

## МЕТОДИ ПІДСИЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Клименко Є.В.<sup>1</sup>, д.т.н., професор, Білоус І.О.<sup>2</sup>, асистент**

<sup>1</sup> *Одеська державна академія будівництва та архітектури*  
<sup>2</sup> *Полтавський національний технічний університет*  
*імені Юрія Кондратюка, м. Полтава*

За останні 10...15 років в Україні значно збільшився обсяг робіт з реконструкції (в тому числі реставрації і капітальному ремонту) будівель і споруд різного призначення.

Не зважаючи на велику кількість існуючих конструктивних рішень більше 50% зовнішніх стін будівель та споруд зведені з цегли.

Для забезпечення достатньої міцності, стійкості та можливості їх подальшої експлуатації необхідно підсилити пошкоджені (під час експлуатації) конструкції. Аналогічні завдання виникають також при надбудові або реконструкції існуючих будівель, коли це пов'язано з необхідністю збільшення навантажень на існуючі конструкції, а також при реставраційно-відновлювальних роботах.

Як зазначено вище, підсилення конструкцій – невід'ємна частина будівництва та експлуатації будівель та споруд. Наведемо найбільш поширені причини підсилення:

1. Пошкодження будівельних конструкцій, що спричинило зниження несучої здатності, жорсткості і тріщиностійкості;
2. Зміни умов експлуатації;
3. Зміна розрахункової схеми конструкції;
4. Необхідність підвищити надійність і довговічність конструкції;
5. Помилки при проектуванні

Розглянемо основні види дефектів (пошкоджень) кам'яних конструкцій:

- деформації стін (прогини, відхилення від вертикалі);
- сколи, раковини, вибоїни та інші порушення суцільності кладки;
- зволоження кладки стін, вивітрювання та вимивання розчину;
- пошкодження захисних та опоряджувальних шарів;
- руйнування несучого шару стін і стовпів.

Для правильного рішення щодо необхідності та вибору метода підсилення конструкцій пошкоджених кам'яних будівель і споруд необхідно встановити причини, що призвели до пошкодження.

Основні причини виникнення дефектів (пошкоджень) кам'яних конструкцій є:

- помилки проектування (неправильний збір навантажень, невдале вирішення з'єднувальних вузлів, втрата стійкості внаслідок недостатньої кількості в'язів, неврахований ексцентриситет, неповна інформація по інженерно-геологічній оцінці ґрунтів);
- низька якість матеріалів (викривлення гранів каміння, відхилення в розмірах, низька міцність, морозостійкість);
- низька якість робіт (порушення горизонтальності, товщини та правил перев'язки швів, відхилення несучих стіні стовпів від вертикалі, порушення анкетування);
- незадовільні умови експлуатації (замочування і зволоження, агресивний вплив навколишнього середовища);
- нерівномірне осідання фундаментів стін і стовпів при неправильній оцінці інженерно-геологічних умов, порушення правил виконання земляних робіт, аварії на комунальних мережах, порушення водовідведення від будівель та споруд);
- відсутність або пошкодження гідроізоляції стін;
- відсутність або руйнування карнизів і водовідвідних труб.

Розглянемо основні методи та способи підсилення кам'яних конструкцій, умовно розділивши їх на традиційні (ті що широко розповсюджені і використовують традиційні матеріали та підходи) та сучасні (новітні), які, поки що, не набули широкого поширення або використовують мало розповсюджені матеріали.

Традиційні методи підсилення кам'яних конструкцій:

1. Підсилення кам'яних конструкцій включенням їх в обійму (сорочку) [1]. Даний спосіб добре себе зарекомендував і має достатньо обґрунтовану методику розрахунку для основних видів обійм: металева, залізобетонна, армоштукатурна [2].

2. Влаштування накладних металевих поясів (з кутиків, швелера). Використовується, в основному, при підсиленні простінків. Металеві кутики (швелери) скріплюються поперечними полосами з двох сторін простінка та з'єднуються між собою стяжними болтами, що проходять через кладку простінка.

3. Підсилення методом розвантаження з подальшою заміною стовпа (простінка). За допомогою дерев'яних стійок і клину, або гвинтових домкратів, навантаження від верхньої несучої

конструкції передається на основу і замінюється існуюча кам'яна конструкція.

4. Підсилення кам'яних конструкцій встановленням зовнішньої поздовжньої арматури. Частина вертикального стискаючого навантаження сприймає вертикальна зовнішня арматура, яка може бути встановлена як з однієї так із двох сторін стіни, що підсилюється. Кількість арматурних вертикальних стрижнів від одного і більше. Кріплення вертикальної арматури в верхній і нижній частини стіни може виконуватися різними способами: до залізобетонного поясу в штробі; до залізобетонної шпонки в кармані; до металевих анкерів встановлених на бетонні чи розчині; до металевих пластин стягнутих тяжами; за допомогою поперечних хомутів, що проходять через висвердлені в стіни отвори.

5. Підсилення кам'яних конструкцій встановленням поздовжньої арматури в вертикальних штробах. Все аналогічно до попереднього способу підсилення, за виключенням розміщення арматури в штробі, що потім заповнюється розчином чи бетоном.

Докладніше розглянемо та проаналізуємо сучасні (новітні) способи підсилення кам'яних конструкцій. Які, поки що, не набули широкого поширення, значно менш досліджені, або використовують мало розповсюджені матеріали.

1. Підсилення обіймами з різних композиційних матеріалів: з вуглецевих, арамідних, скловолокон, у вигляді ламелей, матів, сіток. Основною перевагою наведеного способу підсилення є значна міцність даних композиційних матеріалів, що дає можливість їх використовувати не лише для кам'яних конструкцій а й для залізобетонних і навіть металевих конструкцій в якості поверхневого армування [3]. Але дана система підсилення має ряд недоліків, основні з них:

- поверхня що підсилюється повинна бути сухою, чистою і достатньо рівною;
- роботи виконуються при плюсовій температурі і нормальній вологості;
- технологічна складність – підсилення виконується високо-кваліфікованими робітниками та спеціалізованими фірмами;
- висока вартість композиційних матеріалів, спеціальних епоксидних смол, або, при використанні замість клею, спеціальних штукатурних розчинів.

2. Інший менш відомий вид обійми – цегляна, тобто, взяття кам'яної кладки в цегляну обійму[4].

Перевагами цього підсилення є:

- незначні фінансові витрати та технологічна простота влаштування обійми;
- використання місцевих матеріалів та надання обіймі будь-якої архітектурної форми;
- можливість включення в сумісну роботу елемента, що підсилюється, та обійми;
- збільшення несучої здатності елемента, що підсилюється, не лише за рахунок „ефекту обійми”, а й за рахунок сприйняття частини навантаження обіймою;
- можливість включення в роботу відновленої кладки.

Для збільшення передачі частини навантаження на обійму та поліпшення сумісної роботи можливе використання з'єднувальної арматури між кладкою що підсилюється та цеглою обійми [5, 6].

3. Метод підсилення з використанням різних видів з'єднувальних анкерів, скоб, ремонтних в'язів, тощо (достатньо розповсюдженого вид підсилення). Але, найбільш перспективним в даному способі підсилення є використання гнучких спіралеподібних в'язів, що дозволяє їх встановлення методом забивання, або укручування в матеріал основи.

Основною перевагою даного способу є можливість відновлення зовнішнього шару кладки будь-якої архітектурної форми (арки, склепіння, кути існуючих будівель) з мінімальними пошкодженнями зовнішнього виду, а також створення і заміна анкерних стяжок для багатошарових стін.

Також необхідно відмітити можливість встановлення в'язів з використання хімічних анкерів, що є найбільш доцільно при низькій міцності матеріалу основи [7].

Недоліки даного способу підсилення:

- не існує обґрунтованої методики розрахунку;
- в основному мова йде про відновлення кладки, а не про підсилення несучої здатності конструкції;
- висока вартість.

4. До останньої групи способів підсилення можна віднести відновлення цегляної кладки різними полімерними, композиційними матеріалами [8].

Наведений метод полягає в нагнітанні полімерного розчину в попередню висвердлені в тріщинах кладки отвори. Як наслідок, після затвердіння полімерного розчину, відбувається замонолічування цегляної кладки.

Даний спосіб незважаючи на ряд переваг (відновлення цегляної кладки без ушкодження фасаду будівлі, наявності достатньо обґрунтованої методики розрахунку) не набув значного поширення.

Необхідно відмітити ряд недоліків характерних для розглянутого способу:

- роботи повинні виконуватися при плюсовій температурі та нормальній вологості. Використання морозостійких полімерних розчинів призводить до збільшення вартості;
- достатньо низька вогнестійкість, деструкція більшості полімерних розчинів розпочинається при температурі близько 100° С;
- для надійного зчеплення матеріал що підсилюється повинен бути сухим та очищеним від пилу;
- основою більшості полімерних розчинів, що використовується при даному способі підсилення, є епоксидний клей – достатньо не довговічний матеріал (беручи до уваги органічне походження).

### ***Висновок***

Кожен з наведених способів має свої переваги і свої недоліки, відповідно може бути обраним для відновлення цегляної кладки, чи підсилення кам'яної конструкції в цілому. Вибір конкретного методу підсилення залежить від поставлених задач і доцільність їх використання повинна бути обґрунтована відповідним розрахунком.

Але в загальному найбільш поширений спосіб підсилення кам'яних конструкцій, в нашій країні та країнах близького зарубіжжя, залишається підсилення методом включення в обойму. Відповідно дослідження нових видів обойми (з композиційних матеріалів, цегли) є достатньо актуальними та перспективними.

### **SUMMARY**

**Main methods of stone constructions strengthening and recovering with its features, advantages and disadvantages are analyzed.**

## *Література*

1. Камейко В. А., Квитницький Р. Н. Прочность кирпичной кладки, включенной в обойму // Исследования по каменным конструкциям: Сб. под ред. проф. Л. И. Онищика.– М., 1957.–С.14-51.
2. СниП □-22-81. Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.
3. Орлович Р., Мантегацца Д., Найчук А., Деркач В. Современные способы ремонта и усиления каменных конструкций // Архитектура, дизайн, и строительство, Санкт-Петербург.– 2010.– №1[44].– С.86-87.
4. Мальганов А. И., Плевков В. С., Полищук А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий.– Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1992.– 456 с.
5. Клименко Є.В., Білоус І.О. Експериментальні дослідження кам'яних конструкцій, підсилених шляхом включення в цегляну обойму// Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: друкарня Укр. Держ. Університету водного господарства та природокористування, 2003. – Вип.9.– С.446 – 452.
6. Клименко Є.В., Білоус І.О. Експериментальні дослідження роботи цегляної кладки на зріз, по не перев'язаному шву // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, 2010. С.171-180.
7. Белов В.В., Деркач Н.И. Экспертиза и усиление каменных конструкций // Magazine of civil engineering, – 2010.– №7.– С.14-20.
8. Каржинерова Т.И., Копейко А.Е. Исследование кирпичной кладки с трещинами, восстановленной инъектированием // Науковий вісник будівництва. – Вип.28.– Харків: ХДТУБА, ХОТВАБУ,2004.–С.139-143.