

# Будівельні машини і технологічне обладнання

УДК 621.9.025

Ю.Д. Абрашкевич, д.т.н. проф.;  
Г.М. Мачишин, А.Г. Поліщук (КНУБА, Київ)

## ЗАСТОСУВАННЯ АЛМАЗНОГО ТА АБРАЗИВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ РІЗАННЯ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ

*АННОТАЦІЯ. Аналіз роботи алмазних та абразивних кругів з охолодженням та без охолодження при різанні штучних та природних кам'яних матеріалів із наступним раціональним вибором різального інструменту щодо їх оброблення.*

*Ключові слова: різання, охолодження, абразив, зв'язка, зерно.*

*АННОТАЦИЯ. Анализ работы алмазных и абразивных кругов с охлаждением и без охлаждения при резании искусственных и естественных каменных материалов с последующим рациональным выбором инструмента для их обработки*

*Ключевые слова: резание, охлаждение, абразив, связка, зерно.*

*SUMMARY. Analysis of diamond and abrasive wheels and cooled without cooling when cutting artificial and natural stone materials with the following rational choice of cutting tool on their treatment.*

*Key words: cutting, cooling, abrasive, communication, grain.*

### Вступ

Різання природних та штучних кам'яних матеріалів є операцією, у процесі виконання якої підлягає обробленню широка гамма матеріалів з різними фізико-механічними властивостями.

Так, при виконанні тепломонтажних робіт різанню підлягають вогнетривкі вироби для отримання деталей потрібного профілю, в тому числі, половинок цегли та інших форм вогнетривких виробів. Наприклад, при будіванні водонагрівача доменної печі об'ємом 2700 м<sup>3</sup> у кожному з 610 рядів вогнетривкої цегли по 4...6 замкових цеглин підлягають конструктивному різанню по місцю, тобто більше 3000 штук. Потрібно відмітити, що до 95% кладки складає вогнетривка цегла і лише 5% - вогнетривкі блоки. Вироби із природного каміння, котрі поставляються на будівельний майданчик, повинні мати максимальну ступінь заводської готовності. Але без попередньої монтажної обробки на об'єкті обійтися неможливо, так як облицювальні плити поставляються у чітко визначених розмірах, але для їх встановлення у 30% випадків необхідно виконати відрізні операції. Крім того, на будівельних об'єктах також доводиться виконувати роботи, пов'язані з усуненням дефектів продукції, таких як невідповідність геометричної форми, сколам, обло-

мам, розтріскування плит. Різанню підлягають також вироби з бетону та залізобетону. Специфіка виконання даних робіт визначає вибір інструменту та обладнання для виконання відрізних операцій [1].

Метою роботи є дослідження впливу абразивності кам'яних матеріалів на алмазні та абразивні армовані робочі органи дискового типу при різанні з охолодженням та без охолодження.

### Виклад основного матеріалу

Для різання вогнетривів і бетону використовуються станки з алмазними та абразивними робочими органами. Особливостями конструкції станків, ріжучим робочим органом якого є алмазний диск, є жорстке закріплення робочої головки, підвищена жорсткість шпиндельного вузла, а також наявність точно оброблених напрямних. Переносні установки для різання вогнетривів і бетону абразивними армованими кругами мають меншу масу та використовуються безпосередньо на будівельному майданчику. З метою запобігання пилоутворення, що виникає у процесі різання абразивними та алмазними кругами, круг змочується водою, тому станки обладнані системою, що забезпечує замкнуту циркуляцію води.

Особливе місце поряд з міцністю на одновісне стиснення, займає фізико-

механічна властивість каміння зношувати дотичний до нього інструмент або інше друге тверде тіло у процесі тертя. Ця властивість каміння, залежна як від фізико-механічних властивостей, так і від структурних особливостей, називається абразивністю.

Поняття про абразивність, так як і поняття про твердість, не має точно визначеного формулювання і її розмірність за різними методами досить різниться, тобто абразивність є чисто технічним, а не фізичним поняттям. Оцінка абразивності носить відносний характер.

Робочі органи, ходові частини та різноманітні деталі будівельних машин через вплив абразивності каміння, піску та інших будівельних матеріалів зношуються інтенсивніше в результаті чого їх доводиться замінювати [2].

Кам'яні матеріали, а саме туфи, шамотні вогнетривкі вироби є високоабразивними. Визначення абразивності представляє практичну цінність, так як знання абразивних властивостей дає можливість вибрати більш ефективний різальний інструмент і, відповідно, зменшити вартість обробки.

Існує декілька методів визначення абразивності. Найбільше поширення отримав метод визначення абразивності гірських порід, запропонований Л.І. Бароном та А.В. Кузнецовим, який дозволяє визначати оцінку абразивності якісно та кількісно.

Запропонована ними установка на базі звичайного свердлильного станка дуже проста та зручна для проведення експериментів. Суть дослідження полягає в тому, що стрижень сталі-сріблянки під визначеним осевим навантаженням та з визначеною швидкістю стирається, контактуючи зі зразком досліджуваної породи. Випробування проводяться за наступних режимних параметрів: осьове навантаження 150Н (15кг), швидкість обертання стрижня 400 об/хв., час дослідження 10хв., діаметр стрижня 8 мм, довжина 70 мм. Для рівномірного зношування стрижня, в одному з торців породи висвердлюється отвір діаметром 4 мм та глибиною 10...12 мм (торцеві поверхні перпендикулярні до осі).

Дослідні зразки породи повинні мати

масу в межах від 0,1 до 2 кг та при закріпленні в тисках верхні поверхні зразків повинні займати горизонтальне положення. Методика дослідження передбачає стирання стрижнів на природній поверхні зразків.

Підготовка досліду закінчується зважуванням стрижня з точністю до 0,1 мг.

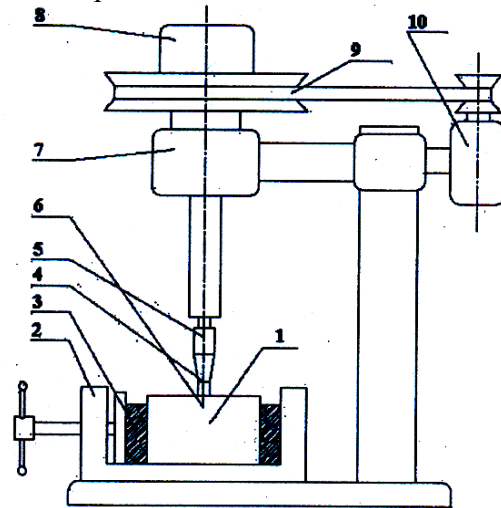


Рис. 1. Схема установки для визначення абразивності породи:

1 – дослідний зразок; 2 – тиски; 3 – прокладки для фіксації зразка; 4 – стрижень сріблянки; 5 – патрон; 6 – корпус установки; 7 – корпус; 8 – шпиндель; 9 – клинопасова передача; 10 – електродвигун

Стрижень закріплюється у патроні та опускається на поверхню зразка породи, вмикається електродвигун і протягом 10 хв. відбувається стирання стрижня об породу. Нагрів стрижня повинен бути не більше 200...220°C (соломяно-жовтий колір). Потім установка вимикається, стрижень у патроні перевертається та опускається на нову поверхню зразка, протягом наступних 10 хвилин відбувається стирання другого кінця еталонного стрижня.

Проведення перевірного досліду потрібне, щоб зменшити можливі розбіжності кінцевих результатів шляхом усереднення отриманих даних. Встановлено, що в малоабразивних породах зношування стрижнів циліндричної форми більше ніж у стрижнів кільцевої форми, а на полімерних породах більше зношуються стрижні другого виду [3].

Після закінчення дослідження стрижень очищується від продуктів руйнування, промивається, висушується на повітрі протягом 10...15хв. та зважується.

В якості критерію абразивності приймається втрата в масі стрижня за час випробування.

Показник абразивності породи обчислюється за формулою

$$A = \sum_i^n q_i, \quad (1)$$

де  $A$  - показник абразивності, мг;

$q_i$  - втрата ваги еталонного стрижня за парний дослід;

$n$  - число парних дослідів.

У таблиці 1 наведено дані по міцності на одновісне стиснення і абразивності деяких природних і штучних кам'яних матеріалів.

Таблиця 1

Назва кам'яної породи	Межа міцності на одновісне стиснення, кг/см <sup>2</sup>	Показник абразивності, мг
Бодракський вапняк	130	1,7
Інкерманський вапняк	80	1,1
Шамотна цегла ПМ-48	180	82,4
Агаракський туф	181	35,6
Арктикський туф	181	49,8
Агверанський мармур	1100	0,5
Кіровкаканський базальт	1100	59
Памбанський граніт	2200	49

Проведений аналіз показав, що зі збільшенням міцності каміння в деяких випадках спостерігається тенденція збільшення абразивності породи. Але, між міцністю та абразивністю каміння будь-яка закономірність відсутня [4].

Більшість алмазних інструментів виготовляється на основі металевих зв'язок. В основу формування металевих зв'язок для інструменту, яким оброблюється каміння, покладена система принципів вимог, котрим вони повинні відповідати. Основними вимогами є міцність, твердість та зносостійкість. Застосування алмазного інструменту для обробки високоабразивного середовища зумовило необхідність введення у склад зв'язок різних допоміжних

міцних дисперсійних матеріалів, таких як порошки карбіду бора, вольфраму, титану та інших, підвищуючи опір абразивному зношуванню алмазів і зв'язки.

Вивченню механізму взаємодії системи абразив (алмаз) – зв'язка присвячена значна кількість робіт вітчизняних та закордонних випробувань та досліджень. Разом з тим у вказаних залежностях не враховується вплив абразивності породи на механізм зношування абразивного та алмазного інструментів, тобто на ефективне використання механічного видалення абразиву зі зв'язки у процесі роботи. В даний час емпірично встановлено, що застосовуючи для різання високоабразивної шамотної вогнетривкої цегли та інших матеріалів міцністю до 60 МПа, економічно вигідніше використовувати порівняно дешеві абразивні армовані круги, а не алмазні диски. Проведення вказаних дослідів дозволить обґрунтовано вибирати ефективний інструмент для різання високоабразивних кам'яних матеріалів.

У процесі контактної взаємодії з матеріалом, що обробляється, відбувається інтенсивне виділення тепла - температура досягає 800...1100°C, що суттєво знижує міцність алмазів, ступінь якого залежить від рівня та тривалості температурної взаємодії.

Тому робота алмазних дискових пил повинна супроводжуватися значною подачею в зону різання охолоджувальної рідини. Як правило в більшості випадків використовується вода. Застосування змащувально-охолоджуючих рідин (ЗОР) на водяній основі, не дивлячись на те, що вони підвищують зносостійкість алмазного інструменту в середньому на 20...40%, обмежується рядом вимог. В якості основних потрібно вказати на значні труднощі у вирішенні проблем пов'язаних з очищенням ЗОР, які циркулюють по замкнутому колі від тонкодисперсних частинок руйнування та підтримання заданої концентрації домішок. У деякий період часу за мірою насичення ЗОР дрібними частинками продукту руйнування, вони починають сприяти зносу алмазного слою. Система, яка задовольняє необхідні умови для ефективного функціону-

вання ЗОР, складна в реалізації. Підведення охолоджуючої рідини до алмазної пили відбувається за допомогою спеціальних приладів. Бажано, щоб охолодження алмазних дискових пил відбувалося за допомогою води, котра потраплятиме у зону контакту безпосередньо з мережі. При повторному використанні для охолодження вже використаної води необхідно прийняти міри для ретельної її очистки, так як наявність у воді абразивних частинок (продуктів руйнування) сприяє збільшенню зносу алмазного інструменту [5].

Різання алмазними дисками, котрі встановлені на кутові електрошлифувальні машини, відбувається без охолодження. В таких випадках зносостійкість алмазних дисків в декілька разів зростає порівняно з дисками, котрі працюють з охолодженням.

Абразивний армований круг - це складна багатокомпонентна композиція, яка складається з абразивного зерна, котре закріплене в органічній матриці у склад якої входить звязуюче та наповнювач. Для забезпечення міцності та забезпечення безпеки робітника круги армують зміцнюючими елементами. Наповнювачі можуть змінювати теплофізичні властивості зв'язки та твердості круга, підвищувати його міцність та ріжучі властивості, забезпечувати змащування в зоні різання та визначати умови експлуатації абразивного армованого круга. Експериментально встановлено, що водяне охолодження зменшує температуру полімерної матриці, суттєво впливає на склад абразивної маси круга. Інструмент працює стійко, якщо у процесі взаємодії з камінням затуплені зерна викришуються з ріжучої кромки. При різанні без охолодження самозаточування круга відбувається в результаті термомеханічного руйнування полімерної матриці, а з водяним охолодженням – переважно викришуванням абразивних зерен. Враховуючи різний механізм зношування кругів при різанні з водяним охолодженням та без охолодження, складові з полімерних матриць повинні відрізнятися. Разом з тим відсутні аналітичні дослідження з впливу умов експлуатації на механізм зношування абразивного армованого круга. Слід відзначити, що у процесі вивчення теплових про-

цесів експериментально встановлено, що одним з можливих шляхів створення кругів для роботи з водяним охолодженням, яка практично необхідна тільки для обезпилення у процесі різання, є зниження теплостійкості полімерної матриці на межі з абразивним зерном.

### Висновок

В результаті проведеного аналізу встановлено, що абразивні армовані круги цілком конкурентноздатні з алмазним інструментом при різанні штучних та природних кам'яних матеріалів міцністю до 60 МПа. Для визначення раціональної області застосування алмазного та абразивного інструменту необхідно провести аналітичні дослідження по вивченню впливу абразивності оброблюваної породи та умов експлуатації на механізм зношування різального інструменту.

### Література

1. *Абрашкевич Ю.Д.* Область применения и режимы работы абразивных армированных кругов для резания горных пород/ Информационный листок №1598/ Центральное бюро научно-технической информации – 1971.
2. *Лурье Г.Б.* Шлифование металлов.-М.: Издво «Машиностроение», 1969.-172 с.
3. *Лоладзе Т.Н., Бокучава Г.В.* Износ алмазов и алмазных кругов.- М.: «Машиностроение», 1967.-113с.
4. *Сипайлов В.А.* Тепловые процессы при шлифовании и управление качеством поверхности.- М.: «Машиностроение», 1978.-167с.
5. *Маслов Е.Н.* Теория шлифования материалов. – М., «Машиностроение», 1974.- 370с.

*Рецензент:* О.М. Гаркавенко, к.т.н., доцент (КНУБА, Київ)

*Отримано:* 20.04.2010 р.