбійка, гірський тиск, дослідження.

Shepel O.L., Khudyk M.V., Kosenko A.V. On decrease of the rock pressure at the ore drawing under different influences
Purpose. The analysis of researches of the basic process of underground mining operations, such as an ore drawing on which indicators of extraction of ore depend is the purpose of the given operation.

Research methods. In operation such methods are used: the analysis and research of questions connected with problems of a decrease of a rock pressure on the bottom of blocks at release of broken ore which are actual for present time; research of process of an ore drawing and influence on size and character of distribution of pressure which is caused by weight of broken-down rocks; ore drawing experimental researches in laboratory conditions on models as much as possible approached to real conditions; methods of the analysis and processing of results of experiments.

Scientific novelty. As a result of experimental researches of modes of an ore drawing it is established optimum from the point of view of rock pressure size on the bottom both effective intensity and an order of an ore drawing from the block. It is established laws of redistribution of pressure upon the block bottom at an ore drawing. The increase in length of the panel (block) an across the strike at invariable is specified, that to width along the strike, intensity and an ore drawing order leads to growth of size of the maximum pressure upon the bottom of the panel (block). Dependence between the most expedient modes of an ore drawing from the point of view of rock pressure reduction is proved.

Збірник наукових праць

В і с н и к
Криворізького національного університету

Випуск 54

Комп'ютерний набір, верстка

Підпригора Н.П.

Підписано до друку 26.04.22 за рекомендацією Вченої Ради
Криворізького національного університету, протокол № 2.
Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 28,13 Тираж 100 прим.
Замовл. № 6. Укр., англ.

Адреса видавництва:
вул. Віталія Матусевича, 11, Кривий Ріг, 50027

Криворізький національний університет, 2022.
Вип. 54, С. 3-222