

Прийнята в роботу модель дає якість класифікації у розмірі 93,57%, і дозволяє прискорити процес знаходження образу відбитку пальця у вже структурованій за класами множині даних. Алгоритм тестовано на даних з відкритого джерела, дата-сет складається з 1679 зображень відбитків пальців.

Висновки та напрямок подальших досліджень. На сьогоднішній день, коли весь світ поступово переходить на комп'ютеризований рівень у всіх областях, які нас оточують, зберігання цінної інформації за допомогою ПІН-коду або фізичних замків є надто небезпечним методом захистом інформації. Використання біометричної верифікації, як засіб захисту інформації та надання її доступу справжньому власнику являється новим етапом зберігання наших даних. На даний момент, завдяки швидкому розвитку біометричної ідентифікації, існує величезна низка різноманітних методів біометричної верифікації, тому кожен користувач може обрати міру захисту, яка для нього є більш зручнішою та безпечнішою.

Можна зазначити, яким би великим темпом не розвивалися технології, все одно в центрі всього стоїть людина. З кожним роком, відкриваються нові подробиці людського тіла, які ідентифікують нас як унікальну особистість, якій немає рівних серед усіх інших. Біометрична верифікація це ще одне підтвердження того, що кожен із нас є єдиним універсальним ключем власної інформації, підробити який неможливо.

В ході подальших досліджень отримані висновки планується перевірити на інших методологіях біометричної ідентифікації.

Список літератури

1. Biometric identification systems [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=12>.
2. **Moren D.** Surprising Biometric Identification Methods [Електронний ресурс] / Dan Moren. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.popsci.com/seven-surprising-biometric-identification-methods>.
3. **Фам З. Т.** Некоторые вопросы применения методов сравнения отпечатков пальцев для биометрических систем идентификации личности [Електронний ресурс] – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-voprosy-primeneniya-metodovsravneniya-otpechatkov-paltsev-dlya-biometricheskikh-sistem-identifikatsiiichnosti>.
4. **Дуда З., Харт П.** Распознавание образов и анализ сцен. – М.: Мир, 1976. 5. Патрик Э. Основы теории распознавания образов. – М.: Советское радио, 1980.
5. Анализ методов распознавания отпечатков пальца [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/natural/SOI/2010_6/Rykanov.pdf (дата обращения 20.12.2016).
6. Дактилоскопія [Електронний ресурс] // Вікіпедія – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%8F>.
7. Biometrics: authentication and identification [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gemalto.com/govt/inspired/biometrics>.
8. **Stroup J.** Biometric Identification and Identity Theft [Електронний ресурс] / Jake Stroup. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.thebalance.com/biometric-identification-and-identity-theft-1947595>.
9. **Nguyen H.** How Fingerprint Sensors Work [Електронний ресурс] / Hubert Nguyen. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ubergizmo.com/articles/fingerprint-scanners-how-they-work/>.
10. **Ясницький Л. Н.** Введения в штучний інтелект. – видання 1-е. – Издательский центр «Академия», 2005. – 176 с.

Рукопис подано до редакції 10.04.2018

УДК 622.232.72:622.271.33

О.О. ВУСИК, аспірант, А.М. ПИЖИК, канд. техн. наук, доц.
Криворізький національний університет

ПЕРЕДУМОВИ ТА РЕАЛІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ГІРНИЧИХ КОМБАЙНІВ ФРЕЗЕРНОГО ТИПУ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ

Мета. Проаналізувати технологію розробки гірських порід кар'єрними фрезерними комбайнами при відкритій розробці корисних копалин, як протизагромадження діючій технології відпрацювання залізородних кругоспадних покладів із застосуванням буро-підривної підготовки порід до виїмання. Дослідити ефективність застосування гірничих фрезерних комбайнів із забезпеченням мінімальних кількісних та якісних втрат корисних копалин.

Методи. Досягнення поставленої мети реалізується методами комплексного аналізу проблем та умов сучасної технології розробки залізорудних покладів та їх вирішення шляхом застосування кар'єрних комбайнів фрезерного типу. Аналіз узгодженості ефективної роботи комбайнів фрезерного типу з діючою технологією розробки гірських порід, що в цілому дозволяє зробити припущення щодо підвищення техніко-економічних показників роботи залізорудних кар'єрів.

Наукова новизна. Застосування комбайнів фрезерного типу дозволяє відпрацювати породний масив в складних та обмежених умовах через значну глибину ведення розробки без проведення комплексу буро-підричних робіт, що дозволяє покращити екологічну ситуацію гірничодобувного підприємства, а також об'єднати подрібнення породи, її виїмку та навантаження в один технологічний процес.

Практична значимість. Отримані висновки дають змогу стверджувати про ефективність застосування гірничих комбайнів фрезерного типу на залізорудних кар'єрах, що обумовлено їх складними гірничо-геологічними та гірничотехнічними умовами. Практична реалізація технології пошарового фрезерування породного масиву кар'єрними фрезерними комбайнами дозволить скоротити ланцюг технологічних процесів гірничого виробництва та зменшити вартість видобувних та розкривних робіт.

Результати. Встановлено, що технологія розробки гірських порід з використанням комбайнів фрезерного типу у повній мірі прийнятна для впровадження до сучасного стану робіт у залізорудних кар'єрах. Виходячи з цього, подальші дослідження будуть направлені на обґрунтування та встановлення раціональних параметрів елементів системи розробки крутоспадних залізорудних покладів та їх залежність від робочих та технологічних параметрів фрезерних комбайнів.

Ключові слова: залізорудний кар'єр, розробка, породний масив, фрезерування, гірничий комбайн.

doi: 10.31721/2306-5451-2018-1-47-84-90

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. В умовах складної конкурентної позиції України на світовому ринку мінеральної сировини особливої актуальності набуває проблема підвищення конкурентоспроможності вітчизняних гірничих підприємств. Розв'язання її є можливим шляхом зниження собівартості продукції та підвищення прибутковості підприємств за рахунок удосконалення технології відкритої розробки родовищ корисних копалин шляхом застосування комбайнів фрезерного типу, що одночасно зменшить вартість відпрацювання рудного покладу й підвищить ефективність роботи гірничодобувного підприємства. Назріла невідкладна задача встановлення найбільш раціональної і прогресивної технології їх розробки в конкретних умовах кожного басейна. Вирішення цієї задачі на базі новітньої механізації і організації всіх технологічних процесів розробки дозволить отримати вищу продуктивність праці, мінімальну вартість виймання розкриву і видобутку руди, суттєво скорочені капітальні та експлуатаційні витрати в гірничодобувній промисловості.

Відкрита розробка родовищ корисних копалин Кривбасу характеризується широким застосуванням буро-вибухових робіт. Крім позитивного ефекту, тобто дроблення скельних порід із заданою якістю, підричні роботи мають і низку негативних проявів, таких як викид у атмосферу пилу й шкідливих газів, утворення сейсмічних і ударних повітряних хвиль, розліт уламків подрібненої породи. Але сейсмічно-вибухові хвилі є одним з найбільш небезпечних проявів масових промислових вибухів, так як вони поширюються на значні відстані й можуть призвести до пошкоджень будівельних конструкцій житлових будинків і промислових споруд.

Знеміцнення гірського масиву при використанні вибуху має низку недоліків, а саме:

змішування корисної копалини з породами розкриву, що веде до зниження якості отриманої сировини;

необхідність тимчасової зупинки робіт і відведення техніки і людей на безпечну відстань перед проведенням вибуху;

нерівномірний гранулометричний вихід відбитої підривом гірської маси – від негабаритів до пиловидних частинок;

неможливість використання конвеєрного транспорту для переміщення отриманої гірської маси без попереднього крупного подрібнення;

викид продуктів горіння вибухових речовин погіршує екологічну ситуацію в місці проведення робіт;

порушення цілісності масиву гірських порід, що негативно впливає на стійкість борта кар'єра [1,2].

Буро-вибухові роботи сьогодення займають одне з домінуючих місць по витратам на гірничі роботи. Власне від якості проведення буро-вибухових робіт в значній мірі залежить ефективність використання виймально-навантажувального обладнання і засобів транспорту. Таким чином, удосконалення методів ведення буро-вибухових робіт, а саме покращення та стабілізації

вимог до підготовки породного масиву по вийманню, їх якості являється однією із основних проблем на гірничодобувних підприємствах. Аспекти цієї проблеми показують, що немає жодного із методів ведення буро-вибухових робіт, котрі в повній мірі задовольняють всі вимоги покращення технології ведення відкритої розробки в проблематичних сьгоднішніх гірничо-геологічних і гірничотехнічних умовах роботи кар'єру.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз теоретичних досліджень показує отримання інтенсивного і рівномірного подрібнення в результаті пошарового фрезерування породного масиву кар'єрними комбайнами. Разом з тим, досвід практичного застосування технологій підготовки гірських порід до вийманню потребує не тільки ретельного аналізу результатів, але й урахування постійно змінних умов розробки порід на глибинних горизонтах залізородних кар'єрів. При цьому необхідно вирішувати задачі зниження енергоємності процесів бурових робіт та виключення небезпечних можливостей підривання зарядів ВР. Реалізація таких задач може бути здійснена на основі нових наукових результатів в області механіки вибухового руйнування гірських порід.

В своїх роботах [3,4] В.В. Ржевський сформулював основні оптимальні вимоги роботи до комплексів гірничого обладнання глибоких кар'єрів. Виділено два основних напрямки вирішення проблеми розробки кар'єрів на значній глибині: запобігання негативним наслідкам зростання глибини кар'єрів та компенсація таких наслідків за рахунок застосування нових технологій і сучасної ефективної техніки.

Практика ведення відкритих гірничих робіт з традиційною відбійкою порід вибухом, свідчить про не виконання мети збереження оконтуреного масиву. Що пояснюється високою вартістю та складністю реалізації комплексу буро-підричних робіт. Також із досягненням значної глибини залізородних кар'єрів, що має тенденцію збільшуватись, впливає на зменшення ширини робочих площадок і тому обмежує область застосування масового вибуху [5]. Тому розширюється область застосування сучасного високопродуктивного обладнання для механічного знеміцнення породного масиву. Цей спосіб особливо притаманний країнам Західної Європи, де наявні максимально строгі вимоги щодо виконання буро-підричних робіт [6].

Основною причиною знеміцнення формуючих уступів являється сейсмopідричний вплив відбійних свердловинних зарядів, приводячи як до утворення нових тріщин (в межах зони подрібнення), так і до розкриття вже існуючих тріщин. В результаті чого несуча спроможність породного масиву суттєво знижується, оскільки порушуються зв'язки між породними блоками, характерні для умов їх природного залягання [7]. Такий негативний момент відсутній при відпрацюванні породного масиву комбайном фрезерного типу, адже при його роботі не виникає сейсмopідричної дії будь-якої сейсмічна дія відсутня на масив, уступ та укiс уступу отримують чітко виражену відфрезеровану поверхню (рис. 1).



Рис. 1. Укiс уступу після відпрацювання кар'єрним комбайном фрезерного типу

Одним із обмежуючих факторів впливу на генеральні кути ухилу бортів кар'єрів являється значення міцнісних властивостей порід даних бортів. На сьгоднішній час визначення міцнісних властивостей порід проводиться спеціальними дослідженнями направленними на визначення межі міцності зразків порід з подальшим розрахунком кута внутрішнього тертя і зчеплення для кожної із виділеної групи порід. Слід відзначити, що проведення подібного роду дослідження достатньо дороге та ускладнене відсутністю необхідного обладнання [8].

Викиди забруднюючих речовин під час проведення масових вибухів у кар'єрах є залповими, тобто за короткий час у повітря викидається значна кількість забруднювачів. При цьому виникає небезпека перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин на межі санітарно-

захисної зони та на межі житлової забудови. Непоодинокі скарги жителів прилеглих до кар'єрів житлових масивів на забруднення повітря масовими вибухами підтверджують наявність проблеми та необхідність її вирішення [9]. Використання технології розробки гірських порід із застосуванням фрезерних комбайнів не потребує проведення масових вибухів, що підвищує цікавість до даного напрямку дослідження статті.

Аналіз закордонної практики показує, що на час сьогодення механічний спосіб підготовки породного масиву до виймання являється в пріоритеті тому, що забезпечує більш безпечні умови праці і кращі техніко-економічні показники у порівнянні з традиційним буро-підричним способом. Останній досягнув такого рівня розвитку, коли досягнення кардинального покращення його техніко-економічних показників неможливо. Покращення техніко-економічних показників на діючих кар'єрах відбувається за рахунок модернізації застарілого мало ефективного і впровадження нового сучасного високопродуктивного обладнання (рис. 2). Саме кар'єрні комбайни фрезерного типу характеризуються відсутністю необхідності проводити бурові та підричні роботи, можливістю виконувати виймально-навантажувальні роботи та відсутністю необхідності виконувати крупне подрібнення, адже відпрацьована ним порода має розмір шматка <math><150\text{ мм}</math>.



Рис. 2. Комплекс робіт, котрі можна замінити застосуванням комбайна фрезерного типу

На закордонних кар'єрах комбайни фрезерного типу застосовуються не лише для видобутку руди, але і для виїмки порід розкриву, що в свою чергу зменшує вартість ведення відкритої розробки. В деяких випадках вартість проведення розкривних робіт може складати до 90% загальної вартості видобутку 1 т руди. Тому напрямок дослідження області застосування сучасного та високопродуктивного виймально-навантажувального обладнання для виконання добувних і розкривних робіт, являється пріоритетним для вітчизняних гірничодобувних підприємств.

Постановка задачі. Для виконання розвитку виймально-навантажувальних робіт, підвищення продуктивності праці і зниження собівартості виїмки порід та видобутку руди, разом з удосконаленням роботи окремих ланок потребуються корені зміни всього технологічного процесу видобутку міцних залізородних покладів. Ці зміни повинні характеризуватися використанням сучасних виймально-навантажувальних машин шляхом застосування потужних кар'єрних комбайнів фрезерного типу.

За останні роки закордонні кар'єри оснащені більш сучасним гірничотранспортним обладнанням, освоєння котрого відіграє велику роль в удосконаленні способів розкриття і систем розробки залізородних покладів. Аналіз світової тенденції в області розробки породного масиву свідчить, що підвищення рівня безпечності і ефективності на відмінно від буро-підричних підготовки порід в значній мірі обумовлено застосуванням безвибухової технології розробки гірських порід сучасним виймально-навантажувальним обладнанням.

Тому метою статті є проаналізувати технологію розробки гірських порід кар'єрними фрезерними комбайнами при відкритій розробці корисних копалин, як протипагу діючій технології відпрацювання залізородних крутоспадних покладів із застосуванням буро-підричної підготовки порід до виймання. Дослідити ефективність застосування гірничих фрезерних комбайнів із забезпеченням мінімальних кількісних та якісних втрат корисних копалин.

Викладання матеріалу та результатів. Технічне переоснащення кар'єрів, виконане за останні роки, спричинило неухильному підвищенню техніко-економічної ефективності відкритих гірничих робіт. Однак оцінка їх сучасного стану свідчить про те, що разом з значними досягненнями передових кар'єрів наявні недоліки техніко-економічного та організаційного характеру, котрі суттєво знижують ефективність відкритої розробки гірських порід і стримують їх подальший розвиток.

Технології безвибухової виїмки щільних та напівскельних порід із застосуванням нових і удосконалених гірничих машин циклічної та безперервної дії знаходять все більше застосування. На розробці родовищ твердих корисних копалин і в будівництві для механічного знеміц-

нення гірських порід застосовуються бульдозерно-розпушувальні агрегати, одноковшеві екскаватори зі спеціальним робочим обладнанням, кар'єрні комбайни, фрезерні машини та інша техніка [10-15].

Основними напрямками удосконалення виймально-навантажувальних робіт являється: покращення використання існуючого парку машин, механізація допоміжних процесів виймально-навантажувальних робіт та зменшення простоїв гірничо-транспортного обладнання.

Видобуток вапняку без буро-підривних робіт виконується в кар'єрі ЗАО «Кавказцемент» (Росія) гірничими комбайнами з 2005 року (рис. 3). Межа міцності породи варіюється від 35 до 70 МПа, при чому робота гірничих комбайнів являється високопродуктивною з низькими експлуатаційними витратами та отриманням розміру подрібненого шматка в заданому діапазоні.



Рис. 3. Видобуток вапняку в кар'єрі ЗАО «Кавказцемент» (Росія) з прямим навантаженням в автосамоскид (по матеріалам Wirtgen Group)

Кар'єрні комбайни фрезерного типу відрізняються суттєвими техніко-економічними перевагами у порівнянні з відомими типами екскаваторів. Головними із яких являється менша вага в 2-5 разів, більш удосконала конструкція, можливість реалізації зусилля різання та змінювати величину зусилля в залежності від показників знеміцнення породи, можливість точного нівелювання

траєкторії руху машини в умовах обмеженого простору, можливість регулювання виходу фракції подрібнення гірської маси.

З 2011 року фрезерними комбайнами Wirtgen 2500 SM відпрацьовується родовище Mineração Paragominas в Бразилії, котрі показують високі показники своєї роботи. В даному випадку ширина смуги фрезерування 2500 мм з глибиною шару порід 650 мм, кожна машина має змогу видобувати до 7500000 т бокситів з межею міцності на одноосьове стиснення до 50 МПа. Навантаження відпрацьованої породи відбувається прямо в автосамоскид розвантажувальним конвеєром комбайна. Технологія видобутку характеризується відсутністю буро-підривних робіт, відсутністю застосування додаткового виймально-навантажувального обладнання, зниженням вартості добувних робіт та відсутністю шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Кар'єрні комбайни фрезерного типу з 2012 року економічно доцільно виконують видобуток покладів фосфатів на півночі Саудівської Аравії з межею міцності на одноосьове стиснення 25 МПа, а також видобувають оточуючий вапняк (80 МПа) та окремі ділянки каміння із значною міцністю (до 150 МПа). В цих умовах розробки вихід фракції шматка досягав максимального значення 80 мм.

Фрезерні комбайни ефективно застосовуються для видобутку вугілля в Китаю, США, Індії та інших країнах. При цьому показник межі міцності на одноосьове стиснення варіюється в межах від 15 до 35 МПа.

З кожним роком область застосування сучасних кар'єрних комбайнів фрезерного типу розширюється, у зв'язку з можливістю зменшити собівартість видобутку корисних копалин та складною ситуацією гірничодобувних підприємств. Спостерігається тенденція до збільшення показника межі міцності на одноосьове стиснення, що дозволить застосовувати сучасне виймально-навантажувальне обладнання при розробці порід дуже значної міцності.

Про значні досягнення в області розробки гірських порід фрезерними комбайнами, свідчить економічне і селективне видобування залізної руди з межею міцності на одноосьове стиснення 60 МПа, яке проводиться комбайнами фрезерного типу (Wirtgen 4200 SM) в регіоні Пілбара в Західній Австралії (рис. 4). Виконується пошарове фрезерування залізної руди смугами шириною 4200 мм і глибиною від 650 до 830 мм. Технологія видобутку залізної руди дуже відрізняється від традиційної технології ведення добувних робіт. Комбайни фрезерного типу різють, знеміцнюють, виймають та навантажують залізну руду в транспортний засіб за один

робочий цикл. Завдяки чому витрати на виробництво 1 т залізної руди знижуються приблизно на 40% та інвестиційні витрати зменшуються приблизно на 50% у порівнянні з діючою технологією видобутку залізрудного покладу при проведенні буро-підривної підготовки руди до виймання.



Рис. 4. Видобуток залізної руди в кар'єрі Down Under (Австралії) з укладанням її в штабель (по матеріалам Wirtgen Group)

Отже, розширення області застосування безвибухових технологій розробки міцних гірських порід фрезерними комбайнами в умовах роботи залізрудного кар'єру має велике технологічне, екологічне та економічне значення.

Застосування сучасної технології розробки гірських порід кар'єрними комбайнами фрезерного типу на залізрудних кар'єрах характеризується:

відсутністю необхідності проведення масових вибухів та необхідності

отримання дозволу на реалізацію вибухових робіт;

можливістю відрізнити корисну копалину від порід розкриву в масиві;

відсутністю утворення негабариту та отриманням дуже подрібненої гірської маси;

селективним видобутком корисних копалин та в свою чергу контролем кількісних та якісних показників їх вилучення;

відсутністю необхідності зупиняти роботу кар'єра на період проведення підривних робіт та відповідно втратами пов'язаними з простоями технологічних процесів;

зниженням зношення робочих органів та ходових частин гірничо-транспортного обладнання, завдяки отриманому рівномірному шматку знеміцненої породи;

відсутністю перегону гірничо-транспортного обладнання та виконувати демонтаж ліній електропередачі на період проведення підривних робіт;

можливістю ведення відкритої розробки корисних копалин в безпосередній близькості до населеного пункту, через відсутність сейсмічної дії на гірський масив.

Висновки. Розробка породного масиву кар'єрними комбайнами фрезерного типу в умовах залізрудних кар'єрів, потребує встановлення області використання і обґрунтування раціональних параметрів різних технологічних схем видобутку гірських порід.

Застосування комбайнів фрезерного типу потребує проведення детальних досліджень по визначенню оптимальних параметрів елементів системи розробки, так як ефективність його роботи визначається максимальним використанням його технологічних параметрів.

Список літератури

1. **Чебан А.Ю.** Анализ парка горных машин горнодобывающих предприятий Амурской области / **А.Ю. Чебан, И.Ю. Рассказов, В.С. Литвинцев** // Маркшейдерия и недропользование. 2012. №2. С. 41-50.
2. **Ермаков С.А.** Улучшение качества угля за счет селективной разработки сложноструктурного Элгинского каменноугольного месторождения / **С.А. Ермаков, В.Л. Гаврилов, Д.В. Хосоев, Е.А. Хоютанов** // Наука и образование. 2012. №1. С. 24-29.
3. **Ржевский В.В.** Технология и комплексная механизация открытых горных работ / **В.В. Ржевский**. – М.: Недра, 1980. – 631 с.
4. **Ржевский В.В.** Комплексы оборудования и вскрытие рабочих горизонтов мощных глубоких карьеров / **В.В.Ржевский, В.В.Истомин, В.И.Супрун** // Горный журнал. – 1982. – №11. – С. 27-30.
5. **Тищенко С.В.** Особенности разрушения массива горных пород, экранированного замкнутой динамической зоной / **С.В. Тищенко, Г.И. Еременко, Д.Ю. Малых** // Гірничий вісник. – Кривий Ріг, КНУ, 2014. – Вип. 98. – С. 3-5.
6. **Анистратов К.Ю.** Безвзрывная выемка полускальных пород на карьерах стройматериалов гидравлическими экскаваторами фирмы «Liebherr» / **К.Ю. Анистратов** // Горная промышленность. 1998. № 2. С.41-45
7. **Фокин В. А.** Методика оценки качества контурного взрывания на карьерах / **В. А. Фокин, В. А. Александров, М. Б. Тогунов** // // Горный журнал, 2003. – № 3. – С. 30-33.
8. **Ткаченко Г.И.** Определение возможности увеличения результирующих углов наклона бортов карьера путем обратных расчетов прочностных свойств пород на примере Глееватского карьера ПАО «ЦГОК» / **Г.И. Ткаченко,**

Е.В. Герасимова, А.Е. Биленко, А.В. Болотников // Вісник Криворізького національного університету : збірник наукових праць. – Кривий Ріг, КНУ, 2015. – Вип. 39. – С. 122-126.

9. **Євдокименко М.Ф.** Моніторинг та прогноз стану атмосферного повітря під час проведення масових вибухів у залізрудних кар'єрах Кривбасу / **М.Ф. Євдокименко, Є.В. Францев, М.В. Бондар, М.К. Курінова** // Гірничий вісник. – Кривий Ріг, КНУ, 2016. – Вип. 101. – С. 28-32.

10. **Пихлер М.** Wirtgen Surface Miner в Індії. Опыт селективной разработки угольных месторождений / **М. Пихлер, Ю.Б. Панкевич Ю.Б.** // Горная промышленность. 2003. №4. С. 40-47.

11. **Буткевич Г.Р.** Взрывные и безвзрывные способы разрушения скальных пород на карьерах // Строительные материалы. 2011. №2. С. 33-34.

12. **Cheban A.Yu., Sekisov G.V., Khrunina N.P., Shemyakin S.A.** Upgrading continuous and cyclic excavation and transportation during open-pit mining. [Eurasian mining]. 2014, no. 1, pp. 22-24.

13. **Монсини К.Р.** Повышение эффективности механического рыхления горных пород / **К.Р. Монсини, А.О. Мазманян** // Горный журнал. 1998. №1. С. 39-43.

14. **Анистратов К.Ю.** Безвзрывная виемка полускальных пород на карьерах стройматериалов гидравлическими экскаваторами фирмы Liebherr // Горная промышленность. 1998. №2. С. 41-45.

15. **Панкевич Ю.Б.** Применение мощных гидромолотов фирмы Krupp на безвзрывной разработке месторождений полезных ископаемых решает вопросы экологии и качества продукции // Горная промышленность. 1997. №2. С. 45-48

Рукопис подано до редакції 16.04.2018

УДК 621.548

В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц., **К.В. ЛОБОВА**, **А. В. ДАЦЬ**, магістранти
Криворізький національний університет

СУПЕРВІЗОРНЕ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ГАЗОПОВІТРЯНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Мета. Метою даного дослідження є питання застосування технології компанії National Instruments з розробкою SCADA системи у програмному середовищі LabVIEW для супервізорного керування роботою технологічного устаткування і газоповітряною енергетичною установкою, призначеної для вироблення електричної енергії при використанні відпрацьованої кінетичної енергії газоповітряних потоків технологічного устаткування.

Методи. Для супервізорного керування процесом вироблення електроенергії та моніторингу роботи виробничим устаткуванням і газоповітряною енергетичною установкою застосована технологія компанії National Instruments. Запропоновано Supervisory Control And Data Acquisition систему в середовищі розробки Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench для збору і обробки даних на комп'ютері про роботу виробничого устаткування і газоповітряної енергетичної установки.

Наукова новизна. Уперше запропоновано супервізорне керування процесом вироблення електроенергії газоповітряною енергетичною установкою. Розроблені нові елементи віртуального приладу для супервізорного керування.

Практична значимість. Полягає в можливості проектування нових високоефективних газоповітряних енергетичних установок, що поєднують в собі прості в експлуатації системи керування при виробленні електричної енергії.

Результати. Показано, що сучасне виробниче устаткування з газоповітряною енергетичною установкою не в повній мірі забезпечуються системами візуалізації, моніторингу і управління апаратно-програмними засобами і мають прості схеми автоматики. Для взаємодії газоповітряної енергетичної установки з комп'ютером розроблені наступні віртуальні пристрої: «Send Receive», «Init», «Close», «Send Receive», «GetParameters», «GetStatus» і «SetParameters». Розроблена віртуальна модель дозволяє супервізорне керування процесом вироблення альтернативної електричної енергії. При цьому використовується технологія компанії National Instruments. Запропоновано Supervisory Control And Data Acquisition систему в середовищі розробки Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench для збору і обробки даних на комп'ютері про роботу виробничого устаткування і газоповітряної енергетичної установки. Мікроконтролер газоповітряної енергетичної установки реалізовано на платі Arduino Uno. Плата має USB канал для підключення до комп'ютеру через послідовний порт. Для обробки даних на комп'ютері та відправлення даних на газоповітряну енергетичну установку розроблено програмне забезпечення.

Ключові слова: виробниче устаткування, газоповітряна енергетична установка, віртуальна модель, супервізорне керування.

doi:

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Головним фактором підготовленості виробничого устаткування (ВУ) до виконання технологічних програм є забезпечення надійності його роботи. Варто підкреслити, що особливі технічні вимоги до надійності роботи устаткування пред'являє ВУ, що