

Таблиця 1 – Порівняння результатів МГЕ та МСЕ

Номер частоти	МГЕ, с ⁻¹	МСЕ, с ⁻¹	Розбіжність, %
1	65,625	65,069	0,85
2	106,080	120,618	12,05
3	206,819	220,119	6,04
4	271,575	304,559	10,83
5	341,290	402,714	15,25

Висновки та результати. Таким чином, при використанні методу граничних елементів для розв'язання задач статички та динаміки можна суттєво знизити трудомісткість розрахунків, спростити алгоритм, підвищити вірогідність результатів. Аналіз статичних розрахунків показує, що результат МГЕ з урахуванням деформації розтягання збігається з трьома значущими цифрами точного розв'язку, а точність результатів МГЕ без урахування деформації розтягання теж достатньо висока, хоча збігаються тільки 2 значущі цифри, тобто вплив деформацій зрушення й розтягання при заданих геометричних співвідношеннях жорсткого стрижня невелике. Розглянутий приклад визначення спектра власних частот арки із жорстко затисненими опорами по алгоритму МГЕ та методом скінченних елементів у програмі ANSYS доводить, що результати двох методів добре узгоджуються між собою.

Література:

1. Вайнберг Д.В., Вайнберг Е.Д. Расчет пластин. К.: Будівельник, 1970. 435 с.
2. Варвак П.М. Метод конечных элементов. К.: Вища школа, 1981. 176 с.
3. Масленников А.М. Расчет строительных конструкций численными методами. Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. 225 с.
4. Дашенко А.Ф., Коломиец Л.В., Оробей В.Ф., Сурьянинов Н.Г. Численно-аналитический метод граничных элементов. Одесса: ВМВ, 2010. В 2-х томах. Т.1. 416 с. Т.2. 512 с.
5. Лазарева Д.В., Сорока М.М., Шиляев О.С. Прийоми роботи з ПК ANSYS при розв'язанні задач механіки. Під редакцією М.Г. Сур'янінова: монографія. Одеса: ОДАБА, 2020. 432 с.

УДК 693

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПОСИЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Апостол Є.Л., студ. гр. ПЦБ-276

Науковий керівник – **Гриньова І.І.**, к.т.н., старший викладач (кафедра Архітектурних конструкцій, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. Стаття присвячена образу на сучасні методи посилення кам'яних конструкцій в Україні.

Актуальність. 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. Для забезпечення достатньої міцності, стійкості та можливості стін до подальшої експлуатації необхідно підсилити пошкоджені (під час експлуатації та навантажень) конструкції.

Підсилення конструкцій. Основні причини посилення та види дефектів споруд. Підсилення конструкцій – невід'ємна частина будівництва та експлуатації будівель та

споруд. Роботи із підсилення завжди починаються із виявлення причин та обстеження будівлі. Ось декілька найбільш поширених причин підсилення:

1. Пошкодження будівельних конструкцій.
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.
- найбільш поширеним видом пошкоджень споруд з каменю є їх розтріскування.

Особливо відчутні наслідки таких деструкцій в будівлях історичної забудови з багатим рельєфом фасадів і цінною внутрішньою обробкою стін, вмісною фрескою, позолотою і іншими елементами інтер'єрного оздоблення.

Сучасні способи підсилення кам'яних конструкцій. Проаналізуємо сучасні способи підсилення кам'яних конструкцій, які, поки що, не набули широкого поширення, значно менш досліджені, або використовують мало розповсюджені матеріали.

1. Підсилення обоймами 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. 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 обойми – цегляна, тобто, взяття кам'яної кладки в цегляну обойму. Перевагами цього підсилення є: незначні фінансові витрати та технологічна простота влаштування обойми; використання місцевих матеріалів та надання обоймі будь-якої архітектурної форми; можливість включення в сумісну роботу елемента, що підсилюється, та обойми; збільшення несучої здатності елемента, що підсилюється, не лише за рахунок «ефекту обойми», а й за рахунок сприйняття частини навантаження обоймою; можливість включення в роботу відновленої кладки.

3. Метод підсилення з використанням різних видів з'єднувальних анкерів, скоб, ремонтних в'язів, тощо (достатньо розповсюджений вид підсилення). Але, найбільш перспективним в даному способі підсилення є використання гнучких спіралеподібних в'язів, що дозволяє їх встановлення методом забивання, або укочування в матеріал основи. Основною перевагою даного способу є можливість відновлення зовнішнього шару кладки будь-якої архітектурної форми (арки, склепіння, кутів 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 доцільним при низькій міцності матеріалу основи. 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.

Будівля «Палац» є величезною будівлею (цокольний поверх, цокольний поверх-ресторан, 3 поверхи – апартаменти, дерев'яний дах), побудована до 1900-х рр. зі складовою

конструкцією: цегляна та залізобетонна каркасна конструкція. Був цілісною кам'яною конструкцією, але пізніше перший поверх був змінений: кілька несучих цегляних стін були зрізані і були зведені два поздовжні залізобетонні каркаси, щоб витримувати всі вертикальні навантаження. Завдяки цій архітектурній операції будова стала більш вразливою при сейсмічних впливах: у поперечному напрямку основна частина цокольного поверху стала нестійкою при горизонтальних впливах через колони з шарнірним з'єднанням по обох кінцях (кам'яні опори стін з підземного поверху і першого поверху).

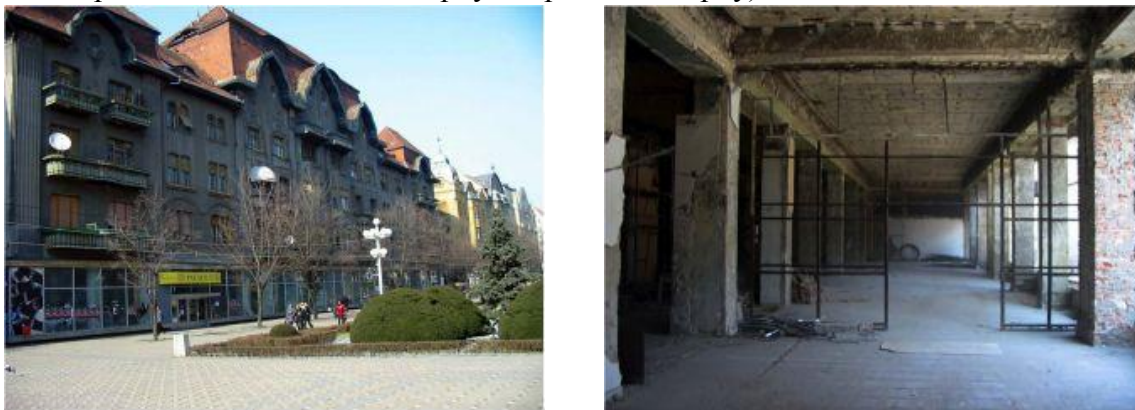


Рис. 1. Посилення існуючих конструкцій будівлі «Палац»

Відповідно до конструктивного розрахунку посилення цокольного поверху було обрано для отримання техніко-економічних переваг: безпечної поведінки при сейсмічних впливах; незначна зміна загальної конструктивної технології та короткий термін реконструкції (грудень). Зроблено посилення наступних конструктивних елементів:

- посилення залізобетонного покриття (по 7см з кожного боку), кам'яних стін підземного поверху будівлі;
- нове залізобетонне перекриття із заставними сталевими профілями (НЕВ 220) у двох напрямках, що виступають як балки для нової конструкції;
- посилення половини існуючих колон (60х60см, покритих ЗБ, до 90х90см) та зведення нових поперечних залізобетонних балок для створення нових поперечних рам;
- посилення ЗБ покриттям існуючих поздовжніх балок;
- відновлення деяких конструктивних елементів, які мають арматуру з корозією, а також частини цегли.

Висновки та результати. 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. Але потрібно відмітити, що експлуатація кам'яних конструкцій, посилені названими вище способами, підтверджує їх високу надійність і ефективність. Але в загальному найбільш поширений спосіб підсилення, в нашій країні та країнах близького зарубіжжя, залишається підсилення методом включення в обійму. Відповідно дослідження нових видів обойми є достатньо актуальними та перспективними.

Література:

1. <http://mx.ogasa.org.ua/bitstream/123456789/1315/1/%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%9E%D0%94%D0%98%20%D0%9F%D0%86%D0%94%D0%A1%D0%98%D0%9B%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%AF%20%D0%9A%D0%90%D0%9C%E2%80%99%D0%AF%D0%9D%D0%98%D0%A5%20%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%A3%D0%9A%D0%A6%D0%86%D0%99%20%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%84.%D0%92.%20%D0%91%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%83%D1%81%20%D0%86.%D0%9E.pdf>
2. http://4ua.co.ua/construction/za2bc78a4c53a88521306d27_0.html
3. <https://uadoc.zavantag.com/text/25401/index-1.html>
4. <http://surl.li/bzgtl>