

УДК 621.317

*Горобець О.С., аспірант,
Подчашинський Ю.О., д.т.н., професор,
Ченюк Л.О., к.т.н., доцент
Державний університет «Житомирська політехніка»*

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ ВИРОБІВ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

Якість поверхні облицювальних виробів із природного каменю впливає як на декоративні властивості, так і на фізико-механічні характеристики матеріалу, зокрема його міцність, зносостійкість і стійкість до зовнішніх впливів. Тому контроль якості поверхні таких виробів є досить актуальним практичним завданням. На даний час використовують широкий спектр методів, які умовно можна поділити на традиційні методи неруйнівного контролю (оптична, цифрова та конфокальна мікроскопія; вимірювання блиску і білизни; контактна профілометрія; капілярний контроль) та методи цифрової обробки зображень. Проаналізуємо їх переваги та недоліки.

Оптичні методи дозволяють досліджувати мікроструктуру поверхні, виявляти тріщини, пори та неоднорідності матеріалу. Сучасні цифрові мікроскопи забезпечують отримання високоякісних зображень для подальшого аналізу, але ці результати суттєво залежать від умов освітлення та якості оптичної системи. Використання конфокальних мікроскопів дозволяє отримати тривимірне зображення поверхні зразка з високою роздільною здатністю та точністю. Їх переваги – безконтактність та наочність, недоліки – висока вартість, складність обробки результатів і обмеження щодо великих поверхонь [1]. Декоративні властивості облицювального каменю можна оцінити за допомогою блискомірів, оскільки встановлено, що шорсткість поверхні суттєво впливає на показники блиску. Перевагами є швидкість і простота вимірювання, а недоліками – чутливість до забруднень, залежність від умов освітлення та обмежена інформативність щодо мікрodefektів [2]. Контактна профілометрія є одним із найбільш поширених методів оцінювання мікрогеометрії поверхні. Вона базується на переміщенні алмазного шупа по поверхні з реєстрацією відхилень профілю, що дозволяє визначати параметри шорсткості. Цей метод застосовується для оцінки якості полірованих поверхонь каменю, де шорсткість є ключовим показником якості. Перевагами даного методу є висока точність вимірювання параметрів шорсткості, стандартизованість, простота інтерпретації результатів. Недоліками є

неможливість аналізу крихких матеріалів та обмеження щодо складної геометрії поверхні. Виявлення дефектів поверхні каменю із застосуванням методу капілярного контролю є досить ефективним і високочутливим до дрібних поверхневих дефектів. Метод дозволяє виявляти дефекти складної форми незалежно від геометрії поверхні та типу матеріалу, не потребує складного обладнання та має невисоку вартість. Капілярний контроль може застосовуватися для різних видів природного каменю. Проте достовірність отриманих результатів суттєво залежить від якості підготовки поверхні, а сам процес є досить трудомістким і потребує точного дотримання технології [2].

Методи цифрової обробки зображень (ЦОЗ), до яких належать класична обробка зображень, методи машинного та глибокого навчання, дають змогу автоматизувати контроль якості поверхні, підвищити його швидкість і об'єктивність. Цифрові зображення поверхні каменю містять значну кількість вимірювальної інформації, включаючи колірні та геометричні характеристики, однак їх аналіз потребує спеціалізованих методів обробки [3]. Класичні методи ЦОЗ найбільш ефективні для попередньої обробки та первинного аналізу зображень, однак вони мають низьку адаптивність до складних текстур і залежать від параметрів обробки. Методи машинного навчання більш гнучкі та точні, проте суттєво залежать від якості ознак, що використовуються для навчання. Найефективнішими є згорткові нейронні мережі, які автоматично виділяють ознаки та забезпечують високу точність і стійкість до шуму, але потребують значних обчислювальних ресурсів і великих обсягів даних.

В цілому, жоден метод не є універсальним, що зумовлює доцільність комплексного підходу з використанням декількох методів.

Список використаних джерел:

1. Leach R. Optical Measurement of Surface Topography. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12012-1> (дата звернення: 20.03.2026).
2. Шамрай В. І. Управління декоративними показниками природного каменю на основі фактурної обробки: монографія. Житомир: «Житомирська політехніка», 2021. 134 с.
3. Подчашинський Ю. О. Кирилович В. А., Лугових О. О. Застосування автоматизованих та інформаційних систем з цифровими зображеннями при відкритій розробці родовищ природного каменю. URL: [https://doi.org/10.26642/ten-2022-2\(90\)-161-169](https://doi.org/10.26642/ten-2022-2(90)-161-169) (дата звернення: 20.03.2026).