

## **ВИНИКНЕННЯ І ПОПЕРЕДЖЕННЯ РУЙНУВАННЯ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДИНКІВ І СПОРУД**

*У даній статті приведені причини руйнування і необхідні заходи щодо упередження пошкоджень від дії біологічних реагентів, атмосферних опадів, газів, вміщених у повітрі, циклічного заморожування і відтанення, різних перепадів температури*

Довговічність будівельних конструкцій в будинках чи спорудах характеризується часом, протягом якого вони зберігають експлуатаційні якості у відповідності з проектними рішеннями.

Руйнуванню кам'яних конструкцій можна запобігти, виконуючи ряд заходів в період експлуатації будинків та споруд.

В певних умовах експлуатації значну роль у руйнуванні кам'яних конструкцій виконують мікроорганізми і нижчі рослини, які розміщуються на поверхнях й в порах кам'яних матеріалів.

Природні кам'яні, а також бетонні і залізобетонні вироби і конструкції під впливом зростання на їх поверхні бактерій, грибів, водорослей, лишайників та інших біологічних реагентів можуть передчасно зруйнуватися.

Найбільш небезпечними по відношенню до кам'яних матеріалів є мікроорганізми, які виділяють органічні й неорганічні кислоти в процесі життєдіяльності.

При зведенні огорожувальних конструкцій з блоків і каменів, виготовлених з природного каменю, для покращання легковкладальності і водоутримання мурувальних розчинів, застосовують пластифікуючі добавки органічного походження, що підвищує вразливість кам'яних конструкцій до біопшкоджень.

Загальною властивістю кам'яних матеріалів і виробів є їх пористість. Чим більша пористість, тим сильніше діють біологічні фактори в процесі експлуатації.

Контакт основ і підвалин з ґрунтом, наявність органічних домішок, забруднення поверхонь сприяють зараженню і розвитку мікроорганізмів на поверхні і в порах кам'яних виробів.

Фасади будинків, стіни яких зведені з вапнякових блоків або пісковиків завжди руйнуються в надземній частині.

Вироби з пісковиків, мармурові сідці, скульптури можуть перетворитись в пісок чи щебінь внаслідок життєдіяльності автоторфних бактерій. Автоторфи – це нітрофікуючі бактерії, які дістають енергію на асиміляцію CO<sub>2</sub> з окислення відновлених неорганічних сполук, наприклад, азоту і аміаку постійно присутніх у атмосфері. Азотна кислота – це основна руйнівна речовина будівельних матеріалів мінерального походження.

Бактерії автоторфи можуть окислювати сполуки сірки H<sub>2</sub>S до сірчаної кислоти.

Розвиток гетероторфних бактерій, які для синтезу клітинних компонентів використовують органічні сполуки, пов'язаний із забрудненням поверхонь будівельних конструкцій, наприклад, пташиним послідом. Нітрофікатори можуть заселятися на поверхнях природних і штучних матеріалів (цегла, бетон та ін.)

При певних умовах експлуатації будинків та споруд, а саме, підвищених вологості, забрудненості й відсутності циркуляції повітря, недостатній кількості у повітрі кисню, можуть дуже швидко розвиватися гриби на поверхнях будівельних конструкцій.

Процес пліснявиння протікає з різною швидкістю в залежності від хімічного складу каменю, вологості субстрату і температури навколишнього середовища. В порівнянні з бактеріями, гриби не здатні до самостійного синтезу органічних речовин і існують за рахунок готових форм цих сполук. Через це гриби зустрічаються в основному на забруднених поверхнях каменю або при наявності в ньому органічних добавок.

Температурний діапазон, в якому можуть жити гриби складає від  $-10$  до  $+80$  °C. Ці організми знайдені навіть на поверхні скальних порід таких як: мармур, граніт, кремнистий пісковик.

Найбільш інтенсивний розвиток міцелія гриба спостерігається при температурі  $25 \dots 30$  °C.

Заселення грибами поверхонь кам'яних конструкцій відбувається в умовах підвищеної вологості без відповідної вентиляції і, в основному, на північній стороні стін та архітектурних пам'ятників.

На поверхнях кам'яних конструкцій гриби розростаються, утворюючи оксамитові, войлочні і ватоподібні накопичення різного забарвлення і тим самим викликають функціональну деградацію каменю.

Міцелій гриба поступово заглиблюється в конструкцію, утворюючи різної величини порожнини, зменшучи міцність конструкції.

Всі види грибів є активними продуцентами лимонної та щавелевої кислот, які є сильними реакційними агентами і можуть утворювати з мінералами кам'яного матеріалу розчинні комплексні сполуки, які вимиваються водою, утворюючи пористу структуру каменю.

На зовнішніх поверхнях конструкцій гідротехнічних споруд, інколи на аеродромних покриттях, зустрічаються водорослі, які відносяться до екологічної групи водорослей (повітряних або наземних). Для життєдіяльності таких водорослей достатньо вологи у вигляді роси або дощової води. В залежності від місця проростання водорослі мають різну назву. Епеліптичні форми розповсюджені на зовнішніх поверхнях каменів; в порах і тріщинах – хазмоліптичні, а в найдрібніших повітряних порожнинах структури каменю – ендоліптичні форми.

Найчастіше водорослі заселяють поверхні карбонатних порід у вигляді темно-зелених і чорних войлокоподібних плівок, нальотів, плям тощо. Вони можуть утворювати тісне “супільство” з грибами.

Водорослі, що ростуть в найдрібніших ніздрюватих порожнинах кам'яної породи, не мають зв'язку з поверхнею каменю, а відокремлені від неї суцільною коринкою товщиною до 3 мм.

Серед ендоліптичних водорослей існують види “свердлувальних”, які активно заглиблюються в кам'яну породу на глибину близько 10 мм. В результаті такого процесу камінь стає пористим, пом'якшується і легко руйнується.

Лишайники являють собою єдине вегетативне тіло, що складається з гриба і водорослі. Вони порівняно легко переносять тривале висихання, стійкі до коливань температури. Ці паразити можуть жити і розмножуватись за рахунок вуглекислоти атмосфери при відсутності органічних речовин. Найчастіше вони проростають на поверхнях цегляних і вапнякових стін, облицювальної кераміки, покрівлі з черепиці. Лишайники можуть заглиблюватися в поверхню конструкції чи виробу на  $1 \dots 10$  мм. Вони інтенсивно поглинають і легко віддають атмосферну вологу, чим сприяють механічному руйнуванню поверхні конструкцій. Одночасно вони виділяють, так звані, лишайникові кислоти, які достатньо розчинні у воді і можуть вступати в хімічну взаємодію з гідроксидом кальцію, який присутній у цементно-піщаному розчині.

Утворення нових сполук порушує структуру кам'яних матеріалів, визиває появу тріщин, а поверхня стін втрачає архітектурну виразність.

Таким чином, між біологічними, хімічними і механічними факторами існує тісна взаємодія, що викликає руйнування різних видів кам'яних конструкцій будинків та споруд.

Всі засоби, які в процесі експлуатації будинків і споруд направлені на упередження промерзання підвалів, стін і покриття, а також підвищення вологості повітря та порушення режиму вентиляції у приміщеннях, є найефективнішими заходами від передчасного руйнування конструкції.

Профілактичними засобами боротьби з біологічним руйнуванням є введення в бетонні суміші, мурувальні і штукатурні розчини біоцидних добавок, які перешкоджають розвитку бактерій, грибів, водорослей і лишайників.

В таких випадках, коли необхідно зберегти кам'яні будинки й архітектурні монументи, що мають історичне значення, а руйнування їх прийняло загрозливі розміри, необхідно провести комплекс робіт по очищенню, дезинфекції й укріпленню кам'яних конструкцій.

Очищення поверхонь зовнішніх стін, виготовлених з пісковика і карбонатних порід, раціонально проводити розчином фтористоводневої кислоти, який знімає нашарування, не руйнуючи каменю. Очищати поверхні можна бензоламічним розчином (на 10 л води додають 0,5 л аміаку і 0,5 л бензолу), а також тістом, яке виготовлене з 2...3 кг оксиду магнію і аміачного розчину (на 10 м<sup>2</sup> поверхні витрачається 2...3 кг оксиду магнію). Після очищення кам'яні поверхні рекомендується покривати гідрофобізуючими добавками, розчинами ГКЖ-10, ГКЖ-11, ГКЖ-94.

Вибір оптимальних умов оброблення кам'яних виробів може навіть збільшити їх міцність.

Для видалення забруднень з поверхонь кам'яних будинків необхідно застосовувати "кришку", виготовлену з хлорного вапна і активатора з подальшим промиванням поверхні каменю водою.

Для боротьби з лишайниками рекомендують обробляти поверхні кам'яних конструктивних елементів 10...20 % розчином гіпохлориду кальцію.

Останнім часом широко застосовується флюатний засіб, який заснований на зміцнюючій дії фторсилікатів різних металів, а саме: Zn, Pb, Cu, Cr, Fe. Але цей засіб потребує повторного оброблення через декілька років експлуатації.

### Список літератури

1. Кулик Е.С., Карякина М.И. Микроорганизмы и низшие растения – разрушители материалов и изделий. М., 1979. 246 с.
2. Иванов Ф.М., Горшин С.Н., Дж. Уэйт и др. Биоповреждения в строительстве. Под ред. Ф.М. Иванова, С.М. Горшина. М., 1984. 320 с.