

УДК 622.236.7

М.Т. Бакка, д.т.н., проф.
Житомирський інженерно технологічний інститут
С.О. Жуков, д.т.н., проф.
Криворізький технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ПРИ ОБРОБЦІ КАМЕНЮ

Запропоновані напрямки використання ультразвукових коливань в галузі обробки декоративного, виробного, напівкоштовного самоцвітного та ювелірного каменів. Дана характеристика основним процесам ультразвукової обробки природних каменів.

Україна має виключно великі запаси декоративного каменю різних генетичних типів, значні запаси виробного і напівкоштовного каменів. Номенклатуру виробів з каменю можна значно розширити, якщо впроваджувати нові способи його обробки або удосконалювати існуючі технології обробки каміння. Причому, першочергово необхідно впроваджувати такі методи обробки, які суттєво не впливають на структурні, кольорові, декоративні і технологічні особливості гірських порід. За характером впливу на камінь сучасні технологічні процеси поділяються на механічні, термічні, хімічні та комплексні. Кожний з цих методів може дати свої позитивні результати, які можна реалізувати в каменеобробці, каменерізблярстві та ювелірному виробництві. Серед всіх перерахованих способів обробки каменю великий практичний інтерес має ультразвуковий метод. Особливість ультразвукової обробки полягає у здатності інструмента здійснювати високочастотні коливання, які досягають 20 тис. ударів за секунду, що в декілька разів перевищує швидкість різання абразивних і алмазних інструментів. Разом з тим максимальна амплітуда ультразвукових коливань обмежена і становить 10...15 мкм, що обумовлює використання цього методу переважно для кінцевої фактурної обробки або виготовлення різних дрібних виїмок в кам'яних заготовках. Перевага ультразвукової обробки полягає у тому, що з'являється можливість суттєво збільшувати питому вихідну потужність і ерозійну активність у рідинному середовищі внаслідок посидання місцевої кавітації та інших явищ. Це дає в свою чергу можливість впроваджувати ультразвукову обробку для отримання декоративних фактур на кам'яних заготовках безпосередньо після їх розшилювання. Найбільш ефективною є ультразвукова обробка для каменів твердих і крихких, таких як кварцити, джеспіліти, габро, дрібнозернисті граніти, кремені та ін.

Сучасні процеси ультразвукової обробки доцільно розділити на два основних види:

- а) з використанням тільки енергії ультразвуку;
- б) з накладенням ультразвукових коливань на механічний інструмент.

При використанні тільки енергії ультразвуку руйнування каменю відбувається вільними зернинками абразиву, які знаходяться між поверхнею абразивного каменю і торцем концентратора (інструмента ультразвукової обробки), який коливається з ультразвуковою частотою. Інструмент передає коливальні рухи зернам абразиву до 100 тис. на 1 см² (при ультразвуковій частоті до 25 кГц), які виколюють з оброблюваної поверхні частини породи. Найбільш ефективною ця технологія є при свердлінні отворів та профільній обробці каменю. В останньому випадку інструмент повинен мати негативний профіль дзеркального потрібного зображення. Наприклад, негатив горельєфу, барельєфу, геми тощо. Для виконання процесів цього виду потрібна ультразвукова установка, яка складається з ультразвукового генератора для збудження коливальної системи, що складається з концентратора та магніостриктора з інструментом, який перетворює електричні коливання ультразвукової частоти генератора в механічні коливання інструмента тієї ж частоти, а також гідросистему для подачі абразивної суспензії в зону обробки та систему подачі. Від магніостриктора коливання передаються концентратору коливань, на кінці якого закріплений спеціальний інструмент, так званий "інструмент-кінцевик". В концентраторі акустична енергія концентрується на малій площі, що призводить до збільшення амплітуди коливань (до 100 мкм). Силу подачі інструмента на оброблювану поверхню необхідно регулювати в залежності від твердості каменю та його оброблюваності. Але, як свідчать експериментальні дані, цей спосіб обробки має наступні недоліки: відносно невисока продуктивність, інтенсивне зношування інструмента із збільшенням обсягів обробки; зниження продуктивності зі збільшенням глибини обробки; обмеження площин обробки; підвищення енергоємності зі збільшенням площі і глибини обробки. Другий вид ультразвукової обробки передбачає виконання примусово направлених ультразвукових коливань як засобу впливу на звичайний процес механічної обробки кам'яних заготовок ріжучим інструментом. В цьому випадку магніостриктор безпосередньо зв'язують в єдину конструкцію з концентратором та ріжучим інструментом. Це забезпечує зниження сил різання в 10–20 разів при підвищенні якості обробки.

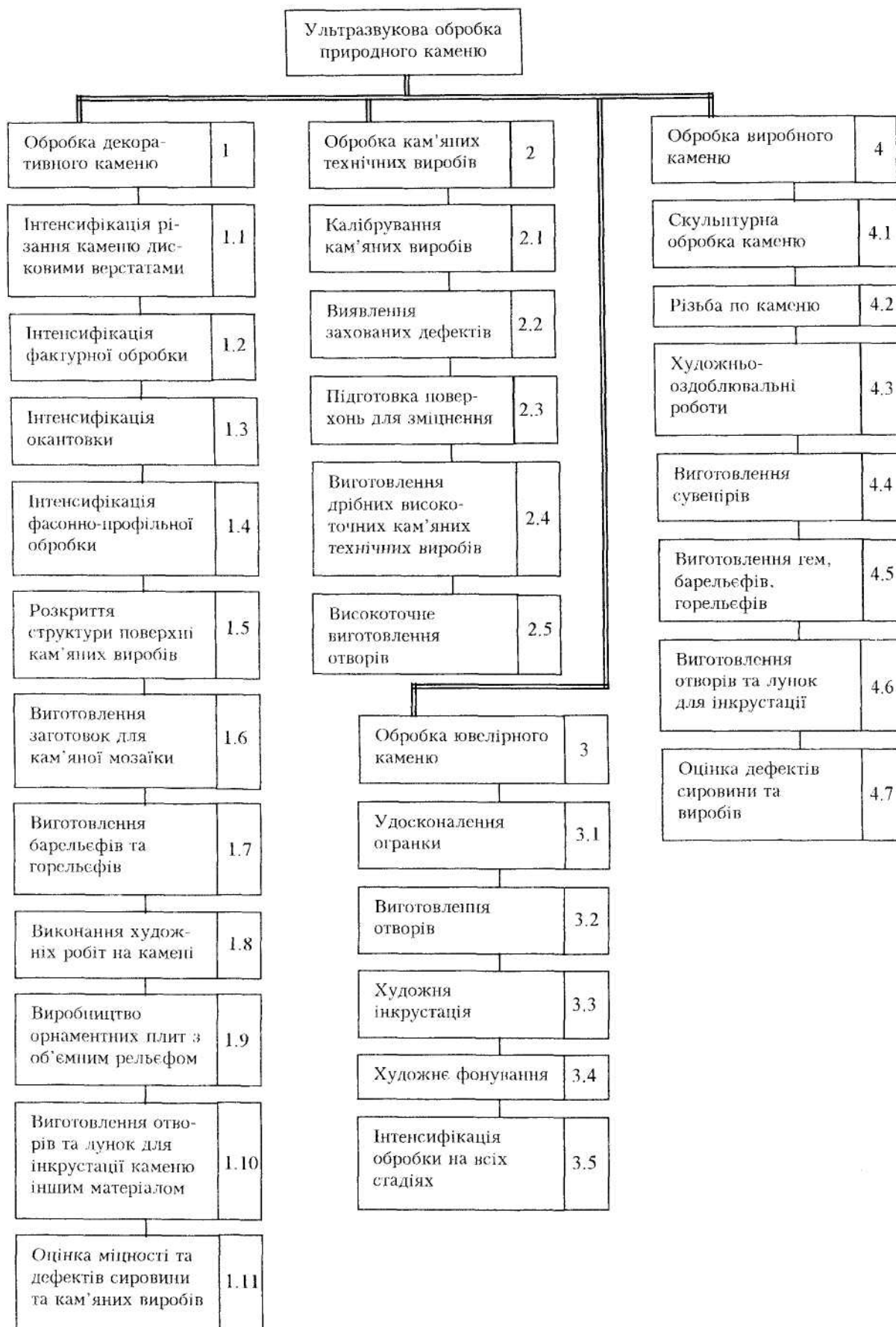


Рис. 1. Структура напрямків використання ультразвуку для обробки декоративного та ювелірного каменів

Ультразвукова обробка каменю забезпечує надзвичайно високу точність та якість обробки. Пропонується наступна структура використання ультразвуку в каменеобробці (рис. 1).

Удосконалення ультразвукової обробки каменю здійснюється в напрямку підвищення стійкості інструмента за рахунок використання нових надтвердих матеріалів, покращання абразивних суспензій та удосконалення самих ультразвукових установок.

Надзвичайно важливою перевагою ультразвукової обробки декоративних, виробних і самоцвітних каменів є збереження каменями декоративних властивостей та особливих ювелірних властивостей, таких як плеохроїзм, дихроїчність, астеризм, метаміктність, гра кольору, блиск, вилискування та ін. в процесі ультразвукової обробки.

Процеси ультразвукової обробки з використанням тільки енергії ультразвуку доцільно застосовувати при здійсненні операцій: 1.7; 1.8; 1.9; 1.10; 2.4; 2.5; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 4.2; 4.3; 4.5; 4.6 згідно з рис. 1. Виконання процесів ультразвукового руйнування з накладенням ультразвукових коливань на механічний інструмент доцільно застосовувати при здійсненні операцій: 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 1.6; 2.1; 2.2; 2.3; 3.5; 4.1; 4.4 згідно з рис. 1. В операціях 1.11; 2.2; 4.7 використовують ультразвук лише для діагностики, що теж дуже важливо, тому що оцінка міцнісних характеристик та виявлення дефектів є важливою передумовою для вибору і обґрунтування параметрів технології обробки каменю, використання сировини та продукції.

В даний час виділяють три факультури ультразвукової обробки: абразивно-ультразвукова, що утворюється при ультразвуковій обробці кам'яних заготовок, отриманих шляхом дробно-штрихового розпилювання каменю; алмазно-ультразвукова, що утворюється після ультразвукової обробки кам'яних заготовок, які отримані при розпилюванні на алмазно-штрихових та дискових верстатах; фрезерно-ультразвукова, що утворюється після ультразвукової обробки кам'яних заготовок, виготовлених абразивними або алмазними фрезами.

Ультразвукову обробку декоративного, виробного і напівкоштовного та ювелірного каменів пропонується здійснювати згідно з викладеними рекомендаціями приведеними в загальній структурі напрямків використання ультразвуку для обробки каменю, що дозволить суттєво підвищити ефективність ультразвукових технологій каменеобробки, підвищити якість та точність кам'яних виробів, зберегти декоративні та ювелірні властивості каменю, покращити умови праці.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Абрамов О.В., Хорбенко И.Г., Швецла М.П.* Ультразвуковая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – С. 280.
2. *Зорін О.П.* Декоративна обробка каменю ультразвуком // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 7. – С. 295–297.
3. *Зорін О.П.* Вплив ультразвукового руйнування на особливі ювелірно-декоративні властивості дорогоцінних каменів. // Вісник ЖІТІ. – 1997. – № 6. – С. 199–201.
4. *Х.С. Аль-Сади.* К проблеме постановки лабораторных экспериментов при проведении исследований образцов акустическими методами // Науковий вісник Національної гірничої академії України. – 2001. – № 3. – С. 14–15.
5. *Бабак В.П.* Методи ультразвукової інтроскопії. // Вісник ЖІТІ. – 1996. – № 4. – С. 68–80.
6. *Зорін О.П.* Дослідження міцності декоративно-облицювальних вапняків ультразвуковим методом // Вісник ЖІТІ. – 1998. – № 8. – С. 221–223.

БАККА Микола Терентійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– гірництво, обробка каменю, екологія.

ЖУКОВ Сергій Олександрович – доктор технічних наук, професор, проректор Криворізького технічного університету.

Наукові інтереси:

– гірництво, обробка каменю.

Подано 10.12.2001