
УДК 622.271.3

Симоненко В.І., докт. тех. наук, ст. наук. співр.

Ярошик Н.І.

(ДВНЗ «НГУ»)

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ВИЙМАЛЬНО-НАВАНТАЖУВАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОЕ
ОБЛАДНАННЯ НА ШЕБЕНЕВИХ КАР'ЄРАХ З МОБІЛЬНИМИ
ПЕРЕСУВНИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

Симоненко В.И., докт. тех. наук, ст. науч. сотр.

Ярошик Н.И.

(ГВУЗ «НГУ»)

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ НА ШЕБЕНОЧНЫХ КАРЬЕРАХ С МОБИЛЬНЫМИ
ПЕРЕДВИЖНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ**

Simonenko V.I., D.Sc. (Tech.), Senior Researcher

Yaroshik N.I.

SHEI «NMU»

**RATIONAL MINING-LOADING-HAULING MACHINES IN THE
CRUSHED-ROCK OPEN PIT WITH MOBILE COMPLEXES**

Анотація. На більшості кар'єрах України, що розробляють родовища нерудних корисних копалин, використовується застаріле обладнання. Це не дозволяє підприємствам бути конкурентоспроможними в умовах ринкової економіки. Тому проблема вибору обладнання та технологічних схем роботи сучасного обладнання є особливо актуальною в теперішній час.

В статті здійснений порівняльний аналіз чотирьох варіантів роботи виймально-навантажувального та виймально-транспортного обладнання з мобільно-дробильно-сортувальним устаткуванням для типових нерудних кар'єрів України. Були враховані основні параметри для типових кар'єрів: продуктивність кар'єра по корисній копалині, відстань транспортування, кількість одночасно робочих горизонтів.

Оцінками ефективності використання обладнання є продуктивність, капітальні та експлуатаційні витрати при виконанні виймально-навантажувальних робіт. В результаті дослідження встановлено, що доцільним є використання фронтальних однокошових навантажувачів з транспортуванням до мобільно-дробильно-сортувального устаткування.

Ключові слова: виймально-навантажувально-транспортне обладнання, мобільні дробильно-сортувальні установки, фронтальний навантажувач, обернена гідравлічна механічна лопата, технологічні схеми.

Актуальність. Нерудні кар'єри України з видобутку та переробки скельних гірських порід на щебенева продукцію розробляють багаточисленні родовища гранітів, мігматитів, андезитів, діоритів, гнейсів, сієнітів, базальтів, вапняків, піщаників та інших кристалічних корисних копалин в 24 областях та в Автономній Республіці Крим. При цьому, до кінця минулого століття основним облад-

нанням даних кар'єрів, яке здійснювало виймально-навантажувально-транспортні процеси було: застарілі одноковшові екскаватори типу пряма мехлопата з ковшом ємністю 2,5-5 м³ (переважно з електричним приводом); фронтальні колісні навантажувачі з ковшом ємністю 2,0-3,2 м³ в основному вітчизняного виробництва (застосовувалися для відвантаження щебеню та рідше для підбирання дрібно кускової гірничої маси в кар'єрах після подрібнення негабариту); автосамоскиди вантажопід'ємністю 12-40 т. Транспортування подрібненої у вибоях вибуховим способом корисної копалини виконувалось до стаціонарних дробильно-сортувальних заводів (ДСЗ), які розташовувалися на борту, поблизу виїзної траншеї за 300-600 м і більше.

На початку нового століття в Україну на досліджувані кар'єри досить інтенсивно почали завозити більш ефективне обладнання зарубіжного виробництва: обернені та прямі гідравлічні мехлопати переважно з дизельним приводом (ємність ковшів від 1,6 до 4,5 м³); фронтальні навантажувачі з ємністю ковшів 2,5-4,0 м³; автосамоскиди з вантажопід'ємністю від 12-15 т до 55 т. Для переробки скельних гірських порід все ширше застосування отримує мобільне (пересувне та на самостійному ходовому обладнанні) дробильно-сортувальне устаткування (МДСУ) різної продуктивності, в основному фірм Caterpillar, Liebherr, Hyundai, Volvo, Komatsu, Kleemann. Це устаткування можна розміщувати безпосередньо біля вибою на робочій площадці уступу [1], на концентраційному горизонті серед 2-3 робочих уступів [2] або ж на окремій тимчасово неробочій площадці біля виїзних комунікацій кар'єру [2-4].

Дослідженнями [2,5] була встановлена доцільність розміщення МДСУ на нижньому горизонті серед 2-3 уступів, що відпрацьовуються в крутому шарові. При цьому МДСУ встановлюють на тимчасово неробочій площадці. Від комплексу МДСУ готову продукцію по фракціям вивозять на поверхню стрічковими конвеєрами, або автотранспортом споживачів. У вибоях уступів, що розташовані вище площадки з МДСУ може працювати різне обладнання. Згідно з результатами досліджень [3] найбільша ефективність очікується при застосуванні на виймально-навантажувальних процесах обернених мехлопат фронтальних колісних навантажувачів зазначених вище параметрів та виробництва фірм Caterpillar, Liebherr, Hyundai, Komatsu. Транспортування порід від вибою до МДСУ в цьому випадку можливе автосамоскидами відповідної вантажопід'ємності та колісними навантажувачами. Однак не досліджений найбільш видний склад комплексів обладнання в ланках між вибоями корисної копалини та МДСУ. На нинішній період, коли гірничодобувні підприємства нерудної підгалузі оновлюються та модернізуються з урахуванням передових досягнень з застосуванням ефективною технікою зарубіжного виробництва, виявлення раціонального складу обладнання на виймально-навантажувально-транспортних процесах щебених кар'єрів є суттєво важливим.

Результати досліджень. Спираємось на результати досліджень [3-5], якими рекомендовано комплектувати виймально-навантажувальні роботи на нерудних кар'єрах фронтальними одноковшовими навантажувачами та екскаваторами типу обернена гідравлічна мехлопата фірм Caterpillar, Liebherr, Komatsu і Hyun-

даї з параметрами: геометричний об'єм ковша 2,5-4,5 м³ та 2,0-4,0 м³, змінна продуктивність 1080-1300 м³/зміну і 1400-1600 м³/зміну – відповідно навантажувачі та обернені мехлопати. Для більш повної вибірки також розглядаємо на зазначених процесах і прями гідравлічні мехлопати аналогічних виробників з такими ж параметрами ковша та продуктивністю 1000-2300 м³/зміну. Транспортування гірничої маси від вибою до МДСУ здійснюємо автосамоскидами таким же фірм з обсягами кузова, що співвідносяться до об'єму ковша (4-5):1.

З урахуванням зазначеного до розгляду прийняті наступні варіанти комплексів виймально-навантажувально-транспортного обладнання.

- Варіант 1 – пряма гідравлічна мехлопата і автосамоскид, які розташовані на нижній площадці кожного уступу.

- Варіант 2 – обернена гідравлічна мехлопата, що встановлена на під уступі з розпушених порід і автосамоскиду, який розміщується на нижній площадці уступу (рис.1).

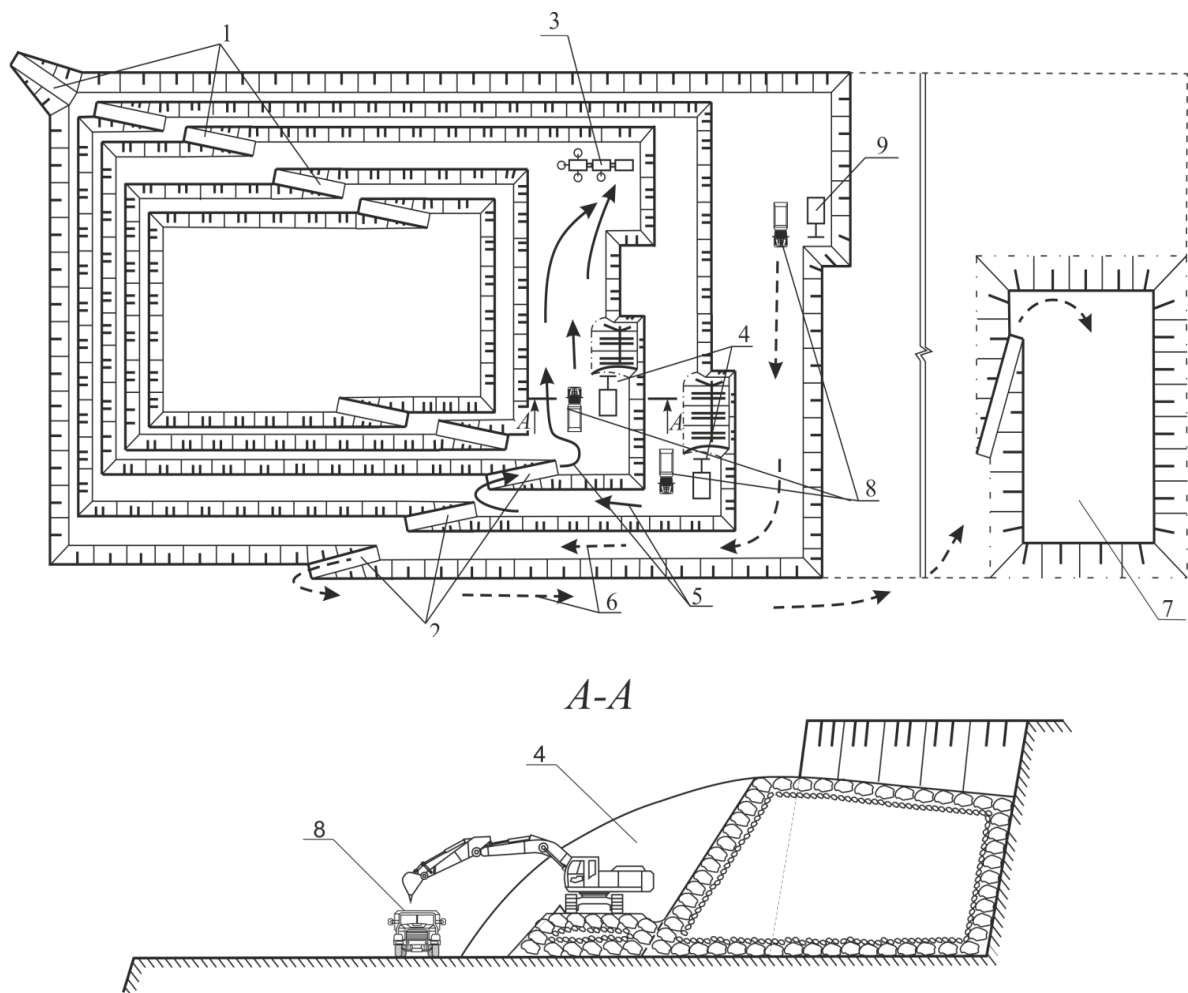


Рис. 1 – Схема відпрацювання добувних уступів оберненою гідравлічною мех. лопатою при розміщенні її на підступі і завантаженні порід в автосамоскид :

1 – виїзна основна капітальна траншея; 2 – ковзні з'їзди на уступах; 3 – комплекс МДСУ; 4 – вибій оберненої мехлопата; 5 – маршрути транспортування корисної копалини; 6 – маршрути транспортування розкривних порід; 7 – відвал; 8 – автосамоскид; 9 – розкривний екскаватор

- Варіант 3 – фронтальний колісний навантажувач з відпрацюванням розвалу розпушеної гірничої маси в вибоях похилими шарами і автосамоскид, який розташовується на нижній площадці уступу (рис.2).

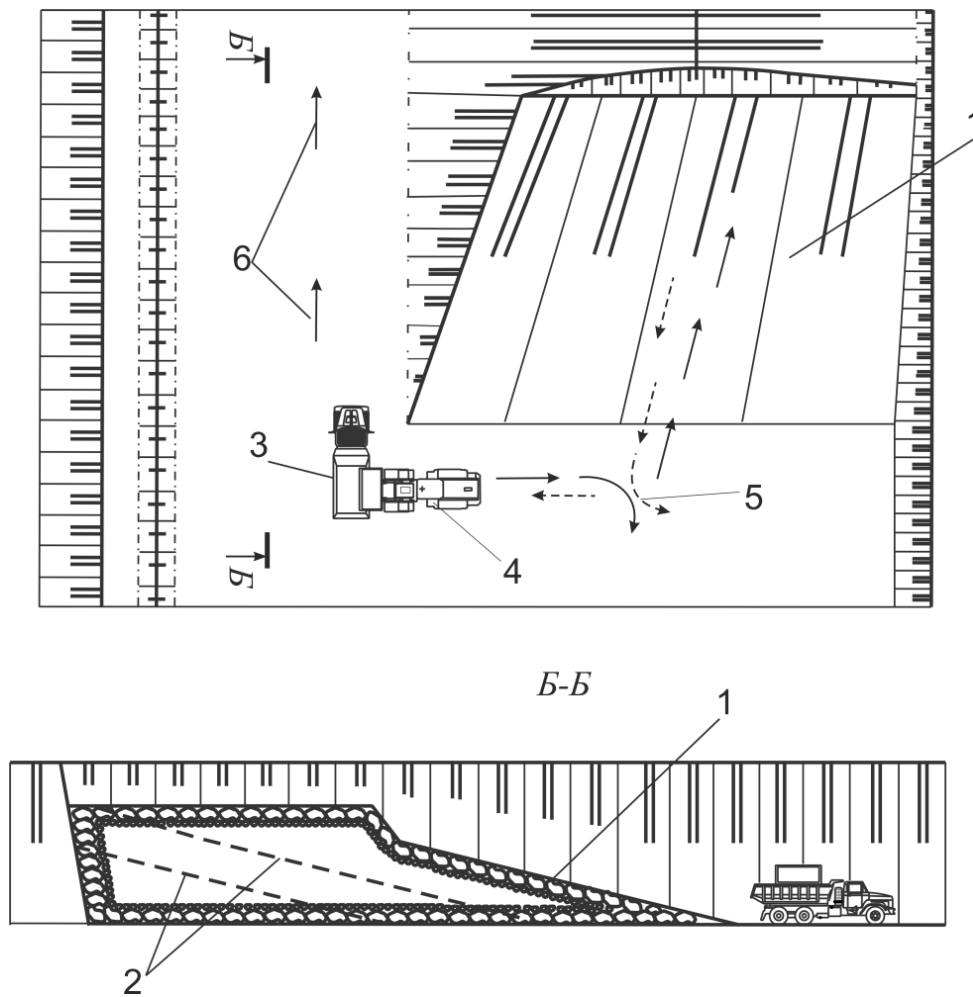


Рис. 2 – Схема відпрацювання добувних уступів фронтальними колісними навантажувачами похилими шарами з навантаженням порід в автосамоскиди:

1 - похила площадка вибою для переміщення навантажувача для виймання порід; 2 - похилі шари відпрацювання вибою; 3 - автосамоскид; 4 - колісний навантажувач; 5 - траєкторії руху навантажувача при вийманні порід і транспортуванні на нижню площадку для завантаження; 6 - маршрут переміщення корисної копалини автосамоскидом до МДСУ

- Варіант 4 – фронтальний колісний навантажувач з відпрацюванням розвалу розпушеної гірничої маси в вибоях похилими шарами та транспортуванням до МДСУ (рис.3).

Розглянуті варіанти 1-4 передбачають, що комплекс МДСУ розташований на нижньому уступі групи уступів, що відпрацьовуються (див. рис.3). Перевезення гірничої маси автосамоскидами чи колісними навантажувачами здійснюється по ковзним з'їздам. Вони облаштовуються таким чином, щоб відстань транспортування була найменшою між вибоями та МДСУ. Основні параметри та показники цих варіантів представлені в таблиці 1. Розрахунки велися для систематизованих типів нерудних кар'єрів, які виготовляють щебеневу продукцію для потреб будівництва та отримання будівельних матеріалів. Зазначені кар'єри

систематизовані [6] до чотирьох типів кар'єрів за своїми розмірами, потужністю та площею кар'єрних полів. Згідно результатів [5] критерієм вибору обладнання прийняті найменші експлуатаційні витрати на виконання виймально-навантажувально-транспортних робіт в кар'єрах – тобто собівартість. Її величину розраховано з урахуванням витрат [3]: фонду заробітної плати; матеріальних витрат; витрат на утримання та експлуатацію; на сервісне обслуговування та відрахувань в пенсійний фонд.

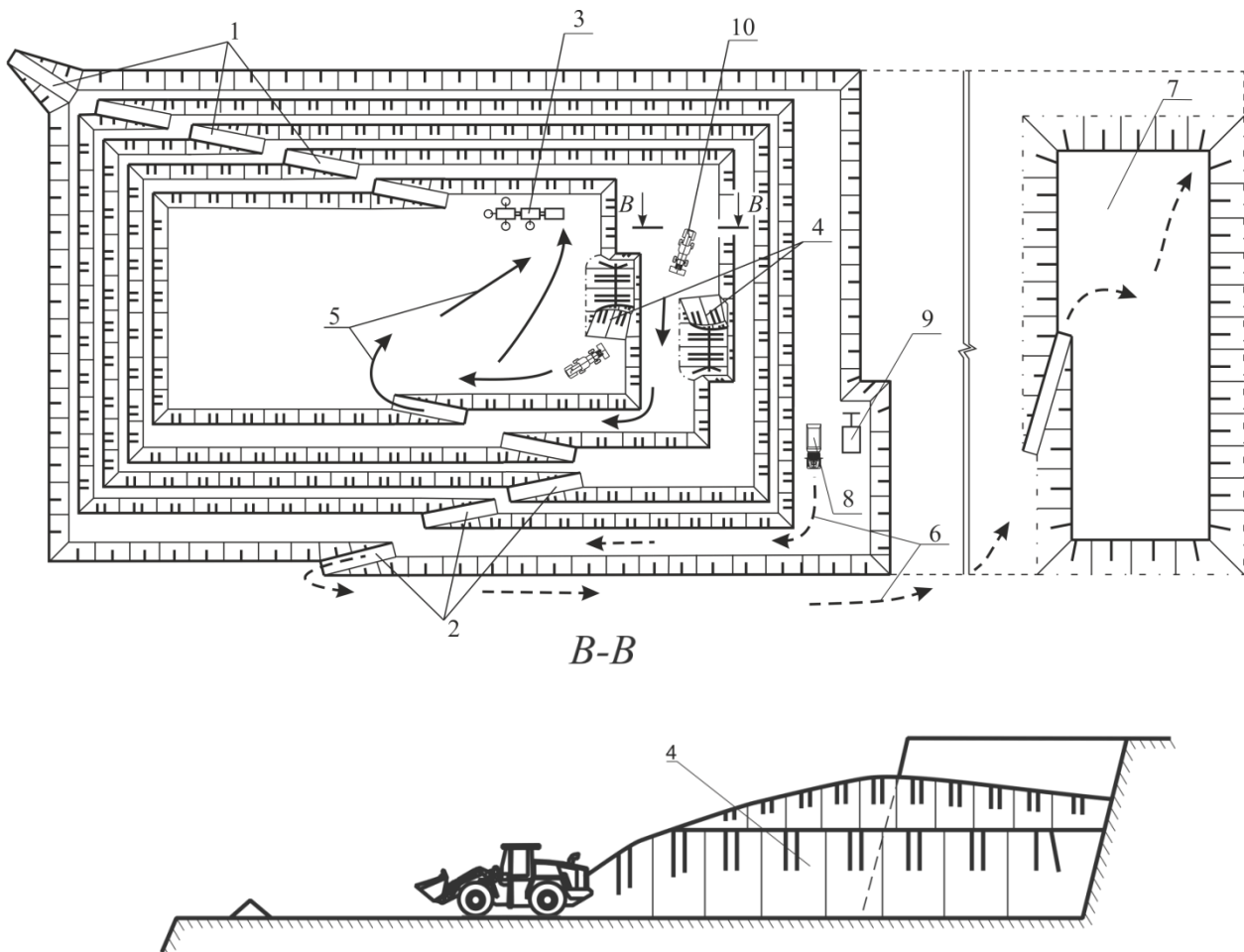


Рис. 3– Схема відпрацювання добувних уступів фронтальними колісними навантажувачами похилими шарами і транспортування ними порід до МДСУ: 1 – виїзна основна капітальна траншея; 2 – ковзні з'їзди на уступах; 3 – комплекс МДСУ; 4 – вибій колісного навантажувача з відпрацюванням розвалу похилими шарами; 5 – маршрути транспортування корисної копалини; 6 – маршрути транспортування розкривних порід; 7 – відвал; 8 – автосамоскид; 9 – розкривний екскаватор; 10 – фронтальний колісний навантажувач

Результати розрахунків (див. табл.1) показують, що найбільш доцільним виймально-навантажувально-транспортним обладнанням для досліджуваних умов в нерудних кар'єрах є фронтальний колісний навантажувач фірм Komatsu і Liebherr. З урахуванням цього можна рекомендувати застосування подібних навантажувачів для щебневих кар'єрів в ланці між вибоями гірських порід на уступах та МДСУ.

Таблиця 1 - Основні параметри і розрахункові показники по представничим базовим нерудним кар'єрам

Найменування параметрів і показників	Показники кар'єрів			
	Базові кар'єри			
	великої площі глибокі Тип 1	середньої площі		малої площі середньої глибини Тип4
глибокі Тип 2		середньої глибини Тип 3		
Розміри кар'єрів по верху ($L_k \times B_k$) і глибина H_k , м	1400×800 260	770×500 205	740×440 155	460×250 130
Продуктивність по корисній копалині, $m^3/рік$	1350	750	550	130
Середня довжина фронту гірничих робіт, м	596	353	290	126
Змінна продуктивність одиниці вий- мального обладнання по корисній копалині, $m^3/змін$	1300	721	705	500
Кількість робочих змін за добу	2	2	3	1
Кількість уступів в постійній розробці по корисній копалині, одиниць	2	2	1	1
Середньозважена відстань перевезення корисної копалини від вибою до МДСУ, км	0,58	0,45	0,25	0,16
Рекомендований тип виймально-навантажувального обладнання по варіантам				
- варіант 1	Hyundai, E=2,0 m^3		Komatsu, E=1,0 m^3	
- варіант 2	Caterpillar, E=2,0 m^3		Caterpillar, E=1,0 m^3	
- варіант 3	Komatsu, E=3,0 m^3	Komatsu, E=2,0 m^3	Kawasaki, E=1,0 m^3	
- варіант 4	Komatsu, E=4,0 m^3 (2 од.)	Komatsu, E=4,0 m^3 (1 од.)	Liebherr, E=2,5 m^3 (1 од.)	Liebherr, E=2,0 m^3 (1 од.)
Рекомендована вантажопід'ємність автосамоскидів по варіантам:				
- варіант 1	30	30	15	15
- варіант 2	30	30	15	15
- варіант 3	40	30	15	15
Собівартість виймально – навантажувально-транспортних робіт по варіантам				
- варіант 1	3,988	3,637	3,076	2,832
- варіант 2	3,768	3,417	2,776	2,532
- варіант 3	3,131	3,073	2,306	2,062
- варіант 4	2,907	2,500	1,948	1,580

Слід зазначити, що в порівнянні з варіантом 1 досягається зменшення собівартості процесів виймання, навантаження і транспортування корисних копалин в 1,4–1,8 разів. Порівняно з варіантом 2 – зменшення в 1,3–1,6 разів, а з ва-

ріантом 3– в 1,08–1,3 рази.

Висновки. Розглядаючи капітальні витрати по зазначеним варіантам потрібно зважити на результати дослідження [3]. Згідно їх із збільшенням експлуатаційної маси обладнання вартість його збільшується. При тому, що металоємність екскаваторів в варіантах 1 і 2 більша в 1,5-1,7 разів ніж металоємність навантажувачів в варіанті 4 без врахування маси автосамоскидів, які ще збільшать капітальні вкладення на обладнання по варіантам 1,2,3, доцільним є застосування на кар'єрах колісних навантажувачів для виймально-навантажувально-транспортувальних робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гриценко, Л.С. Исследования организации горных работ при применении мобильных дробильно-сортировочных комплексов на нерудных карьерах [Текст] /Л.С. Гриценко // Зб. наук. праць НГУ.– Дніпропетровськ: РВК НГУ.–2008.–№30.– С. 77-82.
2. Симоненко, В.И. Технологические параметры дробильно-сортировочных установок на нерудных карьерах [Текст] / В.И. Симоненко, А.В. Мостыка // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників–2009.» – Д.: НГУ, 2009.– С.66-71.
3. Симоненко, В.І. Організація виймально-транспортувальних робіт на нерудних кар'єра в сучасних умовах [Текст] / В.І. Симоненко, Н.І. Ярошик // Зб. наук. праць НГУ. – Дніпропетровськ.- 2010. - №35, Т.1. -С. 44-51.
4. Симоненко, В.І. Про доцільність застосування пересувного і мобільного дробильно-сортувального обладнання на нерудних кар'єрах малої площі та глибини [Текст] / В.І. Симоненко, Н.І. Ярошик, В.Д. Кірнос // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників–2011»: Відкриті гірничі роботи. – Д.:Державний ВНЗ «НГУ», 2011.– С.139-143.
5. Симоненко, В.І. Технологічні параметри та схеми розробки при завершенні розкриття родовищ скельних будівельних матеріалів [Текст] /В.І. Симоненко, В.Д. Кірнос, А.В. Мостика [та ін.] // Науковий вісник НГУ. -Дніпропетровськ: РВК НГУ .– 2010. – №5.– С. 31-37.
6. Симоненко, В.И. Систематизация гранитных и каменных карьеров для исследования ресурсосберегающей технологии их разработки [Текст] / В.И. Симоненко, А.В. Черняев, А.В. Мостика // Зб. наук. праць НГУ. -Дніпропетровськ: РВК НГУ. - 2007. – №27. – С. 47-51.

REFERENCES

1. Gritsenko, L.S. (2008), "Mining research the organization when applying of mobile crushing and sorting complexes at the nonmetallic open-cast", *Zbirnik naukovih prats natsionalnogo girmichoho universitetu*, no. 30, pp.77-82.
2. Simonenko, V.I. and Mostyika, A.V. (2009), "Technological parameters of the crushing and screening plants for of nonmetallic open-cast", *The International scientific conference "Forum of Mining Engineers"*, National Mining University, Dnepropetrovsk, pp. 66–71.
3. Simonenko, V.I. and Yaroshik, N.I. (2010), "Organization of excavation-transport operations on non-metallic open-cast in modern terms" *Zbirnik naukovih prats natsionalnogo hirnychoho universytetu*, vol. 1, no. 35, pp.77-82.
4. Simonenko, V.I., Yaroshik, N.I. and Kirnos, V.D. (2011), "On the feasibility of mobile and mobile screening and crushing unit open-cast non-metallic small area and depth", *The International scientific conference "Forum of Mining Engineers"*, National Mining University, Dnepropetrovsk, pp. 139–143.
5. Simonenko, V.I., Kirnos, V.D., Mostika, A.V. and Gritsenko, L.S. (2010), "Process parameters and circuit design at the conclusion of the opening of rocky fields of building materials", *Naukovyi visnyk Natsionalnogo hirnychoho universytetu*, no. 5, pp.31-37.
6. Simonenko, V.I., Chernyaev, A.V. and Mostika, A.V. (2007), "Systematization of granite and stoneopen-cast for the study of resource-saving technologies for their development", *Zbirnik naukovih prats natsionalnogo hirnychoho universytetu*, vol. 1, no. 27, pp.47-51.

Про авторів

Симоненко Володимир Іванович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, директор Інституту з проектування гірничих підприємств Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (ШГП ДВНЗ «НГУ»), професор кафедри відкритих гірничих робіт Державного ви-

щого навчального закладу «Національний гірничий університет» (ДВНЗ «НГУ»), Дніпропетровськ, Україна, ipgpnm@gmail.com.

Ярошик Назар Іванович, науковий співробітник Інституту з проектування гірничих підприємств Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» (ІППІ ДВНЗ «НГУ»), Дніпропетровськ, Україна, nazar.jaroschik@gmail.com.

About the authors

Symonenko Volodymyr Ivanovych, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Director of Design Institute of Mining Enterprises of State Higher Educational Institution "National Mining University" (IDME SHEI "NMU"), Professor of Open-Pit Mining Department, State Higher Educational Institution «National Mining University» (SHEI "NMU"), Dnepropetrovsk, Ukraine, ipgpnm@gmail.com.

Yaroshik Nasar Ivanovych, Researcher of Design Institute of Mining Enterprises of State Higher Educational Institution "National Mining University" (IDME SHEI "NMU"), Dnepropetrovsk, Ukraine, nazar.jaroschik@gmail.com.

Аннотация. Большинство карьеров Украины, которые разрабатывают месторождения нерудных полезных ископаемых, используют устаревшее оборудование. Это не позволяет предприятиям быть конкурентоспособными в условиях рыночной экономики. Поэтому проблема выбора оборудования и технологических схем работы современного оборудования особенно актуальна в настоящее время.

В статье проведен сравнительный анализ четырех вариантов работы выемочно-погрузочного и выемочно-транспортного оборудования с мобильно-дробильно-сортировочным оборудованием для типовых нерудных карьеров Украины. Были учтены основные параметры для типовых карьеров: продуктивность карьера по полезному ископаемому, расстояние транспортировки, количество рабочих одновременно горизонтов. Оценками эффективности использования оборудования является продуктивность, капитальные и эксплуатационные затраты при использовании выемочно-погрузочных работ. В результате исследования установлено, что целесообразным является использование фронтальных одноковшовых погрузчиков с транспортировкой к мобильному дробильно-сортировочному оборудованию.

Ключевые слова: выемочно-погрузочное транспортное оборудование, мобильные дробильно-сортировочные установки, фронтальные погрузчики, обратная гидравлическая мех. лопата, технологические схемы.

Abstract. Most of Ukrainian opencast mines, which develop deposits of non-metallic minerals, use outdated equipment preventing the businesses to be competitive in the market economy. Therefore, a problem of choosing proper equipment and relevant technological schemes for optimal operation of up-to-date equipment continues to be a pressing challenge today.

The article presents comparative analysis of four variants of operation of mining-and-loading and mining-and-hauling equipment with mobile crushing-and-screening equipment in typical Ukrainian non-metallic opencast mines.

The following key parameters typical for opencast mines were taken into account: productivity-by-mineral of an opencast mine; distance for transportation; and number of horizons under development at the moment. Efficiency of the equipment use is estimated by productivity of and capital and operational expenses spent for mining and loading operations. The study shows that the most effective method is usage of front single-shovel loaders with rocks transported to the mobile crushing and screening equipment.

Keywords: the extraction-and-loading transport equipment, mobile crushing and screening equipment, loaders, return hydraulic mechanical shovel, technological schemes.

Статья поступила в редакцию 20.09.2013

Рекомендовано к публикации д.т.н., проф. Л.Н. Шириньм