

Зуєвська Н.В., к.т.н., доцент, **Волик Ю.В.,** аспірант,
Білоіван В.О., пошукач (Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ)

ВИДОБУТОК ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО КАМЕНЮ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛМАЗНО-КАНАТНОГО РІЗАННЯ

Удосконалення способів відділення блоків лежить в області застосування алмазно-канатного пиляння, що дозволяє отримувати крупноблочну сировину з рівними поверхнями, знижуючи втрати природного каменю.

Ключові слова: видобуток, природний камінь, блоки, відділення, алмазно-канатне різання.

Усовершенствование способов отделения блоков лежит в области применения алмазно-канатного пиления, позволяющего получать крупноблочное сырье с ровными поверхностями, снижая потери природного камня.

Ключевые слова: добыча, природный камень, блоки, отделение, алмазно-канатное пиление.

Improving ways of separation lies in the application of diamond-cutting rope, which allows you to receive large-block materials with smooth surfaces, reducing the loss of natural stone.

Keywords: mining, natural stone, blocks, separation, diamond-cutting rope.

Вступ. З метою підвищення якості каменю набуває цінності проведення повного циклу видобутку блоків з застосуванням алмазно-канатного різання. Аналіз світового та вітчизняного ринків природного каменю показує на зростання частки споживання облицювальних виробів з декоративного міцного каменю. Враховуючи вимоги ринку і значну конкуренцію між підприємствами-виробниками, зростає значення якості і вартості виробів з природного каменю. Однак, з підвищенням міцності природного каменю істотно зростають трудомісткість і собівартість процесу відділення блоків від масиву [1].

Аналіз останніх досліджень. Видобуток облицювального природного каменю за допомогою алмазно-канатного різання почав свою історію в кінці 60-х років ХХ століття. Аж до 80-х років минулого сторіччя застосування алмазно-канатного різання обмежувалося такими породами, як мармури, мармурозовані вапняки, травертини, туфи та іншими м'якими і мало абразивних видами природного каменю [2].

На початку 80-х років ХХ століття компанія Diamant Boart вперше впровадила алмазно-канатне різання на кар'єрах з видобутку твердих і абразивних порід (лабрадорити, габро, граніти і базальти), що дозволило істотно підвищити якість і збільшити відсоток виходу блоків природного каменю, зберігши при цьому монолітність масиву, чого не можна домогтися традиційними методами видобутку природного каменю.

Крім того, на початку 90-х років ХХ століття алмазно-канатне різання почали застосовувати при пасеровці (надання блокам правильної форми) і обробці природного каменю як за допомогою одно- (моно), так і на багатоканатних (multiwire) верстатів, практично витіснивши штріпсові пилорами з ринку машинобудування для каменеобробної індустрії, що пов'язано з простотою заміни ріжучого інструменту, істотним зниженням споживання електроенергії, якістю і кількістю випущеної продукції та іншими економічними і ергономічними факторами.

Методика досліджень. З підвищенням міцності природного каменю істотно зростають трудомісткість і собівартість процесу відділення блоків від масиву. Застосовування буровибухового і буроклинового способу відділення блоків від масиву на кар'єрах міцних порід природного каменю дозволяють отримувати колоту блочну сировину, характеристики якої не задовольняють вимогам. Неправильна геометрична форма, відколи на бічних гранях, порушення монолітності блокової сировини міцних порід призводять до неповного використання можливостей розпилювального обладнання і, таким чином, збільшують собівартість продукції з природного каменю.

Метою роботи є обґрунтування вибору способу відділення при видобутку блоків міцних порід природного каменю, що враховує технологічні параметри видобувного і розпилювального обладнання, яке ґрунтується на економічній ефективності виробництва продукції на каменеобробному підприємстві, є актуальним завданням. Використання алмазно-канатного різання при відділенні блоків від масиву міцних порід забезпечує зниження втрат природного каменю в 1,8 рази в порівнянні з буровибуховим способом, в 1,3 рази в порівнянні з буроклиновим, в 1,1 рази в порівнянні з термогазоструйним способом [3]. Разом з тим, значні витрати на алмазно-канатне різання стримують впровадження цього способу і вимагають застосування комбінованих способів видобутку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Застосування канатного різання стало дуже популярним за останні 20 років на мармурових кар'єрах і за останні 10 років – на гранітних кар'єрах. Якщо ще 10 років тому застосування даної технології економічно виправдовувалося в Україну тільки при видобутку лабрадоритів, у зв'язку з високою вартістю канату, то на сьогоднішній день ця технологія успішно застосовується і на кар'єрах з видобутку габро, гранітів і схожих з ними порід.

Порівнюючи Україну з іншими "кам'яними" державами, зокрема за різноманітністю гранітів, то її можна назвати кам'яною скарбницею. Граніти, а точніше гранітоїди, є найціннішим облицювальним, декоративним і обробним природним каменем. У Вінницькій області зосереджено 7,93% гранітів, Дніпропетровській – 2,97%, Донецькій – 6,93%, Житомирській – 35,64%, Запорізькій – 2,97%, Київській – 1,98%, Кіровоградській – 16,83%, Миколаївській – 10,89%, Полтавській – 0,99%, Рівненській – 5,94%, Хмельницькій – 1,98% і 4,95% у Черкаській області.

Алмазно-канатні пили можуть працювати без оператора. Перші сучасні канатні пили для граніту мали механічну зміну частоти обертання, що призводило до більш швидкого зносу устаткування й високих витрат енергії (близько 30% споживаної енергії витрачалося на саму механічну зміну частоти обертання). Останнє покоління верстатів має інверторні двигуни, які змінюють швидкість різання шляхом зміни частоти. Таким чином, вся споживана енергія прямо передається на алмазний канат (приводне колесо монтується безпосередньо на вал двигуна).

Кар'ерна канатна пила може використовуватися для великого первинного відділення (до 300 м²), а також для відділення більш дрібних ділянок каменю. Потужність в 1 к.с. є достатньою для розпили 3 м² мармуру й 4 м² граніту. Наприклад, пила на мармуровому кар'єрі потужністю 45 к.с. може зробити розпил 45 x 3 = 135 м². Хоча граніт набагато твердіший за мрамур, гранітні розпили можуть бути значно більші за площею. Це обумовлено тим, що різання по мармуру дозволяє канату глибше проникати в матеріал і тертя стає сильнішим, що вимагає більшої потужності для розпилювання 1 м². Щодо граніту, то канат проникає в нього дуже повільно й тертя буде меншим (відповідно швидкість різання буде меншою) [4].

В табл. 1 наведено порівняльну характеристику використання АКП і SL – 550.

Таблиця 1
Порівняльна характеристика використання алмазно-канатного-різання і станка суцільного буріння Slot Liner SL – 550

ПАРАМЕТРИ	АКП	SL -550
Змінна продуктивність (8 час. роб. см.), м ²	28	14
Вартість інструменту, USD(за 1м і 1 шт.)	135	250
Енергоспоживання, кВт/час	35	80
Висота поверхні (уступу), м	2-12	до 18
Виробничий ресурс інструменту, м ²	1 м/8м ²	30
Втрати матеріалу при умовному різанні 100мX1м, м ³	1,73*	5,97**
Еквівалент втрат, категорія блоку	IV	I
Середня вартість блоку відповідної категорії, USD	350	1000

Примітка. * – з урахуванням втрат матеріалу на буріння пілотної (врубової) свердловини пневмоударників навантаженого типу 105 мм;

** – без урахування втрат матеріалу на можливе відхилення інструменту і псування каменю внаслідок утворення так званих "гребінкових" (хвильових) зон.

З таблиці видно, що ефективність використання АКП набагато більше, ніж при використанні SL -550. Крім того, використання АКП дає можливість повністю відмовитися від проведення вибухових робіт і чітко визначати подальший напрямок видобутку, розміри і геометрію блоків.

Існує досить багато технологічних схем, які використовують для видобутку гранітів. Як і раніше, для цього широко застосовують вибухові роботи (для відділення моноліту від масиву за допомогою детонуючого шнура, створення додаткових площин оголення і подальший поділ моноліту на товарні блоки та пасеровку блоків).

З огляду на вимоги часу та розвиток НТП починають впроваджувати і використовувати алмазно-канатні установки, що в свою чергу істотно впливає на кількість і якість сировини (товарних блоків і виробів з них).

В таблиці 2 представлені критерії оцінки (вимоги) до гранітів залежно від області (середовища) використання.

Таблиця 2

Вимоги до гранітів в залежності від середовища застосування

Методи тестування	Зовнішнє облицювання	Несучі деталі з каменю	Не відповідальні деталі з каменю	Ритуальні вироби	Підвіконня	Накривні плити	Внутрішньо-облицьовані підлоги	Тротуарні плити (бортовий камінь)	Облицювання стін у приміщеннях	Барні стійки, стільниці т.п.	Місця громадського харчування (кафе і т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Петрографічний склад	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Водопоглинання	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Щільність (питома вага)	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Міцність на стиск		W						W			
Міцність на вигин	W				W	W	W				
Твердість						W	W	W	W	W	W
Стіранність							W	W			W

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ударна стійкість							W	W			
Терморозширення	W						W				
Термічне навантаження											W
Розмірна стабільність	W	W	W			W	W	W	W		W
Морозостійкість	W	W	W	W	W	W		W			
Солестійкість	W	W	W	W	W	W		W			
Хімічна стійкість	W					W	W	W	W _в	W	W
Стійкість до плям *							W		W _в	W	W
Стійкість до ковзання **							W	W			W _{тп}

Примітка. *, ** – додаткові методи тестування;

W_в – використання у вологому середовищі; W_{тп} – тільки для підлоги.

Щодо виготовлення та використання виробів з гранітів в архітектурі і будівництві (як і в переважній більшості інших видів облицювального, оздоблювального і декоративного природного каменю), то виділяють 5 основних груп.

1. Архітектурно-будівельні вироби для зовнішнього облицювання і оздоблення будівель і споруд (накривні і цокольні плити, парапети, кулі, деталі мостів і набережних тощо).
2. Вироби для оздоблення інтер'єру (настил підлог, стільниці, бар-стійки, карнизи, балясини, урни, вази та інші складнопрофільні вироби).
3. Пам'ятники та предмети монументального мистецтва (п'єдестали, колони, постаменти, стилобаті, деталі фонтанів і т.п.).
4. Елементи садово-паркової скульптури.
5. Вироби для дорожньо-вуличного будівництва (камінь бортовий, бруківка, шашка, бордюри і т. п.).

Якщо раніше застосування та використання гранітів (більше 95%) практично обмежувалося 1, 3 та 5 групами, то за останні 10-12 років переважна більшість гранітної сировини використовується для 2 і 4 груп. Застосування різних способів відділення блоків від масиву на кар'єрах природного каменю обмежується кліматичними умовами даного регіону. Як показник рекомендується середньомісячна температура, яка впливає на роботу основного обладнання. Так, при застосуванні гідроклинового обладнання обмеження з метеорологічним критерієм обумовлені температурою замерзання масла в гідросистемі робочої станції. Використання НРС також обмежено температурою навколишнього повітря. Оптимальний робочий діапазон температур складає $25 \pm 5^\circ \text{C}$.

Використання алмазно-канатного обладнання обмежено тим, що при його роботі необхідно використовувати значну кількість води, для охолодження робочого контуру алмазного канату. Таким чином, використання технології алмазно-канатного різання можливе лише при позитивних температурах. Пи-

тання пилоподавлення при роботі АКП вирішено за рахунок охолодження канатних пил в процесі роботи водою. Вода, попутно вимиває шлам з місця різання, подається в суміші з абразивним порошком. Вода з абразивом безперервно надходить до місця різання за допомогою системи охолодження впродовж всього процесу різання. В якості абразиву використовується карборунд або кварцовий пісок для твердих або м'яких порід каменю відповідно [5].

Основні процеси, де застосовують алмазний канат можна поділити на видобування блоків каменю на кар'єрі, перетворення блоків на плити і нарешті створення готових виробів. Такий широкий обсяг застосування цієї технології є результатом низки переваг, які вона дає в процесі перетворення гірських порід у готовий виріб, що в цілому становить важливий елемент зменшення витрат.

Висновки:

Застосування на кар'єрах природного каменю алмазно-канатного способу відділення блоків від масиву дозволить отримувати якісну сировину за геометричною правильності і монолітності, що дає можливість уникнути застосування операції пасеровки блоків на каменеобробних заводах, знизить втрати блокової сировини, а також витрати на транспортування і розпилювання. Поряд з цим нові технології дозволяють значно підвищити умови праці та безпеку. Одне тільки виключення ведення буро-вибухових робіт підвищує рівень безпеки робіт, а з огляду на безшумність канатного різання і застосування мокрого різання без пилу виступає значною перевагою в порівнянні з іншими способами. Якщо не застосовувати комбінований метод, то можна виключити процеси розколу, які теж відрізняються підвищеною небезпекою.

1. Давтян К. Д. Технология алмазно-канатного пиления и комплексное использование минерального сырья / К. Д. Давтян, Г. Л. Левковский ; под ред. акад. К. Н. Трубецкого. – М. : ИПКОН РАН, 2004. – 288 с.
2. Валуев И. В. Безотходная технология добычи и обработки блочного природного камня / И. В. Валуев. – М., 1994. – 192 с.
3. Першин Г. Д. Методика расчета рациональных параметров буровзрывных работ при добыче блочного гранита / Е. В. Северин, Ю. Е. Овчаров, Г. Д. Давтян // Добыча, обработка и применение природного камня: сб. науч. тр. – Магнитогорск: МГТУ, 2004. – 271 с.
4. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я., Шалаев И. Я. Оборудование для распиловки камня / Ю. И. Сычев, Ю. Я. Берлин, И. Я. Шалаев. – Я. : Стройиздат, 1983. – 312 с.
5. Бакка Н. Т. Рациональное использование сырья и пути снижения потерь при добыче и обработке природного камня / Н. Т. Бакка // Научно-технический реферативный сборник. Серия «Промышленность нерудных и неметаллорудных материалов». – М.: ВНИИЭСМ, 1980. – Вып. 1. – С. 40-44.

Рецензент: д.т.н., професор Кравець В.Г. (Національний технічний університет України "КПІ", м. Київ)