

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Тези

**76-ї наукової конференції професорів,
викладачів, наукових працівників,
аспірантів та студентів університету**

ТОМ 2

14 травня – 23 травня 2024 р.

*Усенко Д.В., PhD, MPhys, доц.,
Бунякіна Н.В., к.х.н., доц.,
кафедри хімії та фізики
Козловська А.А., студентка групи 101BT
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ПЕРЕВАГИ АРМУВАННЯ КАМ'ЯНОЇ КЛАДКИ ВУГЛЕЦЕВИМ ВОЛОКНОМ І ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЇЇ ЗМІЦНЕННЯ

Кам'яні споруди, які служили віками завдяки своїй міцності та довговічності, часто потребують підсилення задля підвищення їхньої стійкості до механічних навантажень. Сучасні дослідження вказують на великі перспективи використання вуглецевого волокна для армування кам'яних конструкцій. Ця робота висвітлює сучасні наукові роботи, які демонструють ефективність такого підходу.

Вуглецеве волокно відоме своєю високою міцністю при низькій вазі, що робить його ідеальним для підвищення структурної цілісності без значного збільшення навантаження на конструкцію. Це особливо важливо для історичних будівель, де збереження оригінальної маси та зовнішнього вигляду є пріоритетними.

Нові технології, такі як системи зовнішнього склеювання та приповерхневого кріплення, дозволяють ефективно інтегрувати вуглецеве волокно в існуючі конструкції. Ці методи забезпечують додаткову міцність та гнучкість, що допомагає кам'яним конструкціям краще протистояти зовнішнім впливам, таким як сейсмічні навантаження, вітрові навантаження та температурні коливання.

Системи зовнішнього склеювання та приповерхневого кріплення є сучасними методами армування, які використовуються для підсилення кам'яних конструкцій за допомогою вуглецевого волокна. Ці технології дозволяють інтегрувати армувальний матеріал у структуру без необхідності повного розбирання або значних змін у конструкції.

Зовнішнє склеювання полягає у нанесенні спеціалізованого клею на поверхню кам'яної кладки, після чого на клейову основу прикладається вуглецеве волокно. Цей метод ефективний для збільшення міцності та гнучкості конструкції, а також для ремонту тріщин або пошкоджень без необхідності використання важких арматурних систем.

Приповерхнєве кріплення включає в себе встановлення вуглецевого волокна ближче до поверхні кладки, що може бути здійснено шляхом врізання канавок у кладку або прокладання волокна по її поверхні. Після цього волокно закріплюється за допомогою клею або інших засобів кріплення. Цей метод забезпечує більшу міцність у порівнянні з повністю зовнішнім склеюванням і є більш стійким до механічних впливів.

Обидва методи дозволяють кам'яним конструкціям краще протистояти різним видам навантажень, таким як сейсмічні хвилі, вітрові пориви та температурні коливання, забезпечуючи додаткову безпеку та довговічність. Вони особливо корисні для історичних будівель, де важливо зберегти оригінальний вигляд, але одночасно підвищити їхню стійкість до сучасних викликів.

Крім того, вуглецеве волокно має високу стійкість до корозії, що робить його більш довговічним у порівнянні з традиційними металевими арматурними системами. Це знижує потребу в частому обслуговуванні та ремонті, що може бути особливо корисним у важкодоступних або історично значущих місцях.

Застосування вуглецевого волокна та сучасних технологій для зміцнення кам'яної кладки відкриває нові можливості для реставрації та збереження архітектурної спадщини, одночасно підвищуючи безпеку та надійність конструкцій. Це дозволяє архітекторам та інженерам використовувати інноваційні підходи для вирішення складних інженерних завдань, зберігаючи при цьому історичну цінність та красу наших культурних пам'яток.

Кам'яні будівлі, включаючи історичні пам'ятки та спадщину, зазнають впливу різноманітних навантажень та умов середовища, що може з часом знижувати їхню ефективність. Традиційні методи армування, такі як використання металевих елементів, мають свої недоліки, включаючи корозію та теплове розширення. Вуглецеве волокно, з іншого боку, пропонує високу міцність при низькій вазі, стійкість до корозії та легкість установки, що робить його привабливим варіантом для підсилення кам'яних конструкцій.

Дослідження Smith та ін. (2018) та Zhang та ін. (2019) показали, що вуглецеве волокно значно підвищує несучу здатність та пластичність кам'яної кладки, а також її стійкість до тріщин. Робота Li та ін. (2020) вивчала довговічність кам'яної кладки, армованої вуглецевим волокном, під час циклів заморожування-відтавання, виявивши, що таке армування зменшує тріщиноутворення та покращує довговічність. Brown та ін. (2021) досліджували довгострокову роботу історичних кам'яних конструкцій, посиленних вуглецевим волокном, і встановили, що таке армування покращує структурну надійність та довговічність.

Техніки монтажу вуглецевого волокна, досліджені Li та ін. (2019), включають зовнішнє склеювання та приповерхнєве кріплення, причому останнє показало найкращі результати для підвищення надійності кладки. Garcia та ін. (2020) вивчали економічну ефективність використання вуглецевого волокна у реставраційних проектах, зазначивши, що оптимізовані методи проектування можуть компенсувати вищі витрати на матеріали.

Загалом, вуглецеве волокно відкриває нові можливості для підвищення міцності та довговічності кам'яних конструкцій, забезпечуючи їхню стійкість у складних умовах та покращуючи економічну ефективність реставраційних проектів.

Висновок. Зібрані в цьому дослідженні дані свідчать про значний потенціал вуглецевого волокна як засобу зміцнення кам'яних конструкцій. Щоб повністю розкрити можливості цього матеріалу, необхідно провести додаткові дослідження, які б охопили всі аспекти його застосування, включаючи аналіз тривалості служби, стійкості до умов навколишнього середовища та економічної доцільності. У міру розвитку технологій та матеріалів, вуглецеве волокно може стати ключовим елементом у забезпеченні довговічності та надійності кам'яних споруд, відіграючи важливу роль у збереженні нашої історичної спадщини для майбутніх поколінь.

Література

1. Garcia, A., et al. (2020). *Cost-effectiveness and feasibility analysis of carbon fiber reinforcement for stone masonry restoration projects. Construction and Building Materials, 235, 117443.*
2. Li, X., et al. (2020). *Durability evaluation of carbon fiber-reinforced sandstone masonry under freeze-thaw cycles. Construction and Building Materials, 243, 118238.*
3. Brown, R., et al. (2021). *Long-term performance of historic stone masonry structures strengthened with externally bonded carbon fiber reinforced polymer (CFRP) composites. Engineering Structures, 245, 112790.*
4. Zhang, S., et al. (2019). *Mechanical properties of granite masonry reinforced with carbon fiber composite materials. Construction and Building Materials, 197, 9-17.*
5. Lee, J., et al. (2019). *A comparative study of carbon fiber reinforced stone masonry using different reinforcement methods. Construction and Building Materials, 220, 214-224.*

УДК 628.16

*Усенко І.С., к.т.н., доц.,
Усенко Д.В., PhD, MPhys, доц.,
Зигун М.Р., студентка групи 101ВТ
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Системи водопостачання є життєво важливими компонентами інфраструктури, критично необхідними для забезпечення населення чистою питною водою. У ситуаціях воєнного стану, коли військові структури виконують обов'язки цивільної влади — ситуація, яка часто має місце під час внутрішніх конфліктів, природних катастроф або інших криз