

В.В. Котенко, к.т.н., доц.  
І.А. Піскун, асистент  
Р.М. Ігнатюк, аспірант

Державний університет «Житомирська політехніка»

## Дослідження міри впливу розмірів блоків природного каменю на ефективність роботи вантажного устаткування за умов ПП «Кванта-ЛЧ»

*Стаття присвячена дослідженню впливу розмірів блоків природного каменю на продуктивність вантажного устаткування, що використовується в технологічних комплексах кар'єрів з видобування блочного каменю. Основною метою дослідження є встановлення залежності між розмірами блоків і ефективністю використання вантажного обладнання на прикладі ПП «Кванта-ЛЧ». Дослідження має актуальне значення, оскільки вантажні операції займають значну частку часу в загальній тривалості технологічних процесів, і їх ефективність безпосередньо впливає на загальну продуктивність підприємства.*

*Для досягнення поставленої мети було проведено детальний аналіз кількості та тривалості основних процесів, параметрів робочої площадки та необхідності використання додаткових засобів під час використання різних видів вантажного обладнання. За результатами проведених досліджень визначено основні залежності між продуктивністю вантажного обладнання та розмірами блоків природного каменю. Висновки дослідження показали, що зростання об'ємно-масового показника блоків призводить до підвищення продуктивності обох видів розглянутого вантажного обладнання, а саме кран та фронтальний навантажувач.*

*Встановлено, що навантажувач виконує роботу по всіх категоріях блоків, але має обмеження по вантажопідйомності, тоді як кран може вантажити блоки всіх розглянутих категорій (V–III). У висновках статті підкреслено, що зростання продуктивності роботи вантажного устаткування можна досягти за допомогою раціоналізації підходу до використання різних типів вантажних засобів для різних типорозмірів блоків. Таким чином, встановлення залежностей між продуктивністю вантажного обладнання та розмірами блоків дозволяє спростити технологічну схему видобування блочного каменю та підвищити загальний економічний ефект від виробництва.*

**Ключові слова:** блочний камінь; кран; фронтальний навантажувач; технологічний комплекс; вантажні роботи.

**Актуальність теми.** За даними Департаменту екології та природних ресурсів Житомирської обласної державної адміністрації, в межах території цієї області налічується 116 родовищ облицювального каменю (граніти, лабрадорити, габро) з широкою гамою кольорових і декоративних властивостей та високими фізико-механічними характеристиками, які забезпечують міцність та довговічність виробів з цих порід каменю. Загальні запаси облицювального каменю становлять 147729,97 тис. м<sup>3</sup> за промисловими категоріями А+В+С<sub>1</sub>. Для розробки родовищ блочного каменю надано 90 спеціальних дозволів на користування надрами, а загальна площа земельних ділянок, яка надана таким підприємствам, становить близько 660 га, не враховуючи спеціалізованих підприємств та цехів з обробки блочного каменю. На даний час ведеться активна розробка 83 родовищ, сумарні запаси яких становлять 110247,78 тис. м<sup>3</sup>. Гірничодобувні підприємства області повністю задовольняють потреби промисловості будівельних матеріалів не тільки власної держави, але і країн ЄС та близького зарубіжжя [1–3].

Враховуючи описані вище особливості вказаного економіко-географічного району, доцільним буде твердження, що за відносно однакових геологічних умов залягання корисних копалин значну роль у формуванні собівартості сировини, загального економічного ефекту від видобування та реалізації блоків, а відповідно і конкурентоспроможності підприємства на фоні інших гірничодобувних підприємств буде відігравати вибір способу та організації робіт з відокремлення каменю від масиву, упорядкованість календарного планування, а також оптимально підібраний технологічний комплекс для забезпечення необхідної продуктивності закладеної на стадії проектування підприємства.

Технологічний комплекс підприємства з видобування блочного каменю є сукупністю техніки та механізмів, призначених для відділення, виймання, навантаження та транспортування блоків. Одним з головних процесів цього циклу є вантажні роботи. Така операція виконується як в кар'єрі, безпосередньо в робочому вибої, так і на складі блочної сировини, в процесі розвантаження автотранспорту, та відвантаження продукції безпосередньо споживачеві. Вантажні роботи за умов блочних кар'єрів зазвичай виконуються з використанням фронтальних однокішшевих навантажувачів, з робочим навісним обладнанням типу вили, або ж за допомогою кар'єрних кранів на пневмоколісному або гусеничному ході [4].

Оскільки на вантажні роботи припадає значна частка часу від загальної тривалості всіх технологічних процесів, вони значною мірою впливатимуть і на загальну продуктивність підприємства, як наслідок, актуальності набуває питання залежності продуктивності технологічного комплексу від типу вантажного устаткування.

Для з'ясування цього питання варто детально дослідити кількість та тривалість основних процесів, параметри робочої площадки, необхідність впровадження додаткових засобів чи заходів у технологічний процес під час використання згаданих вище видів вантажного обладнання та на основі цього порівняти ефективність їх застосування за відносно однакових умов.

Аналіз зазначеної проблеми дозволить встановити основні залежності між продуктивністю вантажного обладнання та розмірами блоків, що в свою чергу може бути застосовано для спрощення технологічної схеми видобування блочного каменю і підвищення загального економічного ефекту від виробництва.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Продуктивність вантажного устаткування, такого як крани та навантажувачі, є одним з ключових факторів, що впливає на ефективність роботи кар'єрів з видобутку блочного каменю. Як наслідок, оптимізація роботи вантажного обладнання може призвести до значного збільшення видобутку та зниження витрат. Відповідно існує досить широкий перелік наукових праць, присвячених даній тематиці. Наприклад, праця авторів Є.В. Бондаренко, В.В. Дяченко та В.М. Ковальчук відображає результати дослідження впливу типу та технічних характеристик кранів на продуктивність видобутку блочного каменю. Авторами виявлено, що використання кранів з більшою вантажопідйомністю та вильотом стріли призводить до значного збільшення продуктивності [5].

В свою чергу В.І. Палій, А.В. Симоненко та О.М. Кузьменко дослідили методи оптимізації маршрутів руху навантажувачів у кар'єрах з видобутку блочного каменю. Автори запропонували алгоритм розрахунку оптимального маршруту, який дозволяє мінімізувати час простою та витрати палива [6].

Одним зі способів підвищення ефективності роботи вантажного устаткування є вдосконалення ступеня автоматизації технологічних процесів, зокрема, К.Р. Singh, Р.К. Singh, В.К. Singh дослідили вплив системи автоматичного керування краном на продуктивність видобутку блочного каменю в кар'єрах Індії. Автори виявили, що використання системи автоматичного керування дозволяє збільшити продуктивність та зменшити тривалість простою устаткування. Іншим можливим шляхом оптимізації вантажних операцій може бути оптимізація їх параметрів. J.M. Zhang, Y.C. Feng, L.H. Jiang (2017) дослідили методи оптимізації роботи навантажувачів у кар'єрах з видобутку блочного каменю в Китаї на основі чого запропонували модель оптимізації, яка дозволяє максимізувати продуктивність роботи навантажувачів при мінімізації витрат палива [7–8].

**Метою статті** є дослідження залежності продуктивності різних видів навантажувального обладнання у складі технологічних комплексів кар'єрів з видобування блочного каменю від розмірів блоків на прикладі ПП «Кванта-ЛЧ».

**Викладення основного матеріалу.** Для повноцінного розуміння схеми навантажувальних робіт доцільним буде навести порядок основних технологічних операцій з видобування блочної сировини в умовах розглянутого підприємства. Підготовка моноліту до відокремлення від масиву здійснюється шляхом буріння околтуровальних свердловин за допомогою верстата «SLIM DRILLER» для їх подальшого відокремлення за допомогою алмазно-канатного різання (канатно-алмазна установка «Huada DWS-37»). Завалювання моноліту виконується за допомогою екскаватора «Volvo EC360BLC» на щелеве-бутову подушку. Поділ моноліту на блоки може виконуватися в одну або дві стадії (безпосередньо у вибої за допомогою верстата «Sandvik DC120» з подальшим розклинюванням або за допомогою алмазно-канатного верстата, розташованого на денній поверхні і призначеного виключно для виконання пасерування). Відвантаження блоків виконується ситуативно за допомогою пневмоколісного крана КС-5363, або ж вище згаданого навантажувача у автосамоскид КрАЗ-256Б.

Вибір способу відвантаження блоків за умов цього підприємства є ситуативним і залежить від технічного рішення головного інженера, що в свою чергу напряму залежить від гірничо-геологічних і економічних причин. Під час прийняття таких рішень до уваги береться візуальна оцінка якості, габаритів і об'єму блоків, що вдалося добути, та приймається рішення, використання якої з зазначених комбінацій вантажних засобів буде доцільнішим за заданих умов.

Відповідно до мети дослідження, порядок експериментальної частини буде складений необхідністю виконання таких етапів:

- ознайомлення із особливостями відпрацьованого на підприємстві порядку навантажувальних робіт;
- виконання вимірювання габаритних розмірів блоків та виконання обрахунку їх об'єму та маси з метою їх категоризації;
- аналіз нормативних показників тривалості роботи навантажувального обладнання відповідного класу;
- поділ технологічного процесу навантажування на окремі складові операції задля встановлення їх тривалості та визначення повної тривалості циклу навантажування;
- зіставлення та порівняння продуктивності різних типів вантажного устаткування за схожих умов роботи та визначення впливу габаритних розмірів блоків на ефективність їх роботи.

Під час експериментальних досліджень мали місце як теоретичний аспект дослідницької роботи (робота із теоретичними даними і технічними параметрами, аналіз існуючих закономірностей, огляд реальної виробничої ситуації та інше), так і емпіричний, який стосувався процесу визначення необхідних параметрів шляхом проведення безпосередніх вимірів.

Перший варіант виконання вантажних робіт передбачає застосування дизель-електричного крана КС- 5363 вантажопідйомністю 25 т, який оснащений 25- і 5-тонними гаками механізмів основного і допоміжного підйому. На крані застосований багатомоторний привід постійного струму з живленням енергією від власної силової установки. Швидкості виконавчих механізмів регулюють по системі генератор – двигун зміною напруги головного генератора, що живить двигуни. Основна стріла довжиною 15 м може бути подовжена за допомогою вставок довжиною 5 і 10 м до 20; 25 і 30 м. Ходовий пристрій крана складається з двох приводних мостів. Колеса обох мостів здвоєні, розміром 14.00–20. Ходовий пристрій обладнано виносними гідроопорами. Спеціальні приставки до опор дозволяють змінювати базу з 4,2 до 5 м. Схему організації роботи під час використання крана КС-5363 показано на рисунку 1 [9].

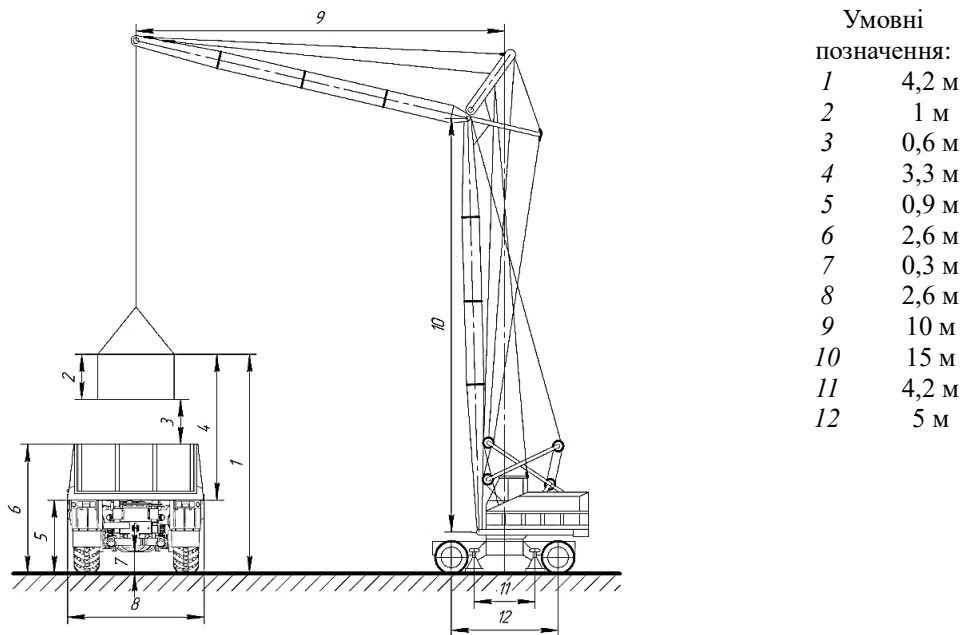


Рис. 1. Схема організації вантажних робіт за умов використання крана КС-5363

В свою чергу потрібно зауважити, що фронтальний навантажувач «Volvo L220F» є більш універсальним засобом, оскільки, окрім залучення до виконання вантажних та транспортних операцій, він використовується і для зачищення робочої ділянки та вибою від штибу, околу та інших некондиційних уламків породи. Така мультизадачність забезпечується завдяки використанню змінного робочого органу (ківш або зубці). Власне приклад схеми виконання вантажних робіт за умови застосування фронтального навантажувача показано на рисунку 2.

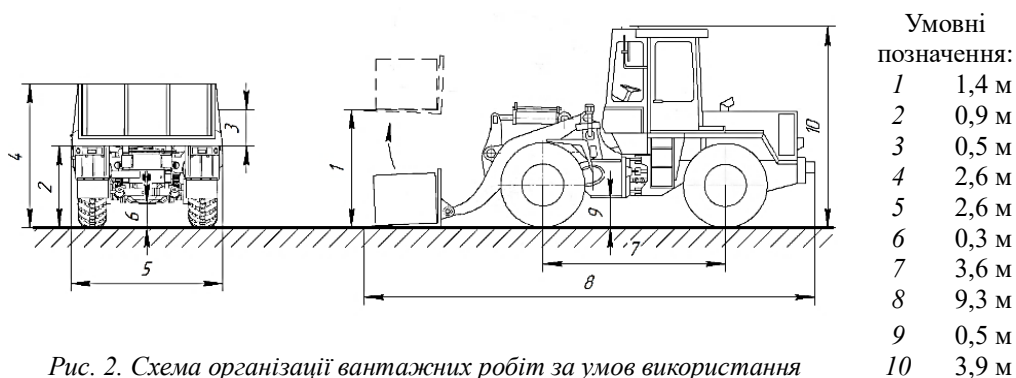


Рис. 2. Схема організації вантажних робіт за умов використання навантажувача «Volvo L220F»

Основною спеціалізацією ПП «Кванта-ЛЧ» є видобування блоків V, IV та III категорій. Найбільшу частку серед продукції займають блоки III категорії об'ємом від 2 до 3 м<sup>3</sup>. Також за умови технічної можливості та наявності відповідного замовлення може здійснюватися поодиноким виїманням блоків розміром понад 3–3,5 м<sup>3</sup> [10].

Значення об'єму блоків та їх маса визначалися шляхом типових математичних обрахунків, а оскільки саме ці дані є наступними операційними сталими у оцінці продуктивності та інших параметрів навантажувального обладнання, то було прийнято рішення виносити в результуючий формат саме їх для спрощення сприйняття та уніфікації аналізу. Конвертація лінійних розмірів може бути обґрунтована тим, що саме об'єм блока дасть універсальне уявлення про його габарит і дозволить надалі проводити необхідну кореляцію із іншими параметрами.

Відповідно до плану проведення дослідження, першим практичним етапом є визначення габаритних розмірів блоків для обрахунку їх об'єму та маси. При цьому виміри проводились у шість серій по десять блоків у кожній. Три серії по десять блоків кожної категорії (V, IV та III) при відвантаженні їх за допомогою крана КС-5363 та три серії по десять блоків кожної категорії (V, IV та III) під час відвантаження за допомогою «Volvo L220F».

Дослідження тривалості робочого циклу крана виконувалося шляхом проведення хронометричних вимірів тривалості окремих операцій. До складу цих операцій увійшли: тривалість стропування блоку; тривалість підймання блоку; тривалість повороту крана з вантажем; тривалість опускання блоку (враховуючи затримку на стабілізацію блоку); тривалість зняття строп; тривалість повернення стріли у вихідне положення (до вибою). Отримані внаслідок цього результати дозволили виявити залежності між значенням тривалості робочого циклу та об'ємно-масовим параметром конкретного блока.

Дотримуючись описаного вище алгоритму, що використовувався під час визначення тривалості робочого циклу вантажних робіт при застосуванні крана, було проведено таку ж серію вимірювань із аналогічними правилами фіксації для дослідження робочого циклу навантажувача. При цьому досліджувалися такі складові робочого циклу навантажувача, як: тривалість встановлення блоку на вила; тривалість підймання блоку; тривалість руху із вантажем заднім ходом; тривалість руху із вантажем вперед; тривалість опускання вантажу; тривалість руху без вантажу назад; тривалість руху без вантажу (у вибій до початкового положення).

Розрахунок продуктивності було виконано за типовою формулою, але із врахуванням особливості використання у підрахунку коефіцієнта використання вантажопідйомності. В теоретичних проєктах та за їх оцінки цей коефіцієнт має сталі, незмінні значення. В свою чергу, спираючись на експериментальну частину та з огляду на проведення дослідів в умовах конкретної виробничої ситуації, було виконано обрахунок коефіцієнта використання вантажопідйомності для кожного окремо дослідженого випадку. Таким же чином для кожного випадку буде розраховуватись і продуктивність. Серії обрахунків, так само як і серії замірів, прив'язані до категоризації блоків. Окрім цього, під час виконання розрахунку продуктивності використовувалась ряд допоміжних параметрів, таких як: тривалість зміни ( $T_{зм} = 8$  год); коефіцієнт використання змінного часу для крана ( $K_{в.з.ч.к} = 0,65$ ); коефіцієнт використання змінного часу для автотранспорту ( $K_{в.з.ч.н} = 0,85$ ); вантажопідйомність крана ( $G_k = 3,5, 6$  та  $10$  тонн при вильоті стріли  $13,8, 12,1$  та  $9,8$  метрів відповідно); вантажопідйомність автотранспорту ( $G_n = 6$  тонн).

Розрахунок продуктивності крана виконаний як:

$$Q_{\text{кран}}^{\text{п-кат.; п-блок}} = \frac{60 \cdot G_k \cdot K_{в.з.ч.к} \cdot K_{к.в.в.к} \cdot T_{зм}}{T_{р.ц.}}, \text{ м}^3 / \text{год}, \quad (1)$$

де  $T_{р.ц.}$  – тривалість робочого циклу крана, хв;

$K_{к.в.в.к}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності крана:

$$K_{к.в.в.к} = \frac{M_b}{G_k}, \quad (2)$$

де  $M_b$  – маса відповідного блоку.

Розрахунок продуктивності навантажувача виконувався як:

$$Q_{\text{автотран.}}^{\text{п-кат.; п-кат}} = \frac{60 \cdot G_a \cdot K_{в.з.ч.а} \cdot K_{к.в.в.н} \cdot T_{зм}}{T_{р.ц.}}, \text{ м. куб.} / \text{год}, \quad (3)$$

де  $T_{р.ц.}$  – тривалість робочого циклу навантажувача, хв;

$K_{к.в.в.н}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності навантажувача:

$$K_{к.в.в.н} = \frac{M_b}{G_a}. \quad (4)$$

При цьому враховується зміна параметра вантажопідйомності крана залежно від вильоту його стріли (зміна вильоту регулюється масою блоку, який відвантажується). За отриманими результатами було побудовано графік залежності тривалості робочого циклу від об'єму блоків (рис. 3) та продуктивності навантажувального обладнання від об'єму блоків (рис. 4).

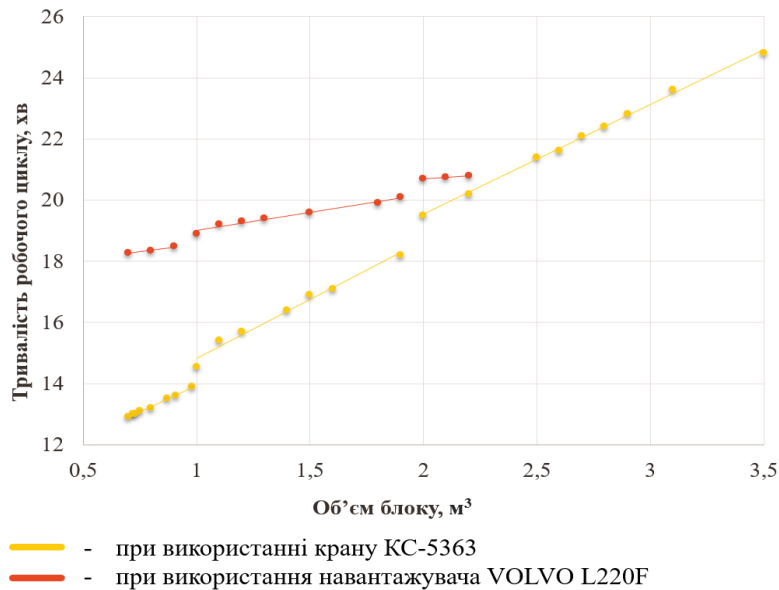


Рис. 3. Графік залежності тривалості робочого циклу від об'єму блоків

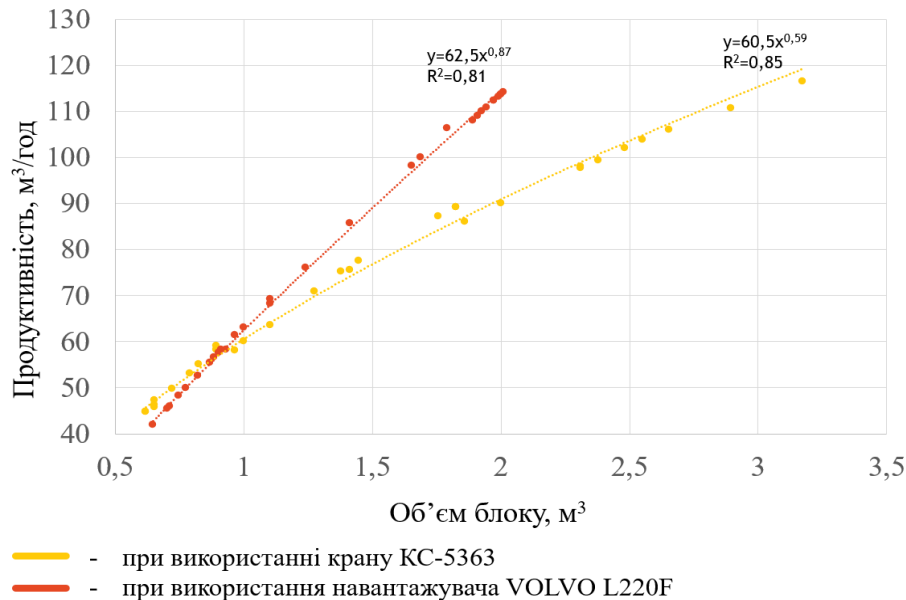


Рис. 4. Графік залежності продуктивності навантажувального обладнання від об'єму блоків

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** За результатами, одержаними під час виконання дослідження, було встановлено, що зростання об'ємно-масово показника блоків призведе до зростання продуктивності обох видів навантажувального обладнання. Усереднене значення приросту на категорію є відносно рівним та становить  $25 \text{ м}^3/\text{год}$ . Доцільним буде зауважити, що навантажувач високопродуктивно виконує роботу майже за всіма категоріями блоків, але має суттєве обмеження по вантажопідйомності (максимально 6 тонн при 10 тоннах у крана), відповідно кран може здійснювати відвантаження будь-яких блоків III категорії, в той час як навантажувач обмежений «верхньою межею» по масі (до 6 тонн, або ж  $2,2 \text{ м}^3$ ).

Отже, можна висловити припущення, що факт зростання продуктивності зі зростанням масо-габаритних показників зумовлене високим рівнем роботоспроможності навантажувальної техніки, що використовується на виробництві. Інакше кажучи, немає принципової різниці у відвантаженні блоку III або V категорії, бо за належним чином організованої роботи у вибої та коректно підбраного складу механізованої ланки приріст часу на допоміжні операції або на складові мікропроцеси робочого циклу, що в свою чергу впливають на продуктивність, нездатні значним чином сповільнити темпи і об'єми відпрацювання. Єдиним обмежувачим фактором є реальна можливість проведення навантажувальних робіт, а саме відповідність ваги блоку максимальній вазі, що може безпечно підняти і перемістити будь-який тип устаткування.

## Список використаної літератури:

1. Інвестиційний атлас Житомирської області / Державна служба геології та надр України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/presentations/atlas/invest-atlas-zhytomyr-oblast.pdf>.
2. Розподіл підприємств нерудної сировини з урахуванням відновлення інфраструктури за регіонами України / О.О. Анісімов, П.Б. Саїк, О.В. Черняєв, В.Г. Лозинський // *Технічна інженерія*. – 2023. – № 2 (92). – С. 207–216. DOI: 10.26642/TEN-2023-2(92)-207-216.
3. Тенденції розвитку ринку декоративного каміння України / В.І. Шамрай, В.В. Мельник-Шамрай, В.В. Котенко та ін. // *Технічна інженерія*. – 2023. – № 1 (91). – С. 377–384. DOI: 10.26642/TEN-2023-1(91)-377-384.
4. Філіпова Н.П. Формування технологічних комплексів на родовищах блочного облицювального каменю / Н.П. Філіпова // *Вісник ЖДТУ. Сер. : Технічні науки*. – 2016. – № 3 (75). – С. 172–183 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.researchgate.net/publication/312044509\\_FORMUVANNA\\_TEHNOLOGICNIH\\_KOMPLEKSIV\\_NA\\_RODOVISAH\\_BLOCNOGO\\_OBLICUVALNOGO\\_KAMENU](https://www.researchgate.net/publication/312044509_FORMUVANNA_TEHNOLOGICNIH_KOMPLEKSIV_NA_RODOVISAH_BLOCNOGO_OBLICUVALNOGO_KAMENU)
5. Бондаренко Є.В. Вплив типу та технічних характеристик кранів на продуктивність видобутку блочного каменю в кар'єрах // Є.В. Бондаренко, В.В. Дяченко, В.М. Ковальчук // *Вісник НТУ «Харківський політехнічний інститут»*. – 2018. – № 78. – С. 112–116.
6. Палій В.І. Методи оптимізації маршрутів руху навантажувачів в кар'єрах з видобутку блочного каменю / В.І. Палій, А.В. Симоненко, О.М. Кузьменко // *Гірнична справа*. – 2019. – № 6. – С. 82–86.
7. Singh K.P. Impact of automated crane control system on productivity of block stone quarrying in India / K.P. Singh, R.K. Singh, B.K. Singh // *International Journal of Mining and Mineral Engineering*. – 2016. – Vol. 5. – № 2. – P. 67–72.
8. Zhang J.M. Optimization methods for wheel loader operations in block stone quarries in China / J.M. Zhang, Y.C. Feng, L.H. Jiang // *Journal of Construction Engineering and Management*. – 2017. – Vol. 143. – № 10. – P. 401–407.
9. Горобець В.В. Вдосконалення конструкції та експлуатації кранів типу КС / В.В. Горобець, А.В. Горбачев // *Вісник НТУ «КПІ»*. Сер. : Будівництво. – 2017. – № 73. – С. 112–116.
10. Аналіз сучасного стану каменедобувної та каменеобробної галузі України / В.І. Шамрай, В.В. Мельник-Шамрай, Ю.В. Шкабара та ін. // *Технічна інженерія*. – 2022. – № 2 (90). – С. 193–199. DOI: 10.26642/TEN-2022-2(90)-193-199.

## References:

1. Derzhavna sluzhba heolohii ta nadr Ukrainy (2024), *Investytsiyniy atlas Zhytomyrskoi oblasti*, [Online], available at: <https://www.geo.gov.ua/wp-content/uploads/presentations/atlas/invest-atlas-zhytomyr-oblast.pdf>
2. Anisimov, O.O., Saik, P.B., Cherniaev, O.V. and Lozynskiy, V.H. (2023), «Rozpodil pidpriemstv nerudnoi syrovyny z urakhuvanniam vidnovlennia infrastruktury za rehionamy Ukrainy», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (92), pp. 207–216, doi: 10.26642/ten-2023-2(92)-207-216.
3. Shamrai, V.I., Melnyk-Shamrai, V.V., Kotenko, V.V. et al. (2023), «Tendentsii rozvytku rynku dekoratyvnoho kaminnia Ukrainy», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 1 (91), pp. 377–384. doi: 10.26642/ten-2023-1(91)-377-384.
4. Filipova, N.P. (2016), «Formuvannia tekhnolohichnykh kompleksiv na rodovyschakh blochnoho oblytsiuvalnoho kameniu», *Visnyk ZDTU. Serii. Tekhnichni nauky*, No. 3 (75), pp. 172–183, [Online], available at: [https://www.researchgate.net/publication/312044509\\_FORMUVANNA\\_TEHNOLOGICNIH\\_KOMPLEKSIV\\_NA\\_RODOVISAH\\_BLOCNOGO\\_OBLICUVALNOGO\\_KAMENU](https://www.researchgate.net/publication/312044509_FORMUVANNA_TEHNOLOGICNIH_KOMPLEKSIV_NA_RODOVISAH_BLOCNOGO_OBLICUVALNOGO_KAMENU)
5. Bondarenko, Ye.V., Diachenko, V.V. and Kovalchuk, V.M. (2018), «Vplyv typu ta tekhnichnykh kharakterystyk kraniv na produktyvnist vydobutku blochnoho kameniu v karierakh», *Visnyk NTU «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut»*, No. 78, pp. 112–116.
6. Palii, V.I., Symonenko, A.V. and Kuzmenko, O.M. (2019), «Metody optymizatsii marshrutiv rukhu navantazhuvachiv v karierakh z vydobutku blochnoho kameniu», *Hirnycha sprava*, No. 6, pp. 82–86.
7. Singh, K.P., Singh, R.K. and Singh, B.K. (2016), «Impact of automated crane control system on productivity of block stone quarrying in India», *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, Vol. 5, No. 2, pp. 67–72.
8. Zhang, J.M., Feng, Y.C. and Jiang, L.H. (2017), «Optimization methods for wheel loader operations in block stone quarries in China», *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 143, No. 10, pp. 401–407.
9. Horobets, V.V. and Horbachev, A.V. (2017), «Vdoskonalennia konstrukttsii ta ekspluatatsii kraniv typu KS», *Visnyk NTU «KPI»*. Serii. *Budivnytstvo*, No. 73, pp. 112–116.
10. Shamrai, V.I., Melnyk-Shamrai, V.V., Shkabara, Yu.V. et al. (2022), «Analiz suchasnoho stanu kamenedobuvnoi ta kameneobrobnoi haluzi Ukrainy», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (90), pp. 193–199, doi: 10.26642/ten-2022-2(90)-193-199.

**Котенко** Володимир Володимирович – кандидат технічних наук, доцент Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0001-8764-1692>.

Наукові інтереси:

- відкрита розробка родовищ корисних копалин;
- геометризація родовищ корисних копалин.

**Піскун** Ігор Анатолійович – асистент Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-1658-5344>.

Наукові інтереси:

- процеси обробки природного каменю;
- дослідження якісних показників родовищ корисних копалин.

**Ігнатюк Роман** Мирославович – аспірант Державного університету «Житомирська політехніка».  
<https://orcid.org/0000-0001-7393-243X>.

Наукові інтереси:

- видобування блочного каменю;
- дослідження ефективності роботи комплексів механізації гірничих робіт.

**Kotenko V.V., Piskun I.A., Ihnatiuk R.M.**

**Investigation of the impact of natural stone block sizes on the efficiency of loading equipment at the conditions of PP «KVANTA-LCH»**

The article is devoted to investigating the impact of natural stone block sizes on the productivity of loading equipment used in quarry technological complexes for block stone extraction. The primary objective of the research is to establish the relationship between block sizes and the efficiency of loading equipment, using the example of PP "Kvanta-LCH". This study is highly relevant as loading operations account for a significant portion of the total duration of technological processes, and their efficiency directly affects the overall productivity of the enterprise.

To achieve the research objective, a detailed analysis was conducted on the number and duration of main processes, working platform parameters, and the necessity for additional tools when using different types of loading equipment. The research results identified the key dependencies between the productivity of loading equipment and the sizes of natural stone blocks. The findings demonstrated that an increase in the volume-mass index of the blocks leads to enhanced productivity of both types of loading equipment considered, namely cranes and front loaders.

It was established that the front loader operates across all block categories but has load capacity limitations, whereas the crane can load blocks from all considered categories (V-III). The article concludes that increasing the productivity of loading equipment can be achieved by rationalizing the approach to using different types of loading means for various block sizes. Thus, establishing the dependencies between the productivity of loading equipment and block sizes simplifies the technological scheme of block stone extraction and enhances the overall economic efficiency of production.

**Keywords:** block stone; crane; front loader; technological complex; loading operations.

Стаття надійшла до редакції 17.05.2024.