

## РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.35:004.932

О.В. Дерев'янюк, ст. викл.

Т.А. Распутна, ст. викл.

Житомирський державний технологічний університет

АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕКОРАТИВНОСТІ  
ОБЛИЦЮВАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ*(Представлено к.г.н., доц. Ремезовою О.О.)*

*У статті узагальнені й проаналізовані основні методики управління декоративністю облицювального природного каменю. Наведено методику оцінки якості поверхні декоративно-облицювального природного каменю на основі формування та обробки виміральної відеоінформації з визначенням фрактальної розмірності.*

**Вступ.** Різновидів природного каменю налічується більше 8000. Частіше інших у будівництві використовують мрамур, граніт, лабрадорит, сланець, піщаник і вапняк. Сьогодні сфера застосування каменю дуже широка: зовнішнє облицювання будинків, в інтер'єрі – обробка стін і підлоги, виготовлення камінів, колон, стільниць, ваз, свічників, орнаментів і скульптур.

Для природного каменю, що застосовується в будівництві, важливі такі характеристики, як міцність, декоративність, довговічність, оброблюваність, стираність, пористість, крихкість і морозовитривалість.

Декоративність каменю є однією з важливих його характеристик, яка за своєю сутністю являє собою сукупність художньо-естетичних властивостей природного каменю, яка характеризує ступінь його естетичних переваг.

Поряд з тріщинуватістю, міцністю і довговічністю декоративність каменю є дуже важливим критерієм вибору і оцінки різних видів облицювального каменю.

У виробництві облицювальної, архітектурно-будівельної, ритуальної, художньо-естетичної продукції з каменю в даний час використовуються 230 видів природних каменів. Аналіз сировинної бази свідчить про те, що для забезпечення ефективного управління якістю природних каменів доцільно поділити їх на 6 категорій якості, і напрямок дослідження повинен полягати в тому, щоб шляхом декорування каменю нижчої категорії перевести його в більш високу категорію [1]. Доцільними є розробка, обґрунтування та впровадження оптимальних технологій виробництва облицювальних виробів, в тому числі на основі відходів каменю при видобуванні та обробці некондиційних видів природного каменю, а також визначення комплексу технологічних операцій з управління їх якістю.

Враховуючи те, що декоративно-облицювальні й виробні камені бувають різних генетичних типів, стає зрозумілим, що технології декорування цих каменів теж суттєво відрізняються. Так, декорування високоміцних каменів з кристалічних глибинних чи вивержених гірських порід доцільніше здійснювати механічними способами. Декорування фізико-технічними способами є більш доцільним до виробних та високоміцних декоративно-облицювальних каменів. Враховуючи різноманітність відходів гірничих підприємств, декорування кам'яних виробів при комплексному використанні відходів можливо ефективно забезпечити, використовуючи комплекс спеціальних технологій з урахуванням властивостей і обсягів відходів, виробничих можливостей в умовах підприємства, попиту на продукцію та інших чинників.

**Мета роботи.** Проаналізувати шляхи управління декоративністю кам'яної продукції, виконати оптимізацію існуючих і пошук нових шляхів. В основу дослідження покладено використання фрактальних параметрів відеозображення поверхні природного каменю. Ці параметри визначають подібність певних частин відеозображення до всього відеозображення або до інших його частин.

**Викладення основного матеріалу.** Декоративність породи може бути досить повно оцінена трьома основними параметрами: кольором, текстурою й фактурою.

Одним з головних параметрів, що характеризують декоративність каменю, є колір, сприйняття якого обумовлене різним розподілом енергії по спектрі світлового потоку, що потрапляє в зоровий аналізатор. Кольори розділяються на хроматичні, віднесені до I категорії кольоровості, і ахроматичні, віднесені відповідно до II категорії кольоровості.

Серед хроматичних кольорів виділяють основні з них – жовті, сині й червоний і складові з них, що утворюються в результаті злиття двох або трьох основних: жовтогарячий, фіолетовий і зелений. Змішуванням основних хроматичних кольорів досягається також безліч проміжних. [2]

З ахроматичних кольорів виділяють чорний, чорно-сірий, темно-сірий, середньо-сірий, ясно-сірий, біло-сірий і білий кольори. Медичними дослідженнями підтверджується, що людське око здатне

розрізняти до 300 ахроматичних відтінків, що відрізняються один від одного ступенем світлості.

Колір лицювального каменю обумовлений хімічним складом гірської породи й вмістом у ній домішок. Так, з'єднання кальциту й доломіту мають білий колір, вугільні й інші органічні сполуки дають сірі тони, солі марганцю й оксиди заліза обумовлюють рожеві кольори, хлоритові й серпентинітові частки порід викликають зелені тони, закисне залізо фонують сірі, чорні й бурі розцвічення.

Колір каменю характеризується: колірним тоном  $\lambda$ , насиченістю  $P$  й світлістю  $B$ . Колірний тон визначається домінуючою довжиною хвилі спектрального кольору  $\lambda$ , що виражає в нанометрах, виміри якої проводяться за допомогою спектрофотометрів типу СФ-ФО або калориметрами типу КНО-3 і компараторів кольору.

Під насиченістю кольору  $P$  варто розуміти ступінь розведення спектрального кольору білим. Насиченість спектральних кольорів дорівнює одиниці, ахроматичних – нулю. Насиченість колірних тонів досягається додатком будь-якого ахроматичного тону. Так, додаток чорного кольору дає темно-сині, зелені, темно-коричневі тони, а додавання білого кольору обумовлює рожеві й блідо-голубі тони. Ступінь насиченості каменів хроматичних кольорів ділиться на чотири категорії: 1 категорія – інтенсивно насичена, до неї відноситься такий камінь, як червоні мармури і мармуризовані вапняки; 2 категорія – середньо насичений, до якої відноситься червоно-сірий граніт карлахтинський, фіолетово-сірий мрамур агверанський; 3 категорія – слабонасичена – зеленувато-сірий туф бердянський, блідо-блакитний мрамур слюдянський; 4 категорія – ненасичена, до якої відносяться камені ахроматичних кольорів з ледь помітним холодним або теплим тоном (мрамур прохоро-баландинський, вапняк бодракський).

Світлість  $B$  характеризується ступенем інтенсивності відбиття світла поверхнею каменю. Вона вимірюється блискоміром типу БФ-2 у відсотках до світлості еталона й використовується для характеристики каменю ахроматичного ряду відповідно до семисходової шкали, запропонованої ВНДПШбудсировина.

Зміна світлості темних тонів уловлюється зоровим аналізатором легше, ніж світлих. Крайні шаблі (1 й 7) відповідають поняттю "чорний" й "білий" камінь, сірі й кольорові камені характеризуються п'ятьма проміжними шаблями з діапазоном світлості 5,7–56,0 %. Найбільш декоративними каменями ахроматичного ряду вважаються білі й чорні. Високий ступінь світлості каменю сприймається людиною як радісна, легка, а низька світлість – як сумна, важка.

При оцінці декоративності каменю додатково враховується ряд інших важливих ознак: колірна перевага (унікальність), гра тонів основного кольору, сполучення кольорів. Колірна перевага характеризує ступінь рідкості й оригінальності розцвічень даного зразка в порівнянні з іншими природними каменями [1, 4, 5].

Ознака сполучення кольорів урахує ступінь відповідності офарблення каменя основним положенням колористики по колірних контрастах і колірній гармонії. За сполученням кольорів камені підрозділяються на 3 категорії:

- поліхромні зі сприятливим сполученням кольорів у межах нюансних гармоній;
- монохромні, з гармонічними відхиленнями від домінуючих тонів;
- поліхромні з несприятливим сполученням кольорів.

Одним з головних параметрів, що характеризують декоративність облицювального каменю, є текстура, при якій варто розуміти прояв на поверхні виробу будови каменю, що дає інформацію про його походження. Текстура каменю характеризується і ступенем розвитку малюнка, ступенем прояву структури, просвічуваністю [4, 8, 9].

Малюнок обумовлює декоративність природного каменю, залежить від напрямку розпилювання каменю щодо орієнтування мінералів, а його краса залежить від характеру сполучення кольорів, оригінальності, виразності малюнка на суміжних виробках, а також чіткості його виявлення при різних фактурах обробки, що й обумовлює класифікацію каменю за цією ознакою.

Структура доповнює малюнок поверхні каменю й формує його. За цією ознакою лицювальні камені підрозділяються на дві категорії: I – з декоративними структурами; II – з недекоративними структурами.

Просвічуваність характеризує здатність верхнього шару каменю частково пропускати світло, виявляючи при цьому внутрішні малюнок і структуру. Найкращою просвічуваністю володіють онікси, гіпсові камені, білі мармури. Камені вивержених порід, як правило, просвічуваністю не володіють [1, 3].

Поряд з кольором і текстурою фактура лицювої поверхні каменю відіграє важливу роль при оцінці його декоративності. Фактура являє собою параметр, що визначається характером і висотою рельєфу поверхні, отриманої після відповідної обробки.

Необхідно враховувати, що фактура облицювальних матеріалів навіть із каменю одного й того ж різновиду може значно змінювати характер облицювання. Фактури обробки різко міняють як світлість, так і насиченість каменю, малюнок. Ця властивість найчастіше використовується фахівцями для оформлення художніх написів і малюнків на камені, які найбільш чітко й оригінально виглядають на фоні полірованих поверхонь темноколірних дрібнозернистих каменів.

Колір каменю особливо виявляється при полірованій фактурі і трохи знижується при лощеній.

Фактури сколювання знижують насиченість колірною тону ще більше. У переважній більшості оцінок декоративності каменю проводиться по зразках полірованої фактури, що найбільш повно виявляє колір і текстуру породи (різновиди, що не поліруються, оцінюються за лощеною фактурою).

Декоративністю каменю можна управляти, каменям можна надавати інший колір (підфарбовувати), на них можна наносити різних типів декоративно-захисні покриття (безбарвні й кольорові лаки, смоли, суміш гірського воску зі скипидаром й інші). Виробам з каменів, що не поліруються, можна штучно створювати квазіполіровані поверхні.

Декоративність каменю в сполученні з експлуатаційними характеристиками якості є споживчою властивістю, що визначає його цінність, тобто споживчу вартість природного каменю, на підставі чого можна визначити області його раціонального використання.

Оцінка декоративності каменю складається з наступних етапів: підготовка зразків, попередня оцінка ознак декоративності, облік коригувальних ознак, установлення класу декоративності каменю й складання експертного висновку про декоративності.

Відповідно до методики ВНДПШбудсировина зразки для оцінки декоративності каменю повинні бути представлені прямокутними плитками розмірами 400 x 250 x 10–20 мм, вирізаними на алмазно-дисковому верстаті. Зразок повинен бути виготовлений у полірованій або лощеній фактурі. Зразки вирізують із проби в трьох взаємно перпендикулярних напрямках, по двох зразках з кожного напрямку, що забезпечує найбільш повну характеристику каменю. Мінімальна кількість зразків, по яких оцінюється декоративність, повинна бути 6.

Для виконання попередньої оцінки ознак декоративності встановлюється категорія по кожному з основних ознак декоративності даного зразка: кольоровості, насиченості, світлості, колірній перевазі, однорідності, сполученню кольорів, малюнку, структурі, просвічуваності, полірованості. Категорія по кожному із зазначених ознак декоративності встановлюється або органолептичним, або інструментальним методами аналізу.

Далі роблять попередню оцінку декоративності каменю за бальною системою з роздільною оцінкою в балах кожного параметра декоративності залежно від категорії. Результат попередньої оцінки по кожному параметру декоративності уточнюється шляхом уведення відповідних коригувальних коефіцієнтів, що враховують вплив негативних ознак. Для цього сумарна бальна оцінка по кожному параметру декоративності множиться на відповідні цьому параметру коефіцієнти коректування [3].

Підсумкова оцінка декоративності каменю (у балах) з урахуванням коригувальних коефіцієнтів визначається за формулою:

$$A = (\Sigma C)K^l_u \dots K^i_u + (\Sigma T)K^l_m \dots K^i_m + \Phi K^l_\phi \dots K^i_\phi \quad (1)$$

де  $A$  – рівень декоративності;  $\Sigma C$  – сумарна оцінка декоративності за ознаками кольору;  $K^l_u \dots K^i_u$  – коригувальні коефіцієнти ознак кольору;  $\Sigma T$  – сумарна оцінка декоративності за ознаками текстури;  $K^l_m \dots K^i_m$  – коригувальні коефіцієнти ознак текстури;  $\Phi$  – оцінка декоративності за ознаками фактури;  $K^l_\phi \dots K^i_\phi$  – коригувальні коефіцієнти ознаки фактури.

Підсумковий результат округлюється до цілого числа.

Оцінка декоративності проводиться для кожного зразка окремо, після чого визначається середнє арифметичне в цілому для даного каменю.

Клас декоративності породи встановлюється шляхом зіставлення підсумкової середньоарифметичної оцінки декоративності із класифікацією декоративності лицевальних матеріалів, наведеної нижче:

*Клас декоративності*      *Підсумкова оцінка декоративності, бали*

I (високодекоративний) .....	>32
II (декоративний) .....	23–32
III (малодекоративний) .....	15–23
IV (недекоративний).....	<15

Після встановлення класу декоративності складається експертний висновок, у якому обов'язково наводиться характеристика основних ознак декоративності, відзначається рівень впливу негативних факторів, що зменшують художньо-естетичну цінність породи, дається зіставлення з наявними аналогами [3].

Складність і політетичність (багатозначність) застосованих у цій методиці ключових визначень та класифікаційних критеріїв дуже часто не дозволяють отримати однозначний результат. Так, наприклад, історично визнані високодекоративні лабрадорити Головинського та габро Сліпчицького родовищ, які традиційно вважалися високодекоративним камінням і були використаними для облицювання багатьох відомих пам'ятників архітектури, різноманітних будівель і споруд в містах близького та далекого зарубіжжя [3], у разі оцінки за допомогою вищеописаної методики відносяться до третього класу, тобто оцінені як малодекоративні. Світло-сірі лабрадорити Васьковицького родовища, які є унікальними серед гірських порід свого класу, за згаданою методикою, також оцінюються як малодекоративні.

Досить переконливим аргументом у недосконалої вищезазначеної методики є той факт, що реальні ринкові ціни на декоративне каміння мають погану реляцію до визначених за її допомогою показників

декоративності.

Слід наголосити, що фактор декоративності є важливим економічним важелем у галузі видобутку і переробки природного каменю, і подальше практичне використання недосконалого методу визначення якості декоративних гірських порід вже стає недоцільним.

Цілком ймовірно, що недоліки розглянутої вище методики пов'язані з тією обставиною, що при оцінці декоративності того чи іншого каменю не враховується мета його використання.

Тому пропонується для визначення декоративності облицювального каменю використовувати геометричні характеристики структурних елементів цієї поверхні (лінійні розміри і площа цих елементів, їх взаємне розташування, кут орієнтації на площині тощо), а також фрактальні параметри як інтегральний показник якості текстури поверхні декоративно-облицювального природного каменю. Для отримання кількісних показників текстури потрібно обчислити гистограму для кожної з вказаних геометричних характеристик в межах всього відеозображення або деякої області відеозображення, що має однорідну текстуру. Детально питання вимірювань геометричних характеристик структурних елементів поверхні декоративно-облицювального природного каменю досліджено в [6, 7, 8].

Розроблену методику оцінки якості поверхні декоративно-облицювального природного каменю на основі формування та обробки вимірювальної відеоінформації з визначенням фрактальної розмірності можна представити наступними такими кроками:

1. Формування зображення поверхні декоративно-облицювального природного каменю. Для формування відеозображень поверхні каменю доцільно використовувати стандартні пристрої формування відеозображень (сканер, цифровий фотоапарат або цифрова відеокамера), звертаючи увагу на технічні характеристики цих пристроїв, суттєві для отримання необхідної вимірювальної відеоінформації.

2. Введення цифрового відеозображення в комп'ютер за допомогою інтерфейсу або пристрою, який забезпечує введення цифрового відеозображення в комп'ютер.

3. Перетворення початкового зображення в формат, прийнятний для цифрової обробки програмними засобами.

4. Перетворення початкового зображення в різні кольорові простори.

5. Визначення кількісних і якісних характеристик (груп показників) для кожної кольорової схеми.

6. Обробка результатів обчислень.

7. Класифікація зразків та оцінка їх якості.

Дана методика передбачає наявність зображень зразків природного каменю, які визначені експертами як еталонні. Обробка відеозображень їх поверхні дає показники, які використовуються при порівнянні і класифікації зразків природного каменю з різних ділянок родовища.

Фрактальна розмірність для двовимірного простору обчислюється в середовищі FracLab за допомогою вбудованої функції Box Dimension. Дана функція показує ймовірність знаходження точки контуру об'єкта в найменшій клітині площини (розмір дискретної точки відеозображення). Результат виконання функції – числове значення в діапазоні від 1 до 2, що відповідає фрактальній розмірності конкретного зразка природного каменю.

Фрактальна розмірність для тривимірного простору також обчислюється в середовищі FracLab за допомогою функції Regularization Dimension, що показує ймовірність знаходження значення висоти (амплітуди відеосигналу) в найменшому кубі простору (відповідно до розміру дискретної точки відеозображення). Результат виконання функції – числове значення в діапазоні від 2 до 3, що відповідає фрактальній розмірності конкретного зразка природного каменю.

Класифікація зразків відбувається наступним чином: визначаються значення фрактальних розмірностей  $D_{0j}$  для еталонного зразка  $j$ -го виду природного каменю, потім знаходиться порогове значення фрактальної розмірності для найближчих видів природного каменю:

$$D_n = \frac{D_{0m} + D_{0l}}{2}. \quad (2)$$

Далі визначається діапазон значень  $\varepsilon$ , який характерний для певного виду природного каменю. Якщо числове значення фрактальної розмірності досліджуваного  $i$ -го зразка  $D_{ij}$  задовольняє умові:

$|D_{ij} - D_{0j}| \leq \varepsilon$ , то даний зразок відносять до цього виду природного каменю. Варто зазначити, що величина  $\varepsilon$  також повинна відповідати умові:  $\varepsilon \ll |D_n - D_{0j}|$ .

Загальна класифікація зразка відбувається за сумарним значенням всіх показників і в залежності від значень  $\varepsilon$  може відбуватися з більшою або меншою точністю.

Отримані результати досліджень показують, що розроблена методика дає можливість отримати кількісні характеристики, які можуть використовуватися для оцінки якості і класифікації декоративно-облицювального природного каменю.

**Висновки.** У статті викладена оглядова характеристика основних декоративних якостей природного каменю, визначені основні чинники, що впливають на декоративність.

Практичне значення роботи полягає в тому, що при збільшеному попиті на декоративну кам'яну продукцію в наш час виникає потреба в більш якісній технологічній її обробці на всіх стадіях процесу, а також впровадженню нових способів добування та обробки, які забезпечили б максимальну якість продукції.

Розглянуто питання покращення існуючої методики оцінки декоративності каменю, з врахуванням текстурно-фрактальної обробки відеозображень поверхонь зразків декоративно-облицювального природного каменю. Наведено відповідні методики контролю якості цих зразків, що дозволяє контролювати якість сировини з родовищ природного каменю, а також контролювати якість поверхні будівельних виробів з природного каменю в процесі їх виготовлення.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бакка Н.Т., Ильченко И.В. Облицовочный камень. Геолого-промышленная и технологическая оценка месторождений. – М: Недра, 1992. – 303 с.: ил.
2. Агостон Ж. Теория цвета, ее применение в искусстве и дизайне. – М.: Мир, 1982.
3. Бакка М.Т., Кузьменко О.Х., Сачков Л.С. Добування природного каменю: Ч. I. Геолого-промислова і технологічна оцінка родовищ природного каменю: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 352 с.
4. Гелета О. Структура і зміст методики оцінки художньо-естетичної якості декоративного каміння // Коштовне та декоративне каміння. – 2000. – № 2. – С. 3–7.
5. Добыча и обработка природного камня: Справочник / Под ред. А.Г. Смирнова. – М.: Недра, 1990. – 445 с.
6. Криворучко А.А., Купкин Е.С., Подчаишинский Ю.А., Ремезова Е.А. Изучение структуры природного камня с целью усовершенствования технологии его добычи // Добыча, обработка и применение природного камня: Сборник научных трудов. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет, 2005. – С. 112–120.
7. Криворучко А.О., Подчаишинський Ю.О., Ремезова О.О. Дослідження просторового розподілу рудної мінералізації в масивах габро засобами інформаційно-комп'ютерної обробки відеозображень поверхні зразків порід // Геоінформатика. – 2006. – № 3. – С. 76–80.
8. Потапов А.А., Булавкин В.В., Герман В.А., Вячеславова О.Ф. Исследование микрорельефа обработанных поверхностей с помощью фрактальных сигнатур // Журнал технической физики. – 2006. – № 6. – С. 28–45.
9. Гонсалес Р. Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.

ДЕРЕВ'ЯНКО Олена Василівна – старший викладач кафедри геотехнологій ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- охорона праці;
- екологічна безпека.

РАСПУТНА Тетяна Адамівна – старший викладач кафедри геотехнологій ім. проф. Бакка М.Т. Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- екологія гірничого виробництва.

Подано 10.05.2009

**Дерев'янюк О.В., Распутна Т.А.** Аналіз та удосконалення методики визначення декоративності облицювального природного каменю

**Дерев'янюк Е.В., Распутная Т.А.** Анализ и усовершенствование методики определения декоративности облицовочного природного камня

**Rasputna N.A., Derevyanko O.V.** Analysis and improvement of method of determination of decorativeness of facing natural stone

УДК 622.35:004.932

**Анализ и усовершенствование методики определения декоративности облицовочного природного камня // Е.В. Дерев'янюк, Т.А. Распутная**

В статье обобщены и проанализированы основные методики управления декоративностью облицовочного природного камня. Приведена методика оценки качества поверхности декоративно-облицовочного природного камня на основе формирования и обработки измерительной видеoinформации с определением фрактальной размерности.

УДК 622.35:004.932

**Analysis and improvement of method of determination of decorativeness of facing natural stone // N.A. Rasputna, O.V. Derevyanko**

Basic methods of management of facing natural stone decorativeness are generalized and analysed. The method of estimation of quality of surface of decorative-facing natural stone on the basis of forming and treatment of measuring videoinformation with determining of fractal size is worked out.