

УДК 679.85.02

В.В. Коробійчук, аспір.*Житомирський державний технологічний університет***ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКІСНИХ ОЗНАК БЛОЧНОГО КАМЕНЮ
НА ТЕХНОЛОГІЮ РОЗПИЛЮВАННЯ КАНАТОМ З АЛМАЗНИМИ НАПАЙКАМИ***(Представлено д.т.н., проф. Бакка М.Т.)*

Проаналізовано вплив лінійних розмірів блока природного декоративного каменю на продуктивність та режимні параметри алмазноканатного процесу різання каменю. Визначені оптимальні розміри блоків з метою підвищення продуктивності алмазноканатного різання каменю.

Вступ. Україна має близько 5 % світових ресурсів природного декоративного каменю, займаючи при цьому лише 0,4 % площі світової суші. Майже одна третина (200 тис. км²) території держави припадає на Український щит, який складається переважно з унікальних за своїми забарвленням та текстурним малюнком гранітів, діоритів, лабрадоритів, габро та інших різновидів гірських порід. Власна сировинна база України сприяє розвитку каменеобробної промисловості. Каменеобробна промисловість України забезпечує щорічне виготовлення 1,8–2,1 млн м² облицювальних плит і різних виробів з каменю. Номенклатура кам'яної продукції в Україні з кожним роком розширюється. Основним її видом залишаються облицювальні плити. Збільшуються обсяги виготовлення архітектурно-будівельних, ритуальних, дорожньо-будівельних, художньо-естетичних кам'яних виробів.

Постановка задачі. Виходячи з існуючого парку розпилювального обладнання в Україні, для кожного типу обладнання існує мінімальна межа об'єму блока, нижче якої його розпилювання стає збитковим. Крім того, конкретна довжина, ширина і висота блока в певній мірі впливають на показники ефективності розпилювання. Мала вивченість оптимальних лінійних розмірів блока природного декоративного каменю для канатного типу розпилювальних верстатів призводить до зниження продуктивності даних типів верстатів. Метою даної роботи є дослідження оптимальних лінійних розмірів блоків для розпилювання канатними верстатами, що призведе до підвищення продуктивності даного розпилювання.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженнями в області вдосконалення технології розпилювання каменю та розробкою оптимальних режимів розпилювання займалися такі вчені, як: Сичов Ю.І., Берлін Ю.Я. [1, 2, 3], Давтян К.Д., Левковський Г.Л. [4], Орлов А.М. [5], Бакка М.Т., Ільченко І.В. [6] та інші.

Викладення основного матеріалу дослідження. Розпилювання канатом з алмазними напайками являє собою рух канату по замкнутому контуру. Залежно від компоновальної схеми шківів та способу реалізації робочої подачі (рис. 1) канатопильні верстати поділяють на:

- верстати з прямолінійною робочою частиною контуру і парою шківів великого діаметра (з горизонтальним та вертикальним різальним канатом);
- верстати з прямолінійною робочою частиною контуру і з двома парами шківів меншого діаметра (з горизонтальним та вертикальним різальним канатом);
- верстати з петлеподібним (параболічним контуром).

Розміри робочого простору канатних верстатів лежать в межах: довжина від 2,4 м і більше, ширина – 2,0–3,0 м, висота – 1,6–2,4 м.

Дослідження впливу лінійних розмірів блоків декоративного каменю на продуктивність та економічність розпилювання проводились на канатному верстаті DIAMANTFIL DF 3000 TOP, який має технічні такі характеристики:

Діапазон зміни швидкості різання інструмента	від 8 до 40 м/с
Діаметр робочих шківів	3000 мм
Відстань між шківами	7000 мм
Довжина робочого органа (інструмента)	22–23,5 м
Максимальна глибина різання	3000 мм
Межа регулювання довжини інструмента	1,5 м
Діаметр ріжучого алмазного елемента	5 мм
Діаметр несучого каната	11 мм

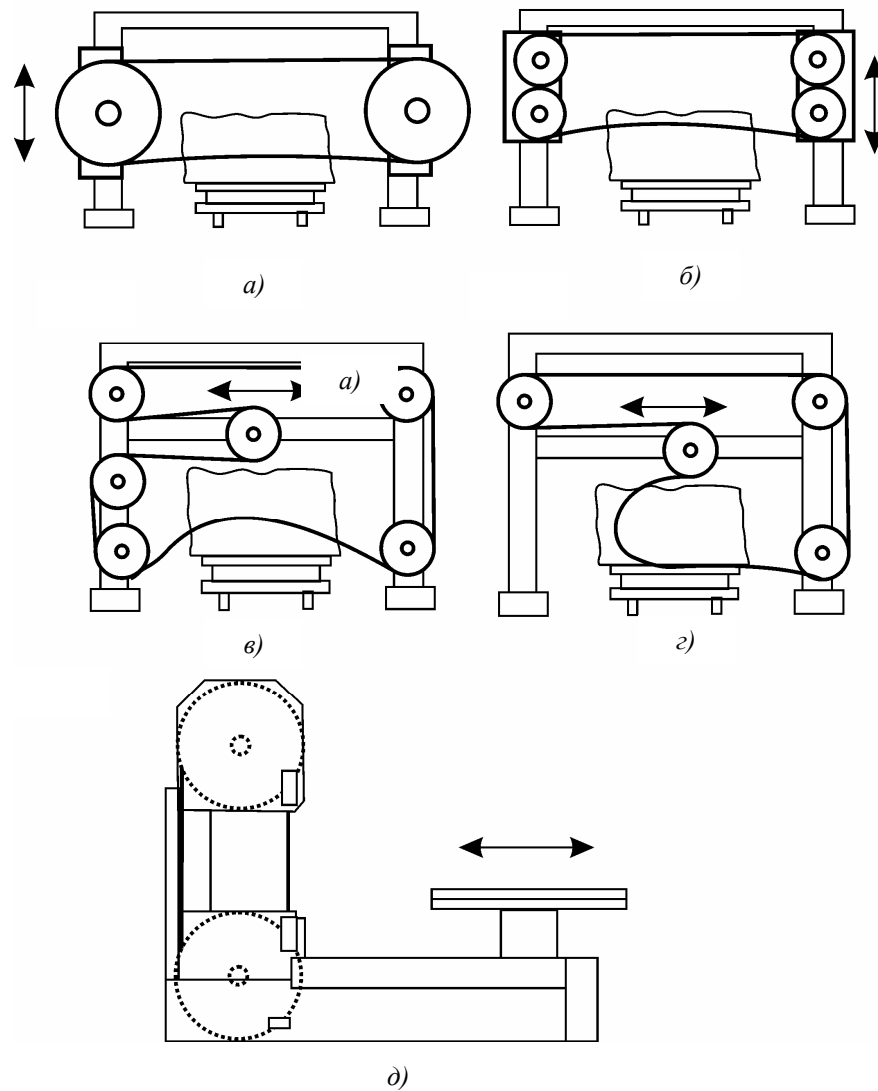


Рис. 1. Канатопильні верстати з алмазними пилами:
 а – з прямолінійною робочою частиною контуру і парою шківів великого діаметра (горизонтально розміщений різальний канат); б – те ж, з вертикально розміщеним різальним канатом; в – з параболічною робочою частиною (для розпилювання мармуру); з – те ж, для розпилювання граніту; д – з прямолінійною робочою частиною контуру і з двома парами шківів

В дослідях для розпилювання канатним верстатом підбирали блоки таких гірських порід: токівський, омелянівський, капустинський граніти; сліпчицьке габро.

Принципова схема канатного розпилювання наведена на рис. 2. При дослідженнях фіксувались такі параметри: швидкість робочої подачі V_n , зусилля різання P_p , зусилля подачі P_n .

Швидкість робочої подачі визначалась за формулою:

$$V_n = \frac{h}{t}, \text{ мм/хв.}, \tag{1}$$

де h – глибина пропилу (висота опускання траверси), мм; t – час розпилювання або опускання траверси, хв. (відраховується за секундоміром).

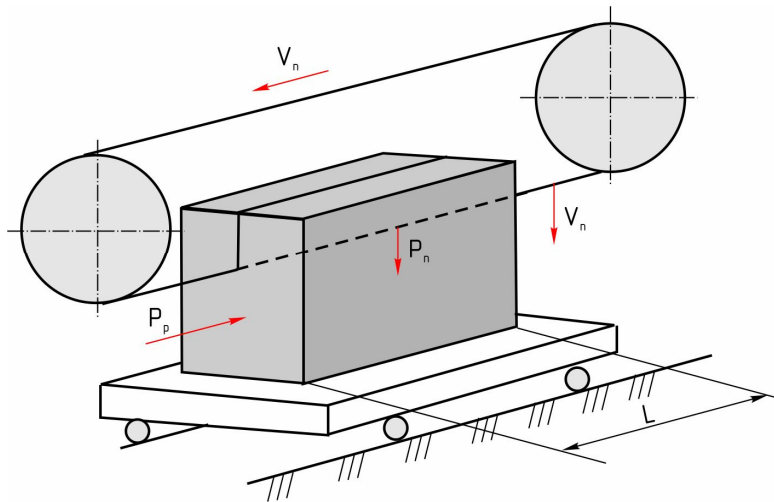


Рис. 2. Принципіальна схема канатного розпилювання:
 V_p – швидкість різання, м/с; V_n – швидкість робочої подачі, м/с;
 h – глибина різання, м; P_n – тиск різання, кН;
 P_p – зусилля різання, кН; L – довжина блока, м

Серед режимних параметрів керованими є швидкість різання, тиск різання і витрата охолоджувальної рідини. Слід також зазначити, що вплив тиску різання є другорядним, в той час, як швидкість різання визначає швидкість робочої подачі, глибину різання і зусилля різання. Тому актуальним є вивчення впливу розмірів блоків на швидкість різання, продуктивність розпилювання і питому витрату алмазів, оскільки ці показники в значній мірі визначають економічну ефективність алмазно-канатного розпилювання.

Швидкість робочої подачі вимірювалась за допомогою секундоміра і спеціального пристрою, який дозволяє вимірювати глибину різання дистанційно. Спеціальний пристрій складається з: лазерного проектора моделі ZL (рис. 3) виробник Z-LASER (Німеччина); спеціальної лінзи, що накручується на проектор; підставки для проектора, що регулюється по висоті. При наведенні лазерного проектора на поверхню, що досліджується, проектується розсіяний лазерний промінь у вигляді квадратної сітки 4 (рис. 4), відстань між лініями якої залежить від відстані насадки проектора до об'єкта, що досліджується (на відстані 3 м $\varphi = 3$ см).



Рис. 3. Зовнішній вигляд лазерного проектора ZL

Такий спосіб вимірювання глибини пропилу дозволяє без зупинки виробничого процесу оцінити вплив швидкості різання на продуктивність.

За допомогою описаного вище пристрою на поверхню блока перед початком розпилювання проектується квадратна сітка (рис. 4) з відомими параметрами ($\varphi = 3$ см). Сітка розміщується трохи нижче верхньої грані блока, для того, щоб виключити з дослідження стадію запилювання канату, яка за своїми параметрами відрізняється від безпосереднього розпилювання. Після того як алмазний канат досяг верхньої межі спроектованої сітки брався відлік за секундоміром, і записувались виміряні значення при досягненні канатом другої спроектованої лазером горизонтальної смуги, після цього аналогічні операції виконувались при досягненні канатом наступних горизонтальних смуг. Таким чином отримали чотири значення відрізків часу, за які канат виконує різання певної площі. Площа пропилу визначалась як добуток відстані між смугами (у даному випадку 3 см) на довжину блока. За об'єкт дослідження було підібрано блоки І (граніт янцівський, токівський), ІІ (граніт капустинський, маславський), ІІІ (габро, лабрадорит) груп розпилюваності. Блоки підбирались довжиною від 1,5 до 3,5 м. Розпилювання здійснювалось алмазним канатом, діаметр якого 11 мм. Натяг канату складав 230–250 кГ.

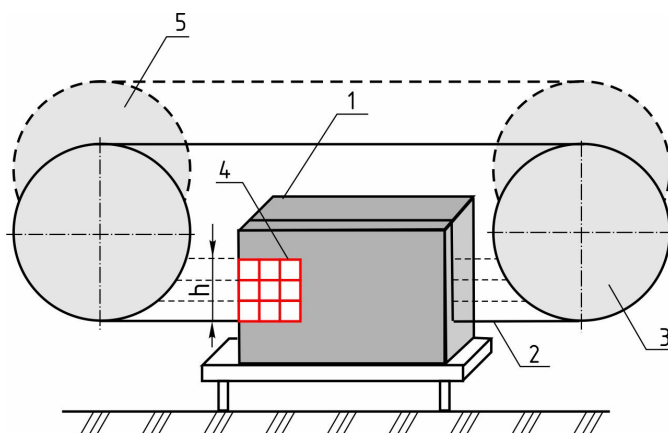


Рис. 4. Схема виконання вимірювань:

- 1 – блок каменю, який розпилюють; 2 – алмазний канат;
- 3 – кінцеве положення приводних шківів верстата; 4 – сітка, що проектується лазерним проектором;
- 5 – початкове положення приводних шківів верстата;
- h – висота блока, на якій проводились вимірювання

При дослідженні змінювали швидкість різання та довжину блока. Визначали продуктивність та економічність розпилювання в залежності від лінійних розмірів блока каменю. На економічність розпилювання впливає питома витрата алмазів. Питома витрата алмазів по контуру робочого органу визначалась за формулою:

Питома витрата алмазів по робочому контуру, віднесена до одиниці поверхні розпили, дорівнює:

$$q = \frac{\Delta G \cdot n_c}{S_p}, \text{ карат/м}^2, \tag{2}$$

де ΔG – різниця між масою алмазів до початку розпилювання і після закінчення, карат; n_c – кількість алмазних сегментів в контурі, шт.; S_p – площа розпили, м².

В результаті зміни швидкостей різання та довжини блока каменю з подальшим підрахунком витрати алмазів було встановлено оптимальні швидкості (рис. 5) для певної довжини блока каменю, що розпилюється алмазним канатом, який виготовлений з використанням природних алмазів А500/400 методом порошкової металургії.

Продуктивність розпилювання залежно від швидкості різання визначається за емпіричною формулою, яка була отримана в процесі експерименту:

$$Q_{роз} = 14,7 + 0,42 V_p, \text{ мм/хв.} \tag{3}$$

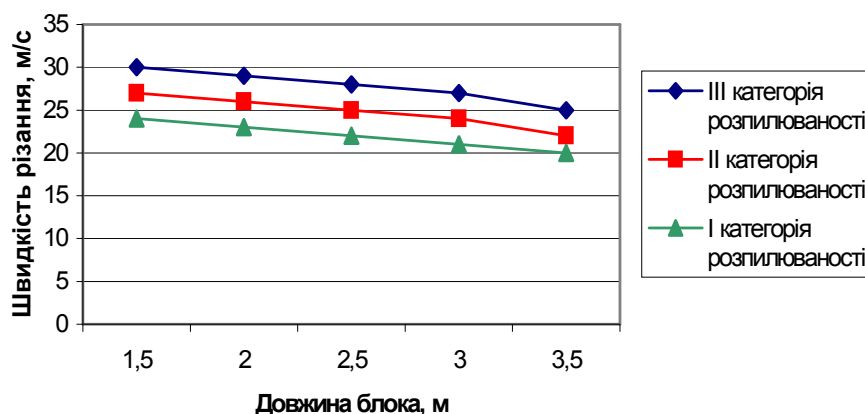


Рис. 5. Залежність оптимальних швидкостей різання алмазним канатом від довжини блока

Продуктивність розпилювання в залежності від швидкості різання та довжини блока буде визначатись за формулою:

$$Q = 0,06 K_1 K_2 L \left(\frac{608}{\sigma_{cm}} + 0,3 V_p + 0,48 \right), \text{ м}^2/\text{год}, \tag{4}$$

де K_1 – коефіцієнт пропорційності, рівний 0,95; K_2 – коефіцієнт, який враховує довжину блока каменя

($L=1$ м, $K_2=1$; $L=5$ м, $K_2=0,7$); σ_{cm} – межа міцності каменю на стиск, МПа; V_p – швидкість різання, м/с; L – довжина пропилю, м.

Довжина блока каменю, що розпилюється канатними алмазними пилами, має лінійну залежність впливу на швидкість різання, при зростанні довжини швидкість різання зменшується, але на продуктивність впливає незначно. Щодо висоти та ширини блока каменю, то вони впливають на час, що витрачається на комплектацію ставки. Вплив лінійних розмірів блока на річну продуктивність розпилювання алмазним канатом (при умові експлуатації канатного верстату в дві зміни, 260 робочих днів на рік) показано на рис. 6.

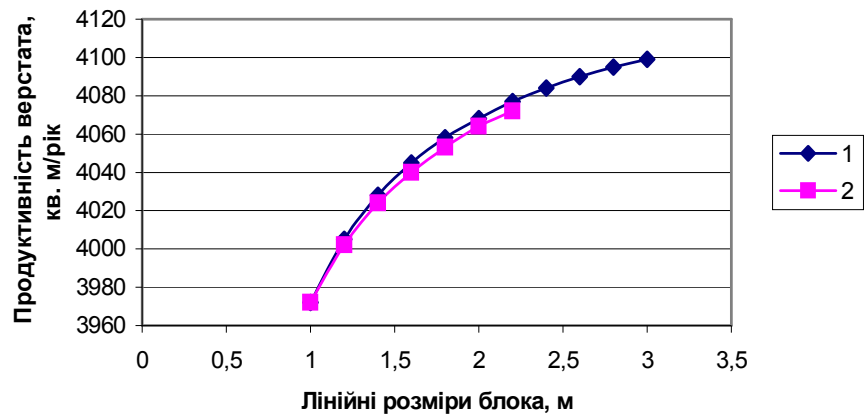


Рис. 6. Вплив лінійних розмірів блока на продуктивність розпилювання канатним верстатом: 1 – вплив ширини блока, 2 – вплив висоти блока

Залежність впливу ширини блока на продуктивність розпилювання канатним верстатом описується математичною формулою (5), при цьому коефіцієнт детермінації дорівнює $R^2 = 0,972$.

$$P_{роз} = 111,59 \ln(B_{ол}) + 3985,3, \text{ м}^2/\text{рік}, \quad (5)$$

де $P_{роз}$ – річна продуктивність канатного верстата, м²/рік; $B_{ол}$ – ширина розпилюваного блока, м.

Залежність впливу висоти блока на продуктивність розпилювання канатним верстатом описується математичною формулою (6), при цьому коефіцієнт детермінації дорівнює $R^2 = 0,988$.

$$P_{роз} = 126,02 \ln(H_{ол}) + 3977,4, \text{ м}^2/\text{рік}, \quad (6)$$

де $H_{ол}$ – висота розпилюваного блока, м.

З графіку рис. 6 видно, що ширина і висота блока природного декоративного каменю забезпечує високу продуктивність при максимальних своїх розмірах: ширина – 2,0–2,6 м, висота – 1,6–2,2 м. Довжина блока прямопропорційно впливає на процеси розпилювання, тому слід підбирати розміри довжини блока залежно від кратності розмірів плитки, яка виготовляється з врахуванням втрат, які отримують при окантуванні слябів. Мінімальна довжина блока має бути 1,5 м.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Сычев Ю.И., Берлин Ю.Я. Распиловка камня. – М.: Стройиздат, 1989. – 320 с.
2. Сычев Ю.И., Берлин Ю.Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню. – М.: Стройиздат, 1985. – 312 с.
3. Берлин Ю.Я., Сычев Ю.И. Материаловедение для камнеобработчиков. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 176 с.
4. Давтян К.Д., Левковский Г.Л. Технология алмазно-канатного пиления и комплексное использование минерального сырья / Под ред. акад. К.Н. Трубецкого. – М.: ИКОН РАН, 2004. – 288 с.
5. Орлов А.М. Добыча и обработка природного камня. – М.: Стойиздат, 1977. – 350 с.
6. Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений: Справочник. – М.: Недра, 1992. – 303 с.

КОРОБІЙЧУК Валентин Вацлавович – асистент кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– гірництво;

– комп'ютерні технології.

Подано 30.03.2007

Дослідження впливу якісних ознак блочного каменю на технологію розпилювання канатом з алмазними напайками / Коробійчук В. В.

Проаналізовано вплив лінійних розмірів блока природного декоративного каменю на продуктивність та режимні параметри алмазноканатного процесу різання каменю. Визначені оптимальні розміри блоків з метою підвищення продуктивності алмазноканатного різання каменю.

Исследования влияния качественных признаков блочного камня на технологию распиливания канатом с алмазными напайками / Коробийчук В. В.

Проанализировано влияние линейных размеров блока природного декоративного камня на производительность и режимные параметры алмазноканатного процесса резания камня. Определены оптимальные размеры блоков с целью повышения производительности алмазноканатного резания камня.

Researches of influencing of high-quality signs of sectional stone on technology of sawing up by a rope with diamond bushes / Korobychuk V. V.

Influence of linear sizes of block of natural decorative stone on productivity and regime parameters of diamond wire saw process of cutting of stone is analysed. Definite optimum sizes of blocks with the purpose of increase of productivity of the diamond wire saw cutting of stone.