

## ЗАХИСТ ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ ВІД КОРОЗІЇ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет;

<sup>2</sup> ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО»

### Анотація

*Природні кам'яні матеріали широко використовуються в будівництві та архітектурі завдяки своїй міцності, довговічності та естетичній привабливості. Однак вплив навколишнього середовища, включаючи вологість, температурні коливання та біотехнологічні фактори, може призвести до корозії та руйнування каменю. Тому дослідження методів захисту облицювальних природних кам'яних матеріалів від корозії є актуальним завданням сучасного будівництва.*

**Ключові слова:** природний камінь, корозія, гідрофобізація, фотокаталітичні покриття, графенові матеріали, флюатування, антимохова обробка.

### Abstract

*Natural stone materials are widely used in construction and architecture due to their strength, durability and aesthetic appeal. However, environmental influences, including humidity, temperature fluctuations, and biological factors, can lead to corrosion and destruction of stone. Therefore, the study of methods for protecting natural stone facing materials from corrosion is an urgent task for modern construction.*

**Keywords:** natural stone, corrosion, hydrophobization, photocatalytic coatings, graphene materials, fluorination, anti-moss treatment.

### Вступ

Природні кам'яні матеріали широко використовуються для облицювання фасадів, внутрішніх стін, підлог і монументальних споруд. Вони відзначаються високою міцністю, довговічністю, естетичною привабливістю та стійкістю до механічних навантажень. Серед найбільш поширених порід, що застосовуються у будівництві, можна виділити граніт, мармур, піщаник, вапняк та сланець.

Однак, незважаючи на свої переваги, природний камінь схильний до руйнівного впливу навколишнього середовища. Основними факторами, що спричиняють його корозію, є атмосферні опади, температурні коливання, сонячне випромінювання, вітрова ерозія, забруднення повітря кислотними газами (SO<sub>2</sub>, NO), а також біологічні агенти, такі як мохи, лишайники та грибки.

Під впливом цих чинників камінь втрачає свою міцність, змінює колір, з'являються тріщини, відшарування та інші дефекти, що погіршують його експлуатаційні властивості. З огляду на це, питання захисту облицювальних природних кам'яних матеріалів від корозії є надзвичайно актуальним.

Сучасні технології дозволяють зменшити вплив руйнівних факторів, зберігаючи не лише зовнішній вигляд каменю, а й його фізико-механічні характеристики. У цій статті розглядаються основні види корозії каменю та новітні методи його захисту, що забезпечують довговічність матеріалу в умовах експлуатації.

### Результати дослідження

Розглянемо в загальному процеси та їх вирішення, які негативно впливають на експлуатацію природних кам'яних матеріалів. Попри свої переваги, камінь піддається корозії, що призводить до його руйнування та втрати експлуатаційних характеристик. Основними факторами, які впливають на цей

процес, є атмосферні опади, температурні коливання, ультрафіолетове випромінювання, вітрова ерозія, забруднення повітря та біологічні організми [1, 2].

Корозія природного каменю може бути фізичною, хімічною та біологічною. Фізична корозія виникає через механічні навантаження, температурні зміни та вплив води. Особливо небезпечним є ефект заморожування-розморожування, коли вода, що потрапила у пори каменю, розширюється при замерзанні, спричиняючи появу тріщин [3]. Хімічна корозія пов'язана з впливом кислотних дощів, вихлопних газів та інших агресивних речовин, що вступають у реакцію з мінеральним складом каменю, поступово руйнуючи його структуру [4]. Найбільш чутливими до хімічного впливу є вапняк і мармур, які можуть розчинятися під дією кислот. Біологічна корозія спричиняється діяльністю мохів, лишайників, грибків та бактерій, які поселяються на поверхні каменю, виділяючи органічні кислоти та сприяючи його руйнуванню [5].

Для захисту облицювальних природних кам'яних матеріалів використовуються різні методи, які зменшують вплив агресивних факторів і продовжують термін служби каменю. Одним із найефективніших способів є гідрофобізація – нанесення спеціальних розчинів, що зменшують водопоглинання каменю та запобігають проникненню вологи.

Сучасні технології пропонують широкий спектр спеціальних засобів для захисту природного каменю. У таблиці 1 наведено найпоширеніші новітні засоби та їхній основний захисний ефект.

Таблиця 1. Новітні засоби захисту природних кам'яних матеріалів

| Назва засобу                                 | Захисна дія                                                      |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Silres BS 290 (Wacker Chemie AG)             | Захист від вологи, ультрафіолетового випромінювання, забруднень  |
| Sikagard-703 W (Sika AG)                     | Захист від вологи, біологічних уражень, атмосферна корозія       |
| Keim Algicid-Plus                            | Захист від лишайників, водоростей, мікроорганізмів               |
| NanoProtect Stone                            | Захист від вологи, пилу, атмосферних опадів, сприяє самоочищенню |
| Mapei Antipluvial S                          | Захист від вологи, забруднень, збереження паропроникності        |
| Фотокаталітичні покриття (TiO <sub>2</sub> ) | Захист від органічних забруднень, самоочищення, смогу            |
| Графенові покриття                           | Захис від механічних пошкоджень, вологи, атмосферних впливів     |
| Флюатування                                  | Захист від кислотного впливу, хімічної корозії                   |

За винятком традиційних методів, дедалі більшого поширення набувають новітні технології захисту природного каменю. Зокрема, фотокаталітичні покриття на основі TiO<sub>2</sub> сприяють самоочищенню поверхні та розкладанню органічних забруднень, що зменшує хімічну корозію [9]. Графенові покриття забезпечують високу стійкість до механічних пошкоджень та вологості, а Sikagard-703 W (Sika AG) має гідрофобні властивості залишаючи матеріал паропроникним, в той же час захищає від дощової води [7]. Флюатування, тобто просочення каменю кремнійфтористими сполуками, створює на його поверхні захисний шар, який значно підвищує стійкість до кислотного впливу [10].

Окрім хімічних і механічних методів захисту, важливу роль відіграють конструктивні рішення, які допомагають зменшити вплив корозійних факторів. Наприклад, організація ефективного водостоку запобігає накопиченню вологи на поверхні облицювання, а вентилявані фасади сприяють зниженню рівня конденсації. Додатково полірування та ущільнення поверхні каменю зменшують проникнення агресивних речовин і забруднень [2].

При виборі захисних технологій важливо враховувати тип каменю, оскільки різні породи мають різну стійкість до зовнішніх впливів. Наприклад, граніт є доволі стійким до хімічної корозії, тому потребує лише гідрофобізації, тоді як вапняк і мармур є більш чутливими до кислот і вимагають додаткового захисту полімерними покриттями [11-14].

## Висновки

Сучасні методи захисту облицювального каменю дозволяють значно подовжити його термін експлуатації та зменшити витрати на реставрацію. Використання інноваційних засобів, таких як фотокаталітичні покриття та графенові захисні склади, є перспективним напрямком розвитку технологій у сфері збереження архітектурної спадщини та будівельних матеріалів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шаповал С.В., Баранова А.А., Сучасні будівельні матеріали і технології, Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017-97 с.
2. Криворучко А.О. Дослідження впливу фактурної обробки на декоративність виробів з природного каменю / А.О. Криворучко, О.В. Камських, Г.М. Ломаков // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2011. – № 2 (57). – С. 141–145.
3. Лівінський О.М., Опоряджувальні роботи(матеріали, технологія і організація робіт, засоби механізації), Київ – 2010-573с.
4. Гоголь М.М., Саницький М.А., Дисертація Фотокаталітичні композиційні в'язучі та наномодифіковані оздоблювальні розчини на їх основі, Львів 2021р., 193с.
5. Камських О.В., Козловська Т.Ф., Давидчук С.П., Чинники формування екологічного ризику руйнування породоутворюючих мінералів гірських порід під дією техногенних чинників довкілля - Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 3/2012 (74) – с. 121-125
6. Офіційний сайт компанії Wacker Chemie AG, електронне джерело [www.wacker.com], останнє відвідування 03,03,2025 р.
7. Офіційний сайт компанії Sika AG електронне джерело [www.sika.com], останнє відвідування 01,03,2025 р.
8. Гнип О.П., Мішин В.М., Будівельне матеріалознавство, Одеська державна академія будівництва та архітектури, Одеса 2008 р.
9. Рибев І.А., Будівельне матеріалознавство. Т1, Київ 2016
10. Шамрай В.Ш., Монографія: Управління декоративними показниками природного каменю на основі фактурної обробки, Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир 2021, 134с.
11. Самойлович В.В. Врахування естетичних вимог до матеріалів при виборі опорядження приміщень // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Науково-технічний збірник.-К.: КНУБА, 2007. – Випуск 18. –С.28-36.
12. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Природні кам'яні матеріали» з «Будівельного матеріалознавства» для студентів спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія / уклад.: В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. В. Бондар. – Вінниця : ВНТУ, 2019 – 31 с.
13. Дмитрович М. Б., Ковальський В. П. Оздоблювальні матеріали в лікувально - оздоровчих центрах // Матеріали ЛІІІ науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. URI: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20988>.
14. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." nternational Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).

**Антонюк Антоніна Геннадіївна** — студентка групи БМ-236, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [antoniukantonina@gmail.com](mailto:antoniukantonina@gmail.com)

**Вознюк Ігор Михайлович** — викладач ДПТНЗ «Хмельницький аграрний центр ПТО»

**Ковальський Віктор Павлович** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: [kovalskiy@vntu.edu.ua](mailto:kovalskiy@vntu.edu.ua)

**Antoniuk Antonina H.** — student of group BM-23b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [antoniukantonina@gmail.com](mailto:antoniukantonina@gmail.com)

**Voznyuk Igor M** — teacher of State Vocational and Technical Educational Establishment “ Khmilnyk Center of Vocational and Technical Education”

**Kovalskiy Viktor P.** — PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [kovalskiy@vntu.edu.ua](mailto:kovalskiy@vntu.edu.ua)