

УДК 691.2:621.9.048:006.354(4)

**Махно А.М., здобувач освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»,
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
Мамрай В.В., к.т.н., доц.**

Державний університет «Житомирська політехніка»

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ СТАНДАРТАМ EN ЗАСОБАМИ ГІДРОАБРАЗИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вимоги до якості виробів із природного каменю, що постачаються на європейський ринок, регулюються низкою гармонізованих стандартів (EN). Зокрема, стандарт EN 1469, що стосується облицювальних плит, встановлює суворі критерії не лише до фізико-механічних властивостей матеріалу, але й до його геометричних параметрів: довжини, ширини, товщини, прямокутності та площинності. Досягнення цих жорстких допусків є необхідною умовою для отримання конкурентної переваги та доступу до високомаржинальних сегментів європейського ринку [1].

Традиційні методи різання, засновані на використанні дискових алмазних пил, мають низку технологічних обмежень, які ускладнюють стабільне забезпечення високих геометричних допусків. Основні недоліки включають значну ширину різ (керф), що призводить до перевитрати цінного матеріалу, а також тепловий вплив і механічні навантаження, які можуть спричинити мікротріщини. Крім того, інструментальне зношення дискових пил погіршує точність різ на довгих відстанях і робить неможливим отримання складних криволінійних або внутрішніх геометричних форм, обмежуючи виробника лише прямими лініями [2].

Гідроабразивна технологія, навпаки, є методом холодної, безконтактної обробки, який теоретично усуває більшість недоліків традиційного різання. Вона ґрунтується на використанні високошвидкісного струменя води, змішаного з абразивним матеріалом (найчастіше гранатом). Відсутність значного теплового впливу запобігає термічним деформаціям та утворенню мікродфектів у структурі каменю, що забезпечує структурну цілісність виробу, яка є невід'ємною частиною якісного контролю згідно з вимогами EN [1].

Ключова технологічна ефективність гідроабразивних систем полягає у досягненні виняткової геометричної точності. Завдяки використанню комп'ютерного числового керування (ЧПК) та надзвичайно вузького різ (який може становити лише 0,8–1,5 мм), ця технологія забезпечує мінімальні відхилення від номінальних розмірів. Це дозволяє українським виробникам не просто відповідати, а й перевищувати жорсткі допуски, встановлені стандартом EN 1469 для довжини, ширини та прямокутності, забезпечуючи високу взаємозамінність елементів при монтажі на об'єкті.

Крім того, гідроабразивне різання забезпечує геометричну свободу, що є критично важливим для сучасних архітектурних рішень на європейському ринку. На відміну від обмежень дискових пил, водяний струмінь, як точковий інструмент, здатен створювати будь-які криволінійні обриси, внутрішні отвори, складні фаски та фігурні з'єднання. Ця можливість відкриває шлях для виробництва високомаржинальних, індивідуальних виробів (наприклад, елементи мозаїки, інкрустації, радіальні облицювальні плити), які мають високий попит у країнах ЄС, але є недосяжними для традиційного українського обладнання.

Технологічна ефективність гідроабразиву також виражається у раціональному використанні сировини. Вузький різ, який вона забезпечує, дозволяє мінімізувати втрати цінного матеріалу. На великих обсягах дорогого природного каменю (наприклад, габро або лабрадорит), економія кількох міліметрів з кожного різ суттєво підвищує коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) та, як наслідок, економічну ефективність виробництва. Це відповідає загальноєвропейським принципам ресурсозбереження.

Таким чином, перехід на гідроабразивні технології є не просто модернізацією обладнання, а стратегічною необхідністю для українських каменеобробних підприємств. Теоретично, ця технологія надає технічні засоби для подолання всіх геометричних та толерантних бар'єрів, встановлених європейськими стандартами, зокрема EN 1469. Забезпечуючи високу точність, гнучкість форм та мінімізацію матеріальних втрат, гідроабразив відкриває шлях до конкурентоспроможності на ринку високотехнологічних і складних виробів з природного каменю в Європейському Союзі.

Список використаної літератури:

1. ДСТУ EN 1469:2019. Вироби з природного каменю. Облицювальні плити. Вимоги (EN 1469:2015, IDT). – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 25 с.
2. Махно, А. М., & Піскун, І. А. (2025). Дослідження параметрів шорсткості поверхні природного облицювального каменю при гідроабразивному впливі на гірську породу. *Технічна інженерія*, (1(95)), 172–178. [https://doi.org/10.26642/ten-2025-1\(95\)-172-178](https://doi.org/10.26642/ten-2025-1(95)-172-178)