

УДК [679.8:622.02:504](043.3)

СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ У ПРИРОДНОМУ КАМЕНІ**О. В. Камських**

Житомирський державний технологічний університет

вул. Черняхівського, 103, 10005, м. Житомир, Україна. E-mail: kamskikh.aleksandr@rambler.ru

Розглянуто можливість застосування інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації для розробки експертних систем. Цифрова обробка відеозображень поверхонь природного каменю та інших гірських порід дозволяє вимірювати колориметричні та геометричні характеристики структурних елементів цих поверхонь. За наявності баз даних, що характеризують зміни в природному камені, можна робити прогнози на необхідні терміни. Отримані результати можуть бути використані для визначення характеристик природного каменю, дослідження генезису, внутрішньої будови та складу гірських порід і прогнозування зміни в природному камені через певні проміжки часу.

Ключові слова: природний камінь, комп'ютерно-інформаційні технології, фізико-механічні властивості.

СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРИРОДНОМ КАМНЕ**А. В. Камских**

Житомирский государственный технологический университет

ул. Черняховского, 103, 10005, г. Житомир, Украина. E-mail: kamskihaleksandr@rambler.ru

Рассмотрена возможность применения информационно-компьютерных технологий обработки видеoinформации для разработки экспертных систем. Цифровая обработка видеозображений поверхностей природного камня и других горных пород позволяет измерять колориметрические и геометрические характеристики структурных элементов этих поверхностей. При наличии баз данных, характеризующих изменения в природном камне, можно делать прогнозы на необходимые сроки. Полученные результаты могут быть использованы для определения характеристик природного камня, исследования генезиса, внутреннего строения и состава горных пород и прогнозирования изменения в природном камне через определенные промежутки времени.

Ключевые слова: природный камень, компьютерно-информационные технологии, физико-механические свойства.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На даний час використання комп'ютерно-інформаційних технологій набуває широких масштабів. Використання даних технологій – це вже необхідний інструмент обробки геологічних, гірничо-технологічних і маркшейдерських даних, а застосування комп'ютерно-інформаційних технологій для обробки відеозображень дає можливість одержати додаткову інформацію про кількісні параметри, що характеризують зовнішній вигляд поверхні природного каменю, що й було доведено [1–4].

При цьому доведено:

– можливість використання апаратних засобів формування цифрових відеозображень для дослідження поверхні зразків природного каменю. У результаті такого дослідження вимірюються чисельні характеристики кольору і геометричні характеристики структурних елементів поверхні зразків;

– що запропонований метод досліджень за своїми функціональними можливостями і оперативністю проведення досліджень перевершує можливості методу на основі використання мікроскопу.

– що методи вимірювань на основі застосування комп'ютерно-інформаційних технологій і результати вимірювань, отримані при цьому, можуть бути використані в гірничо-геологічній та будівельній галузях;

– що отримані характеристики можуть бути використані для дослідження геологічної будови і генезису різних порід (наприклад, геометричні характеристики кристалів у нерудному габро, а особливо їх орієнтування, дозволяють визначити площини найкращого розпилювання каменю, а співвідношення між розмірами кристалів визначає анізотропність породи) та ін.

Однак переважна більшість праць направлена на визначення основних параметрів природного каменю, хоча на даний час виникає безліч задач, для вирішення яких необхідно прогнозувати динаміку основних параметрів через певний проміжок часу.

Спостереження за сучасними та стародавніми будівлями показують, що різним різновидам природного каменю відпущений і різний життєвий строк. Одні зберігають свій свіжий вигляд і відмінну архітектурну форму сторіччями, інші – тільки кілька десятків років.

Тому актуальності набуває розробка системи, яка б давала можливість отримати дані про динаміку показників природного каменю через визначені проміжки часу в режимі реального проміжку часу, що й становить мету роботи.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Схему досліджень поверхні гірських порід на основі інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеозображень зображено на рис. 1.

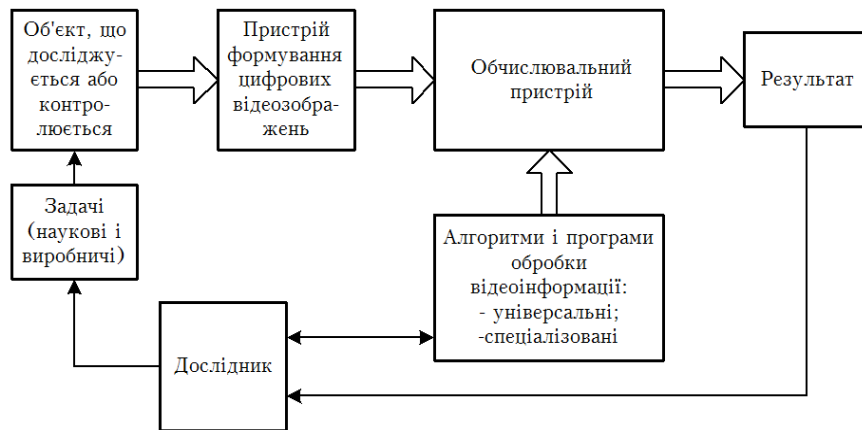


Рисунок 1 – Загальна схема застосування інформаційно-комп'ютерних технологій обробки відеоінформації в гірничо-геологічній галузі

При цьому система складається із трьох складових:

- технічне забезпечення;
- програмне забезпечення;
- база даних.

Технічне забезпечення можна реалізувати з використанням: сканера, цифрового фотоапарата, або цифрової відеокамери. При цьому найбільш важливим є розмір цифрового відеозображення в дискретних точках і пов'язане з ним розрізнення зображення (розрізняюча спроможність). Збільшення розміру і розрізнення зображення дозволяє підвищити точність вимірювання геометричних розмірів структурних елементів зображення, а також дозволяє досліджувати більш дрібні елементи. У даному випадку мова йде про розмір відеозображення і розрізнення, які отримані при перетворенні відеоінформації в цифрову форму, а не про ті, які виникли в результаті обробки відеозображення за допомогою різноманітних програмних засобів. Типові значення вказаних характеристик для сканерів наведено в табл. 1, а для цифрових фотоапаратів – в табл. 2.

Порівняльний аналіз інших характеристик апаратних засобів отримання цифрових відеозображень поверхні природного каменю наведено в табл. 3.

Якщо порівнювати ці показники з показниками, які досягаються при використанні мікроскопа, то можна зробити висновок, що сканер або цифровий фотоапарат стандартного і високого рівня повністю можуть замінити мікроскоп при дослідженні зразків гірських порід в лабораторних умовах. Цифровий фотоапарат може бути використаний у виробничих умовах для вирішення подібних задач.

Окрім того, ці апаратні засоби забезпечують такі переваги:

- значно більша площа зразків, що може бути досліджена;
- програмно-апаратний комплекс, створений на базі цифрового фотоапарата або сканера, має меншу вартість, ніж на основі мікроскопу, так як для введення в цифрову ЕОМ відеозображення, отримано за допомогою звичайного мікроскопу, також потрібно використовувати цифровий фотоапарат і складну систему насадок, а складний електронний мікроскоп, інтегрований з ЕОМ – це досить дорога апаратура.
- забезпечується автоматизація процесу досліджень;
- розширюється функціональні можливості і підвищується оперативність засобів вимірювань характеристик кольору і геометричних характеристик поверхні зразків гірських порід.

Таблиця 1 – Типові значення для сканерів розмірів відеозображення і розрізнення

Характеристика	Тип сканера		
	Початковий рівень	Стандартний рівень	Високий рівень
1. Розрізняюча спроможність, дискретних точок/дюйм	600	1200–2400	4800
2. Площа, що відповідає одній дискретній точці відеозображення, мм	0,042×0,042	0,021×0,021 або 0,011×0,011	0,005×0,005

Таблиця 2 – Типові значення для цифрового фотоапарату розмірів відеозображення і розрізнення

Характеристика	Тип цифрового фотоапарату		
	Початковий рівень	Стандартний рівень	Високий рівень
1. Розмір відеозображення, дискретних точок	2048×1536	2600×1950	4000×3000
2. Площа, що відповідає одній дискретній точці відеозображення, мм	0,058×0,058*	0,046×0,046*	0,030×0,030*

Таблиця 3 – Порівняльний аналіз характеристик апаратних засобів отримання цифрових відеозображень поверхні природного каменю

Характеристика апаратних засобів	Варіант апаратних засобів		
	Сканер	Цифровий фотоапарат	Цифрова відеокамера
1. Розрізняюча спроможність	висока	середня	низка
2. Максимальний розмір об'єктів, для яких формується відеозображення	A4 або A3	без обмежень *	без обмежень *
3. Основні похибки: – відтворення кольору – геометричні	незначні незначні	середні незначні	середні середні
4. Інші характеристики: – час на отримання одного відеозображення – придатність до роботи в умовах виробництва – придатність до роботи в умовах лабораторних досліджень – можливість дослідження динаміки процесів	десятки секунд – декілька хвилин низька середня відсутня	долі секунди – секунди середня висока наявна з деякими обмеженнями	долі секунди висока висока наявна
5. Вартість	низька або середня	середня або висока	середня або висока
6. Необхідність застосування засобів корекції зображення	–	+	+

При цьому необхідно зауважити, що більшість з розглянутих пристроїв формування цифрових відеозображень *не є приладами*, до яких висуваються метрологічні вимоги за точністю відтворення кольору та інших параметрів. Однак, останнім часом характеристикам відтворення кольору в цих пристроях приділяється багато уваги. На даний час існують міжнародні стандарти, що регламентують вимоги до апаратури формування і введення відеозображень в цифрову ЕОМ. Розроблено методи корекції похибок передачі кольору. Наприклад, фірма Agfa випускає продукт IT-8, що забезпечує корекцію похибок з метою одержання кольорових цифрових відеозображень з високою точністю відтворення кольору.

Геометричні викривлення, що виникають в оптичній системі пристроїв формування цифрових відеозображень, можуть бути скомпенсовані шляхом формування і алгоритмічної обробки послідовності тестових відеозображень.

Програмне забезпечення. Методи обробки цифрових відеозображень широко втілені в різних розповсюджених програмах комп'ютерної обробки відеозображень (наприклад Adobe Photoshop або CorelDraw). Однак їх використання незручне, а в більшості випадків і неможливе. Це пов'язано з тим, що більшість з них призначена не для визначення і вимірювання параметрів, а для перетворення та корегування відеозображення, тобто для протилежних цілей. При цьому є й інший недолік – незручний інтерфейс для проведення досліджень.

Тому для безпосереднього вирішення виробничих задач потрібно розробити спеціалізовані програми. Одним з кроків в цьому напрямку є програма по визначенню і дослідженню кількісних значень показників якості декоративного та облицювального каменю [5]. В її основу покладено визначення інтегральних показників яскравості і кольору, тобто середніх значень цих показників при розбивці відео-

зображення поверхні каменю на зони. Намічено застосування даної програми при прийомці промислової продукції, до якої висуваються підвищені вимоги по розбігу кольору, текстури, відсутності плям, дефектів поверхні тощо. Програма має відкритий характер, що дозволяє модифікувати та нагромадити її можливості.

Бази даних. Однак наявне технічне забезпечення та найсучасніше програмне забезпечення не можуть повністю забезпечити потреби прогнозування. Для цього необхідно мати відповідні бази даних або математичні залежності, що будуть давати можливість визначати динаміку основних показників природного каменю. Основні аспекти динаміки властивостей природного каменю під дією різних факторів природного середовища описані в роботах [6–11]. Крім цього, необхідно мати інструмент (в програмному забезпеченні), що дасть можливість видозмінити початкове відеозображення зразка природного каменю відповідно до заданих умов і через заданій проміжок часу в різних формах (рис. 2). При цьому необхідно подавати початкові дані та видозмінені дані (дані що характеризують вигляд природного каменю через певний період в певних умовах).

Колориметричні вимірювання за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій включають визначення в одній з стандартних колориметричних систем, найбільш придатної для проведення вимірювань, показників кольору для окремих дискретних точок цифрового відеозображення, для структурних елементів поверхні об'єкта або для певних зон, виділених на поверхні об'єкта. Дослідження показали, що для зразків природного каменю найбільш доцільно використовувати одну з колориметричних схем, яка дозволяє окремо обробляти значення яскравості та кольору дискретних точок відеозображення. Це може бути стандартна колориметрична система HSV або LAB.

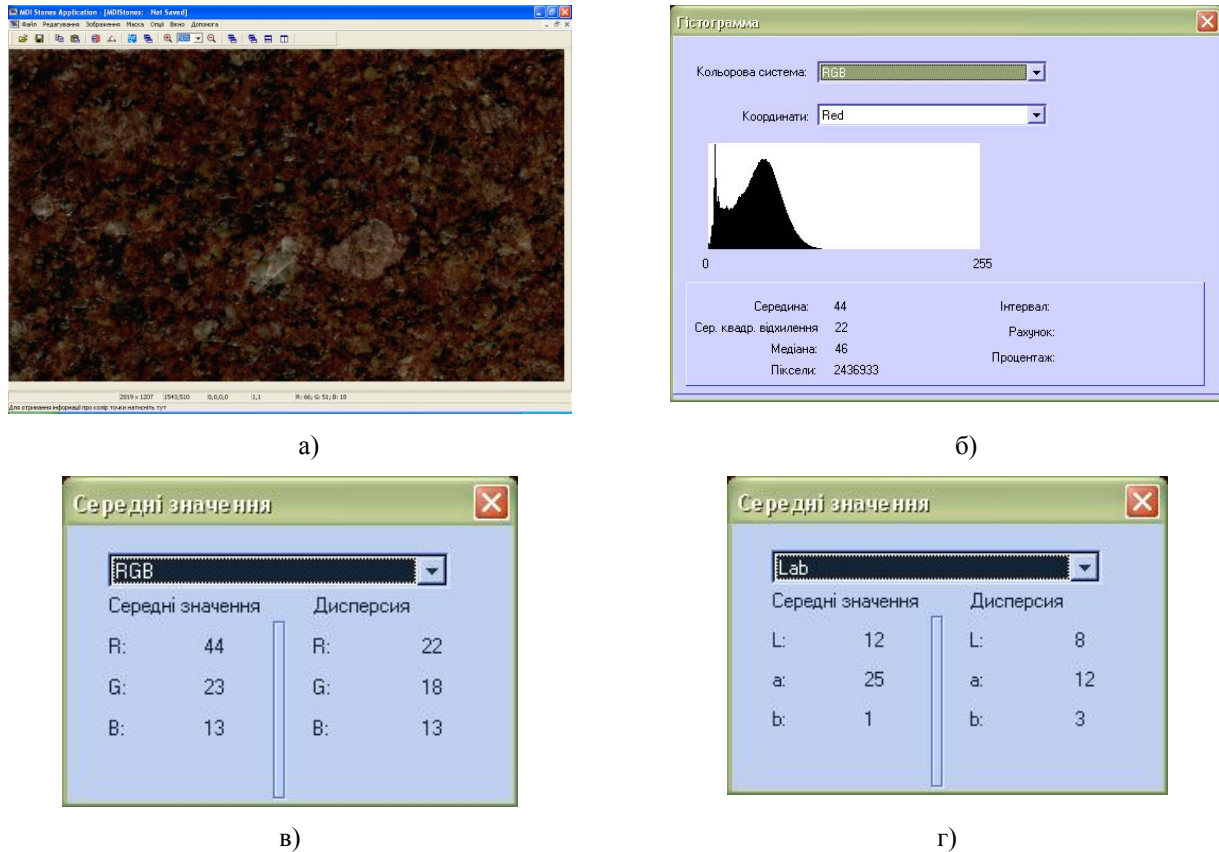


Рисунок 2 – Загальна схема представлення результатів дослідження (а – у вигляді відео зображення; б – у вигляді гістограм; в, г – за допомогою узагальнених середніх показників)

Колориметричні вимірювання також можуть бути складовою частиною геометричних вимірювань, так як структурні елементи поверхні відрізняються один від одного і від фону для хроматичної поверхні гірських порід за кольором. Геометричні вимірювання структурних елементів здійснюються на основі визначення для дискретних точок відеозображення розбіжностей за яскравістю (для ахроматичних поверхонь гірських порід) або розбіжностей за кольором (для хроматичних поверхонь гірських порід). Ці виміри включають визначення поперечних розмірів, периметру, площі, показників форми, орієнтації в просторі і взаємного розташування для структурних елементів поверхні.

ВИСНОВКИ. Виявлено та систематизовано основні напрямки розробки системи на основі інформаційно-комп'ютерних технологій та вимірювальної техніки для прогнозування динаміки показників природного каменю. Насамперед, це розробка експертної системи для наукового дослідження гірських порід і розробка систем прийому та аналізу продукції для промислового виробництва, яке пов'язано з видобутком та обробкою природного каменю. Також узагальнено основні положення здійснених робіт і запропоновано до розгляду деякі можливі напрямки подальшого впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій в гірничо-геологічну галузь.

Запропонований підхід дозволяє отримати значний обсяг інформації про властивості гірських порід, який дуже складно зібрати за допомогою існуючих методів досліджень.

Таким чином, застосування інформаційно-комп'ютерних технологій в гірничо-геологічній галузі сприяє отриманню нових результатів і підвищенню ефективності досліджень гірських порід, а також сприяє підвищенню якості промислової продукції з природного каменю та розробці наукових основ для надання експертних висновків, щодо динаміки основних характеристик.

ЛІТЕРАТУРА

1. Купкін Є.С., Подчашинський Ю.О., Ремезова О.О. Використання апаратних засобів формування цифрових відеозображень для дослідження зразків природного каменю // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2004. – № 2 (29). – С. 191–197.
2. Бакка М.Т., Ремезова О.О., Криворучко А.О. і ін. Визначення показників кольору та геометричних характеристик текстури облицювального каменю // Сборник научных трудов Национального горного университета. – 2004. – № 19. – Т. 1. – С. 23–30.
3. Гнилицкий В.В., Подчашинский Ю.А. Контроль качества поверхности изделий из облицовочного камня с использованием нейронных сетей // Материалы двенадцатой международной конференции «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики». – К.–Ялта: Ассоциация технологов-машиностроителей Украины, 2004. – С. 32–34.
4. Бакка М.Т., Криворучко А.О., Купкін Є.С., Подчашинський Ю.О. Цифрова обробка зображень – спосіб визначення показників якості декоративного каменю // Академічний вісник.

Міжнародна Академія комп'ютерних наук і систем. – 2004. – № 13. – С. 34–38.

5. Іванов О.В., Купкін Є.С. Комп'ютерна програма визначення естетичних показників якості декоративного каменю // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2004. – № 4(31). – С. 201–208.

6. Камських О.В. Хімічне вивітрювання високоміцних декоративних гірських порід в облицюванні споруд // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир, 2004. – № 4 (31). – С. 216–218.

7. Камських О.В. Дослідження впливу агресивного кислотного середовища на корозійну стійкість декоративного каменю // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир, 2007. – № 1 (40). – С. 1738–1740.

8. Дослідження взаємозв'язку зовнішніх проявів корозії і зміни фізико-механічних властивостей декоративного каменю / С.О. Жуков, Р.В. Соболевський, С.В. Кальчук, О.В. Камських // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир, 2008. –

№ 1(44). – С. 140–143.

9. Камських О.В. Вплив навколишнього середовища на облицювальні вироби з природного каменю // Збірка тез доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія, людина, суспільство». – Київ: НТТУ (КП), 2004. – С. 9.

10. Камських О.В. Фактори, які впливають на зовнішній вигляд облицювань будівель // Збірка тез доповідей. «Екологія. Людина. Суспільство». VII Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених, 11–13 травня 2005 р. – Київ: НТУ України (КП), 2005. – С. 83. 11. Исследование коррозионной стойкости декоративного камня в различных агрессивных средах / Р.В. Соболевский, А.В. Камских // Сборник научных трудов «Добыча и обработка применения природного камня». – Магнитогорск, 2007. – С. 176–180.

EVALUATION SYSTEM FOR CHARACTERISTICS DYNAMICS OF NATURAL STONES

O. Kamskyh

Zhytomyr State Technological University

vul. Cherniakovsky, 103, Zhytomyr, 10005, Ukraine. E-mail: kamskikhaleksandr@rambler.ru

The author has considered the capability of informational and computer technologies for video-information processing for designing an expertise system. Digital video-processing of surfaces of natural stones and other rocks helps to measure colorimetric and geometric features of these surfaces' structural elements. Detailed databases that characterize all the changes taking place in natural stones allows for making future prognoses for definite terms available. The results obtained can be useful for determining natural stone characteristics and also for genesis of inner structure and rock content investigation, as well as for forecast of the natural stone features variations in definite time spans.

Key words: natural stone, computer and information technologies, physical and mechanical properties.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kupkin, E.S., Podchashynskiy Yu.O., Remezova O.O. (2004), «Use of hardware tools for creation of digital video-images for study of the natural stone samples», *Visnyk Zhytomyrskogo derzhavnogo technologichnogo universytetu*, Series: Tekhnichni nauky, no. 2(29), pp. 191–197.

2. Bakka, M.T., Remezova, O.O., Kryvoruchko, A.O., Kupkin, E.S., Podchashynskiy Yu.O. (2004), «Determination of colour indexes and size characteristics of the ornamental stone texture», *Collection of scientific papers of National Mining University*, no. 19, vol. 1, pp. 23–30.

3. Gnilytskyi V.V., Podchashinskii Yu.A., (2004), «Quality control of surfaces of ornamental stone articles using neural networks», *Proc. XII Int. Conf. «Modern methods and techniques of non-destructive control and technical diagnostics»*, Kyiv–Yalta, Association of production mechanical engineers of Ukraine, pp. 32–34.

4. Bakka, M.T., Kryvoruchko, A.O., Kupkin, E.S., Podchashynskiy Yu.O. (2004), «Image digital processing as evaluation method of quality indexes of ornamental stones», *Akademichnyi visnyk*, International Academy of Computer sciences and systems, Kryvyi Rig, no.13, pp. 34–38.

5. Ivanov, O.V., Kupkin, E.S. (2004), «Software for evaluation of quality esthetic indexes of ornamental stones», *Visnyk Zhytomyrskogo derzhavnogo technologichnogo universytetu*, Series: Tekhnichni nauky, no. 4 (31), pp. 201–208.

6. Kamskyh O.V. (2004), «Chemical weathering of highly strong ornamental rocks in building facing», *Visnyk Zhytomyrskogo derzhavnogo technologichnogo universytetu*, Series: Tekhnichni nauky, no. 4 (31),

pp. 216–218.

7. Kamskyh O.V. (2007), «Investigation of aggressive acid environment affecting the corrosion strength of ornamental stones», *Visnyk Zhytomyrskogo derzhavnogo technologichnogo universytetu*, Series: Tekhnichni nauky, no. 1(40), pp. 173–176.

8. Kamskyh O.V. Zhukov, S.O., Sobolevskii, R.V., Kalchuk, S.V. (2008), «Research of the interaction between the corrosion externals and change of physical and mechanical properties of ornamental stones», *Visnyk Zhytomyrskogo derzhavnogo technologichnogo universytetu*, Series: Tekhnichni nauky, no. 1 (44), pp. 140–143.

9. Kamskyh O.V. (2004), «Environmental impact on the ornamental stone facing articles», *Proc. VII Int. Sci. Conf. of students, doctoral students and young scientists «Ecology, humans, society»*, National Technical University of Ukraine (KPI), Kyiv, p. 9.

12. Kamskyh A.V. (2005), «Factors impacting the building facing external view», *Proc. VII Int. Sci. Conf. of students, doctoral students and young scientists «Ecology, humans, society»*, 11–13 May, National Technical University of Ukraine (KPI), p. 83.

13. Kamskyh A.V., Sobolevskii, R.V. (2007), «Study of corrosion strength of ornamental stones in different aggressive environments», Col. works “Quarrying, processing and application of ornamental stones”, pp. 176–180, Magnitogorsk, Russia.

Стаття надійшла 15.05.2013.