

### ОБҐРУНТУВАННЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ БЛОКІВ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИМОГ СПОЖИВАЧІВ

*Охарактеризовано відмінні особливості гранітів, лабрадоритів і габро, які складають Український кристалічний щит, проаналізовано і порівняно вітчизняні та світові вимоги до якості блоків природного каменю. Проаналізовано останні зміни в стандартах України на природні блоки природного каменю, розкрито поняття „нетто”, „брутто” та „комерційний розмір” необробленого блока каменю. Виділено найпоширеніші розмірні групи блоків природного каменю. Порівняно пропозиції блоків природного каменю світових та вітчизняних кар’єрів. Усереднено ціни на різні розмірні групи та вказано відхилення вартості різних порід природного каменю українських видобувників залежно від розмірів бокової поверхні блоків природного каменю. Проаналізовано вплив ширини блока природного каменю на вартісні показники. У висновках вказано причини, що перешкоджають збільшенню рентабельності вітчизняних видобувних підприємств при зміні організації видобувного процесу з метою підвищення розмірної групи природних блоків.*

**Ключові слова:** блок природного каменю; розмірна група; комерційний об’єм; вимоги до якості.

**Вступ. Постановка проблеми.** В Україні розробляється більше двохсот родовищ граніту, габро і лабрадориту. Понад сто видів і кольорів каменю були офіційно зареєстровані й отримали торгове ім’я. Понад 150 компаній займаються видобутком декоративного каменю, а понад 2000 – їх обробкою.

Основний регіон, де ведеться видобуток і обробка декоративного каменю, є Житомирська, Черкаська, Кіровоградська, Вінницька, Дніпропетровська і Донецька області. У перших трьох областях сконцентровано більше 80 % всіх розвіданих родовищ декоративного каменю України.

Через всю територію України (з північного заходу до південного сходу) простягнувся Український кристалічний щит. Ширина його частини, що безпосередньо виходить на поверхню, становить 200 км, а протяжність – близько 1000 км. Саме на цій смужі і сконцентровано основні родовища декоративного каменю. Таких великих масивів кристалічних (переважно гранітних) порід, які виходять майже на поверхню, всього два у світі – в Україні і в Карелії (Росія). Велика частина розвіданих родовищ – в Житомирській області, де граніт видобувають ще з XIX століття.

Східноєвропейська платформа, до якої належить Український кристалічний щит, – тектонічно-стабільний майже ізометричний блок п’ятикутної форми, який на північному заході, сході, півдні і південному заході межує зі складчастими поясами, а на заході, південному і північному сході – з платформеними областями.

Відмінною особливістю гранітів, лабрадоритів і габро, які складають Український кристалічний щит, є те, що після їх формування породи піддавалися тривалому впливу морозів льодовика. Це сприяло більшому затвердінню українських декоративних каменів, які за міцністю значно перевершують індійські, китайські та бразильські аналоги, що не пройшли "випробування холодом".

Камінь експортується у вигляді блоків досить високої якості. Сировина нижчої якості використовується на внутрішньому ринку. Закономірно виникає питання, як організувати технологічний процес з видобування блоків природного каменю на кар’єрі з метою отримання найбільшого прибутку. Існує безліч думок і розрахунків, які ґрунтуються на ефективності технології, геологічних умов, але, разом з тим, є безліч нюансів, що не досліджувалися в даних роботах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Незважаючи на великий досвід видобування в Україні, питання оптимальної розмірності моноліту, на який впливає розмірність блока природного каменю, залишається відкритою. Це пов’язано з тенденцією вдосконалення технології видобування та технології розпилювання блоків природного каменю. Цими питаннями займаються багато учених [1–8]. Так деякі вчені обґрунтовують розміри моноліту, з якого отримують блоки, залежно від технології видобування, геологічного розміщення покладу, розміру кар’єрного поля [9, 15]. І не завжди враховуються вимоги кінцевого споживача – каменеобробника, який в реальному житті диктує ті чи інші вимоги до сировини [10, 12–14].

**Мета роботи.** Основною метою даної роботи є обґрунтування розмірів блока природного каменю залежно від вимог споживачів з метою отримання максимальної вигоди каменевидавними підприємствами.

**Викладення основного матеріалу статті.** Виробництво товарних блоків являє собою процес об’ємного розкроювання масиву родовища природного каменю, який полягає у відділенні крупного моноліту каменю за допомогою технічних засобів з подальшим розділенням його на частини до

отримання товарних блоків. Від цих значень здебільшого залежить ефективність розробки родовищ природного каменю. Лінійні розміри первинного моноліту і блоків природного каменю є параметрами об'ємного розкряювання масиву.

Під блоком розуміють продукт, що складається з цільної гірської породи, який здатний розмішуватися в робочій зоні оброблювального верстата, що має форму паралелепіпеда і призначений для подальшої переробки з метою отримання виробів з природного каменю.

Блок призначений для різних сфер використання. Його можна розглядати як сировину, що забезпечує життєдіяльність каменеобробних заводів, як заготовку для скульптурних робіт. Він може бути кінцевим продуктом, наприклад, конструкційним будівельним матеріалом. Блок розмірами більше робочого простору розпилювального верстата називають монолітом. Моноліт також може слугувати заготовкою для різних виробів. Наприклад, постамент для пам'ятника, колони. Відомий Олександрійський стовп у Санкт-Петербурзі заввишки більше 25 м і діаметром більше 3 м зроблений з єдиного моноліту.

Головним призначенням блока є отримання з нього облицювального матеріалу (плит і плиток). Це наймасовіша продукція, що створюється за потоковою технологією.

Розрізняють блоки гранітні, мармурові і вапнякові. Як правило, гранітні блоки мають колону фактуру своїх граней, а мармурові і вапнякові – пиляну. Хоча рідко зустрічається і навпаки.

Переважаючим методом добування гранітних блоків є буро-вибуховий або буро-клиновий, хоча з'явилися фірми, які здійснюють випилювання гранітних блоків за допомогою алмазного каната [16].

Блоки мармуру і вапняку добуваються методом пиляння. Коли немає можливості придбати пиляльне обладнання, використовують різні методи відколу.

Блоки одержують шляхом безпосереднього випилювання (відколу) з масиву або шляхом розділення моноліту за одно-, дво- або тристадійною схемами [17, 18]. Спочатку випилюють (відколюють) моноліт, потім його завалюють і розділяють на блоки. Крім того, блоки можуть бути одержані з природних монолітів, валунів або гліб, витягваних з розсипних або пухких масивів.

Вихід плит з блока визначається його геометричними параметрами. Максимальний вихід буде забезпечений за умови, якщо висота блока буде кратна ширині майбутньої плитки, а довжина – довжині плитки. Ширина блока впливає на продуктивність розпилювального верстата, але практично не впливає на вихід плитки. На вихід плитки впливає її товщина. Зі збільшенням об'єму блока збільшується продуктивність розпилювального верстата. Проте при цьому для каменеобробного заводу існують обмеження з вантажопідйомності наявних крана і автомашин для перевезення блоків.

Всі існуючі розпилювальні верстати можна умовно поділити на 3 групи. Верстати першої групи можуть пиляти блоки заввишки до 2 м, другої – 1,2 м і третьої – 0,4 м.

I група блоків з природного декоративного каменю може мати розміри:  $L = 2,0\text{--}3,5$  м,  $H = 1,4\text{--}2,2$  м,  $B = 1,6\text{--}2,6$  м. Ця група блоків може розпилюватись лише на канатних та штрипсових типах каменерозпилюваного обладнання.

II група блоків з природного декоративного каменю може мати розміри:  $L = 2,4\text{--}3,0$  м,  $H = 1,0\text{--}1,2$  м,  $B = 1,6\text{--}2,2$  м. Ця група блоків може розпилюватись на всіх типах каменерозпилюваного обладнання.

III група блоків з природного декоративного каменю може мати розміри:  $L = 2,0\text{--}2,5$  м,  $H = 0,4\text{--}1,0$  м,  $B = 1,5\text{--}2,2$  м. Ця група блоків може розпилюватись на дискових розпилюваних верстатах з високою продуктивністю та на всіх інших з пониженою продуктивністю.

Слід зазначити, що технічне оснащення каменеобробними верстатами більшості українських каменеобробних підприємств дозволяє розпилювати блоки лише II та III груп. Через високу вартість блоки I групи не користуються попитом на великих підприємствах, хоча через збільшений об'єм підвищують технологічність процесу обробки. В основному, блоки I групи йдуть на експорт, де розпилюються на напівфабрикати (сляби) штрипсовими або канатними верстатами.

Вимоги до об'єму та якості блоків природного каменю в Україні регулюються державними стандартами. Попередній стандарт України ДСТУ Б В.2.7-59-97 "Блоки із природного каменю для виробництва облицювальних виробів. Загальні технічні умови" передбачав поділ блоків за об'ємом на шість груп ( $\text{м}^3$ ): I –  $>5$ ; II – 3,5–5; III – 2,0–3,5; IV – 1,0–2,0; V – 0,7–1,0; VI – 0,01–0,7. Для блоків I–III груп, відповідно пиляних і колених, відхилення від перпендикулярності двох суміжних граней на 1 м висоти грані складала – не більше 60 і 110 мм відповідно; висота виступів і западин бічних граней – не більше 150 і 200 мм відповідно, а верхньої та нижньої – 100 мм.

Згідно з наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 27.09.2007 № 218, Національний стандарт ДСТУ Б В.2.7-59-97 "Блоки із природного каменю для виробництва облицювальних виробів. Загальні технічні умови" вважається нормативним документом паралельної дії на території України на термін з 1 липня 2008 року по 31 грудня 2010 року. Згідно з Наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва № 148 від 02.04.2008, метою удосконалення нормативної бази у будівельному комплексі України та на підставі рішення науково-технічної ради Мінрегіонбуду від 22 серпня 2007 року № 44 було прийнято надати чинності з 1 жовтня 2008 року: ДСТУ Б EN 1467:2007 "Камінь природний. Блоки необроблені. Вимоги" (EN 1467:2003, IDT). Цей

стандарт був взятий з європейських норм EN 1467, переведений українською та введений у дію в Україні. Стандарт установлює вимоги до необроблених блоків із природного каменю, з яких виготовляються вироби для використання в будівництві, надгробні плити та інші вироби подібного застосування та не поширюється на мінеральні заповнювачі, матеріали зі штучного агломерованого каменю й монтаж. У стандарті відсутні норми щодо об'єму блоків природного каменю. Розкриті поняття, що таке колота та пиляна сторона блока каменю. Також розкриті поняття: *розмір нетто*, *брутто та комерційний розмір необробленого блока*.

*Розмір брутто* необробленого блока визначається довжиною сторін мінімального паралелепіпеда, описаного навколо необробленого блока (рис. 1).

*Розмір нетто необробленого блока* визначається в такому порядку. Визначають найбільший вписаний блок у формі паралелепіпеда, який не містить жодної сторони без прямого кута, а також отворів від свердління та інших отворів. Отримана внаслідок цього фігура є розміром нетто.

*Комерційний розмір необробленого блока* отримується відніманням від кожного розміру нетто 0,05 м (рис. 1).

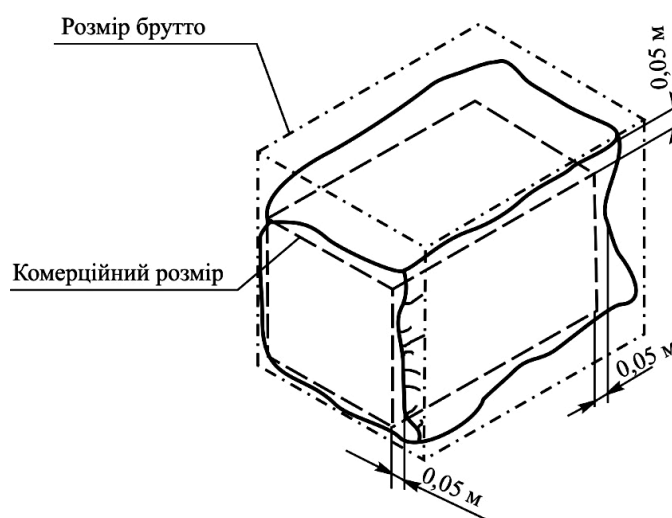


Рис. 1. Розміри брутто, комерційні розміри необробленого блока

Усі шість сторін брускового необробленого блока мають бути приблизно плоскими, розташованими одна до одної під прямим кутом або паралельно і мати форму паралелепіпеда. В окремих місцях дозволяються відхилення від форми паралелепіпеда.

Безформні необроблені блоки з комерційною метою вимірюються лише за масою. Розміри брутто надаються на вимогу.

Українські кар'єри регламентують свої групи і стандарти на продукцію блочного каменю, наприклад кар'єр «Межиричка» ділить блоки природного каменю на 5 класів якості. До класу «А» належать блоки природного каменю з чітко регламентованою довжиною та висотою блока природного каменю – ( $L \geq 260, H \geq 130; L \geq 240, H \geq 120; L \geq 200, H \geq 100; L < 200, H < 100$ ). До класу «В» – блоки природного каменю з чітко регламентованим об'ємом (I група ( $>5 \text{ м}^3$ ); II група ( $3,51-5,0 \text{ м}^3$ ), III група ( $2,01-3,5 \text{ м}^3$ ), IV ( $1,01-2,0 \text{ м}^3$ )). До класу «С» – блоки природного каменю різниця між брутто-розміром і нетто-розміром може сягати 50 %. Блок може мати деякі проникаючі дефекти (тріщини, включення, зміну в кольорі), однак ці дефекти виведені в неефективний об'єм при обмірі блоків. На ці блоки відсутня гарантія якості (I група ( $3,51-5,0 \text{ м}^3$ ), II група ( $2,01-3,5 \text{ м}^3$ ), III група ( $0,01-2,0 \text{ м}^3$ )). До класу «D» належать блоки природного каменю, які мають деякі проникаючі дефекти (тріщини, включення, зміни в кольорі). Різниця між брутто і нетто може бути не більше 50 % ( $0,01-5,0 \text{ м}^3$ ). До класу «E» – блоки природного каменю, які мають дефекти, різниця між брутто і нетто може перевищувати 50 % ( $0,01-5,0 \text{ м}^3$ ).

Разом з тим, різниця ціни на блоки класу «А» і «С» складає двократну величину; «А» і «E» – десятикратну.

У світі існує велика кількість фірм, що спеціалізуються на добуванні і продажу блоків. Багато країн свою політику будують лише на добуванні блоків. Так, наприклад, у Фінляндії добувається біля 110 тис.  $\text{м}^3$  блоків і лише 5 % з них обробляється в країні. Інші, 95 % блоків експортуються до багатьох країн світу.

У світовій практиці відсутні єдині стандарти на блоки. Вимоги до блоків формуються замовниками. Так, наприклад, у Фінляндії – основному постачальнику гранітних блоків на європейський ринок –

розрізняють дві категорії блоків: I і II сортів. На якість блоків дається гарантія. До I сорту належать блоки, що мають правильну форму паралелепіпеда об'ємом більше 2,5 м<sup>3</sup>, однорідний склад без наявності тріщин. Якщо хоч одна з умов не задовольняється, блок переводиться до категорії II сорту.

У середині I сорту ціни на блоки змінюються залежно від їх довжини і висоти. Якщо за базову довжину взяти менше 2350 мм, то блок завдовжки 2360–2600 мм коштуватиме на 10 % дорожче, а більше 2610 мм – на 20 %. Блок висотою більш 1160 мм на 11–14 % дорожчий за блок заввишки менше 1150 мм.

Для особливо цінних видів каменю комерційними вважаються блоки меншого розміру. Їх ціна змінюється також залежно від довжини і висоти. При цьому цінові зміни залежать від розмірів довжин: менше 1550, 1560–1950, 1960–2350 і більше 2360 мм, і від розмірів висоти – менше і більше 750 мм. Ширина блока не враховується при визначенні його ціни, оскільки вона практично не впливає на вихід плит з 1 м<sup>3</sup> блока.

На всю решту блоків гарантія якості не видається. Вони продаються за дуже низькими цінами.

Аналіз пропозицій світових кар'єрів показав, що їх можна об'єднати в одну загальну.

На зарубіжних ринках блоки класифікуються за наступними критеріями:

1) Якість.

2) Розмір.

За якістю каменю блоки поділять на блоки:

– I класу або «Вищої Якості» (I choice High Quality).

– II класу "Високої якості» (II choice Extra fine). Це блоки з однією невеликою прожилкою або іншим невеликим недоліком по довжині або в кутку.

– III класу (III choice). Це блоки з прожилкою або іншим серйознішим дефектом.

– IV класу (IV choice), на ці блоки гарантія не розповсюджується.

Класифікація блоків за розмірами:

1) 270 x 130 см;

2) 240 x 120 см;

3) 200 x 120 см;

4) 200 x 100 см.

Середня вартість (в дол. США/м<sup>3</sup>) блоків природного каменю родовищ України залежно від розмірних груп вищої якості показана на рисунку 2. Родовища були об'єднані в групи: Сірий граніт (в основному кар'єри покостівського гранодіориту), Червоний граніт (токівський, омелянський, межеріченський, лезниківський), Габро (вісім кар'єрів, що розробляють габро в Житомирській області), Лабродарит (п'ять кар'єрів, що розробляють лабродарит в Житомирській області).

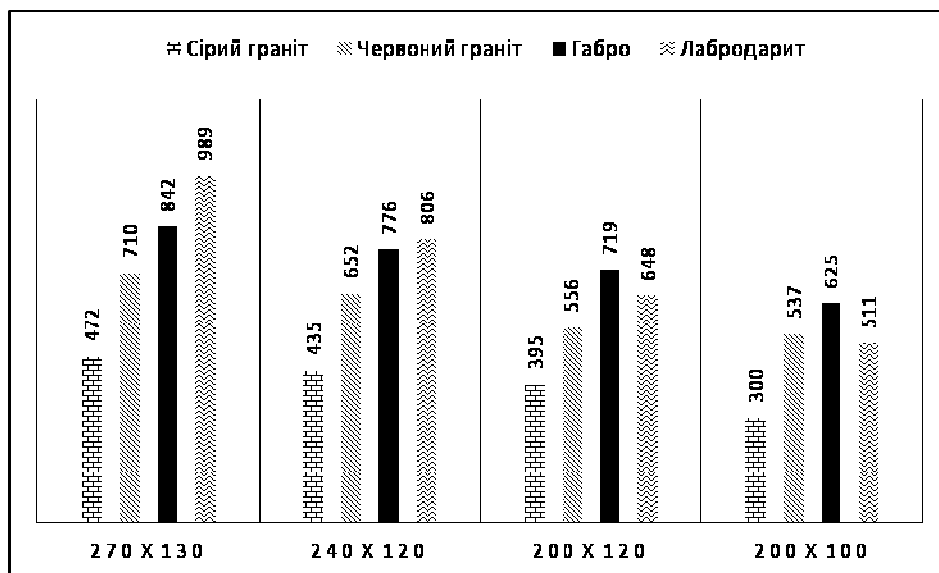


Рис. 2. Середня вартість (в дол. США/м<sup>3</sup>) блоків природного каменю родовищ України залежно від розмірних груп вищої якості

Зниження вартості різних груп природного каменю на вітчизняному ринку відбувається рівномірно, але є певні відхилення для різних порід природного каменю (рис. 3).

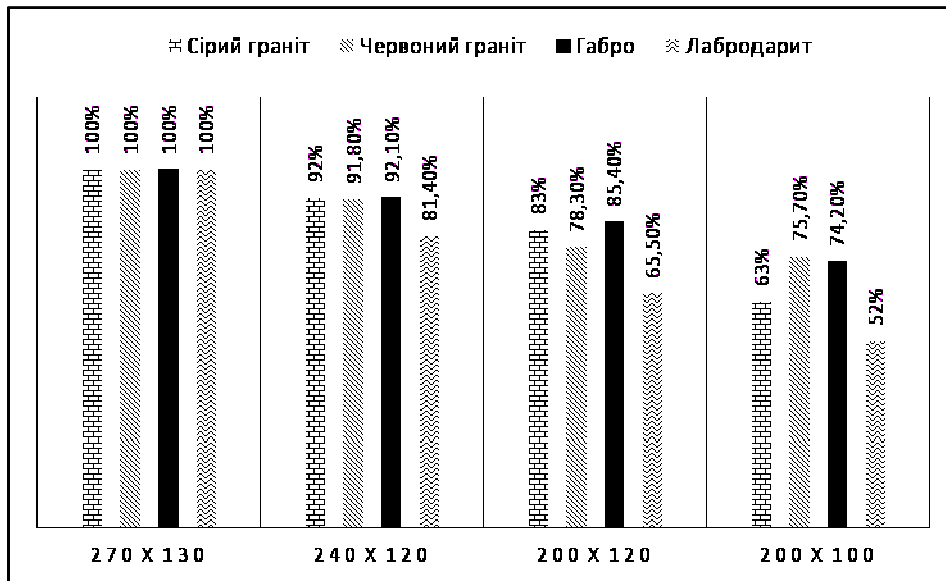


Рис. 3. Відхилення вартості різних порід природного каменю українських видобувників залежно від розмірів бокової поверхні каменю

Можна побачити, що світові виробники встановлюють вартість блоків природного каменю залежно від розмірів слябу (розмірів бокової сторони блока), ширина блока не враховується, спробуємо дослідити вплив ширини блока природного каменю на загальні втрати та зміну вартості блока каменю.

Враховуючи світову пропозицію та український стандарт на блоки природного каменю ДСТУ Б EN 1467:2007 визначимо вплив ширини блока на питомий коефіцієнт комерційного об'єму, який показує відношення комерційного об'єму блока з природного каменю до його брутто об'єму.

$$k_{к.об} = \frac{V_{к.}}{V_{бр.}}, \quad (1)$$

де  $V_{к.}$  – комерційний об'єм блока каменю ( $V_{к.} = V_{бр.} - 0,05^3$ ), м<sup>3</sup>;  $V_{бр.}$  – об'єм брутто блока каменю.

При розрахунку вважалось, що блоки мають пиляні сторони, які не мають відхилень сторін від перпендикулярності. Результати обчислень показано на рисунку 4.

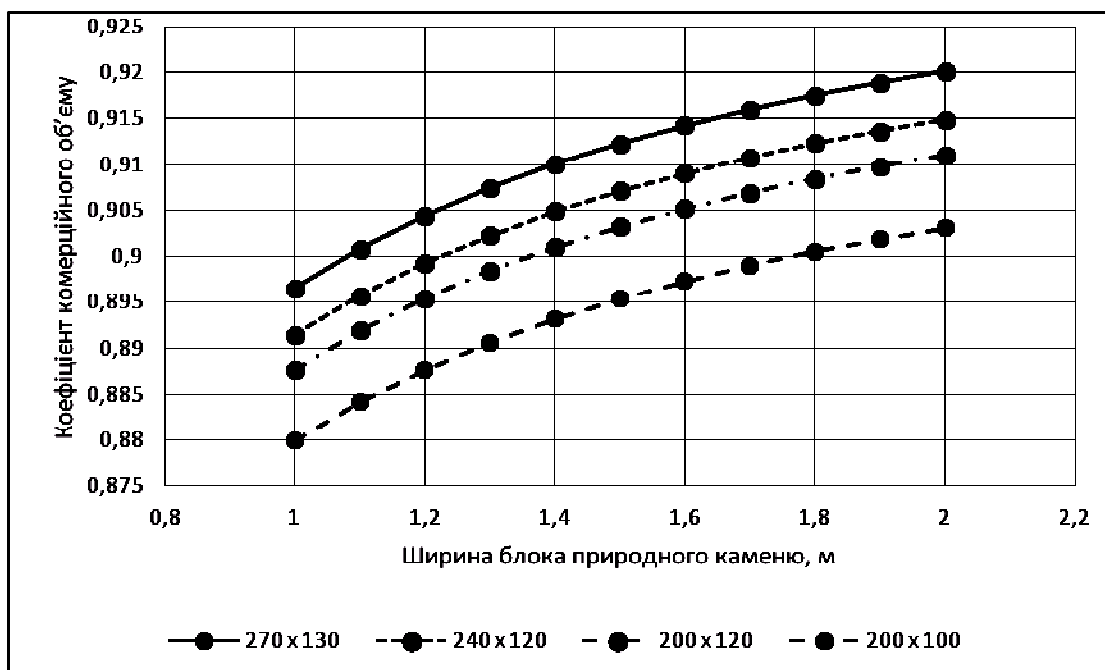


Рис. 4. Залежність коефіцієнта комерційного об'єму від ширини блока природного каменю

Як можна побачити, коефіцієнт комерційного об'єму зі збільшенням ширини блока з 1 до 2 м збільшується на 2,32–2,36 %. Разом з тим, різниця між I та IV групами за однакової ширини становить 1,7 %.

Зведемо коефіцієнти зниження вартості залежно від розмірної групи блока природного каменю та коефіцієнта комерційного об'єму і з'ясуємо, наскільки буде впливати ширина блока каменю на питомий коефіцієнт втрати загальної вартості:

$$k_{n.vap} = K_{k.ob} K_6, \quad (2)$$

де  $K_6$  – коефіцієнти зниження вартості блока природного каменю згідно з рисунком 3.

Зміна питомого коефіцієнта втрати загальної вартості для сірих гранітів наведена на рисунку 5.

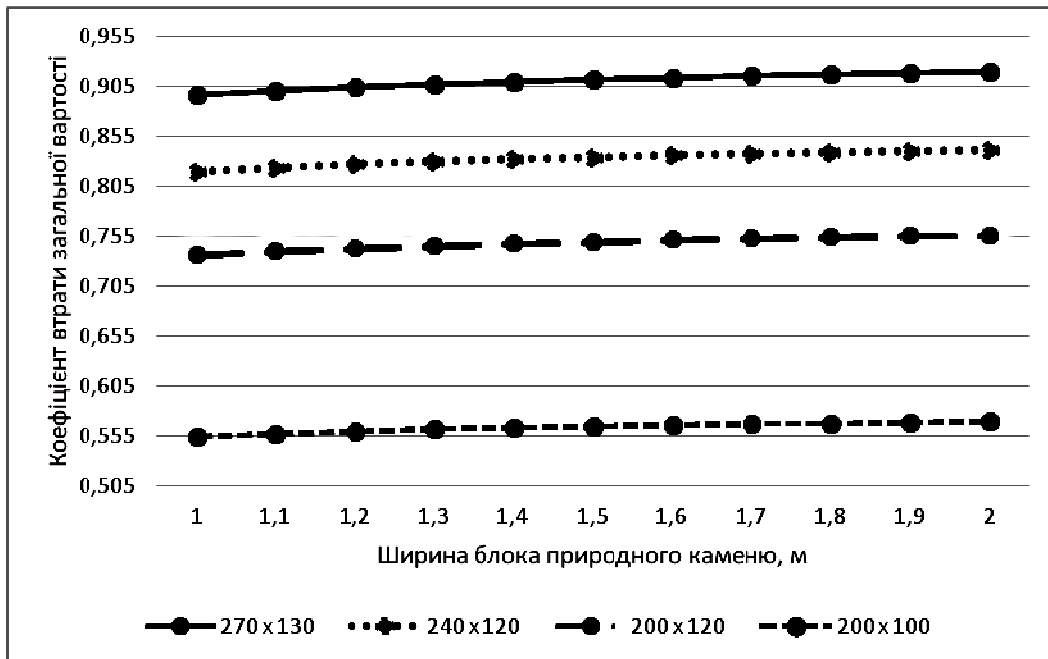


Рис. 5. Зміна питомого коефіцієнта втрати загальної вартості для сірих гранітів різних розмірних груп вищої якості

Як можна побачити, коефіцієнт втрати загальної вартості для сірих гранітів зі збільшенням ширини блока з 1 до 2 м збільшується на 1,46–2,36 %, причому на 2,36 % зміниться перша розмірна група та на 1,46 – IV. Разом з тим, різниця між I та IV групами за однакової ширини становить 34,8 %.

**Висновки.** Таким чином, ширина блока каменю на вартість природного каменю впливає несуттєво. Різниця між першою та останньою розмірними групами становить в середньому 30–45 %. На перший погляд, значно підвищити рентабельність видобувних підприємств може організація видобувного процесу з метою підвищення розмірної групи природних блоків. Сюди можна віднести вдосконалення технології видобування, перехід на невибухові технології відокремлення моноліту та блоків природного каменю. Але це буде дієво, якщо підприємство орієнтовано на експорт блоків природного каменю. Якщо видобувне підприємство орієнтовано на внутрішній ринок України, велику роль буде відігравати висота блока каменю, оскільки дискова пила діаметром 3 м (ці верстати мають більшість каменеобробників в Україні) може прорізати максимальну глибину 1,2–1,35 м. Довжина візка дискового верстата до 3 м, ширина 2,5–3 м. Саме на ці кінцеві розміри треба орієнтувати технологію видобування. У більшості випадків вітчизняні каменеобробники не бажають переплачувати за розмірність блоків, купуючи найменшу розмірність. З найменшою розмірність пов'язана вантажопідйомність транспорту, який наявний у каменеобробних підприємств – КраЗи, КамаЗи (12–15 т) – та перевозити блоки природного каменю до 3 м<sup>3</sup>. Саме питання адаптації технології видобування під споживача з найбільшою вигодою каменевидавувних підприємств і досі залишається відкритим.

#### Список використаної літератури:

1. Синельников И.О. Зависимость интенсивности добычи природного камня от линейных параметров первичного монолита и блоков / И.О. Синельников // Горный журнал. – М. : МГУ, 2008. – 1.2008. – С. 30–32.
2. Уляков М.С. Анализ влияния режимов работы канатных пил на эффективность отделения монолитов природного камня от массива / М.С. Уляков, Г.Д. Першин // Вестник Магнитогорского гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова. – 2014. – № 4(48).
3. Иштакбаев Р.Ф. Современные технологии добычи блочного гранита / Р.Ф. Иштакбаев // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 12–2.
4. Современные технологии добычи блочного камня / Р.Иштакбаев, В.Домнин, И.Сорокин, и др. // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 12(2).
5. Коробійчук В.В. Удосконалення системи поточного планування видобування блоків природного каменю / В.В. Коробійчук // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2012. – Т. 1, № 3 (62). – С. 122–125.
6. Коробійчук В.В. Обґрунтування способу проведення капітальних траншей алмазно-канатною установкою / В.В. Коробійчук // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2011. – № 4 (59). – С. 141–147.
7. Криворучко А.О. Розробка узагальненої методики геометризації масивів природного каменю з метою отримання комплексної моделі родовища / А.О. Криворучко, В.В. Коробійчук, С.С. Іськов // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С. 190–202.
8. Коробійчук В.В. Дослідження впливу висоти та ширини моноліту, який перекидається, на його руйнування / В.В. Коробійчук // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2013. – № 1 (64). – С. 134–138.
9. Обладнання для видобування блочного природного каменю : навч. посібник / В.В. Коробійчук, В.В. Котенко, С.В. Кальчук та ін. – Житомир : ЖДТУ, 2011. – 348 с.
10. Оцінка якості блочної сировини та облицювальної продукції з природного каменю : навч. посібник / В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський, А.О. Криворучко, Н.С. Ремез. – Ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2012. – 188 с.
11. Оцінка якості блочної сировини та облицювальної продукції з природного каменю : навч. посібник / В.В. Коробійчук С.О. Жуков, Н.В. Зуєвська, В.В. Бойко. – Ч. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 152 с.
12. Левицький В.Г. Автоматизація визначення якісних параметрів товарної продукції на блочних кар'єрах / В.Г. Левицький, Р.В. Соболевський // Наукові праці ДонНТУ / Серія Гірничо-геологічна. – Донецьк : ДонНТУ, 2013. – Вип. 1(18). – С. 214–218.
13. Левицький В.Г. Управління якістю блоків декоративного каменю на основі наземної цифрової фотограмметрії / В.Г. Левицький, Р.В. Соболевський // Науковий вісник НГУ. – 2014. – № 6. – С. 58–66.
14. Левицький В.Г. Обґрунтування оптимальних технологічних параметрів видобування гранітних блоків на основі показників тріщинуватості / В.Г. Левицький, Р.В. Соболевський // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков : Технологический центр, 2014. – № 3 (69). – С. 48–52.
15. Зуєвська Н.В. Цифрова обробка електронних зображень підповерхневої структури гранітних блоків за допомогою програми matlab / Н.В. Зуєвська, В.О. Поліщук, О.В. Горобчишин // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2014. – № 4 (71). – С. 131–139
16. Воробійов В.Д. Удосконалення технології районування гранітних кар'єрів / В.Д. Воробійов, О.Я. Тверда // Технічні науки. – 2014. – № 4 (71). – С. 139–146.

КОРОБІЙЧУК Валентин Вацлавович – кандидат технічних наук, доцент кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

ORCID 0000-0002-1576-4025

Наукові інтереси:

- гірництво;
- будівельні матеріали;
- комп'ютерні технології.

Стаття надійшла до редакції 12.11.2015