

УДК 553.5+551.3.053+691.21

О.Л. Гелета, кандидат геологічних наук, член-кореспондент Академії будівництва України, заступник директора – керівник відділу експертизи напівдорогоцінного і декоративного каміння¹
E-mail: olgel@gems.org.ua

О.В. Горобчишин, кандидат технічних наук, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння
E-mail: gorol@gems.org.ua

А.М. Кічняєв, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння
E-mail: andr@gems.org.ua

В.І. Ляшок, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного і декоративного каміння¹
E-mail: the_vadik@ukr.net

В.М. Сурова, головний фахівець відділу експертизи напівдорогоцінного та декоративного каміння
E-mail: surver@ukr.net

І.А. Сергієнко, магістр геохімії та мінералогії, керівник науково-дослідної лабораторії
E-mail: sia.gems@gmail.com

Державний гемологічний центр України
вул. Дегтярівська, 38–44, м. Київ, 04119, Україна

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ, ЯКІ НЕГАТИВНО ВПЛИВАЮТЬ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ КАРБОНАТНОГО ПРИРОДНОГО КАМІННЯ В АРХІТЕКТУРІ МІСТА КИЄВА

(Рекомендовано доктором геологічних наук Михайловим В.А.)

Використання декоративного каміння в оздобленні будівель і споруд передбачає оцінку його довговічності, яка визначає придатність для використання у будівництві, інтер'єрній та екстер'єрній архітектурі, ландшафтному дизайні тощо.

Ключові слова: карбонатне природне каміння, декоративне каміння карбонатного складу, прогнозування довговічності природного каміння, термін експлуатації природного каміння.

Вступ

У 2020 році в Державному гемологічному центрі України (далі – ДГЦУ) було проведено перший етап науково-дослідної роботи (далі – НДР) «Дослідження атмосферостійкості декоративного каміння карбонатного складу в урбаністичних умовах експлуатації як оздоблювального матеріалу на прикладі об'єктів міста Києва». Метою НДР є теоретичне дослідження і практична перевірка поведінки та швидкості процесів вивітрювання карбонатних гірських порід в урбаністичних умовах Києва під впливом атмосферних і антропогенних чинників. Результатом НДР буде методика оцінки і прогнозування атмосферостійкості декоративного каміння карбонатного складу. Об'єктом дослідження за цією НДР є карбонатні гірські породи, що ви-

користуються як декоративне каміння – мармур, мармуризований вапняк, вапняк, доломіт, травертин, онікс мармуровий. Сферою впровадження результатів НДР є гемологічна експертиза декоративного каміння, будівельно-проектні роботи з використанням декоративного каміння, каменеобробна, будівельно-монтажна і реставраційна діяльність щодо природного каміння.

Результати дослідження

Використання природного каміння у зовнішньому оздобленні будівель Києва відмічається переважно з другої половини XIX століття. Для таких робіт в основному використовували граніти, лабрадорити та деякі інші магматичні гірські породи, які характеризуються високими фізико-механічними властивостями і довговічністю.

Однак з першої половини 70-х років XX століття в архітектурі Києва з'являються будівлі у стилі раціоналізму, арт-деко, еkleктики, бруталізму, неомодернізму і конструктивізму, реалізація яких потребує світлих тонів та природних фактур, властивих карбонатним гірським породам. Облицювальні плити і архітектурні вироби з карбонатного природного каміння були забезпечені активною розробкою родовищ в Азербайджанській, Узбецькій, Російській республіках СРСР. Зокрема, в УРСР експлуатували і розвідували нові родовища мармуру, вапняку і мармурованого вапняку в Закарпатті та Криму.

В архітектурі Києва кінця 70-х – початку 80-х років XX століття стали переважати будівлі у стилі постмодернізму, для оздоблення яких використовували

здебільшого вапняки Альмінського родовища (АР Крим). Таким вапняком оздоблені кібернетичний, фізико-математичний, географо-біологічний корпуси Київського національного університету імені Тараса Шевченка, готель «Салют», будівля Конституційного Суду та Вищого антикорупційного суду, деякі корпуси КПІ, ДК «Більшовик», споруди Дарницької райдержадміністрації, КП «Київський крематорій», Національний цирк, Будинок художника та багато інших будівель.

Одна з найвідоміших споруд Києва 1970-х років – це бувший Музей Леніна (нині Український дім) на Європейській площі. Для його зовнішнього облицювання було використано сірувато-білий мармур Коєлгінського родовища (Росія). У Києві для оздоблення підземних переходів на бульварі Тараса Шевченка і біля станції метро «Дружба Народів», а також у будівлі Інституту підвищення кваліфікації ім. Шупика використовували світлий сірувато-бежевий травертин Шахтаїнського родовища (Азербайджан).

Незважаючи на низьку довговічність у кліматичних і урбаністичних умовах Києва, мармур і нині продовжують ви-

користувати для зовнішнього оздоблення сучасних житлових будинків, наприклад, у житловому будинку на вулиці Антоновича, офісному центрі на вулиці Зоологічній, порталах входів до ресторанів, кафе, магазинів, станцій метро («Дорогожичі», «Печерська», «Лук'янівська»), а також для оздоблення парків, скверів і площ.

Авторами цієї роботи було виявлено і зафіксовано низку руйнувань, які проявляються в облицюванні споруд, виконаних з карбонатного декоративного каміння. Найхарактернішими серед них є:

- руйнування поверхневого шару карбонатного декоративного каміння в результаті розчинення чи перетворення на нецільні сульфатні маси;
- руйнування карбонатного декоративного каміння внаслідок кристалізації солей у його порах і відкритих тріщинах;
- відлущення, притаманне мармурованому вапняку з неоднорідним складом (переважно таке руйнування виявляється у вологих умовах);
- цукроподібні або мучнисті виділення, які проявляються у вигляді шорсткої поверхні мармуру (притаманні виключ-

но зовнішньому облицюванню) і спричинені нерівномірним руйнуванням внутрішнього поверхневого шару каменю;

- тріщини, відколи й інші механічні пошкодження, які виникають у результаті деформації облицьованих конструкцій, неправильного орієнтування шарів шаруватого декоративного каменю і механічного зсуву елементів облицювання;

- забруднення поверхневого шару аморфними сажоподібними речовинами, які є продуктами викидів промислових підприємств і автотранспорту;

- забруднення пилоподібними частинками, що утворюють на карбонатному природному камінні плями сірого, жовтого, чорного кольору (фіксуються візуально).

Усі ці фактори можна об'єднати у 4 групи: механічні, хімічні, антропогенні і біогенні.

Далі наведено типові види руйнувань поверхні облицювальних і архітектурно-будівельних виробів з карбонатних гірських порід, а саме з мармуру, вапняку, травертину різного генезису відповідно до факторів руйнації (дивись рисунки, наведені нижче).

МЕХАНІЧНІ ФАКТОРИ



Руйнування вапняку
(плити мощення)



Руйнування мармуру
(колона на Майдані Незалежності)



Вилущення вапняку
(облицювальні плити)



Вилущення вапняку
(облицювальні плити)



Тріщина у мармурі
(скульптурна композиція)



Тріщини на плитах з травертину
(облицювання будівлі)



Тріщина на плиті з мармуру
(базис колони)

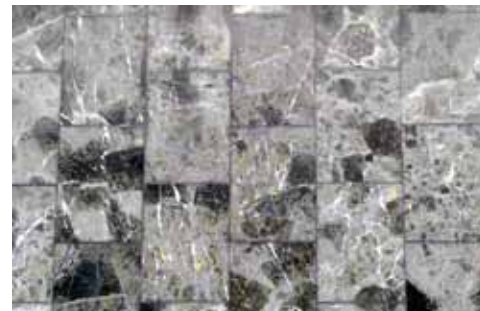


Строкаті шви, по яким
розвинулись тріщини у вапняку

ХІМІЧНІ ФАКТОРИ



Виділення іржі на поверхні плити з мармуру



Вигоряння забарвлення мармуру



Дезінтеграція і руйнування поверхні
облицювання з мармуру



Утворення вторинних мінералів
гіпсу в кавернах травертину

БІОГЕННІ ФАКТОРИ



Зміна кольору вапняку внаслідок розвитку біоти

АНТРОПОГЕННІ ФАКТОРИ



Комплексні пошкодження поверхні облицювання з травертину (втрати матеріалу, тріщини, зміна кольору, площинна ерозія поверхні, антропогенні забруднення, біогенні забруднення тощо)



Забруднення та графіті на поверхні облицювання з мармуру



Забруднення відкладами сажі в облицюванні фасаду з вапняку



Зміна кольору вапняку внаслідок розвитку моху

За результатами попередньо проведеного аналізу факторів руйнування встановлено, що основними негативними чинниками, які спричиняють руйнування карбонатного декоративного каміння і деструктивно впливають на його довговічність, є:

- висока пористість, слабкий міжмінеральний зв'язок, наявність каверн і пор;
- хімічний, у тому числі, сольовий вплив агресивних речовин;
- наявність мікротріщин, стилітових швів з наявними глинистими мінералами;
- часта зміна температури, зокрема з переходом через нульову відмітку;
- чергування зволоження та висусування;
- дія бактерій, моху, лишайників, водоростей тощо;

- механічний вплив і експлуатаційні фактори: удари, вібрації, надмірне навантаження внаслідок неправильного вибору каменю, брак обробки, неправильне монтування виробів, невірно підібрані клеєві розчини для каменю, неправильна експлуатація виробів з каменю, нерівномірність деформації основи стіни і кам'яного облицювання, значне перенапруження облицювання в його конструкції з кладкою стіни.

Крім того, на атмосферостійкість карбонатного декоративного каміння впливає комплекс критеріїв:

- петрографічний і хімічний склад гірської породи;
- текстура і структура гірської породи;
- характер міжмінеральних зв'язків;
- наявність процесів попереднього вивітрювання;
- густина і морфологія мікротріщин, стилітових швів і пор у камені тощо.

Наприклад, встановлено, що карбонатне декоративне каміння однакового петрографічного складу, але з відмінними текстурно-структурними характеристиками має різний експлуатаційний ресурс. Так, щільний вапняк торгової марки «Comblanchien» (походить з Комблешьян, Кут-д'Ор, Франція) який успішно експлуатують упродовж кількох сотень років у різних країнах Західної Європи і Північної Америки, в кліматичних умовах Києва зазнає швидкого руйнування впродовж 2-3 років. Стосовно цього вапняку, то руйнація відбувається через наявність глинистих мінералів у його стилітових швах, які абсорбують вологу з навколишнього середовища. У подальшому ця волога замерзає, що призводить до швидкого руйнування каменю.

Висновки

Дослідження стійкості виробів з мармуру і вапняку дозволить суттєво підвищити рівень прогнозування експлуатаційних властивостей різних торгових марок карбонатного природного каміння залежно від його мінерального складу та екологічних умов експлуатації виробів.

Достовірна оцінка і прогнозування збереженості елементів архітектурних пам'яток, виконаних з декоративного каміння карбонатного складу (мармур, вапняк, травертин, онікс тощо), є вельми важливою як для проведення робіт

з реставрації цих елементів, так і для прогнозування майбутньої поведінки декоративних об'єктів у різних умовах експлуатації, оскільки стійкість виробів з природного каміння може коливатися в значних межах залежно від еколого-кліматичних умов певної місцевості та антропогенного фізико-хімічного навантаження, зокрема в місті Києві.

Під час проєктування будівель і споруд, у яких планується використання карбонатного природного каміння, важливим фактором є оцінка довговічності і експлуатаційного ресурсу виробів з цього матеріалу. Експлуатаційний ресурс буде залежати від місця, інтенсив-

ності і кліматичних умов використання карбонатного каміння. Це дозволить правильно підібрати для певного будівельного об'єкта відповідний природний камінь і запобігти надлишковому використанню коштів через невідворотну реставрацію чи заміну таких виробів. Продовженням цієї роботи потрібно розглядати паспортизацію облицювань з карбонатного декоративного каміння в історичній частині Києва та інших міст України, що дасть змогу в майбутньому на більш якісному рівні виконувати відновлювально-реставраційні роботи.

Використані джерела

1. Гелета О.Л., Захарченко П.В. Товарознавство та експертна оцінка декоративного каміння: монографія. Київ: Вид-во «ЦУЛ», 2017. 300 с.
2. Гелета О.Л., Сергієнко І.А., Горобчишин О.В., Кічняєв А.М., Ляшок В.І., Ткаленко А.М. Особливості вивітрювання виробів з декоративного каміння у Північній та Західній частинах України. *Коштовне та декоративне каміння*. 2014. № 2 (76). С. 8-11.
3. Бєлевцев О.Р., Гелета О.Л., Грущинська О.В., Ємельянов І.О., Сергієнко І.А., Трохимець С.І. Визначення стану збереженості пам'яток з декоративного каміння України за допомогою ультразвукового зондування. *Коштовне та декоративне каміння*. 2014. № 4 (78). С. 29-31.
4. Гелета О.Л. та ін. Стійкість до вивітрювання виробів з декоративного каміння у межах міста Києва. *Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння: матеріали наук.-практ. конф.*, м. Київ, 23 жовт. 2013 р. Київ, 2013. С. 41-42.
5. Гелета О.Л., Горобчишин О.В., Кічняєв А.М., Ляшок В.І., Сурова В.М., Сергієнко І.А. Аналіз основних факторів, що негативно впливають на довговічність карбонатного природного каміння в архітектурі м. Києва. *Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного каміння: матеріали наук.-практ. конф.*, м. Київ, 5-6 листоп. 2020 р. Київ, 2020. С. 26-27.
6. Бурмистров Г.Н. Материалы для облицовки: монографія. Москва: 1988. 175 с.
7. Ильяшенко А. Внеуличные пешеходные переходы на транспортных артериях Киева. *Строительство и архитектура*. 1962. № 6. С. 13-16.
8. Здание Киевского филиала Центрального музея В.И. Ленина по ул. Крещатик, 2 в г. Киеве: индивидуал. проект: материалы на конкурс: текст, фото, бумага, фотобумага / Киевпроект (г. Киев); авт. проекта В.И. Гопкало. Киев, 1981. 15 с.
9. Булах А.Г., Власов Д.Ю., Золотарев А.А. и др. Экспертиза камня в памятниках архитектуры: монографія. С-Петербург: Наука, 2005. 198 с.
10. Jern Mathias. Characterisation of blast damage in thin sections. *Proceedings of Aggregate 2001: Environment and Economy. Internationale Symposium, Helsinki, 6-8 Aug. 2001. Vol. 1. Tampere Univ. Technol. Lab. Eng. Geol.* 2001. P. 105-111.

References

1. Geleta O., Zakharchenko P. Commodity science and expert evaluation of decorative stones: a monograph. Kyiv: CUL Publishing House, 2017. P.300.
2. Geleta O., Serhiienko I., Gorobchishyn O., Kichniaev A., Liashok V., Tkalenko A. Special characteristics of weathering of products of decorative stones in the Northern and Western parts of Ukraine. *Precious and Decorative Stones*. 2014. № 2 (76). P. 8-11.
3. Belevtsev O., Geleta O., Gruschinska O., Emelyanov I., Serhiienko I., Trohimets S. Defining the preservation of monuments of decorative stones Ukraine using ultrasonic sensing. *Precious and Decorative Stones*. 2014. № 4 (78). P. 29-31.
4. Geleta O etc. Resistance to weathering of decorative stone products within the city of Kyiv. *Modern technologies and features of extraction, processing and use of natural stone: materials of scientific practice. conf.*, Kyiv, October 23. 2013. Kyiv, 2013. P. 41-42.

5. Geleta O., Gorobchyshyn O., Kichniaev A., Liashok V., Surova V., Sergiienko I. Analysis of the main factors which negatively affect the durability of carbonate natural stone in the architecture of the city of Kyiv. *Modern technologies and features of quarrying, processing and use of natural stone: materials of the Internat. scient.-pract. conf.* (Kyiv, 05–06 Novem. 2020). Kyiv, 2020. P. 26-27.
6. Burmistrov G Facing materials: monograph. Moscow: 1988. P.175.
7. Ilyashenko A. Off-street pedestrian crossings on the transport arteries of Kiev. *Construction and architecture.* 1962. № 6. P. 13-16.
8. The building of the Kiev branch of the Central Museum V Lenin on the street. Khreshchatyk, 2 in Kiev: individual. project: materials for the competition: text, photo, paper, photo paper / Kyivproekt (Kyiv): aut. project V Gopkalo. Kiev: 1981. P.15.
9. Bulakh A., Vlasov D., Zolotarev A etc. Examination of stone in architectural monuments: a monograph. St. Petersburg: Nauka, 2005. P. 198.
10. Jern Mathias. Characterisation of blast damage in thin sections. *Proceedings of Aggregate 2001: Environment and Economy. Internationale Symposium, Helsinki, 6-8 Aug. 2001. Vol. 1. Tampere Univ. Technol. Lab. Eng. Geol. 2001. P. 105–111.*

УДК 553.5+551.3.053+691.21

О.Л. Гелета, кандидат геологических наук, член-корреспондент Академии строительства Украины, руководитель отдела экспертизы полудрагоценного и декоративного камня
E-mail: olgel@gems.org.ua

О.В. Горобчишин, кандидат технических наук, главный специалист отдела экспертизы полудрагоценного и декоративного камня
E-mail: gorol@gems.org.ua

А.Н. Кичняев, главный специалист отдела экспертизы полудрагоценного и декоративного камня
E-mail: andr@gems.org.ua

В.И. Ляшок, главный специалист отдела экспертизы полудрагоценного и декоративного камня
E-mail: the_vadik@ukr.net

В.Н. Сулова, главный специалист отдела экспертизы полудрагоценного и декоративного камня
E-mail: surver@ukr.net

И.А. Сергиенко, руководитель научно-исследовательской лаборатории
E-mail: sia.gems@gmail.com

Государственный геммологический центр Украины
ул. Дегтяревская, 38–44, г. Киев, 04119, Украина

Анализ основных факторов, которые негативно влияют на долговечность карбонатного природного камня в архитектуре города Киева

Использование декоративного камня в отделке зданий и сооружений предусматривает оценку его долговечности, которая определяет пригодность для использования в строительстве, интерьерной и экстерьерной архитектуре, ландшафтном дизайне и т. д.

Ключевые слова: карбонатные природные камни, декоративные камни карбонатного состава, прогнозирование долговечности природных камней, сроки эксплуатации природных камней.

UDC 553.5+551.3.053+691.21

O. Geleta, Ph.D (Geol.), Corresponding Member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine, Deputy Director-Head of the Department of Semi-precious and Decorative Stones Examination
E-mail: olgel@gems.org.ua

O. Gorobchyshyn, Ph.D (Eng.), Chief specialist of the Department of Semi-precious and Decorative Stones Examination
E-mail: gorol@gems.org.ua

A. Kichnyaev, Chief specialist of the Department of Semi-precious and Decorative Stones Examination
E-mail: andr@gems.org.ua

V. Lyashok, Chief Specialist of the Department of Semi-precious and Decorative Stones Examination
E-mail: the_vadik@ukr.net

V. Surova, Chief Specialist of the Department of Semi-precious and Decorative Stones Examination
E-mail: surver@ukr.net

I. Sergiienko, Head of the Research Laboratory
E-mail: sia.gems@gmail.com

State Gemmological Centre of Ukraine
38–44 Deghtyarivska Str., Kyiv, 04119, Ukraine

Analysis of the main factors that have negative influence due to durability of carbonate natural stones in the architecture of the city of Kiev

The use of decorative stone in the finishing of buildings and structures involves the assessment of its durability, which determines its suitability for use in construction, interior and exterior architecture, landscaping, etc.

Key words: carbonate natural stones, decorative stones of carbonate composition, forecasting the durability of natural stones, the service life of natural stones.